



**Universitat Rovira i Virgili**  
Departament d'Història i Història de l'Art  
Màster en Arqueologia del Quaternari i Evolució Humana (Erasmus Mundus)



Istruzione e cultura

**Erasmus Mundus**

**International Master in  
QUATERNARY AND PREHISTORY**

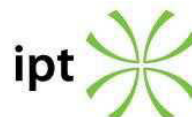
Tesis de Master:

# **Estudio zooarqueológico y tafonómico del nivel TE09d de Sima del Elefante (Atapuerca)**

**MARIA BOADA GEA**

**Director/s: Dr. Rosa Huguet**

*Curso académico 2021/2022*



<< *AI Hunt* >>

## AGRADECIMIENTOS

Llegados a este punto, toca agradecer a todas esas personas que han aportado su granito de arena, para la realización de este trabajo. De antemano os pido perdón a todos los que no encontréis vuestro nombre entre estas palabras, la lista sería inmensurable, pero estáis ahí.

Quiero agradecer el apoyo incondicional de mi familia y amigos. Aunque sé que a veces me he hecho pesada con los huesos del “bosquet” y que no entendéis ni una palabra de lo que digo cuando me emociono con cosas de huesos, os estoy muy agradecida por el apoyo incondicional recibido. A ti Peke, por ser mi mano derecha y la que empuja cuando todo cuesta, a ti te debo quien soy. Y un especial agradecimiento a ti Adri, que me dejas hablar y hablar del tema sin parar porque sabes que me apasiona. Gracias por aguantar en este año de idas y venidas. Este trabajo también es gracias a ti y no sufras, el ordenador aguanta.

Compañeros de promoción, sin saber cómo estamos llegado al final de este máster que iniciábamos con las secuelas de una pandemia mundial y ahora acabamos en una “nueva normalidad”. Ha sido un placer formar parte de esta promoción de gente tan genial, especialmente con vosotros, “*Tabla en el océano*”, quienes, en muchas ocasiones de estrés, tensión y agobio, habéis sido eso, la tabla salvavidas de Rose. Gracias de corazón amigos. Y no me puedo olvidar de Clarita, gracias por la paciencia cuando empecé a mirar huesos por una lupa, por esos meses en París y por enseñarme tanto. ¡¡Sin ti la experiencia no hubiera sido igual y al fin pude ver Juego de Tronos!!

También merecen una mención especial mis amigos y compañeros del IPHES, Mario, Ale, Noé, Miguel, Andrea, Irene, Toni, Edgar, Paula, Juan y muchos más. Gracias por esos “*coffe time*”, por siempre prestaros a ayudar y por interesaros sobre el trascurso de este trabajo.

Y no bebito, no me olvidado de ti. Gracias Francesc por estar siempre, desde el minuto cero, en los inicios del grado donde esto del máster y doctorado nos parecía tan lejano. Por ser ese hermano mayor que escucha, comprende y enseña. Este trabajo final de máster tiene pedacitos de ti.

Y como no, mi mayor agradecimiento, para la directora de TFM con más paciencia del mundo. Rosa este trabajo te lo dedico a ti. La paciencia que tienes con las lecturas “intensitas” de mis redactados, con esas idas y venidas de mi cabeza y por tantas y tantas cosas que a veces te han hecho ejercer de psicólogae incluso de amiga, por todo ello, GRACIAS. Desde que me presenté allí en el bungalow de Arlanzón para empezar

la aventura de trabajar juntas, no he podido sentirme más afortunada de aprender y crecer académica y personalmente contigo. Prometo (aunque no sé si lo podremos cumplir) que, si llegamos hacer una Tesis, ni excavaciones, ni trabajo, ni semanas enfermas en los últimos meses ¡¡no hace falta sufrir tanto!!

Muchas gracias a todo el conjunto de profesionales que trabaja en el IPHES, y sobre todo a ti Palmira, que me habéis enseñado tanto durante estos años. Especial agradecimiento a toda la UCO de Zooarqueología y tafonomía que siempre se prestan a ayudar, a Lena, Paula y Juan por ayudarme a no perder los nervios con el Hirox ni perder documentos (jeje) y a Maria Dolors Guillen. Gracias por las fotazos.

## RESUMEN

Los datos aportados por los estudios zooarqueológicos y tafonómicos de los yacimientos del Pleistoceno inferior europeo nos permiten conocer como eran las estrategias de subsistencia de los primeros paleopobladores. En el presente trabajo, se analiza el conjunto de restos de macrofauna y mesofauna del subnivel TE09d del yacimiento de Sima del Elefante (Atapuerca) con los objetivos de caracterizar el conjunto, documentar los agentes que han intervenido en su formación y determinar si se trata de un conjunto en posición secundaria o bien en posición primaria.. Los resultados presentan un predominio de cérvidos, bóvidos. Es en estos taxones donde han identificado alteraciones producidas por actividad antrópica y carnívoros como hiénidos. La localización de las modificaciones por agentes biológicos (homínidos y carnívoros) nos permite hacer inferencias en las estrategias de subsistencia de los grupos de homínidos que vivieron en Sierra de Atapuerca hace 1'2-1'3 Ma. Las alteraciones por agentes posdeposicionales indican una posición secundaria de los restos dentro de la cavidad. Por otro lado, el estudio de la mesofauna, donde predominan los restos de lepóridos, nos indica que la acumulación de estos animales se encontraría en posición primaria dentro de la cavidad. Una rapaz nocturna, posiblemente un búho real, sería el principal agente acumulador aunque también se ha documentado la acción de un pequeño carnívoro sobre los restos analizados.

**Palabras clave:** Zooarqueología, Tafonomía, Pleistoceno inferior, Sima del Elefante, Estrategias de subsistencia, Posición secundaria.

## ABSTRACT

The data provided by zooarchaeological and taphonomic studies of European Lower Pleistocene sites allow us to understand the subsistence strategies of the first palaeopopulations. In the present work, we analyse the macrofaunal and mesofaunal remains from the TE09d sublevel of the Sima del Elefante site (Atapuerca) with the aims of characterising the assemblage, documenting the agents involved in its formation and determining whether it is a secondary or primary assemblage. The results show a predominance of cervids and bovids. It is in these taxa where alterations produced by anthropic activity and carnivores such as hyenas have been identified. The location of the modifications due to biological agents (hominids and carnivores) allows us to make inferences about the subsistence strategies of the hominid groups that lived in Sierra de Atapuerca 1'2-1'3 Ma ago. The alterations due to post-depositional agents indicate a secondary position of the remains within the cavity. On the other hand, the study of the mesofauna, where leporid remains predominate, indicates that the accumulation of these

animals would have been in a primary position within the cavity. A nocturnal bird of prey, possibly an eagle owl, would be the main accumulating agent, although the action of a small carnivore on the remains analysed has also been documented.

**Key words:** Zooarchaeology, Taphonomy, Lower Pleistocene, Sima del Elefante, Subsistence strategies

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Presentación	
1.2 Problemática, objetivos e hipótesis	
<b>2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>4</b>
2.1 Contexto general.....	4
2.1.1 Paisaje y clima durante el Pleistoceno inferior europeo:	
2.1.2 Estrategias de subsistencia	
2.2 Yacimientos del pleistoceno inferior.....	9
2.2.1 Yacimientos pre-Jaramillo	
2.2.1.1 Francia	
2.2.1.2 Italia	
2.2.1.3 España	
2.2.2 Yacimientos post-Jaamillo	
2.2.2.1 Inglaterra	
2.2.2.2 Italia	
2.2.2.3. España	
2.3 Procesos de acumulación.....	14
2.3.1 Yacimientos en posición primaria o in situ	
2.3.2 Yacimientos en posición secundaria	
<b>3. SIMA DEL ELEFANTE (ATAPUERCA)</b> .....	<b>23</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
4.1 Material.....	31
4.2 Metodología.....	31
4.2.1 Edades.....	33
4.2.2 Cuantificación.....	37
4.2.3 Integridad de la muestra.....	37
4.2.4 Fracturación.....	40
4.2.5 Alteraciones por agentes biológicos.....	42
4.2.5.1 Homínidos	
4.2.5.2 Carnívoros	
4.2.5.3 Pequeños carnívoros y rapaces	
4.2.5.4 Roedores	
4.2.6 Alteraciones por agentes posdeposicionales.....	52
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>53</b>
5.1 Análisis anatómico.....	53
5.2 Análisis taxonómico.....	53
5.2.1 Cuantificación del conjunto	
5.2.2 Integridad de la muestra	
5.3 Análisis por tallas de peso.....	63
5.3.1 Cuantificación del conjunto	
5.3.2 Integridad de la muestra	
5.4 Sesgo de la muestra.....	68
5.5 Alteraciones antrópicas.....	75
5.6 Alteraciones por carnívoros.....	78
5.6.1 Mordeduras	
5.6.2 Otras alteraciones por carnívoros	
5.7 Alteraciones por roedores.....	91

5.8 Mesofauna.....	91
5.8.1 Análisis taxonómico.....	91
5.7.2.1 Cuantificación del conjunto	
5.7.2.2 Integridad de la muestra	
5.8.2 Análisis de la talla muy pequeña.....	96
5.8.2.1 Cuantificación del conjunto	
5.8.2.2 Integridad de la muestra	
5.8.3 Alteraciones por agentes biológicos.....	99
5.8.3.1 Actividad de carnívoros	
5.8.3.2 Actividad de roedores	
5.9 Alteraciones por agentes postdeposicionales.....	105
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>111</b>
6.1 Caracterización del conjunto.....	111
6.2 Competencia de los recursos.....	116
6.3 Posición primaria y/o secundaria.....	119
6.4 Estrategias de subsistencia .....	120
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
7.1 Conclusiones.....	123
7.2 Perspectivas de futuro.....	125
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>126</b>

## **1. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 Presentación:**

El presente trabajo se escribe como Trabajo de Fin de Máster del Máster de Arqueología del Cuaternario y Evolución Humana de la Universitat Rovira i Virgili (URV) de Tarragona, optando así a la obtención de hasta 36 créditos de dicha titulación.

Esta investigación se presenta bajo el nombre “*Estudio zooarqueológico y tafonómico del nivel TE09d de la Sima del Elefante (Atapuerca)*”, y se ha realizado bajo la dirección de la Dra. Rosa Huguet en la Universitat Rovira i Virgili y el Institut de Paleoecología Humana i Evolució Social de Tarragona (IPHES).

Este estudio se inició con la motivación de responder varias preguntas desde el punto de vista académico y científico; en primer lugar, aprender los conocimientos básicos del análisis zooarqueológico y tafonómico y en segundo lugar aplicar los conocimientos aprendidos durante el máster con la finalidad de poder continuar con esta línea de investigación en un futuro.

A continuación procedemos a realizar una breve presentación de la estructura que se ha seguido para realizar el trabajo.

En el capítulo 1 se realiza una breve presentación del estudio, así como la problemática, objetivos e hipótesis planteadas.

En el capítulo dos, el marco teórico, pretende dar contextualización al tema de estudio y tratar conceptos generales del trabajo.

En el capítulo 3 se sitúa la Sima del Elefante en el conjunto kárstico de la Sierra de Atapuerca y se destaca su importancia en el discurso de la evolución humana.

El cuarto capítulo es utilizado para explicar toda la metodología usada en esta investigación, así como los materiales estudiados.

En el quinto capítulo, se explican detalladamente todos los resultados obtenidos en el trabajo siguiendo el orden expuesto en la metodología. En los resultados, se han separado los datos obtenidos para la macrofauna de los datos obtenidos para los taxones de tallas muy pequeñas o mesofauna.

En el sexto capítulo, se procede a hacer la discusión de los resultados y seguido, en el séptimo capítulo presentamos las conclusiones del trabajo.

## 1.2 Problemática, objetivos e hipótesis de trabajo:

### - PROBLEMÁTICA:

Las evidencias de ocupación humana en Europa durante el Pleistoceno Inferior, principalmente en contexto pre-Jaramillo (anterior a 1 Ma) son escasas. Como consecuencia, la información en relación a los primeros grupos humanos que habitaron el continente en ese periodo es limitada.

El yacimiento de la Sima del Elefante, en Atapuerca, forma parte de los escasos yacimientos europeos con evidencias de presencia humana anterior al millón de años. El análisis de los materiales recuperados en algunos niveles del yacimiento ha aportado datos sobre las estrategias de subsistencia de estas primeras ocupaciones (Huguet, 2007; Huguet *et al.*, 2013). A la vez, se ha evidenciado que los restos recuperados en los niveles inferiores (TE14-TE9c) de la Sima del Elefante no corresponden a acumulaciones debido a una ocupación (larga o corta) de la cavidad por parte de homínidos o de carnívoros. La mayor parte de los fósiles recuperados en estos niveles corresponden a acumulaciones en posición secundaria que posiblemente han sido transportados hasta el lugar de la acumulación final por procesos postdeposicionales (Huguet *et al.*, 2017; Carbonell *et al.*, 2008).

Esta Tesis de Fin de Máster se enmarca en esta problemática ya que el análisis de los restos fósiles recuperados en el nivel TE9d pretende aportar datos nuevos o reafirmar los obtenidos en relación a las estrategias de subsistencia de los primeros homínidos, así como a la naturaleza de la acumulación analizada.

### - OBJETIVOS:

#### Caracterizar los procesos de formación del conjunto de TE09d:

Nuestro principal objetivo es caracterizar la acumulación fósil del nivel TE09d de la Sima del Elefante y aportar conocimiento sobre los agentes y procesos que han contribuido en su formación. En el caso que fuera posible, determinar las distintas actividades antrópicas identificadas en el registro y establecer las actividades de subsistencia y la relación de los grupos de homínidos con su entorno.

#### Funcionalidad de la acumulación original:

Los conjuntos anteriormente analizados en los niveles inferiores de la Sima del Elefante (Huguet, 2007) se han identificado como conjuntos en posición secundaria. Esto significa que el conjunto original se ha generado en otro lugar y posteriormente se ha introducido en la cavidad mediante algún agente posdeposicional.

El segundo objetivo planteado en este trabajo es determinar si el conjunto TE9d sigue la dinámica de los niveles anteriores, en posición secundaria, o bien estamos ante un nivel con la macrofauna en posición primaria. Y en este caso cual sería la funcionalidad del yacimiento.

- *HIPOTESIS:*

Teniendo en cuenta el hallazgo de restos de industria lítica en el nivel TE9d consideramos que parte del conjunto analizado presentará evidencias de antropización en los restos óseos de los animales recuperados en el conjunto. Posiblemente con la acción de otros agentes biológicos como los carnívoros.

La acumulación fósil de macrofauna y mesofauna recuperada en el nivel TE9d seguirá la misma dinámica que los niveles anteriores del Pleistoceno Inferior de Sima del Elefante y estarán en posición secundaria.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Contexto general:

Actualmente, en el debate científico de la evolución humana, existe consenso en la aceptación que el primer poblamiento humano europeo tuvo lugar durante el Pleistoceno inferior (Bermúdez de Castro *et al.*, 1997; Martínez Navarro *et al.*, 1997; Oms *et al.*, 2000; Echassoux 2004, 2009; Lordkipanidze *et al.*, 2005; Arzarello *et al.*, 2007, 2012; Despriée *et al.*, 2006; Carbonell *et al.*, 2008).

El yacimiento de Dmanisi (1'8 Ma) (Lordkipanidze, 2007) en la zona del Cáucaso es un enclave para entender la dispersión de los primeros homínidos en Europa. La principal hipótesis al respecto plantea que los pobladores seguirían la ruta levantina bordeando el mar Negro y Mediterráneo, llegando y estableciéndose en las zonas más meridionales de Europa como las zonas peninsulares (Balcánica, Itálica e Ibérica) (Straus y Bar-Yosef, 2001) (Imagen1).



**IMAGEN 1:** Primera dispersión de *Homo* a gran escala dentro y fuera de África. Se representan los primeros complejos arqueológicos de África junto con los principales yacimientos del Modo 1 del Pleistoceno inferior (Extraída de Carbonell *et al.*, 2010).

### 2.1.1 Paisaje y clima durante el Pleistoceno inferior europeo:

El aumento y disminución de los glaciares altera la geografía, creando en los momentos de más frío, una disminución del nivel del mar. Cuando esto ocurre, se crean zonas de conexión, mediante puentes terrestres, que permiten conectar elementos entre territorios aislados y crear zonas de paso (Tchernov, 1992; Shackleton, 1967). Estas variaciones climáticas, a su vez, crean fluctuaciones en la vegetación consiguiendo biomas diferentes entre el norte y el sur de Europa. Así, en los eventos más cálidos y húmedos se aprecia una mayor cobertura forestal mientras que a medida que el clima se vuelve más frío y seco los elementos arbóreos disminuyen y aparecen tundras en las zonas más septentrionales del continente y estepas en las meridionales (Van der Made, 2001).

Las zonas meridionales, acogerían a los primeros grupos de homínidos, especies animales y vegetales durante los periodos fríos. Algunas zonas meridionales como los territorios peninsulares, han sido definidas como “zonas refugio”, ya que, durante fases glaciales, mantienen condiciones climáticas favorables, facilitando la conservación de animales y formando espacios vegetales propios de períodos cálidos (Huguet, 2007; Carbonell *et al.*, 2005).

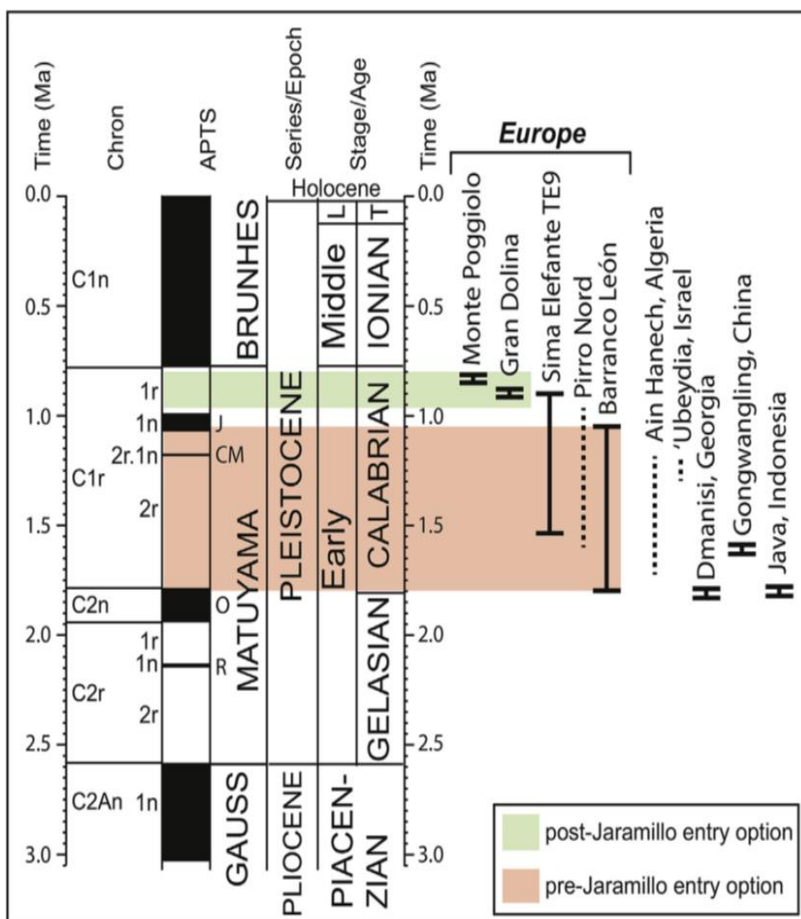
Durante el Pleistoceno inferior europeo, en las zonas meridionales, predominaban las extensiones de espacios abiertos con parches de bosques densos (Blanco, 1997; Tzedakis, 1994). Por otro lado, en las zonas más septentrionales, se desarrollaban bosques caducifolios alternados con bosques boreales y formaciones de tundra (Suc, 1984; Suc y Zagwijn, 1983; Blain *et al.*, 2010, 2011, 2016; Cuenca-Bescós *et al.*, 2010).

Concretamente, en la cuenca mediterránea, la influencia marina, la menor continentalidad, la posición latitudinal y ciertos puntos geográficos como las barreras geográficas (Pirineos y Alpes) contribuyeron en la existencia de unas condiciones ambientales menos duras que en la Europa septentrional (Suc, 1984). El clima mediterráneo se caracterizó por una dura estacionalidad con inviernos fríos y veranos largos y secos (Huguet, 2007; Costa *et al.*, 1990; Suc, 1984).

### 2.1.2 Estrategias de subsistencia:

El registro arqueológico sitúa la llegada de los primeros paleopobladores en una cronología anterior al 1 Ma. Las evidencias directas de presencia humana en Dmanisi (Lordkipanidze *et al.*, 2006, 2013), Barranco León (Toro-Moyano *et al.*, 2013) o la Sima del Elefante (Carbonell *et al.*, 2008; Gómez-Robles *et al.*, 2008; Huguet *et al.*, 2017), no dejan lugar a duda (Figura 1).

Sin embargo, el cómo llegaron estos primeros homínidos y en base a que técnicas de supervivencia pudieron asentarse y expandirse por el territorio sigue siendo un motivo de debate.



**FIGURA 1:** Escala temporal con las polaridades cronológicas para los últimos 3 Ma, durante el Plioceno y el Pleistoceno. Polaridad normal e inversa mostrada en las barras abiertas (Brunhes, Matuyama y Gauss). J (Jaramillo); CM (Matuyama Cobb); O (Olduvai); R (Reunion); T (Taratian) y L (Late). En la derecha, los yacimientos con registro fósil humano europeos, de África del norte, Levante y Asia. Diferenciación entre los pre-Jaramillo (<1 Ma) y los post-Jaramillo (< 1 Ma - >0'78 Ma). Las líneas discontinuas representan yacimientos con dataciones no confirmadas (Fuente: Guioivanni *et al.*, 2018).

Binford (1981) introdujo la idea de que los homínidos del Pleistoceno inferior, utilizarían el carroñeo (acceso secundario) para obtener alimento y en ocasiones esporádicas cazarían. No obstante, trabajos posteriores en yacimientos africanos de la Cuenca de Olduvai (Tanzania) y Swartkrans (Sud Africa) (Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2001, 2002, 2009; Pickering, y Hensley-Marschand, 2008; Pobiner *et al.*, 2008; Bunn y Pickering, 2010) y en Europa (Huguet *et al.*, 2013; Saladié *et al.*, 2011) han permitido contrastar las ideas de Binford y demostrar que los grupos de homínidos durante el

Pleistoceno inferior realizaban principalmente accesos primarios sobre las presas, ya fuese a través de la caza o del carroñeo de confrontación.

Conocer el orden de acceso a las carcasas por parte de los agentes es fundamental para entender las estrategias de subsistencia de los primeros homínidos europeos y comprender qué relación tenían con el territorio que ocupaban. El nivel de acceso y por consiguiente, de acumulación de los restos por parte de los homínidos o carnívoros, viene marcado por la posición que ocupa el agente en la cadena trófica y su capacidad de defensa ante otros predadores (Domínguez-Rodrigo, 1994).

Los estudios etnoarqueológicos (Binford, 1978, 1981; Bunn *et al.*, 1988; Yellen, 1977; Brain, 1981) sobre las distintas formas de obtención, transporte, procesado y gestión de los recursos faunísticos por parte de los grupos de humanos generan modelos aplicables a los estudios de los restos óseos recuperados en los conjuntos arqueológicos (Huguet, 2007). Estos modelos permiten establecer las diferentes estrategias de subsistencia de los grupos de paleopobladores del Pleistoceno.

El modo de obtención de los recursos por parte de los grupos de homínidos no es fácil de establecer, debido a que mantiene una relación entre los utensilios de caza y las presas. Es por ello, que Bunn y Enzo (1993), proponen un modelo de caza-carroñeo (Tabla 1). Para ello, tienen en cuenta la modalidad del acceso (activo o pasivo), la participación o no de otros predadores sobre la presa antes de la obtención (acceso primario o secundario) y el tiempo transcurrido entre la muerte del animal y su adquisición (acceso inmediato o tardío) (Bunn y Enzo, 1993; Huguet, 2007).



AGENTE \ TIEMPO	TEMPRANO	TARDÍO
PRIMARIO	Caza / carroñeo	Carroñeo
SECUNDARIO	Carroñeo	Carroñeo

**TABLA 1:** Modelo de caza-carroñeo propuesto por Bunn y Enzo, 1993.

El transporte y la gestión de los recursos obtenidos es otra variable en el estudio de las estrategias de subsistencia. Perkins y Daly (1968) establecen el concepto “*efecto schlepp*”, para referirse al transporte selectivo de las presas. La aplicación de los

estudios etnoarqueológicos en el transporte ha proporcionado distintas tipologías de transporte de las carcasas (Bartram y Marean, 1999; Bartram, 1993):

- a) Transporte de carcasas enteras en unidades desarticuladas.
- b) Traslado de carcasas ampliamente procesadas, principalmente las partes con mayor contenido cárnico (Zonas proximales de extremidades).
- c) Acumulación de carne y transporte de restos óseos.
- d) Movimiento inverso → el grupo se traslada del campamento al lugar de matanza.

Del mismo modo, se identifican cuatro variables posibles que determinan que tipo de transporte de las carcasas realizan los grupos de homínidos (Bunn *et al.*, 1988; Bunn, 1993; O'Connell *et al.*, 1988a, 1988b, 1990, 1992; Huguet, 2007):

- a) Talla de peso del animal (talla muy grande/talla grande/talla mediana/talla pequeña/ talla muy pequeña).
- b) Momento del día en el que se obtiene (crepúsculo/día/atardecer/noche).
- c) Número de portadores-cazadores.
- d) Distancia con el lugar de asentamiento.
- e) Desarrollo tecnológico (Gifford-González, 1993).

De forma general, los animales de tallas pequeñas presentan una mayor integridad en los conjuntos ya que son trasladados enteros. Por el contrario, los animales de talla media y grande presentan un primer procesado en el lugar de obtención, transportando únicamente aquellos elementos con más valor nutricional (O'Connell *et al.*, 1990, 1992).

La capacidad de realizar un acceso primario y temprano o secundario a las carcasas, influirá en los elementos transportados y por consiguiente en la formación del conjunto óseo (Klein, 1976; Huguet, 2007).

## 2.2. Yacimientos del Pleistoceno Inferior:

La mayor parte de los yacimientos arqueológicos del Pleistoceno inferior se sitúan en el sur del continente europeo, con especial mención aquellos con cronologías anteriores al subcron Jaramillo (Imagen 2).

En el registro arqueológico, se observan leves diferencias entre los yacimientos con cronologías anteriores al subcron Jaramillo y los yacimientos con cronologías posteriores. En ambos casos, el material arqueológico es escaso, principalmente formado por artefactos líticos (Mosquera *et al.*, 2016; Crochet *et al.*, 2009; Errico, 1988; Despriée *et al.*, 2006; Arzarello *et al.*, 2007, 20012, 2015 o Muttoni *et al.*, 2011, entre otros) y restos faunísticos (Carbonell y Rodríguez, 1994; Cheheb *et al.*, 2019; Ros-Montoya *et al.*, 2021; Huguet *et al.*, 2013, 2017; Saladié *et al.*, 2011; Pineda, 2018). Las evidencias directas de restos humanos se hallan en pocos yacimientos (Toro-Montoya *et al.*, 2013; Rodríguez-Gómez *et al.*, 2016; Gómez-Robles *et al.*, 2008; Carbonell *et al.*, 2008). A pesar de la escasez de material, el registro arqueológico señala una alta competencia entre carnívoros y humanos. Gran parte de los yacimientos se localizan en zonas fluviales o cuevas (Carbonell *et al.*, 2005).



**IMAGEN 2:** Mapa geográfico del territorio europeo. Con los puntos blancos los yacimientos con cronologías previas al subcron Jaramillo, y de rojo, yacimientos con cronologías posteriores al subcron Jaramillo discutidos en el trabajo. \*Lézignan -la-Cèbe (Herault, Francia).

En el siguiente apartado, se tratarán algunos de los yacimientos claves en el poblamiento europeo por parte de los grupos de homínidos en el Pleistoceno inferior.

## 2.2.1 Yacimientos pre-Jaramillo:

### 2.2.1.1 FRANCIA

#### ➤ *Bois-de-Riquet*:

Bois-de-Riquet es un yacimiento al aire libre en una antigua pedrera de basalto situado en Lézignan-la-Cèbe y descubierto en 1990 (Lozano-Fernández *et al.*, 2019). Las dataciones sitúan este yacimiento entre 1'3-1'1 Ma (Crochet *et al.*, 2009; Bourguignon *et al.* 2015). En el registro fósil se ha recuperado restos de grandes mamíferos, principalmente équidos y rinocerontes, aunque también se han identificado cérvidos, lagomorfos, réptiles e insectívoros (Crochet *et al.*, 2009). También se ha documentado la presencia de carnívoros (*Canis etruscus*, *Meles thorali*, *Homotherium crenatidens*, *Pachycrocuta brevirostris*) y coprolitos (Crochet *et al.*, 2009). El estudio de la fauna indica la correspondencia a taxones propios del Pleistoceno inferior (Crochet *et al.*, 2009; Lozano-Fernández *et al.*, 2019; Bourguignon *et al.*, 2015).

Se han recuperado piezas de industria lítica con morfología nucleótida que habrían estado talladas mediante la talla unidireccional y percusión directa (Crochet *et al.*, 2009). La materia prima, cuarcita, basalto y sílex, afloraría en las inmediaciones al yacimiento. En algunas piezas, se ha podido observar pequeñas estriaciones producidas por el impacto de la percusión contra el hueso y se han podido realizar estudios sobre su uso (Crochet *et al.*, 2009; Lozano-Fernández *et al.*, 2019). Este conjunto lítico presenta características propias del Modo 1.

Los restos de fauna recuperados presentan evidencias de actividad antrópica. Por otro lado, también se han identificado alteraciones producidas por la actividad de los carnívoros, indicando relaciones de competencia entre los homínidos y otros predadores (Crochet *et al.*, 2009).

La reconstrucción paleoambiental realizada en el yacimiento indica que este se localizaba en una zona de planicies abiertas con zonas boscosas, con un clima templado y corrientes de agua cercanas (Crochet *et al.*, 2009).

#### ➤ *Le Vallonet*:

La cueva de Le Vallonet se localiza en Roquebrune-Cap-Martin dentro de los Alpes – Maritimes (costa francesa). El estudio paleomagnético ha identificado una polaridad positiva en los sedimentos arqueológicos, atribuyéndolos al subcron Jaramillo (1'07 Ma – 0'99 Ma) (Lumley *et al.*, 1988a). El análisis zooarqueológico y tafonómico del conjunto óseo indica que la cavidad fue ocupada por los grupos de homínidos de forma esporádica, y en su ausencia, por hiénidos y/u osos (Echassoux, 2001). Los

homínidos serían el principal agente acumulador. Por otro lado, las marcas dejadas por los carnívoros muestran que estos realizarían un acceso secundario de los restos abandonados por los homínidos.

En el conjunto lítico recuperado, predominan herramientas de gran tamaño y lascas, con características propias de la industria de tradición Modo 1 (Lumley *et al.*, 1988a). El estudio funcional sobre las piezas, ha permitido observar deformaciones en la superficie de las lascas atribuibles al uso durante las acciones de descarnado de las presas (Errico, 1988).

La escasez de huesos con marcas de corte ha sido atribuida a la calidad del sílex y a la ausencia de luz en el interior de la cueva. Este hecho, indicaría que el procesado de las carcasas se produciría en el exterior de esta, usando el interior como refugio o zona de almacenamiento (Echassoux, 2004).

➤ *Pont-de-Lavaud:*

Pont de Lavaud es un yacimiento francés, situado en una terraza fluvial, en la localización de Eguzon-Chantôme. Las dataciones mediante ESR, situarían los niveles arqueológicos del yacimiento en 1'1 Ma (Despriée *et al.*, 2006, 2018). El principal registro arqueológico está compuesto por artefactos líticos, ya que la acidez del sedimento dificulta la conservación del material óseo. En el conjunto, solamente se han recuperado dos restos óseos, una hemimandíbula y un diente de *Equus sp.* (Despriée *et al.*, 2006).

Los artefactos líticos identificados son lascas, cantos rodados y percutores. La principal materia prima es el cuarzo local. Se ha podido identificar la cadena operativa completa. La principal técnica de talla con percutor duro es la percusión directa bipolar. El análisis de las herramientas líticas demuestra una talla adaptada a la materia prima, indicando así, un alto nivel de cognición por parte de los homínidos y una habilidad de adaptación a los cambios de calidad y acceso a las materias primas (Despriée *et al.*, 2018). La explotación de la técnica bipolar demostraría una capacidad por parte de los homínidos de hallar soluciones técnicas a la fractura de los nódulos de cuarzo (de Lombera-Hermida *et al.*, 2016; Despriée *et al.*, 2018).

Pont-de-Lavaud, representa uno de los yacimientos clave para entender el poblamiento europeo durante el pleistoceno inicial. Su localización geográfica representa la expansión hacia territorios más septentrionales y por lo tanto, una mejor adaptación a las condiciones climáticas. El conjunto lítico de este yacimiento indica un alto conocimiento tecnológico por parte de los paleopobladores, explotando y

adaptándose a las condiciones del material local. El elevado número de artefactos líticos, demostraría una ocupación recurrente para la explotación de la materia prima (Despriée *et al.*, 2018).

#### 2.2.1.2 ITALIA

##### ➤ *Pirro Nord*:

Pirro Nord, es un yacimiento localizado en un sistema kárstico, situado en Apricena, Italia. La combinación entre los datos biocronológicos a partir de la microfauna y los datos paleomagnéticos, indican que el yacimiento hace entre el 1'6 – 1'3 Ma (Napoleone *et al.*, 2003; López-García *et al.*, 2015; Cheheb *et al.*, 2019).

En el conjunto arqueológico, se identifican núcleos y lascas, así como el *debitage* de núcleos de sílex. Las lascas estarían producidas mediante percusión directa y con la utilización de un percutor duro (Arzarello *et al.*, 2007, 2012, 2015). El conjunto lítico presenta una homogeneidad tecnológica, con una cadena de procesamiento corta y una talla oportunista con la explotación de núcleos de sílex.

El registro faunístico es taxonómicamente variado. Se han identificado herbívoros de gran tamaño (*Mammuthus meridionalis* y *Stephanorhinus*, *Equus altidens* o *Bison (Eobison) degiulii*), así como de talla media (*Praemegaceros* y *Pseudodama*), grandes carnívoros (*Ursus etruscus*, *Homotherium sp.*, o *Pachycrocuta brevirostris*) y carnívoros de tallas más pequeñas (*Canis mosbachensis*, *Meles sp.*, *Vulpes*, *cf. V. alopecoides*, o *Felis*, *cf.*) (Cheheb *et al.*, 2019). Por primera vez, se documenta la presencia de *Equus altidens*, *Meles sp.*, y *Bison* en el oeste europeo (Gliozzi *et al.*, 1997; Arzarello *et al.*, 2007, 2012; Cheheb *et al.*, 2019). El registro taxonómico se relaciona con la última unidad faunística del período villafranquiense. Por otro lado, también se han recuperado huesos de tiburón, erizos marinos, conchas y ostras (Arzarello *et al.*, 2012).

Durante el análisis tafonómico de los restos faunísticos se identificó la combinación de alteraciones antrópicas y modificaciones por carnívoros en los mismos restos. Las alteraciones por carnívoro identificadas son más abundantes que las alteraciones de origen antrópico (Cheheb *et al.*, 2019). Paralelamente, los estudios de trazas de uso identificaron modificaciones producidas durante las actividades de obtención de tejidos blandos, músculos, vísceras, medula o cerebro (Cheheb *et al.*, 2019).

Pese a no poder determinar si los homínidos tuvieron un acceso primario o secundario a las carcasas, el registro arqueológico de PN13 indica que existió competencia entre carnívoros y homínidos (Cheheb *et al.*, 2019).

### 2.2.1.3 ESPAÑA

#### ➤ Orce:

En el sud de la península ibérica, se encuentra la cuenca del Guadix-Baza (Orce). En ella, se han identificado un conjunto yacimientos arqueo-paleontológicos entre los que destacan: Fuente Nueva-3 y Barranco León.

*Fuente Nueva-3*, es un yacimiento al aire libre con una cronología superior al millón de años. La biocronología complementada con dataciones U-series y ESR, situarían a FN3 en  $1'19 \pm 0'21$  Ma (Duval *et al.*, 2012; Toro-Moyano *et al.*, 2013), Recientemente, la datación mediante cosmogénicos sitúa a FN3 en  $1'50 \pm 0'31$  Ma (Ros-Montoya *et al.*, 2021).

El yacimiento ha sido identificado como un *kill site* o zona de explotación de grandes carcasas. Tanto el registro de industria lítica (Modo 1) como el estudio tafonómico sobre los restos de proboscídeo, han determinado que FN3 habría sido un lugar de obtención de alimento por parte de los paleopobladores (Espigares *et al.*, 2021). Los coprolitos alrededor de los restos antropizados, indican una fuerte competencia entre los homínidos y otros carnívoros (Agustí *et al.*, 2015; Rodríguez - Gómez *et al.*, 2016; Espigares *et al.*, 2013, 2021).

La presencia de carcasas de otros ungulados, indicaría que los esqueletos llegarían completos y que los homínidos practicarían una explotación variada de los taxones (Yravedra *et al.*, 2021). Pese al bajo número de marcas de corte, se han podido identificar actividades de evisceración sobre esqueleto axial y descarnado sobre huesos largos. Esto, indicaría un acceso primario a las carcasas por parte de los homínidos (Yravedra *et al.*, 2021).

El yacimiento al aire libre de *Barranco León* representa uno de los yacimientos más importantes debido a la presencia de un primer premolar deciduo inferior de un homínido juvenil ( $\pm 10$  años) (Ros-Montoya *et al.*, 2021; Rodríguez-Gómez *et al.*, 2016; Toro-Moyano *et al.*, 2013). El análisis de microvertebrados, así como las dataciones en ESR y U-series datan a BL en  $1'4 \pm 0'38$  Ma (Blain *et al.*, 2011, 2016).

Aunque a nivel zooarqueológico y tafonómico no presente las mismas características que FN3, BL ha permitido realizar estudios sobre las relaciones de competencia entre los homínidos y los carnívoros (Rodríguez - Gómez *et al.*, 2016).

El estudio de microfauna y herpetofauna ha permitido identificar un entorno compuesto por grandes zonas acuosas, como lagos, y con una vegetación abundante alrededor

de estas, con unas condiciones climáticas propias de zonas de clima cálido, con una alta estacionalidad y altos niveles de lluvia (Blain *et al.*, 2011, 2016).

➤ *Vallparadís:*

Vallparadís es un yacimiento con sedimentación fluvial y aluvial que se encuentra en Terrassa (Barcelona). Las dataciones en los niveles arqueológicos mediante análisis paleomagnético y U-series indican una cronología del  $0'83 \text{ Ma} \pm 0'07 \text{ Ma}$  (Martínez *et al.*, 2010). En el yacimiento, se han documentado restos de industria lítica, siendo el cuarzo la principal materia lítica utilizada. La utilización de los clastos pequeños de cuarzo parece ser una elección cultural determinada y no una condición por falta de material (Martínez *et al.*, 2010). Se identifica una corta cadena operativa, concentrada en la talla bipolar de lascas. Todas las fases de la cadena operativa están representadas, indicando una posición primaria de los restos.

El análisis faunístico indica que los taxones pertenecen al biocrón Epivillafranchian. Se han recuperado esqueletos en conexión anatómica o asociados. El análisis tafonómico ha identificado actividad antrópica en la superficie de los huesos, así como modificaciones producidas por carroñeros.

El entorno de Vallparadís proporcionaría unas condiciones favorables, cercanas al río o grandes zonas acuosas, donde los grupos de homínidos explotarían los recursos líticos y alimenticios.

En este repaso por los conjuntos arqueológicos europeos pre-Jaramillo nos falta incluir los niveles inferiores de la Sima del Elefante (Atapuerca). Debido a que un nivel del yacimiento es el objeto del presente trabajo, la exposición del yacimiento se ha realizado en un capítulo propio, titulado Sima del Elefante (Capítulo 4).

## **2.2.2 Yacimientos post-Jaramillo:**

Los yacimientos localizados en el Reino Unido constituyen los enclaves con ocupación humana en el Pleistoceno inferior más septentrionales dentro del continente europeo.

### **2.2.2.1 INGLATERRA**

➤ *Happisburg 3:*

Happisburg 3 es un yacimiento situado en el sud este del Reino Unido. El yacimiento, formado durante periodos subglaciales con una sedimentación glaciolacustre – deltaica, ha permitido la conservación *in situ* de los materiales y evidencias de ocupación humana (Ashton *et al.*, 2014).

Los estudios paleomagnéticos y biocronológicos datan el yacimiento entre 950-850 Ka (Ashton *et al.*, 2014). En su registro arqueológico se identifican artefactos líticos como núcleos, lascas y lascas de gran formato, todas producidas con sílex. También se han recuperado una gran variedad de restos de fauna y vegetales, como fragmentos de madera o piñas (Parffit *et al.*, 2010). Mediante la reconstrucción paleoecológica, se estima que Happisburg 3 sería un entorno donde el mar y la tierra conectarían creando un mosaico en el que vivirían especies terrestres y marinas. Los restos de foraminíferos, moluscos y vertebrados marinos, así como los análisis del polen, las piñas y los fragmentos de madera lo demuestran (Parffit *et al.*, 2010). La presencia de taxones como los grandes herbívoros (équidos y bóvidos), indicarían grandes planicies. Debido a la alta latitud, la temperatura sería más fría que en la actualidad, tanto en los veranos como en los inviernos (Ashton *et al.*, 2012, 2014).

El importante hallazgo que sitúa a este yacimiento en el centro del debate de la expansión homínida hacia altas latitudes, fueron las evidencias de huellas de homínidos (Lewis *et al.*, 2019; Ashton *et al.*, 2014). Dichas huellas han sido atribuidas a *Homo antecesor* y fueron localizadas en perfecto estado. Sin embargo, en la actualidad ya no se conservan (Ashton *et al.*, 2014).

➤ *Pakefield:*

Pakefield es un yacimiento inglés, situado a 200 km de Londres. La formación sedimentológica del yacimiento se ve influenciada por las fluctuaciones glaciales (Parfitt *et al.*, 2005).

Durante las campañas arqueológicas se han recuperado artefactos líticos, principalmente de sílex, aunque también se han recuperado herramientas realizadas sobre cuarzo y cuarcita. La tecnología lítica forma parte de la tipología de Modo 1 y la materia prima era recogida en los alrededores de yacimiento. La presencia de grandes herbívoros como los mamuts (*Mammuthus trogontherii*), los rinocerontes (*Stephanorhinus hundsheimensis*), ciervos (*Megaloceros savini* y *M. dawkinsi*) o los bisontes (*Bison cf. schoetensacki*) indican una alternancia entre zonas boscosas y espacios abiertos. La presencia de carnívoros como los leones (*Panthera leo*), los lobos (*Canis lupus*) y las hienas (*Crocuta crocuta*) lo confirman. Por otro lado, la presencia de mosquitos y plantas carrizales indicarían zonas pantanosas. El clima presentaría características parecidas al clima mediterráneo, con los veranos más calurosos, los inviernos más templados y unas precipitaciones muy estacionales (Parffit *et al.*, 2005).

La presencia de micromamíferos, así como la composición de los limos donde se depositaron los artefactos, presentan una polaridad normal, perteneciente al inicio del cron Brunhes, pero su localización en la Europa septentrional hace que sea un enclave destacado para conocer la colonización de Europa por parte de los primeros homínidos. Estas afirmaciones confirmarían que los primeros paleopobladores, se expandieron hacia el norte durante los periodos interglaciares. En dichos periodos, las condiciones serían parecidas a las regiones meridionales ya pobladas, y los grupos de homínidos podrían llegar a utilizar las mismas técnicas adaptativas (Parffit *et al.*, 2005), resultándoles más fácil la expansión.

#### 2.2.2.2 ITALIA

##### ➤ *Monte Poggiolo:*

Monte Poggiolo es un yacimiento situado en el nordeste peninsular. Sus características de formación son muy parecidas al yacimiento Pirro Nord. Según las dataciones del sedimento y la correlación biocronológica, se ha datado a Monte Poggiolo entorno 1 Ma (Arzarello y Peretto, 2010). El conjunto de artefactos líticos recuperados *in situ*, principalmente de sílex, presentan una técnica bipolar con percusión directa. Se han identificado elementos de gran formato. De forma puntual, se han recuperado herramientas de arenisca y núcleos de esquisto (Arzarello y Peretto, 2010).

La caracterización de las piezas líticas, así como la completa identificación de la secuencia de reducción señalan que, dentro de la cavidad se realizaban las tareas domésticas, en concreto, la producción de herramientas líticas (Peretto *et al.*, 1998; Arzarello y Peretto, 2010).

En la zona denominada “*sabbie gialle*”, se han recuperado restos de fauna, *Mammuthus aff. meridionalis*, *Dicerorhinus sp.*, *Bison cfr. Schoetensacki* y *Hippopotamus sp* (Giusberti, 1992). Dichos restos no se encuentran asociados a la industria lítica (Arzarello y Peretto, 2010).

#### 2.2.2.3 ESPAÑA:

El conjunto kárstico de la sierra de Atapuerca (Burgos) abarca yacimientos desde el Pleistoceno inferior hasta el Holoceno. El yacimiento kárstico de Gran Dolina forma parte de este conjunto de yacimientos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca. Su papel en el debate sobre el primer poblamiento europeo incrementó con el descubrimiento de los restos humanos de *Homo antecessor* (Carbonell *et al.*, 1995).

En Gran Dolina se han localizado dos niveles arqueológicos de Pleistoceno Inferior post Jaramillo

➤ *Gran Dolina (TD4):*

Los niveles inferiores de Gran Dolina, TD4, han sido datados mediante ESR y por biocronología en  $0.91 \pm 0.25$  Ma (Álvarez-Posada *et al.*, 2018). Se han recuperado núcleos y pequeños fragmentos de lascas (Carbonell y Rodríguez, 1994) asociados a los restos faunísticos (Rosell, 1998; Huguet *et al.*, 2013). Las características morfotécnicas de las herramientas, principalmente de cuarzo, así como el conjunto de pequeñas lascas y astillas de cuarzo, indicarían un transporte por parte de los homínidos. Estos recolectarían la materia prima en los alrededores de la cueva y la transportarían en el interior para trabajarla y utilizarla en el despellejo y descarnado de las carcasas (Carbonell y Rodríguez, 1994). Según estos autores, las ocupaciones al interior de la cueva serían esporádicas.

En referencia al conjunto de restos faunísticos, se han identificado restos de animales de talla media y talla grande (Huguet *et al.*, 2013; Van der Made, 2001, 2003; Cuenca-Bescós y García, 2007). El conjunto se ha interpretado como una trampa natural donde los grandes herbívoros caerían y morirían, convirtiéndose en un recurso alimentario para los homínidos y carnívoros. De la misma manera, se han recuperado restos de *Ursus dolinensis*, indicando que dichos animales habrían muerto mientras hibernaban en el interior de la cueva (Rosell, 1998; Huguet *et al.*, 2013).

Finalmente, la reconstrucción paleoambiental presenta un paisaje abierto, con un clima fluctuante entre húmedo y cálido a seco y frío (Cuenca-Bescós *et al.*, 2011).

➤ *Gran Dolina (TD6):*

TD6 es el nivel arqueológico más importante de toda la secuencia estratigráfica de Gran Dolina. Combinando ESR, series de uranio y luminiscencia se ha datado el nivel  $960 \text{ Ka} \pm 120 \text{ Ka}$  (Parés y Pérez-González, 1995, 1999; Falguères *et al.*, 1999). El subnivel TD6.2, es abundante en restos de fauna, restos humanos y artefactos líticos (Díez *et al.*, 1999; Saladié *et al.*, 2011, 2012, 2013; Parés y Pérez-González, 1999; Vallverdú *et al.*, 2001). Los restos de homínidos, identificados como *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro *et al.*, 1997), representan la evidencia más conocida de poblamiento europeo. Los restos, pertenecientes a seis individuos de edad y sexo distinto, habrían estado canibalizados (Fernández-Jalvo, 1999; Saladié *et al.*, 2012). El estudio tafonómico de los restos, tanto humanos como faunísticos, indican que los homínidos tendrían un acceso primario a las carcasas aún con la presencia de

grandes predadores en el entorno (Huguet *et al.*, 2013; Saladié *et al.*, 2011, 2014). TD6.2 ha sido identificado como un yacimiento residencial (*Home base*), donde los homínidos realizarían largas ocupaciones, la caza sería oportunista y se practicaría el exo-canibalismo nutricional (Saladié *et al.*, 2011; 2012).

Finalmente, la reconstrucción paleoambiental del paisaje se representa un mosaico entre zonas boscosas y planicies con corrientes de agua. Las temperaturas serían suaves y húmedas y habría más precipitaciones que actualmente (Blain *et al.*, 2011).

➤ *Barranc de la Boella:*

El Barranc de la Boella, es un yacimiento formado en el entorno del sistema fluvial del río Francolí (Tarragona) (Vallverdú *et al.*, 2014). Está compuesto por tres zonas de excavación diferentes; El Forn (EF), La Mina (LM) y Cala o Pit 1 (P1).

Las dataciones mediante paleomagnetismo y cosmogénicos, y los análisis biocronológicos sitúan el Barranc de la Boella en el periodo final del Pleistoceno inferior (0'96 Ma – 0'78 Ma) (Vallverdú *et al.*, 2014; Pineda *et al.*, 2017, 2017c). La industria lítica presentaría características de una transición final del Modo 1 a un inicio del *Achelense* o Modo 2 (Mosquera *et al.*, 2016).

El Barranc de la Boella representaría un entorno de planicies con grandes zonas de agua corriente y meandros. La variabilidad taxonómica de herbívoros, así como el elevado número identificado de alteraciones por carnívoros en comparación a las modificaciones antrópicas, indicaría que los homínidos frecuentarían el lugar con la finalidad de obtener los recursos líticos y cárnicos, teniendo un papel poco importante en la formación del conjunto (Pineda, 2018).

P1 representa un evento de aprovechamiento de la carcasa de un *Mammuthus meridionalis*, donde se observa una especialización de la actividad antrópica durante una resolución temporal corta (Vallverdú *et al.*, 2014; Mosquera *et al.*, 2016; Pineda *et al.*, 2017c). Alrededor de la carcasa del mamut, se recuperaron 125 artefactos líticos que permitieron estudiar la distribución espacial y la temporalidad de las actividades de descarnado (Pineda *et al.*, 2017c). La interpretación de este evento indicaría una obtención de la carcasa del animal atrapado en el lodo del río y un futuro abandono de los artefactos al finalizar la actividad (Vallverdú *et al.*, 2014).

Por el contrario, LM representa un entorno fluvial, donde acudirían los homínidos en la obtención de los recursos tanto alimentarios como tecnológicos. El registro faunístico indica que en LM existiría un alto nivel de competencia entre los homínidos y los carnívoros (Pineda *et al.*, 2015, 2017c). Las modificaciones antrópicas se ven

representadas únicamente por evidencias de percusión en los huesos. En cambio, las modificaciones por carnívoro son muy abundantes y se observan tanto en alteraciones mecánicas como digestivas. La presencia de coprolitos indica la actividad de los hiénidos (Pineda *et al.*, 2017).

La mala conservación del registro fósil debido a los procesos posdeposicionales, hace complicada la identificación y diferenciación de alteraciones antrópicas como marcas de corte en la superficie de los huesos (Pineda *et al.*, 2014).

Los artefactos líticos presentan una uniformidad en la talla reductiva, desde la cual, se obtendrían artefactos de tamaño medio-pequeño (Vallverdú *et al.*, 2014; Mosquera *et al.*, 2016).

### **2.3 Procesos de acumulación:**

Las concentraciones de fósiles deben ser entendidas como el resultado de la actividad de agentes y/o procesos de acumulación de restos, que acaban dando lugar a la formación del registro arqueológico. Estos procesos se dividen en dos grupos: procesos dinámicos y procesos estáticos (Domínguez -Rodrigo y de la Torre, 1999). Según estos autores, los procesos estáticos se corresponden a deposiciones naturales de carcasas, por depredación, muertes naturales o catastróficas, mientras que los procesos dinámicos engloban a aquellos agentes, tanto físicos como biológicos, que transportan materiales.

Entre los procesos dinámicos, los homínidos y carnívoros son los principales agentes acumuladores de carcasas de mamíferos (Schaller, 1972; Hill, 1980; 1983, 1984, 1989; Skinner *et al.*, 1998; Binford, 1981, 1988; Brain, 1981; Klein y Cruz-Uribe, 1984; Binford, 1980, 1981; Pickering, 2002; Brugal y Fosse, 2004; Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2013; 2015; Arriaza *et al.*, 2015; Saladié *et al.*, 2011, 2013, 2014, 2018; Huguet *et al.*, 2007, 2013, 2017).

La mayor parte de yacimientos deben ser interpretados como palimpsestos, pese a que, excepcionalmente, se pueda encontrar una formación de un único episodio (Bailey, 2007). Los palimpsestos, según Binford (1980), son la consecuencia continua de la deposición de múltiples eventos de acumulación en la que los elementos agregados, tanto bióticos como abióticos, se encuentran relacionados espacialmente, pero no temporalmente (Binford, 1980; Pineda, 2018).

Los materiales arqueológicos se pueden encontrar en posición primaria o en posición secundaria.

### 2.3.1 Yacimientos en posición primaria o *in situ*:

Las acumulaciones en posición primaria o *in situ*, son conjuntos donde los restos han sido depositados y enterrados sin una futura resedimentación o reelaboración. Las principales características de estas acumulaciones son la identificación de una cadena operativa de talla completa, así como la identificación de los residuos de esta. De la misma manera, en el registro faunístico se debe identificar una cadena operativa de transporte y tratado de las carcasas.

Se pueden llegar a identificar el o los agentes acumuladores según las características del conjunto; acumulaciones con origen natural, acumulaciones con origen antrópico o acumulaciones por carnívoros.

Origen natural: Son conjuntos formados sin el aporte de agentes biológicos o procesos sedimentarios. Las acumulaciones se originan en entornos que actúan como trampas donde los cuerpos de los animales sufren procesos de esqueletización y desarticulación en el mismo lugar de muerte. Las principales características de estos lugares son la alta diversidad taxonómica y anatómica, el alto grado de integridad de los elementos recuperados y la sobrerrepresentación de animales inmaduros y seniles, en conexión o semiconexión anatómica (Brugal y Jaubert, 1991; Oliver, 1989).

Origen antrópico: Son conjuntos formados por las actividades de los grupos humanos, ya bien usando las áreas como zonas de refugio o campamento. Las principales características de estas acumulaciones son la baja integridad de elementos anatómicos debido a la fracturación, la ausencia de elementos en conexión anatómica, una representación diferencial de los animales en relación a su talla de peso, sobrerrepresentación de los elementos anatómicos de alto valor nutritivo y un elevado número de restos con marcas de corte (Lyman, 1987; Russell, 1987; Andrews y Cook, 1985; Bunn, 1981; Potts y Shipman, 1981; Shipman y Rose, 1983a, 1983b; Olsen y Shipman, 1988 entre otros).

Acumulaciones por carnívoros: Los carnívoros, sean cazadores o carroñeros, tienen la capacidad de recolectar y agrupar restos de animales, e incluso, esqueletos enteros (Cáceres, 2002). La variabilidad de las acumulaciones ira en consonancia con el tamaño del predador, la etología, la posición en la cadena trófica y el tipo de acceso primario o secundario a la presa (Domínguez-Rodrigo, 1994; Bunn y Enzo, 1993). Los carnívoros pueden producir dispersiones y agrupaciones de restos según el tipo de aprovechamiento que realizan (Schaller, 1972; Cáceres, 2002). Las acumulaciones realizadas por carnívoros tienen unas características parecidas a las acumulaciones de origen antrópico, ya que ambos predadores buscan obtener el máximo nivel

nutricional posible (Cáceres, 2002). En aspectos generales, las acumulaciones por carnívoros presentan alteraciones mecánicas (surcos, depresiones, improntas). Dependiendo de la etología del carnívoro se observarán evidencias de digestión (Binford, 1978, 1981; Haynes, 1982, Blumenschine y Selvaggio, 1988; Brain, 1980; 1981; Cavallo y Blumenschine, 1989; Domínguez–Rodrigo, 1994; Capaldo, 1997, 1998).

Cubiles de hienas: Los cubiles de hienas son conjuntos donde destacan los restos de individuos inmaduros de hiénidos, debido a la alta mortalidad infantil de la especie. En la representación esquelética, predominan los fragmentos de diáfisis. Asimismo, también se identifica una abundancia de huesos mordidos y fracturados, en especial en las zonas de las epífisis y fragmentos con la superficie modificada por la actividad de los ácidos gástricos. En los cubiles de hienas es frecuente localizar restos de coprolitos (Binford, 1981; Brain, 1981; Hill, 1983, 1984; Cruz-Uribe, 1991).

Acumulaciones por osos: Los úrsidos son animales que acostumbran a vivir en cavidades. El variado registro óseo que pueden llegar a ocasionar viene influenciado por su dieta omnívora. Los úrsidos, principalmente, carroñean carcasas de herbívoros, por lo que no se tiene conocimiento de que tengan capacidad de transporte (a excepción del oso pardo) (Pinto *et al.*, 2005).

### 2.3.2 Yacimientos en posición secundaria:

Los yacimientos donde los materiales se encuentran en posición secundaria indican una reelaboración de los propios. Estos elementos, sufren un desplazamiento desde el lugar de acumulación inicial hasta el lugar de nuevo enterramiento. Este transporte, en grandes ocasiones, es producido por un transporte gravitacional o hídrico. El conjunto de elementos recuperado, forma parte de un mayor conjunto localizado en las cercanías y cuyos restos se han dispersado (Huguet, 2007).

Estos conjuntos pueden tener orígenes naturales, antrópicos o asociaciones producidas por carnívoros. Dependiendo del conjunto primario, los restos resedimentados o reelaborados presentarán unas características u otras.

La principal característica es el bajo número de restos y la inconsistencia del registro. Las asociaciones resedimentadas o reelaboradas, mayormente, presentan alteraciones posdeposicionales como el pulido, redondeo y *trampling* (Saladié, 2009).

Las alteraciones posdeposicionales son marcadores del tipo de formación del yacimiento. Entre las alteraciones tiene que existir una coherencia de afectación. Un ejemplo es la identificación de *weathering* o meteorización producida por la exposición

de los restos a las adversidades meteorológicas en unos restos recuperados dentro de un yacimiento en cueva.

### 3. SIMA DEL ELEFANTE

El yacimiento de la Sima del Elefante forma parte del conjunto de yacimientos de la Sierra de Atapuerca (Burgos). Este complejo de yacimientos kársticos abarca una extensión cronológica desde el Pleistoceno Inferior hasta el Holoceno. Algunos de los yacimientos con mayor importancia se sitúan en la Trinchera del Ferrocarril; Gran Dolina, Galería o la Sima del Elefante (Figura 2, 3 y 4).

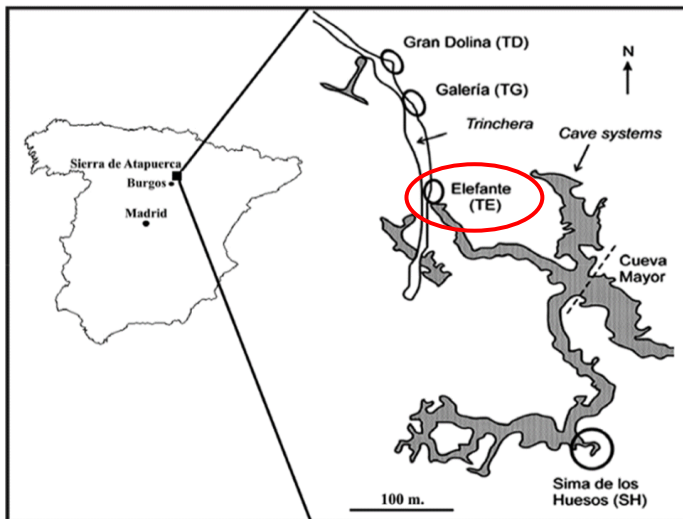


FIGURA 2: Localización de Sima del Elefante y de la Sierra de Atapuerca (Burgos). Extraída de Bennásar *et al.*, 2009.

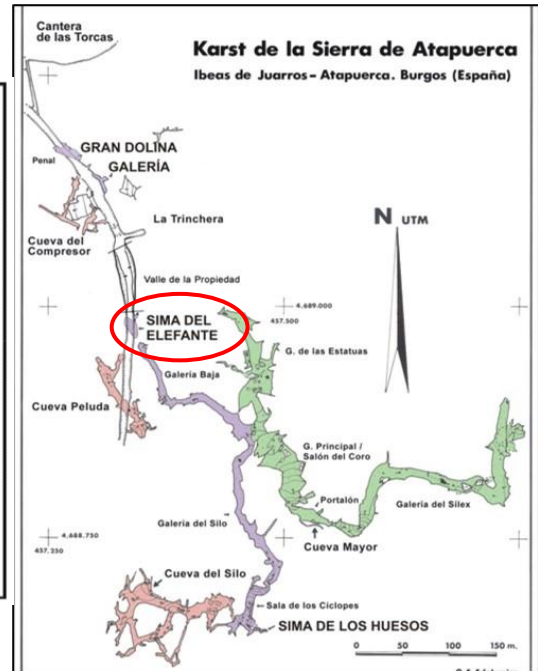


FIGURA 3: Sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca, con la localización de la Sima del Elefante. Extraída de Carbonell *et al.*, 2008.

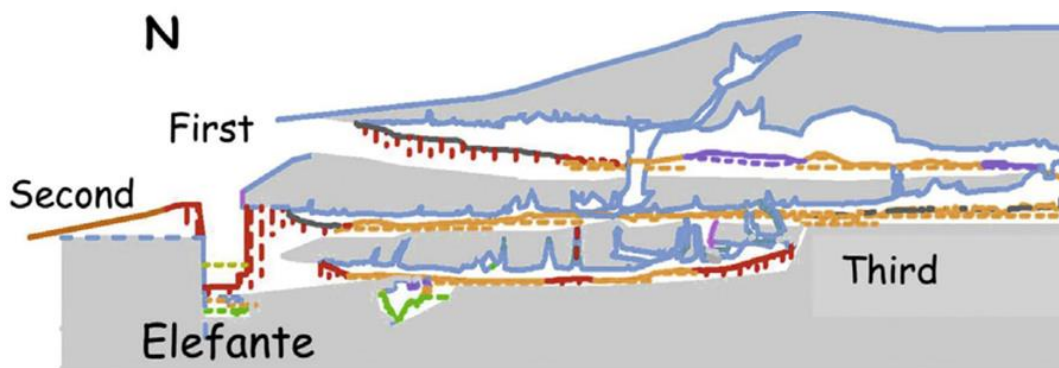


FIGURA 4: Detalle de los perfiles de las cuevas de la Sierra de Atapuerca con el detalle de los tres niveles endokarsticos y su relación (Fuente: Huguet *et al.*, 2017 y Ortega *et al.*, 2014).

En Sima del Elefante se localizan los niveles arqueológicos más antiguos de la Sierra de Atapuerca datados en 1'2 Ma (Carbonell *et al.*, 2008) y se ha estado excavando de manera sistemática desde 2003 (Huguet *et al.*, 2017).

El yacimiento de 25 metros de potencia sedimentaria se encuentra dividido en 16 niveles estratigráficos que abarca desde el nivel TE07 hasta el TE21 (Rosas *et al.*, 2001)(Figura 5). En los niveles inferiores (TE7-TE14) se ha documentado un alto registro faunístico en el que se incluyen animales pequeños como aves, conejos y tortugas, animales de talla media, grande y muy grande (Sánchez Marco, 2004; Carbonell *et al.*, 2008; Cuenca-Bescós y García, 2007). Los niveles TE11-TE14 han estado identificados como resultado de una actividad sedimentaria de origen hidráulico (Rosas *et al.*, 2006). Los niveles más superiores han sido datados en el Pleistoceno medio final (0'25-0'35 Ma) (de Lombera-Hermida *et al.*, 2015). En la base del nivel TE17 se ha identificado la inversión paleomagnética Matuyama-Bruhnes (>780 Ka) (Parés *et al.*, 2006; Carbonell *et al.*, 2008), asignando a los niveles TE16-TE07 una polaridad inversa y confirmando la datación del Pleistoceno Inferior (Figura 6).

La Sima del Elefante pertenece al segundo nivel endokárstico del sistema cárstico de la Sierra de Atapuerca. La sedimentación de los niveles más inferiores está marcada por una clara inclinación hacia el norte geográfico (Parés *et al.*, 2006)(Imagen 3). Así mismo, en dichos niveles, se ha identificado una absorción del sedimento (sumidero) durante la formación de la cueva del tercer nivel endokárstico, que produce una variación de la estratigrafía (cut & fill) (Ortega *et al.*, 2014).

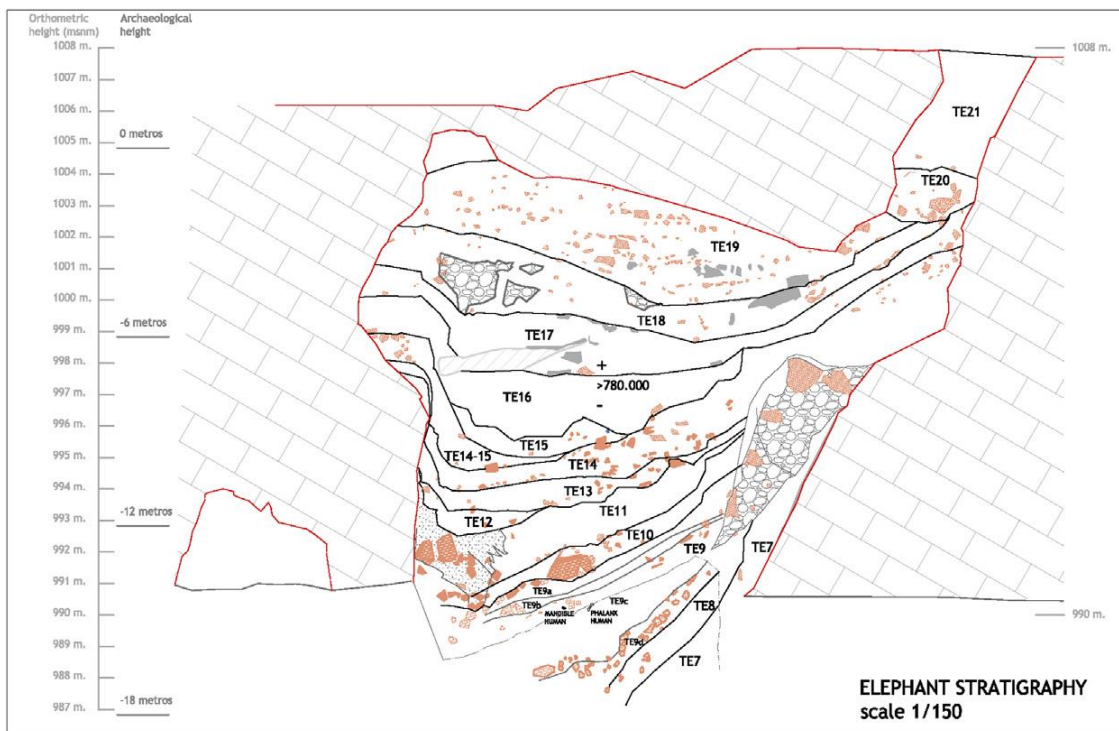


FIGURA 5: Perfil topográfico de la sección de Sima del Elefante (Extraída de Huguet *et al.*, 2017).

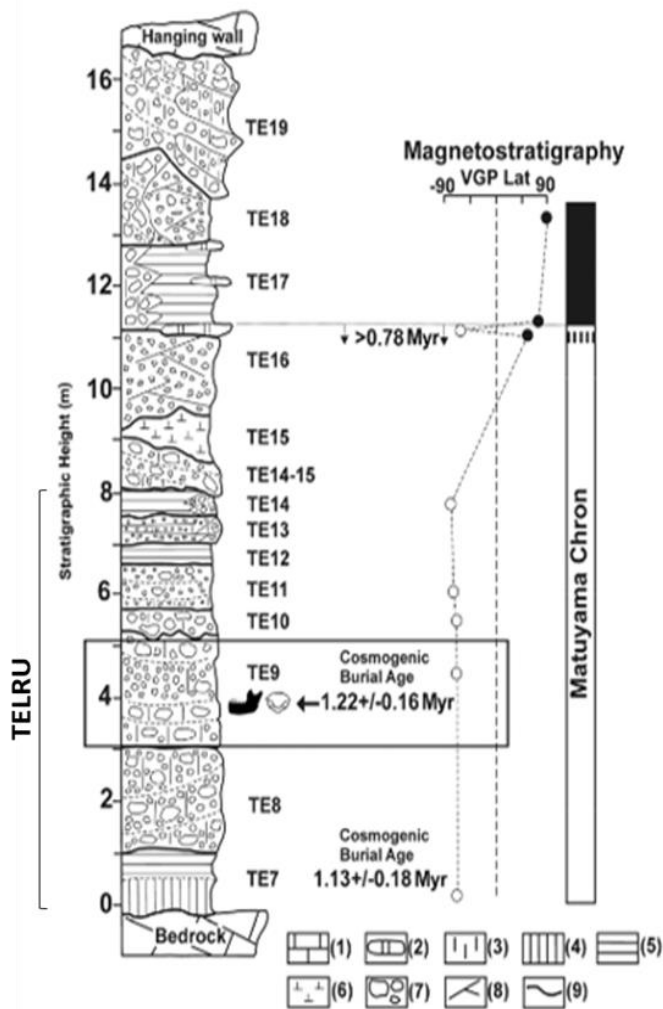


IMAGEN 3: Vista del nivel TE9-c de Sima del Elefante donde se observa la pendiente del paquete sedimentario (Fuente: Huguet *et al.*, 2017; Modificado).

FIGURA 6. Secuencia estratigráfica de Sima del Elefante con las dataciones por cosmogénicos, magnetostratigrafía, edades luminiscencias y datos U/Th (Extraído de de Lombera-Hermida *et al.*, 2016).

### NIVEL TE09:

El nivel TE09 de la Sima del Elefante es el nivel, hasta la fecha, más rico en registro fósil. La formación de este nivel presenta una fuerte inclinación ( $38^\circ$ ) hacia el norte geográfico (Páres *et al.*, 2006). Debido a las pequeñas variaciones sedimentarias dentro del nivel, se han identificado cuatro subniveles; TE09a, TE09b, TE09c y TE09d (Imagen 4).

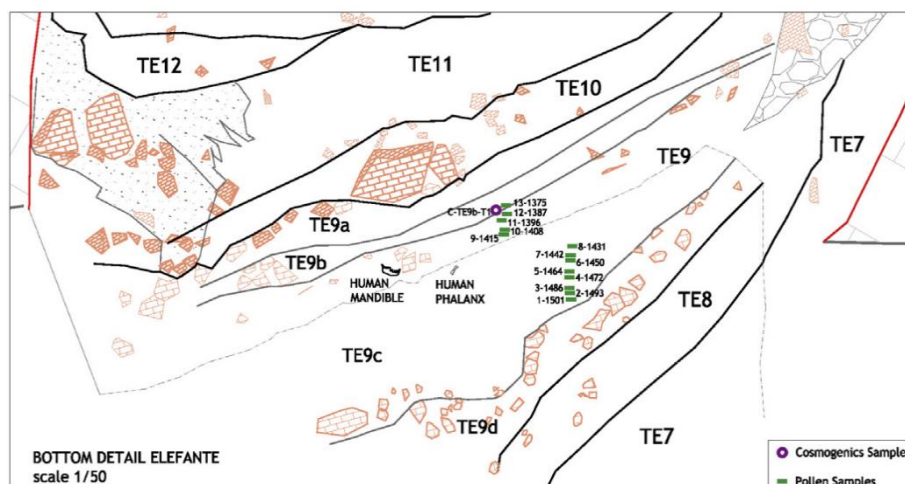
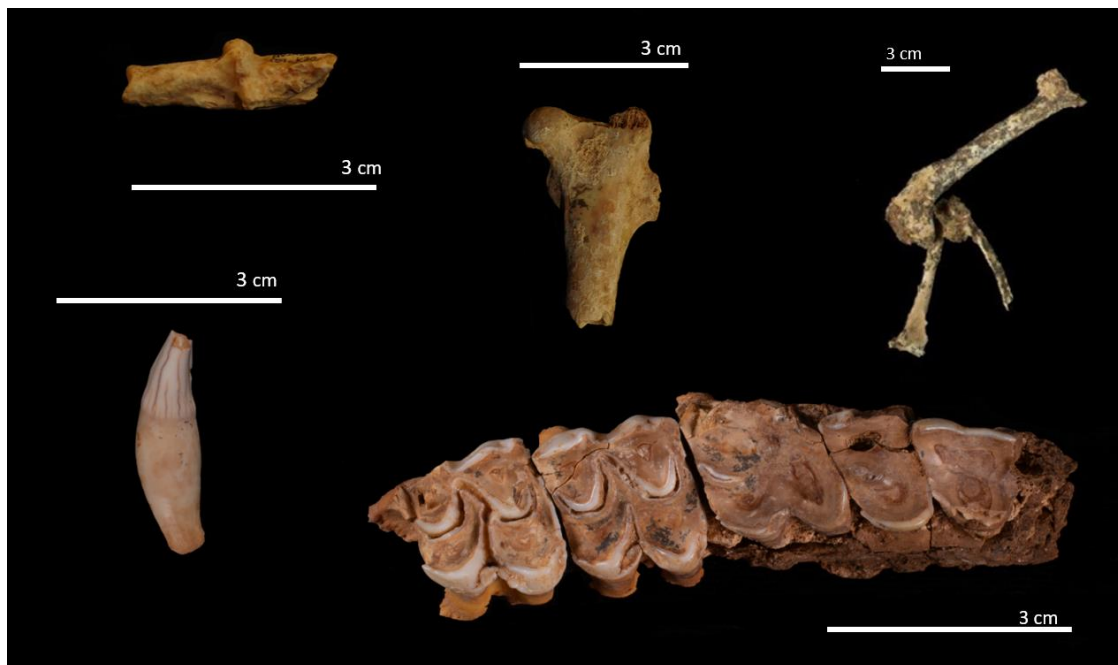


IMAGEN 4: Sección topográfica del perfil de Sima del Elefante con especial detalle del nivel TE09. (Extraída de Huguet *et al.*, 2017).

El registro faunístico en TE9 es muy rico, incluyendo reptiles, anfibios, peces, aves y una gran variedad de mamíferos (Imagen 5). La presencia de équidos y grandes mamíferos indicarían un paisaje con zonas abiertas, mientras que la presencia de cérvidos, úrsidos y cercopitécidos apuntarían a zonas boscosas. Reptiles como la *Salamandra salamandra* o *Triturus cf. marmoratus*, indicarían un clima húmedo y el registro fósil de los peces (*Salmo sp.* y *Leuciscus sp.*) apuntarían a zonas de agua corriente (Tabla 2). El nivel TE09 ha sido el nivel donde se han conseguido un mayor número de muestras palinológicas tratadas (42). Los taxones identificados son el pino (*Pinus spp.*), la encina (*Quercus*), el abedul (*Betula*) o el roble (*Quercus* de tipo caducifolio) entre otros). La reconstrucción paleoambiental nos indicaría un paisaje en mosaico combinando zonas boscosas y planicies, con cursos corrientes de agua, unas temperaturas húmedas y fuertes precipitaciones (Rosas *et al.*, 2001, 2004; Van der Made, 2003; 2013; Cuenca-Bescós y García, 2007; Huguet *et al.*, 2017; Huguet, 2007).



**IMAGEN 5:** Restos faunísticos recuperados en el nivel TE09 de la Sima del Elefante; a) calcáneo de lepórido; b) fémur de lepórido; c) elementos de la pata de un córvido en conexión anatómica (Marqueta, 2021); d) canino de mustélido y e) maxilar de cérvido.

Lista de los vertebrados identificados en el nivel TE09

Primates	<i>Homo sp.</i> , <i>Cercopithecidae</i> .
Proboscidea	<i>Mammuthus sp.</i>
Herbívoros	<i>Sus sp.</i> ; <i>Bison menneri</i> ; <i>Dama vallonnetensis</i> , <i>Eucladoceros giulii</i> , <i>Stephanorinus sp.</i> , <i>Equus altidens</i> .
Carnívoros	<i>Panthera gombaszoegensis</i> , <i>Lynx sp.</i> , <i>Pannonictis cf. nestii</i> , <i>cf. Baranogale antiqua</i> , <i>Mustela cf. palerminea/praeivalis</i> , <i>Canis cf mosbachensis/armensis</i> , <i>Vulpes cf.</i> <i>alopeoides</i> , <i>Ursus cf. dolinensis</i> .
Osteichthyes	<i>Salmo sp.</i> , <i>Leuciscus sp.</i>
Anura	<i>Alytes obstetricans</i> , <i>Pelobates cultripes</i> , <i>Pelodytes punctatus</i> , <i>Bufo bufo</i> , <i>Bufo</i> <i>calamita</i> , <i>Hyla arborea</i> , <i>Rana sp.</i> , <i>cf. Pelophylax</i> .
Caudata	<i>Salamandra salamandra</i> , <i>Triturus cf. Marmoratus</i> .
Squamata	<i>Anguis fragilis</i> , <i>Natrix cf. natrix</i> , <i>Natrix cf. maura</i> , <i>Coronella cf. girondica</i> , <i>Vipera sp.</i> , <i>Lacerta genus incertae sedis</i> .
Aves	<i>Galliformes indet.</i> , <i>Corvus antecorax</i> , <i>Corvus frugileus</i> , <i>Columba livia/olea</i> , <i>Haliaeetus</i> <i>albicilla</i> , <i>Falco cf. tinnunculus</i> , <i>Carduelis chloris</i> , <i>Remiz sp.</i> , <i>Certhia sp.</i> , <i>Turdus sp.</i> , <i>Pica pica</i> , <i>Perdix paleoperdix</i> , <i>Passeriformes indet.</i>
Chiroptera	<i>Myotis gr. myotis/blythii</i> , <i>Miniopterus schreibersii</i> , <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , <i>Rhinolophus gr. euryale/mehelyi</i> , <i>Pipistrellus sp. Chiroptera indet.</i>
Eulipotyphla	<i>Sorex gr. runtonensis-subaraneus</i> , <i>Sorex margaritodon</i> , <i>Asoriculus gibberodon</i> , <i>Beremendia fissidens</i> , <i>Crociodura kornfeldi</i> , <i>Galemys cf. kormosi</i> , <i>Talpa cf. europaea</i> , <i>Erinaceus cf. praeglacialis</i> .
Rodentia	<i>Sciurus sp.</i> , <i>Castillomys rivas</i> , <i>Apodemus sp</i> , <i>Eliomys sp.</i> , <i>Allophaiomys lavocati</i> , <i>A.</i> <i>burgondiae</i> , <i>A. nutiensis</i> , <i>Arvicola jacobaeus</i> , <i>Ungaromys nanus</i> , <i>Pliomys cf. simplicior</i> , <i>Castor sp.</i>
Lagomorpha	<i>Lepus terraerubrae</i> , <i>Oryctolagus lacosti</i> .

**TABLA 2:** Lista taxonómica identificada en el nivel TE09. Extrada de Huguet *et al.*, 2017.

- *TE09c:*

Los subniveles TE09a y TE09b se caracterizan por ser paquetes sedimentarios de brecha calcaría (TE09a) y de gravas finas (TE09b) con escaso material arqueológico, (Huguet *et al.*, 2017). Contrariamente, el nivel TE09c es el más rico a nivel arqueológico. En TE9c, durante las campañas del 2007 y 2008, se recuperaron dos restos humanos: un fragmento mandibular (ATE9-1) (Carbonell *et al.*, 2008) y una quinta falange proximal de la mano (ATE9-2) (Lorenzo *et al.*, 2015) asignados ambos a *Homo sp.* (Bermúdez de Castro *et al.*, 2011) (Imagen 6).



**IMAGEN 6:** Restos humanos recuperados en TE09c. Mandíbula de individuo adulto (ATE9-1) y quinta falange proximal de la mano (ATE9-2) (Extraída de Huguet *et al.*, 2017)

Del mismo modo, en TE9c también se han documentado evidencias de actividad antrópica mediante la presencia de restos líticos, principalmente en sílex (de Lombera-Hermida *et al.*, 2015) y de restos de fauna con marcas de corte y fracturación antrópica (Carbonell *et al.*, 2008; Rosas *et al.*, 2001; 2004; Huguet *et al.*, 2017, 2007; Blasco *et al.*, 2011). Es así como se confirmaría el contexto antropizado del subnivel.

Mediante la combinación de paleomagnetismo, marcadores bioestratigráficos y núcleos cosmogónicos se dató el sedimento donde se hallaron los restos humanos, situando el subnivel TE09c en una cronología de Pleistoceno inferior, alrededor del 1'3-1'1 Ma (Carbonell *et al.*, 2008).

- *TE09d:*

Durante las campañas 2013-2018 se estuvo excavando el subnivel TE09d, correspondiente a una superficie de excavación de 50 m<sup>2</sup>.

Durante estos trabajos se recuperaron restos faunísticos, así como dos piezas de industria lítica, concretamente dos piezas de sílex cretácico (Imagen 7). Estos hallazgos indicarían un contexto antrópico en el nivel TE09d.

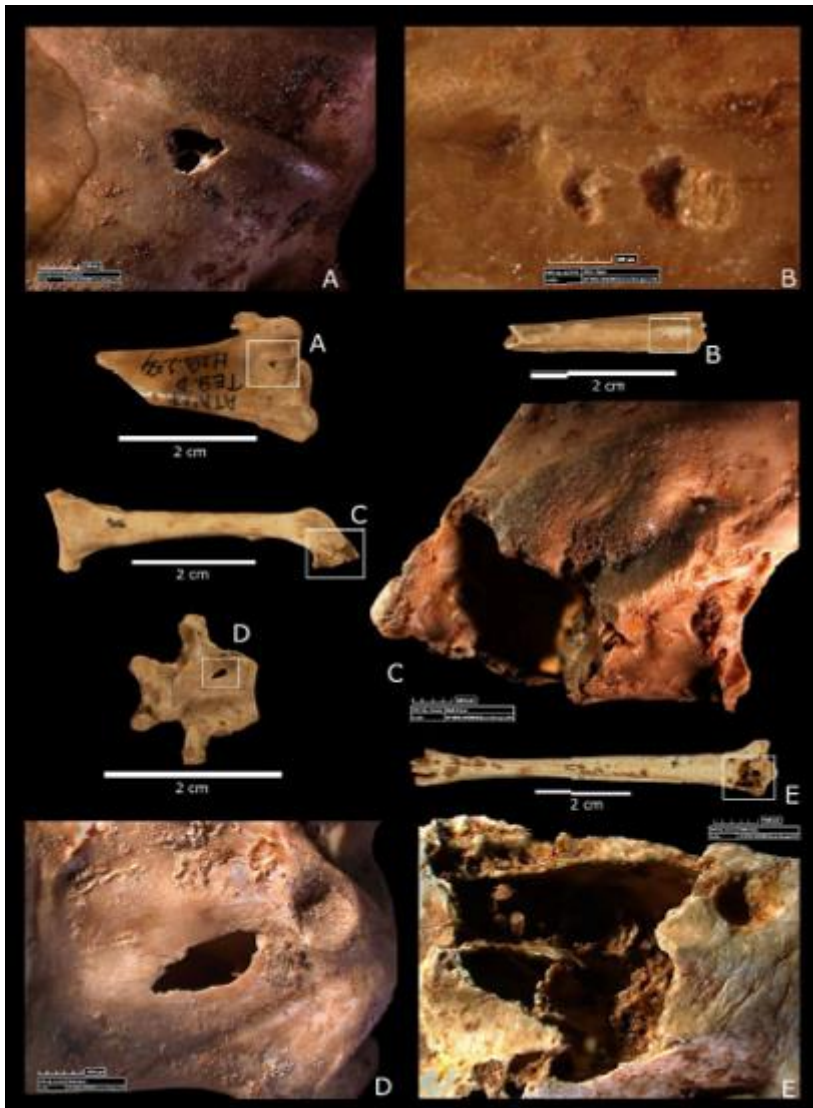


**IMAGEN 7:** Imagen de la pieza de industria lítica de sílex cretácico recuperada en el nivel TE09d durante la campaña del 2017. Imagen cedida por la Dr. Rosa Huguet.

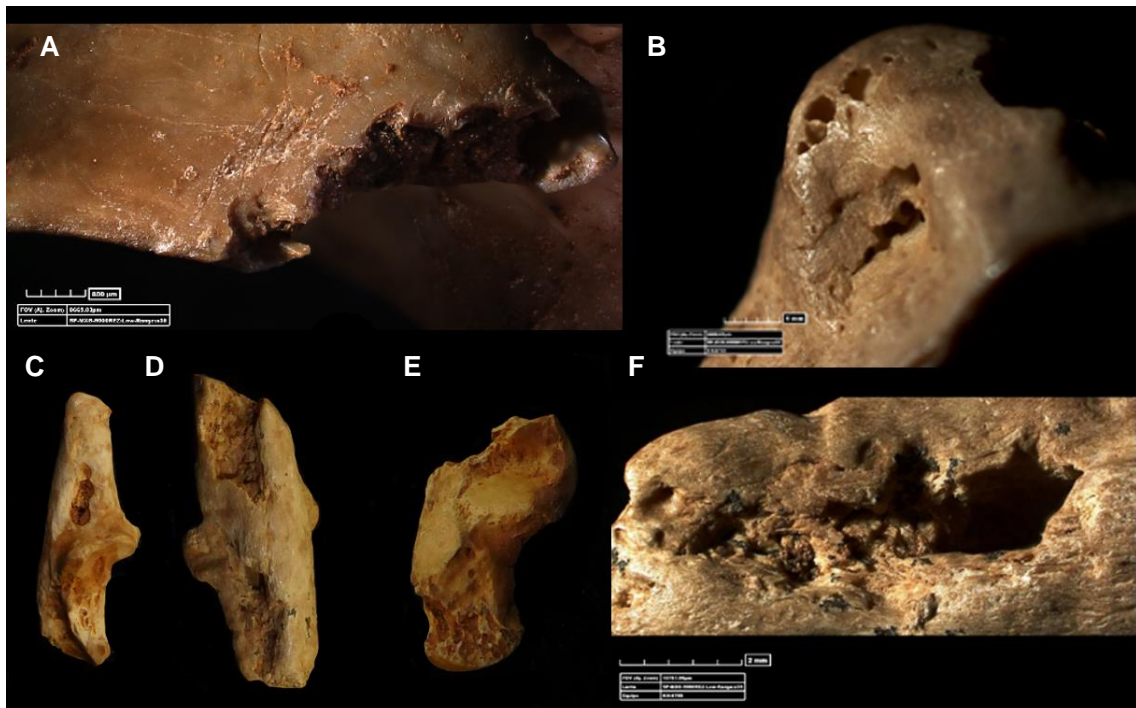
El material faunístico recuperado durante las diferentes campañas de excavación es el estudiado en este Trabajo de Final de Máster. No obstante, se ha realizado un trabajo de final de máster sobre el conjunto de restos de avifauna recuperado en el nivel TE9d (Marqueta, 2021) así como un trabajo final de grado sobre el conjunto de restos de lepóridos (Boada, 2019).

En el caso del trabajo sobre los restos avifaunísticos, los resultados indican un predominio de córvidos (98% de la acumulación), pigargo europeo, águila real y Charadriiformes. Los restos de aves se han recuperado en muchas ocasiones en conexión anatómica, y presentan una muy buena conservación. El conjunto de avifauna se localizaría en posición primaria en el interior de la cavidad. El análisis tafonómico descarta la actividad de homínidos o carnívoros sobre los restos, pero sí identifica actividad de otras aves. Según las alteraciones por pico y por ácidos digestivos, se observó que los principales agentes predadores fueron rapaces diurnas, pudiendo ser *Haliaeetus albicilla*, *Aquila adalberti*, *Aquila heliaca*, *Falco peregrinus* o *Falco tinnunculus*. Sin embargo, no se descartó la actividad de rapaces nocturnas, evidenciado por los grados ligeros y moderados de digestión. En este caso, los agentes acumuladores podrían ser el *Bubo bubo* y el *Strix aluco* (Imagen 8) (Marqueta, 2021).

A modo de resumen, los resultados del conjunto de restos de aves del nivel TE09d señala una acumulación en posición primaria realizada principalmente por aves rapaces diurnas, pero con una contribución secundaria de la actividad de rapaces nocturnas. Paralelamente, el trabajo de fin de grado sobre el conjunto de lepóridos del nivel TE09d concluyó que, no existía actividad antrópica en los restos, pero sí identificó actividad de carnívoros y aves rapaces. El análisis tafonómico de las modificaciones en la superficie de los huesos indicó que tanto el grado de digestión, como la representación anatómica y el alto grado de individuos adultos señalaban a la actividad de una rapaz nocturna, posiblemente un *Bubo bubo*, como principal agente acumulador. No obstante, la presencia de surcos, depresiones e improntas y la representación de individuos inmaduros, indicarían la actividad de un carnívoro de tamaño pequeño. Por otro lado, las alteraciones postdeposicionales, muestran un leve transporte de arrastre por parte del conjunto sedimentario de arcillas (Imagen 9) (Boada, 2019).



**IMAGEN 8:** Imagen de algunos de los restos con modificaciones por pico en aves de talla media. A: perforación en epífisis distal de húmero; B: depresiones en diáfisis de tibiotarso; C: picoteo en epífisis proximal de coracoides; D: perforación en cuerpo vertebral de vértebra; E: picoteo y arrastres en epífisis proximal de tarsometatarso (Extraída de Marqueta, 2021).



**IMAGEN 9:** Imágenes de alteraciones por carnívoros y aves en los restos de lepóridos del nivel TE09d de la Sima del Elefante. A) Arrastres y depresiones producidas por la actividad de un pico de rapaz en una apófisis vertebral B) Depresión producida por la presión de un pico sobre un humero. C-D-E) Distintos grados de digestión y depresiones en calcáneos de lepóridos. F) Impronta en calcáneo de lepórido.

## **4. MATERIAL Y METODOS:**

### **4.1 MATERIAL:**

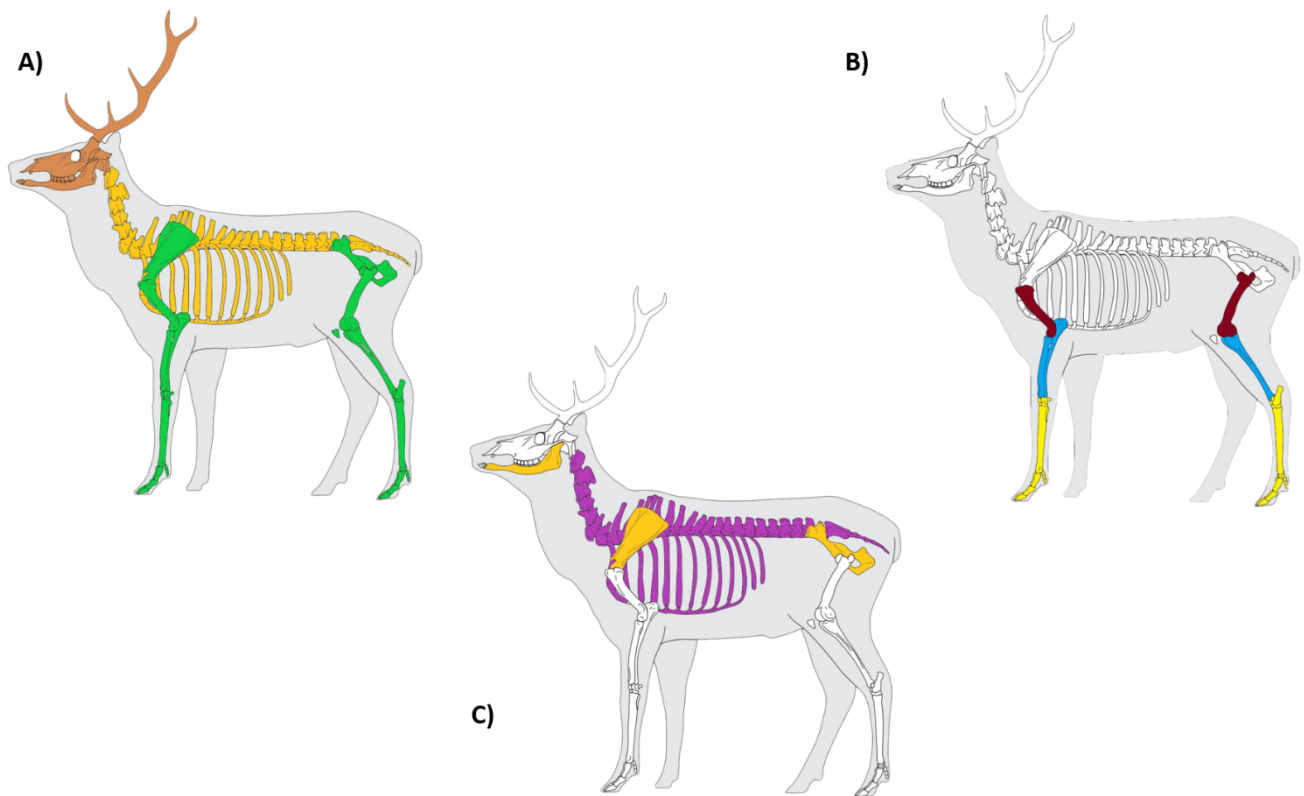
Para este estudio, se han analizado 850 restos procedentes del nivel TE09d de la Sima del Elefante (Atapuerca), recuperados durante las campañas arqueológicas del 2013 hasta el 2018. Todos los restos estudiados fueron coordinados en el campo.

### **4.2 METODOLOGÍA:**

El primer paso para estudiar el material ha sido familiarizarse con las distintas composiciones esqueléticas de los taxones. Para ello, se ha usado la colección de osteológica que proporciona el IPHES (Institut de Paleoecologia Humana i Evolució Social), y los atlas de anatomía comparada (Schmid 1972; Pales y Lambert 1971a, 1971b; Hillson 2005; Barone, 1976; Varela y Rodríguez 2004). En la identificación de las especies taxonómicas, se ha usado como referencia el listado de especies propuestas para el nivel superior TE09c (Huguet *et al.*, 2017).

Con el fin de identificar las alteraciones tafonómicas, se han usado lupas binoculares (Euromex WF10x22) y el microscopio digital (HIROX KH8700), proporcionadas por el IPHES (UCO de tafonomía y lítica). Paralelamente, se han consultado también atlas de referencia (Fernández- Jalvo y Andrews, 2016).

En el conjunto, un gran porcentaje de restos se encuentran fracturados, creando un alto número de fragmentos diafisarios. Estos restos que, por alteraciones bioestratigráficas o posdeposicionales hacen dificultosa su identificación anatómica, han sido clasificados como huesos largos, huesos planos o articulares (Huguet, 2007; Saladié 2009). En los huesos largos, cuando ha sido posible, se han diferenciado entre los estilopodios (húmero y fémur), los zigopodios (radio, ulna y tibia) y los autopodios (basipodios, metapodios y acropodios). Por otro lado, en el caso de los huesos planos, se ha diferenciado entre CV (costillas y vértebras) y MEC (mandíbulas, escápulas y coxales). El conjunto de los huesos se organiza mediante el esqueleto craneal, el esqueleto axial y el esqueleto apendicular (Figura 7). Los restos óseos que no han sido posibles identificar a nivel taxonómico ni anatómico se han identificado como indeterminados.



**FIGURA 7:** A) Segmentos anatómicos; marrón: esqueleto craneal; amarillo: esqueleto axial; verde: esqueleto apendicular. B) Diferenciación entre elementos esqueleto apendicular; rojo: estilopodios; azul: zigopodios; amarillo: autopodios. C) Diferenciación entre elementos esqueleto axial; lila: vertebras y costillas; amarillo: cintura escapular y pelvis.

Debido a causas de conservación y recuperación, algunos restos óseos no presentan caracteres morfológicos que permitan su identificación taxonómica. Aun así, se pueden identificar anatómicamente. Con el objetivo de poder estudiar el mayor número de restos y caracterizar mejor el conjunto, los restos han sido clasificados de manera conjunta, según la talla de peso. Las primeras clasificaciones por tallas de peso se realizaron con taxones africanos (Bunn *et al.*, 1988; Bunn, 1981; Bunn y Ezzo, 1993) debido a la elevada representación de bóvidos. Teniendo en cuenta el yacimiento estudiado, se ha usado la tabla de tallas propuestas por Rodríguez Hidalgo (2015) sobre el conjunto de TD10 de la Gran Dolina (Atapuerca) (Tabla 3), donde se transcriben las tallas africanas a las europeas.

Categoría de TALLA	Peso (kg)	Taxones incluidos en las tallas de peso (adulto)	Talla de peso africanista (Brain 1981, Bunn, 1981)	Peso aprox. (Kg)
<b>Muy grande</b>	>800	<i>Stephanorhinus cf. hemitoechus</i>	Talla 5	900-2700
<b>Grande</b>	200-800	<i>Bison sp. pequeño</i> <i>Bison schoetensacki</i> <i>Equus ferus</i>	Talla 4	350-900
<b>Media</b>	50-200	<i>Equus cf. Hydruntinus</i> <i>Cervus elaphus priscus</i> <i>Dama dama clactoniana</i> <i>Hemitragus bonali</i>	Talla 3 Talla 2	100-350 20-120
<b>Pequeña</b>	50-10	<i>Capreolus priscus</i> <i>Canis lupus</i> <i>Cuon alpinus europaeus</i> <i>Lynx sp.</i> <i>Meles meles</i>	Talla 2 Talla 1	20-120 <20
<b>Muy pequeña</b>	<10	<i>Vulpes vulpes</i> <i>Castor fiber</i> <i>Hystrix sp.</i> <i>Marmota marmota</i> <i>Oryctolagus cuniculus</i> <i>Felis silvestris</i> <i>Mustela putorius</i> <i>Erinaceus europaeus</i> <i>Testudo hermanni</i> Aves	-	-

**TABLA 3:** Categorías de tallas de peso rangos de peso en kilogramos, taxones identificados en los diferentes conjuntos tratados y correspondencia con las clases de peso comúnmente utilizadas en los trabajos africanistas. Adaptadas por Rodríguez Hidalgo (2015) y usadas para este trabajo.

#### 4.2.1 Edades:

Basándonos en el grado de fusión de las epífisis de los huesos y la erupción y desgaste dental, se ha determinado la posible edad de muerte de los individuos. Esto nos permite conocer los grupos de edad del conjunto y hacer inferencia en el posible rol de los homínidos (Huguet, 2007).

La fusión ósea se produce en distintos estadios y diferentes elementos, tanto en epífisis proximales como distales, fusionándose con las diáfisis en los distintos momentos de maduración de los animales (Schmid, 1972; Barone, 1976).

Según el proceso de epifisación, se han podido determinar dos edades principales:

- Individuos adultos: Epífisis están completamente fusionadas y no se observa ninguna diferencia con la diáfisis (Hillson, 1992; Gordon, 1990).

- Individuos inmaduros: Epífisis están completamente separadas de las diáfisis, el tejido óseo es poroso, y las diáfisis están en crecimiento (Silver, 1969; Barone, 1976).

Para animales de talla muy pequeña, se han identificado unas subcategorías dentro de los individuos inmaduros y adultos (Lloveras *et al.*, 2008a).

- Individuos subadultos: Designados a dichos restos donde se observa el punto de fusión, pero las epífisis están en contacto con las diáfisis y el tamaño de la diáfisis corresponde a un adulto.
- Individuos juveniles: La superficie de fusión aún no está completada pero la diáfisis ya procede a la de un individuo adulto.
- Inmaduros infantiles: Las epífisis no se encuentran fusionadas y la diáfisis es aún muy pequeña.

En este caso, los restos sin epífisis, pero sin ninguna característica para clasificarlos en las anteriores categorías, han sido determinados como inmaduros.

Por otro lado, la erupción dentaria y el desgaste dental también permiten determinar la edad de muerte del individuo.

Para este trabajo, se han seguido las directrices propuestas por Rodríguez Hidalgo (2015) y Marín *et al.*, (2017) en sus estudios sobre la dentición en los bóvidos y los cérvidos y équidos respectivamente.

En los bóvidos y cérvidos se dividen las edades en cinco grupos, cada uno de ellos según las características de erupción y desgaste dental (Marín *et al.*, 2017) (Tabla 4).

	CATEGORIA	EDAD (meses)	CARACTERÍSTICAS
<b>ÉQUIDOS</b>	Juveniles jóvenes ( <i>Young juveniles</i> )	12 meses	Presencia total de dentición decidua (30-40 días después de nacer). No presentan M <sup>1</sup> .
	Juveniles subadultos ( <i>Subadult juveniles</i> )	60 meses	Presencia de M <sup>1</sup> y pérdida total de los deciduos. Erupción inicial de P <sup>4</sup> -M <sup>3</sup>
	Adultos jóvenes ( <i>Early prime adults</i> )	144 meses	Medir las alturas coronarias en función del PEL*
	Adultos mayores ( <i>Late prime adults</i> )	225 meses	
	Seniles ( <i>Old adults</i> )	>225 meses	
<b>CÉRVIDOS</b>	Juveniles jóvenes ( <i>Young juveniles</i> )	5 meses	Presencia de deciduales y erupción M1.
	Juveniles subadultos ( <i>Subadult juveniles</i> )	30 meses	Identificación desgaste mesial en el M1. Inicio desgaste mesial M2 y desgaste final en dP2, dP3 y Dp4.
	Adultos jóvenes ( <i>Early prime adults</i> )	78 meses	Aparición del M3.
	Adultos mayores ( <i>Late prime adults</i> )	144 meses	Desaparición del infundibulum M1 y aparición de la línea de la corona del M3.
	Seniles ( <i>Old adults</i> )	~12 años	Perdida del infundibulum mesial y distal del M2. Perdida del hipoconulid del M3.

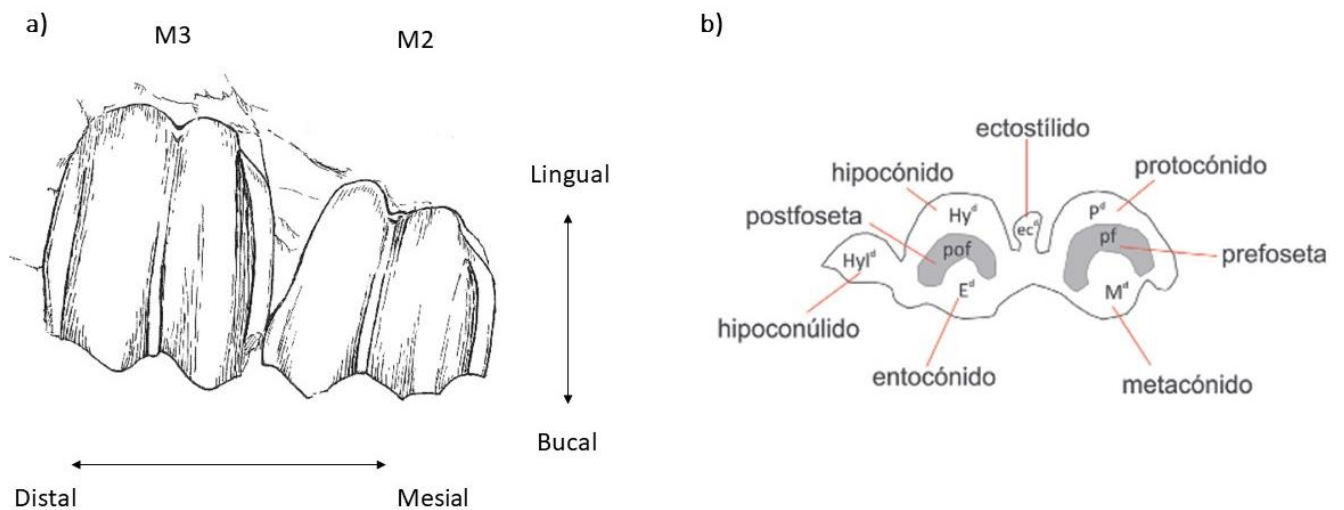
\*PEL: *Potential ecological longevity*.

**TABLA 4:** Clasificación por edades y características dentales de estas según Marín *et al.*, (2017) sobre los équidos y los cérvidos.

Para la determinación de la edad en los bóvidos según la erupción dental y el desgaste, Rodríguez Hidalgo (2015) determina siete grupos distintos (Tabla 5). Dentro de estos siete grupos, se agrupan en dos subgrupos; V- IV, los individuos con una dentición totalmente adulta, definitiva y en pleno uso, y el grupo VIII, con una dentición muy desgastada en los molares y la pérdida grave de la prefoseta y postfoseta del M1 y M2 (Figura 8).

BÓVIDOS	CATEGORIA	EDAD (años)	CARACTERISTICAS
	Grupo I	0 - 1 año	Dentición decidua completa. Desgaste vario entre nulo y premolares desgastados. M1 puede variar en erupción. En los casos más avanzados, M2 es visible.
	Grupo II	1'1 - 2 años	Premolares totalmente desgastados. dP4 trilofodonto, M1 con desgaste lleno y M2 con grados de erupción.
	Grupo III	2'1 - 3 años	Premolares deciduales totalmente desgastados. Empieza aparecer P3 por encima superficie alveolar. En estados muy avanzados P4 presenta corona formada y erupcionada. M1 con desgaste y M2 desgaste ligero. M3 con metaconido/entoconido erupcionado y hipoconúlido bajo superficie alveolar.
	Grupo IV	3'1 - 4 años	P4 completamente erupcionado y M3 erupcionado y sin desgaste. En casos más avanzados, M3 misma altura que M1 y M2.
	Grupo V	4'1 - 5 años	Dentición completa con desgaste moderado - elevado.
	Grupo VI	>5 - <10 años	Dentición permanente en pleno desgaste.
	Grupo VII	>10 años	

**TABLA 5:** Clasificación según la erupción y el desgaste dental en los individuos de bóvidos según Rodríguez Hidalgo (2015).



**FIGURA 8:** Descripción de los molares de bisonte; a) orientación de los molares superiores y b) patrón de desgaste, cúspides y nomenclatura de molares inferiores usados por Rodríguez Hidalgo (2015). Foto extraída de a) Shi, *et al.*, 2016 y b) Rodríguez Hidalgo (2015).

#### 4.2.2 Cuantificación:

En la cuantificación de los restos, el número de restos (NR) es la cuantificación más básica, donde se encuentran agrupados todos los restos sin discriminación. Una clasificación más sesgada es el NSP (Número de especímenes), el cual agrupa el total de especímenes identificados sin tener en cuenta el grado de identificación (Grayson, 1984; Moclan, 2016). El NISP (Número de especímenes identificados) resulta la clasificación más específica, ya que tiene en cuenta los elementos identificados por taxón y elemento anatómico (Klein y Cruz-Urbe, 1984).

##### - NME:

El **Número mínimo de elementos** (NME) corresponde al número individual de elementos anatómicos dentro del conjunto. Se obtiene mediante la lateralidad y edad de los huesos en vista de los elementos diagnóstico (*landmarks*) (Stiner, 1994; Marean y Spencer, 1991; Huguet, 2007).

El cálculo del NME permite apreciar en datos relativos los elementos anatómicos con mayor representación en el conjunto, ya bien para cada uno de los taxones o tallas.

En este trabajo, los restos han sido agrupados por los segmentos anatómicos: esqueleto craneal, axial y apendicular. Los dientes aislados han sido los únicos cuantificados y los fragmentos de asta no se han cuantificado con los cráneos o fragmentos de estos.

Para el cálculo del NME por tallas, los restos de carnívoros han sido excluidos de los estudios para permitir una mejor interpretación del conjunto.

##### - NMI:

El **Número mínimo de individuos** (NMI) es la estimación del número de individuos del conjunto. Para su cálculo se tiene en cuenta la edad, lateralidad y el elemento más abundante (NME) (Lyman, 2008).

#### 4.2.3 Integridad de la muestra:

La actividad de los homínidos, carnívoros u otros agentes bioestratigráficos pueden crear un sesgo en los restos recuperados en los conjuntos arqueológicos (Huguet, 2007). Asimismo, la presencia o ausencia de algunos elementos anatómicos también se debe a los procesos postdeposicionales, de conservación y a las características morfológicas y óseas de las piezas.

Existen distintos índices que nos permiten representar los restos recuperados en el conjunto para interpretar las distintas actividades que se realizaron en él, tanto antrópicas como por parte de los carnívoros.

- *Índice de supervivencia (ISU):*

El índice de supervivencia (ISU) o abundancia relativa, se basa en la interpretación total del esqueleto óseo de cada uno de los individuos representados mediante un elemento concreto. A través del cálculo tanto individual como colectivo, se permite conocer cuál es la representación final de cada elemento. Se buscan las proporciones de los elementos conservados por los que se esperaría encontrar por el NMI total (Brain, 1981; Lyman, 1994).

$$ISU = \frac{NME}{N^{\circ} \text{ elemento esperado } x \text{ indiv.}} x NMI$$

- *MAU y % MAU:*

Uno de los principales estudios para el cálculo del índice de abundancia es el MAU o Número Mínimo de Unidades Animales. En este caso, se parte de la premisa que un individuo óseo no sedimenta de forma completa en el yacimiento, permitiendo así observar patrones de transporte y supervivencia entre yacimientos (Binford 1984). Su cálculo se realiza mediante esta fórmula:

$$MAU: \frac{NME}{N^{\circ} \text{ elemento esperado en esqueleto completo}}$$

Una vez se realiza esta operación, teniendo en cuenta el elemento anatómico más representado, se calcula una regla de tres con el fin de observar la representatividad equitativa del resto de elementos identificados.

La principal problemática para el MAU es que no todos los cuerpos óseos tienen el mismo número de huesos. En estos casos, se ha escogido el número medio para realizar el cálculo. Por otro lado, el MAU no tiene en cuenta si las carcasas fueron aportadas completas o no. Para que sea operacional, se debe transformar el cálculo en un porcentaje. Con esto, se pueden llegar a estimar estrategias de transporte y explotación de carcasas:

$$\% MAU \frac{MAU}{MAU \text{ maximo}} x 100$$

- *Rho de Spearman:*

En los conjuntos arqueológicos la ausencia de elementos esqueléticos se debe a un fenómeno de conservación diferencial que se relaciona con la densidad de los huesos (Lyman, 1984). Con el fin de conocer si el sesgo anatómico identificado en el nivel estudiado se debe a la conservación diferencial, hemos calculado el grado de correlación entre el ISU (índice de supervivencia esquelética) y la densidad de los huesos, tanto para los taxones como para las tallas de peso identificadas. Se han comparado los datos de los animales de talla grande con las densidades minerales obtenidas para el bisonte por Kreutzer (1992), para los de talla media con la del ciervo establecidas por Hillson (1992), y los animales de talla pequeña con los datos de la oveja americana de Lyman (1994).

El test estadístico que se aplica para determinar la existencia de correlación entre la densidad ósea y el ISU es el coeficiente de correlación del tipo *Rho de Spearman*. Los resultados obtenidos por el test no son concluyentes para determinar la existencia de una conservación diferencial de los restos. Se debe tener en cuenta la coherencia de los resultados con la visión general del conjunto y el tamaño de la muestra.

- *Ratio:*

Otro de los estudios primordiales para conocer el índice de abundancia de los elementos en un yacimiento es la ratio entre los fragmentos diafisarios y las epífisis. Esta ratio permite ver la abundancia o ausencia de estos fragmentos y aproximar un posible agente biológico causante de la acumulación (Blumenschine y Marean, 1993).

$$RATIO \frac{Epifisis}{Diafisis} \times 100$$

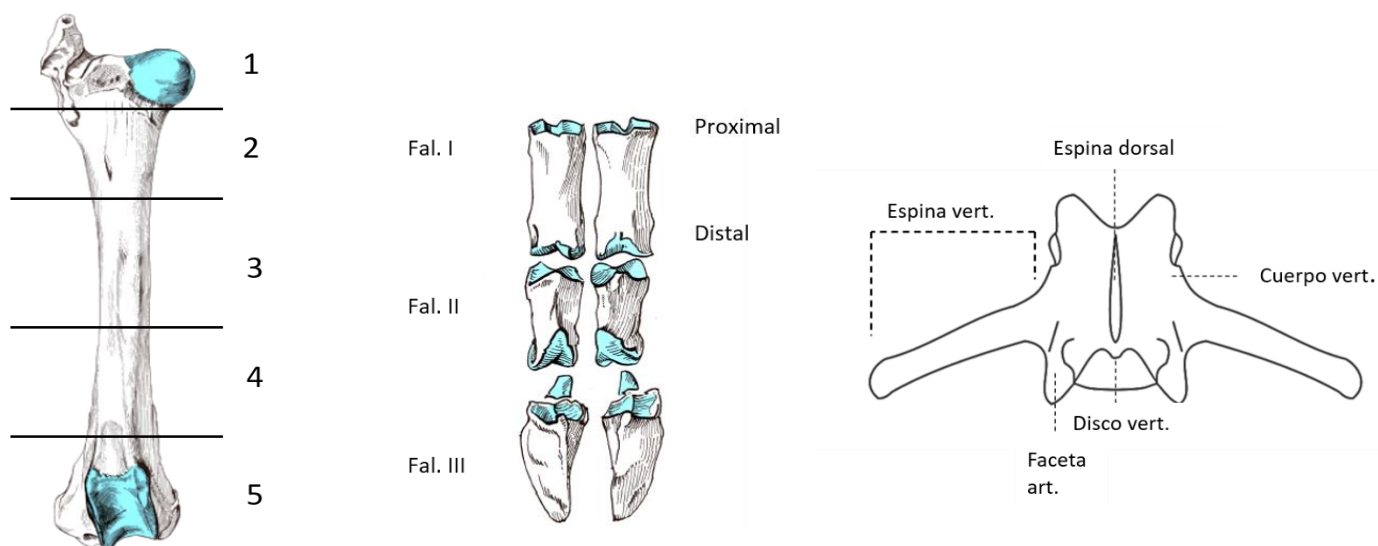
Para el cálculo de esta ratio únicamente se tienen en cuenta los fragmentos de huesos largos. Se calcula a nivel individual las epífisis proximales, las epífisis distales y las epífisis con diáfisis. Si el resultado de la operación es igual o superior a 100 ( $\geq 100$ ) la mayoría representativa residirá en el numerador. Por lo contrario, si la operación da como resultado un porcentaje igual o menor a 100 ( $\leq 100$ ), existirá un predominio del denominador.

#### 4.2.4 Fracturación:

El estudio de la fracturación de los huesos permite conocer si esta se produjo mientras el hueso estaba en fresco o en seco (Lyman, 1994). Para ello, distintos científicos han realizado trabajos etnoarqueológicos y experimentales para determinar patrones de fracturación y describir las características con el fin de distinguir el origen antrópico o biológico (Binford, 1981; Haynes, 1983). Paralelamente, durante las intervenciones arqueológicas, se pueden fracturar los restos óseos por los cambios bruscos de temperatura y humedad, por la frágil estructura del hueso o por una mala praxis. Dichas fracturas se denominan “fracturas actuales” y es necesario poder diferenciarlas de las “fracturas antiguas”.

En el análisis de la fragmentación se ha tenido en cuenta el segmento o porción de la pieza, la cantidad de caras y circunferencia recuperadas y en los casos posibles, los distintos paños de fractura. Estos últimos, solo han sido registrados en restos mayores de 2 cm y únicamente en elementos del esqueleto apendicular, los huesos largos.

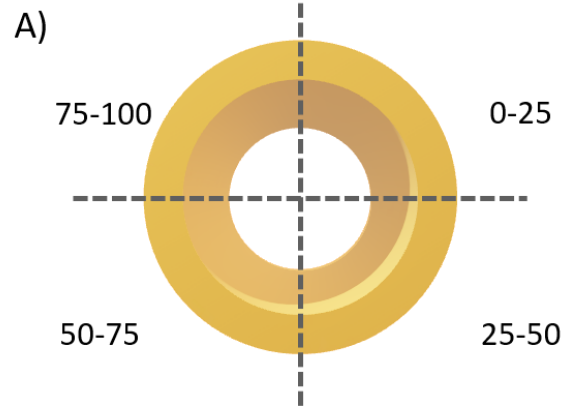
Para el estudio de las porciones de los restos, se ha seguido la categorización propuesta por Lyman, (1993) y adaptada por Lloveras (*et al.*, 2008a) y Arriaza (2011) (Figura 9).



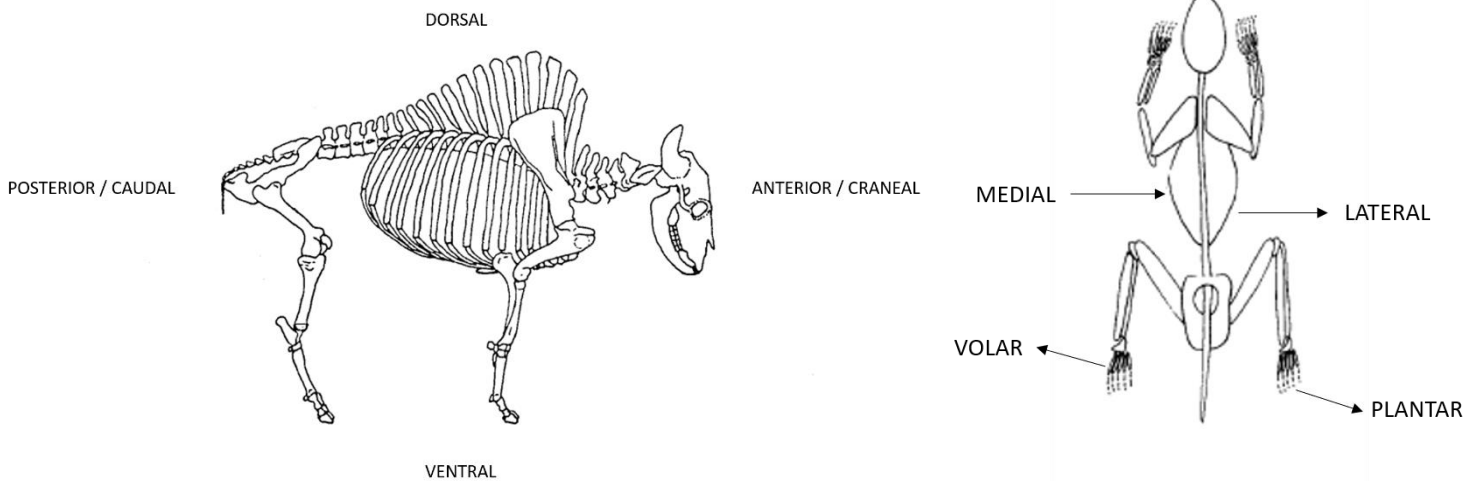
**FIGURA 9:** Proporciones analizadas según el tipo de hueso. Vista craneal para fémur y falanges, vista dorsal para vértebra. Imágenes extraídas de Pales, (1971).

Una vez conocidas las porciones, también se ha tenido en cuenta la circunferencia y cara de la pieza. La principal circunferencia del hueso, se divide en cuatro segmentos; de 0-25, de 20-50, de 50 a 75 y de 75 a 100, siendo 100 la totalidad de la circunferencia (Figura 10).

Por otro lado, también se han tenido en cuenta las distintas caras de los restos (Figura 11). Tanto para la identificación de los restos, como para el cálculo del NME o de la fracturación, es importante saber a que cara pertenece cada resto.



**FIGURA 10:** Diferentes porciones de la circunferencia cilíndrica de un hueso.



**FIGURA 11:** Distintas perspectivas y caras en las que se orientan los restos. Extraídas de Lyman (1993).

- *Paños de fractura:*

Los carnívoros y los homínidos son los principales agentes que fracturan los huesos en fresco, ya que su principal objetivo es el consumo medular.

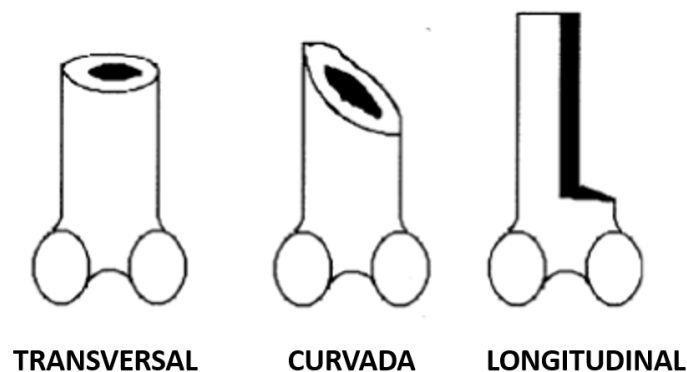
Contrariamente, las fracturas en seco están relacionadas con los procesos fosildiagenéticos (Huguet, 2007).

En este trabajo, se han estudiado las fracturas en los huesos tal y como establecieron Villa y Mahieu (1991). Se han seleccionado los huesos largos de más de 5cm. Para

cada hueso se determina el contorno, el ángulo y la superficie de un máximo de cinco fracturas.

El contorno se establece respecto al eje longitudinal del hueso, siendo transversal, curvado o longitudinal (Figura 12). El ángulo de fractura respecto a la cortical del hueso, puede ser oblicuo (obtuso o agudo), recto o mixto. Finalmente, la superficie o borde (textura) es definida como suave o irregular (Fernández -Jalvo,2016: 380).

En un conjunto, reconocer un elevado número de huesos fracturado en fresco indicaría que los carnívoros y/o homínidos han intervenido de forma intensa (Huguet, 2007). Las principales fracturas producidas por actividades antrópicas presentan un contorno curvado, con un oblicuo y una superficie suave (COS).



**FIGURA 12:** Representación de los distintos tipos de contorno que se puede identificar en los paños de fractura. Imagen extraída de Lyman (1993:319) y modificada.

#### **4.2.5 Alteraciones por agentes biológicos:**

##### **- Hominidos:**

Los grupos de homínidos fracturaban los huesos con el objetivo de acceder a la medula ósea. Para ello, se podía usar una fracturación directa, en la que se golpea el hueso con una herramienta, o indirecta, cuando el hueso es el que es golpeado sobre una piedra. Pese a las diferencias, las características resultantes son parecidas; estigmas de percusión, concavidades en la zona de impacto, conos de percusión, esquirlas parasitarias, extracciones medulares y contragolpes (Binford, 1981; Blumenschine y Selvaggio, 1988; Brugal y Defleur, 1989; Blumenschine, 1995; Huguet, 2007).

##### **- Actividades antrópicas:**

Según el tipo de modificaciones y su localización en el esqueleto, se pueden determinar qué tipo de actividades funcionales practicaron los homínidos. Algunas de ellas, pueden llegar a indicar si estos tuvieron un acceso primario o secundario a las carcasas.

Desollado: Acción de separar la piel de la carne. En esta acción se pueden observar cortes en las zonas proximales y distales de los huesos. Indicaría un acceso primario por parte de los homínidos (Rodríguez-Hidalgo,2015).

Fileteado: Acción de separar las partes musculares del cuerpo. En este caso, se observan marcas de corte en las inserciones musculares con el hueso. Indicaría acceso primario de los homínidos (Rodríguez-Hidalgo,2015).

Desmembrado: Acción de separar los miembros o extremidades del cuerpo. En este caso, se observarían marcas en las epífisis proximales de fémures y humeros y en el acetábulo de las escapulas y pelvis. Indicaría un acceso primario de los homínidos a las carcasas (Rodríguez-Hidalgo,2015). Está actividad se relaciona con la desarticulación y las marcas de flexión.

Evisceración: Acción donde se sacan las vísceras (tejidos blandos) del cuerpo. Se observan marcas en la cara ventral de las costillas y vertebras.

Descarnado: Acción de extraer toda la parte cárnica (Imagen 10).



**Imagen 10:** Distintas fases del proceso de descarnado. A y B) despellejamiento C) tratado de pieles y evisceración D) descarnado de los huesos apendiculares. Extraído de Moclán *et al.*, 2018.

Durante la obtención del contenido cárnico, los huesos son fracturados, para su mejor transporte o para la obtención del contenido medular (Figura 13). En dicha actividad, se pueden producir:

Estigmas de percusión: Al golpear el hueso fresco se producen depresiones que presentan microestrías en su interior (Blumenschine y Selvaggio, 1988; Huguet, 2007).

Puntos de impacto: Cuando el golpe fractura el hueso y aparecen fisuras centrípetas desde el punto de impacto y siguen el eje longitudinal del hueso (Blumenschine y Selvaggio, 1988).

Conos de percusión: Son pequeñas lascas, en forma cónica, que saltan como consecuencia del golpe de la fracturación (Huguet, 2007).

Esquirlas parasitarias: Parecidas a los conos de percusión, pero sin haberse separado de la cortical del hueso (Blumenschine y Selvaggio, 1988).

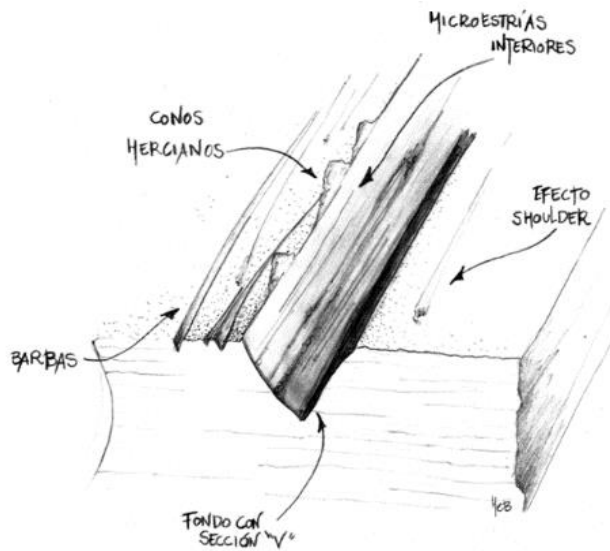
Extracciones corticales: Lascas laterales que se desprenden de la superficie de la cortical en el momento de la fracturación (Huguet, 2007).



FIGURA 13: Diferentes paños de fractura. Extraído de Moclán, *et al.*, 2019.

Sin embargo, las modificaciones en la superficie de los huesos que describen sin duda la actividad antrópica son las marcas de corte.

Las marcas de corte, son producidas accidentalmente con un filo muy cortante, durante las actividades de desollado, descarnado, eviscerado y desarticulado. Se definen como estrías alargadas y lineales que se caracterizan por un fondo en forma de “V” y con posibles estrías paralelas, “*shoulder effects*”. También se identifican las *barbas*, estrías asociadas al principio o final de la incisión principal y los *conos hercianos*, pequeños levantamientos que aparecen en uno o dos lados de la incisión principal (Figura 14) (Potts y Shipman, 1981; Cáceres, 2002).



**Figura 14:** Características morfológicas de las marcas de cortes de corte. Dibujo realizado por I. Expósito y extraído de Cáceres, 2002.

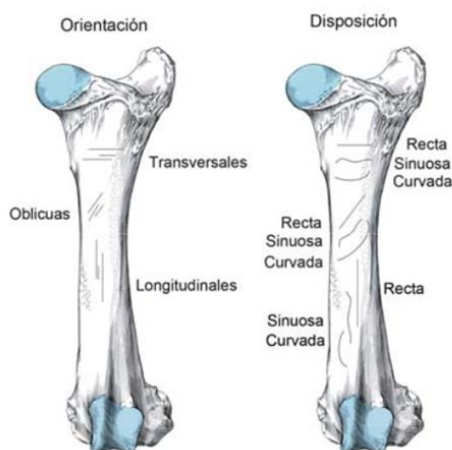
Según el ángulo en el que se aplique la fuerza del corte, las marcas de corte recibirán un nombre u otro;

**Incisiones (*slicing marks*):** Estrías finas de longitud y profundidad variable, producidas con un filo al realizar un movimiento continuo perpendicular al eje del hueso. Pueden aparecer de manera aislada o agrupadas (Binford, 1981) (Figura 15).

**Raspados (*scrape marks*):** Estrías con una mayor superficie de arrastre, más abundantes longitudinalmente y menos profundas. Tienen micro estriación interna. Se producen cuando el filo se usa de forma transversal al movimiento de corte (Binford, 1981; Noe-Nygaard, 1989).

**Tajos (*chopmarks*):** Incisiones cortas, profundas y anchas con secciones en “V”, y con un ángulo perpendicular. Se producen al cortar tejidos unidos al hueso, como los ligamentos o los tendones (Fisher, 1995; Blumenschine y Selvaggio, 1988).

**Aserrados (*saw marks*):** Incisiones cortas y profundas que aparecen transversales al eje del hueso. Son el resultado de la misma acción de “sierra” repetida donde la herramienta no llega a levantarse de la superficie ósea (Lyman, 2008).



**FIGURA 15:** Esquema de la orientación y disposición en que pueden aparecer las incisiones sobre una superficie ósea. (Extraída de Blasco, 2011).

La problemática alrededor de las marcas de corte reside en la dificultad de diferenciarlas de otras modificaciones en la superficie del hueso. La equifinalidad se define como el proceso que genera desde distintos estados iniciales el mismo estado final (Von Bertalanffy, 1949). Los agentes biológicos como los carnívoros (Bunn, 1980) pueden crear incisiones con los dientes, parecidas a las marcas de corte. El *trampling* (Fernández – Jalvo y Andrews, 2016), también puede llegar a confundirse con dichas incisiones (Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2005).

Uno de los criterios primordiales para determinar el origen de las marcas es en que elemento anatómico se recuperan y en qué cara. En el caso de las marcas de corte, su situación será correspondiente a actividades de desarticulación o desmembramiento, así que se encontraran marcas cerca de las epífisis, zonas de articulación y en la caja torácica (cara dorsal-ventral de las costillas) indicaría un acceso primario por parte del agente.

- Carnívoros:

Los carnívoros son los principales agentes biológicos que alteran, modifican y destruyen la composición y estructura de los huesos. Para poder analizar y determinar las prácticas de los depredadores a partir de los restos óseos es imprescindible conocer la etología de estos.

Por una parte, los carnívoros se caracterizan por ser solitarios o vivir en manadas. Su acceso primario o secundario a las carcasas, dictaminará mucho el tipo alteraciones que puedan producir (Steele y Baker, 1993; Bunn y Ezzo, 1993). Los cazadores, con acceso primario al cuerpo, dejarán marcas en zonas musculosas y las vísceras. Por lo contrario, los carroñeros, con acceso secundario, accederán a las partes axiales y con menos contenido cárnico. Existen carnívoros con capacidad para engullir y digerir los huesos (hienas, buitres o quebrantahuesos). Estos predadores, alteran la superficie y morfología de los huesos con los ácidos digestivos, llegando incluso a destruirlos por completo (Cruz-Urbe, 1991). Finalmente, existen carnívoros cazadores que carroñen de forma ocasional, como los zorros, lobos o tejones.

En el análisis de las alteraciones producidas por carnívoros, los estudios actualistas resultan ser la mejor aproximación al registro. Pese a ello, no existe un abundante registro bibliográfico caracterizando las modificaciones producidas por los carnívoros. Los grandes carnívoros, principalmente los africanos, han sido objeto de muchos estudios (Domínguez - Rodrigo y Piqueras, 2003; Pickering, *et al.*, 2002), mientras que los pequeños carnívoros, como los zorros lince o mustélidos, han sido menos estudiados etológicamente y caracterizar sus actividades resulta más complicado (Stiner, 1994; Lloveras *et al.*, 2008a, 2008b, 2009a, 2010, 2012b; Laudet i del Fosse, 2001; Brain 1981; Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2013a, 2013b, 2015).

- *Acción mecánica:*

Las marcas de dientes de carnívoro, son estrías de aspecto sinuosos, en sección transversal y con forma de “U” con un fondo plano o irregular. Su morfología es variable, aunque presentan bordes redondeados y craquelados (Binford, 1981, Bunn, 1980, Rodríguez-Hidalgo, 2015).

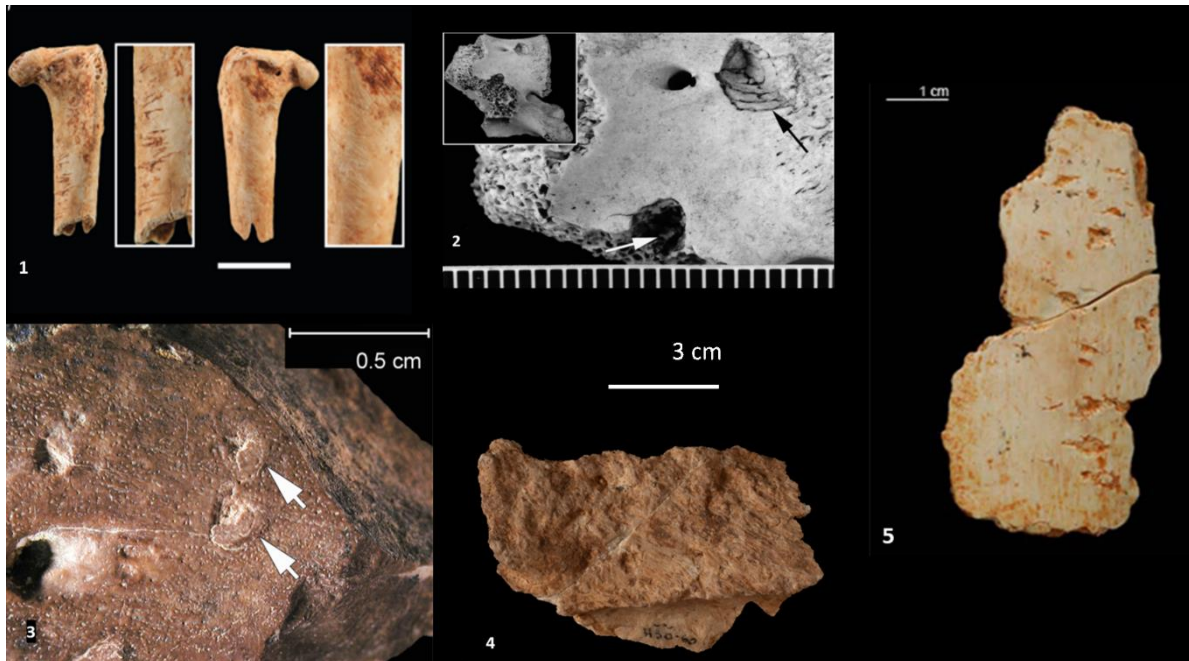
Existe una tipología de alteraciones en la superficie de los huesos que nos permiten identificar la actividad de los carnívoros (Haynes, 1980; 1983; Maguire *et al.*, 1980; Binford, 1981; Brain, 1981; Bunn, 1980; Potts y Shipman, 1981; Selvaggio, 1994; Stiner, 1994; Blumenschine y Selvaggio, 1988; Dominguez-Rodrigo y Piqueras, 2003; Cáceres, 2002; Huguet, 2007) (Imagen 11).

Surcos (*scores*): Son marcas producidas por el arrastramiento del diente, principalmente molares, sobre la superficie cortical del hueso. Son estrías longitudinales, anchas y con una profundidad variable, con un fondo áspero e irregular. Se encuentran de forma transversal al eje longitudinal del hueso (Binford, 1981).

Depresiones (*pits*): Son hundimientos del tejido del hueso al colapsar por la presión de el diente. Tienen una morfología ovalada. Principalmente se localizan en las epífisis y metáfisis de los huesos debido a la fuerza que ejercen los carnívoros en esas zonas (De Juana y Domínguez-Rodrigo, 2011; Njau y Blumenschine, 1995).

Improntas (*punctures*): De la misma forma que las depresiones, se observa el negativo de las cúspides de la pieza dentaria. Principalmente se encuentran en las partes esponjosas o menos compactas de los huesos (Binford, 1981; Rodríguez-Hidalgo, 2015).

Vaciado: Es la consecuencia de la actividad de los carnívoros para obtener la grasa existente en las epífisis. Estos, realizan un consumo intenso de las epífisis, dejando el interior del hueso machacado, destruyendo las epífisis y en ocasiones, perdiendo la estructura total del hueso (Huguet 2007). En el caso del *furrowing*, un nivel previo de destrucción, los huesos no pierden su tejido esponjoso, pero si puede llegar a verse alterada la superficie del hueso y su forma.



**IMAGEN 11:** Alteraciones en la superficie de los huesos producidas por la actividad de carnívoros. 1) Surcos en la diáfisis de un fémur de ave (Núñez-Lahuerta, *et al.*, 2016). 2) Depresión en una vértebra de Neuadd (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016) 3) Hueso fósil de Cocud con una impronta (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016) 4) Alteración de la morfología de la superficie del hueso (Furrowing) (Trabajo presente). 5) Mordisqueo en la superficie del hueso (Blasco *et al.*, 2011).

- *Acción digestiva:*

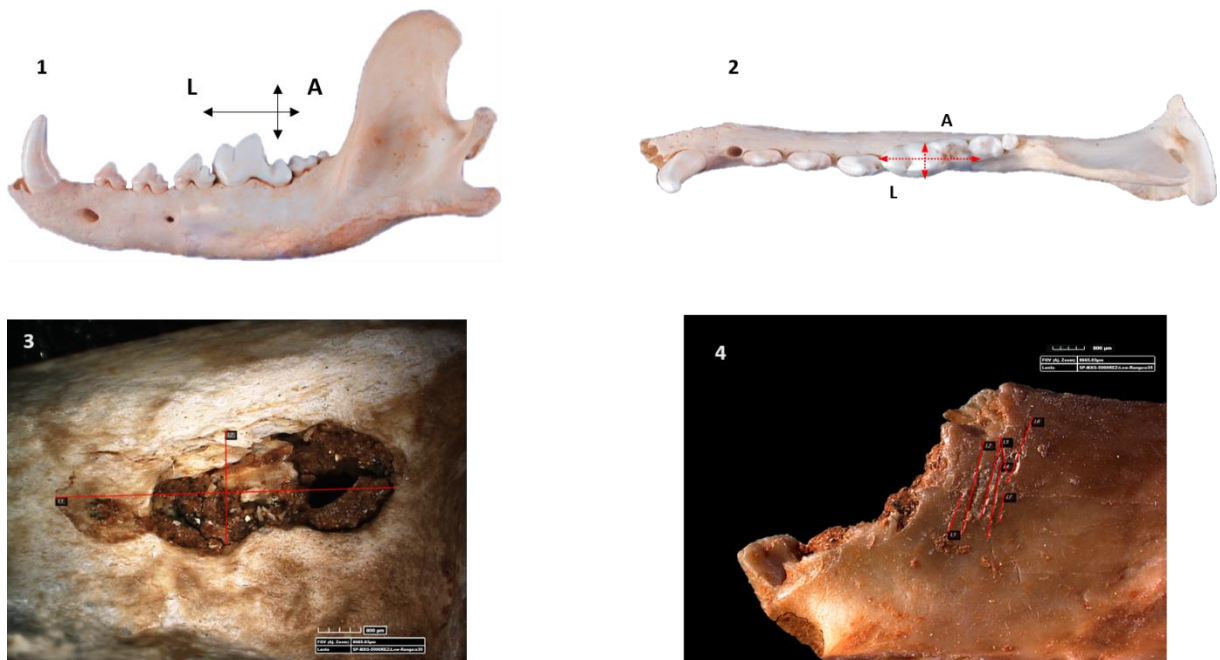
Los restos consumidos por los carnívoros también pueden presentar alteraciones producidas por la acción de los ácidos salivares y gástricos. Las principales características en las áreas más activas son un redondeamiento y pulido extremo (Imagen 12), con mordisqueo continuo, observándose en toda la superficie pequeñas depresiones poco profundas (Huguet, 2007; Moclán, 2016).

Tal y como se comentaba anteriormente, algunos carnívoros, como los hiénidos, son capaces de engullir y digerir los huesos (Cruz-Uribe, 1991; Binford, 1981). Estos restos, presentan la superficie ósea más porosa, pulida y redondeada y un adelgazamiento en las paredes del hueso (Huguet, 2007; Cáceres, 2002).



**Imagen 12:** Alteración por digestión en huesos de lepórido recuperados en madrigueras de zorro (Lloveras *et al.*, 2011).

Con el objetivo de poder determinar el agente acumulador, se han tomado medidas a todos los surcos, depresiones e improntas posibles y se ha comparado con los datos proporcionados por otros estudios Selvaggio, 1994; Domínguez-Rodrigo y Piqueras, 2003; Andrés *et al.*, 2012; Rodríguez - Hidalgo *et al.*, 2013; Delaney- Rivera *et al.*, 2009; Young *et al.*, 2015. Pese a ello, hay que tener en cuenta que los carnívoros más grandes pueden llegar a producir alteraciones pequeñas y estas, ser confundidas por carnívoros más pequeños. Es por ello, que las medidas y aproximaciones hacia el predador se han tomado como un parámetro más a tener en cuenta y no como un dato decisivo (Figura 16).



**FIGURA 16:** Medidas para la longitud y ancho para la identificación del agente acumulador. 1-2 extraídas de Varela y Rodríguez (2004). 3-4 Ejemplos de medidas tomadas para la impronta (3) y surcos 4) en huesos de leopardo.

#### 4.2.5.3 Pequeños carnívoros y aves:

En el caso de los pequeños carnívoros y las aves rapaces, los estudios etológicos e investigaciones actualistas han permitido caracterizar las alteraciones producidas por los ácidos gástricos en el proceso de digestión (Delibes y Hiraldo, 1981; Rodríguez-Hidalgo, *et al.*, 2013; Arriaza, *et al.*, 2017; Sanchis, 2010; Lloveras *et al.*, 2012a, 2012b). Para las aves rapaces, se ha tenido en cuenta su actividad nocturna y/o diurna, ya que influye en el tipo de presas y en el modo de consumo (Andrews, 1990; Lloveras *et al.*, 2008a, 2008b, 2009a, 2010; Hockett, 1996; Sanchis, 2010; Marqueta, 2021).

Según las investigaciones de Lloveras y colegas, se pueden discernir distintos grados de digestión en los huesos (Tabla 6 e imagen 17).

Grados de digestión en los restos óseos	
0/ Nulo	No se observan alteraciones.
1/ Ligero	La superficie del hueso está ligeramente alterada. La digestión se concentra en una zona particular del hueso, con presencia de "pitting" causado por las enzimas digestivas. Menos del 25% de la superficie alterada. Las epífisis pueden estar un poco redondeadas.
2/ Moderado	Entre el 25% - 75% de la superficie del hueso alterada, con una digestión más avanzada. Incremento del "pitting". Se observa destrucción de la cortical del hueso, pero de forma localizada. Posibles fisuras y redondeamiento.
3/ Fuerte	La superficie completa del hueso se ve afectada. "Pitting" extenso con pequeñas perforaciones visibles en la superficie ósea. Destrucción ósea avanzada, afectando a más del 50% de la superficie. Redondeamiento muy pronunciado en las epífisis. Posibles fisuras y fracturas.
4/ Extremo	Destrucción importante de toda la superficie ósea. Se observa corrosión y un fuerte redondeamiento en los bordes. Difícil identificación del elemento óseo.

**TABLA 6:** Diferentes grados de digestión propuestos por Lloveras *et al.*, 2008a.



**IMAGEN 17:** Grados de digestión de nulo (izquierda) a extremo (derecha) en la epífisis distal de fémures de conejo procedentes de un conjunto de búho real (material de referencia de Niu A-7) (Extraída de Sanchis, 2010).

Las aves rapaces son los principales predadores de taxones de talla pequeña y muy pequeña como los pequeños mamíferos, reptiles u otras aves.

Sus acumulaciones se producen mediante el transporte de presas enteras o partes específicas desde el lugar de caza hasta el lugar de alimentación. Los huesos presentan marcas producidas por el pico principalmente y en los casos donde los restos se digieren, se observan alteraciones por digestión (Cáceres, 2002). Dependiendo de la especie, al igual que con los mamíferos carnívoros, se produce un tipo de alteración u otro (Andrews, 1990; Lloveras *et al.* 2008a, 2008b, 2009, 2010).

La inicial ingesta de presas y posterior regurgitación de los elementos óseos junto al pelo, plumas y piel, forman las egagrópilas. Las egagrópilas, presentan dos tipos de modificaciones; físicas y químicas. Según la etología de la rapaz, la edad del predador y la presa, las alteraciones por los ácidos gástricos son más o menos agresivos (Tabla

7). En las rapaces diurnas, la digestión es mucho más agresiva que en las rapaces nocturnas (Sanchis, 2010; Marqueta, 2021).

CATEGORIA	PREDADOR	MODIFICACIONES EN LA SUPERFICIE OSEA
<b>Categoría 1</b>	Lechuza común / Lechuza campestre Búho nival / Búho chico / Búho Verreux Cárabo lapón.	Baja proporción de pérdida esqueléticas y de rotura en maxilar.
<b>Categoría 2</b>	Búho africano / Búho real.	Mayor destrucción de elementos frágiles como son los huesos del cráneo y los planos
<b>Categoría 3</b>	Cárabo común / Mochuelo.	Elevada destrucción de mandíbulas y maxilares. Abundancia de dientes aislados.
<b>Categoría 4</b>	Cernícalo / Aguilucho pálido Halcón peregrino / Halcón ratonero	Elevado grado de pérdida de elementos y destrucción de restos debido a que estas aves desgarran a sus presas antes de ingerirlas.
<b>Categoría 5</b>	Pequeños mamíferos carnívoros.	Máxima destrucción y pérdida de elementos esqueléticos, ya que estos animales no ingieren las presas enteras, sino que las mastican.

**TABLA 7:** Categorías de predadores según el grado de modificación y representación de las distintas partes esqueléticas en sus egagrópilas (Extraída de Cáceres, 2002).

#### 4.2.5.4 Roedores:

Finalmente, los roedores, actúan cuando el hueso con la finalidad de desgastar y pulir sus dientes de crecimiento continuo e incrementar el contenido en calcio que aporta la composición ósea (Brain, 1981; Laudet y del Fosse, 2001).

Los roedores buscan refugio en zonas cerradas como cavidades, donde introducen los huesos. Dependiendo de la intensidad de la actividad, pueden producir variaciones en la morfología del hueso, pero nunca fracturarlos (Brain 1981). Los surcos dejados por los roedores, son superficies acanaladas con longitud y anchura variable y poco profundas (Maguire *et al.*, 1980; Huguet, 2007).

#### 4.2.6 Agentes posdeposicionales:

Los agentes posdeposicionales actúan una vez el hueso ya ha sido enterrado. La identificación de estos agentes o procesos, dará información de la historia, del entorno existente y de la construcción del yacimiento (Huguet, 2007). En algunos casos, se identifica la superposición de las modificaciones permitiendo así, determinar la existencia de reelaborados y resedimentados (Fernández - Jalvo, 1999) y establecer cronologías de deposición.

REDONDEAMIENTO		PULIDO	
Grado	Modificación	Grado	Modificación
<b>R0</b>	Fragmentos que presentan bordes angulosos sin indicio de redondeamiento.	<b>P0</b>	Fragmentos que presentan superficie mate
<b>R1</b>	El redondeamiento afecta a los bordes anatómicos y a las fracturas, pero a nivel microscópico (entre 18 y 50 aumentos), macroscópicamente es casi inapreciable.	<b>P1</b>	El pulido sólo es observable a nivel microscópico (entre 18 y 50 aumentos) y se presenta como una fina capa que afecta a los bordes del fragmento.
<b>R2</b>	El redondeamiento afecta a determinadas zonas del hueso y se puede observar a nivel macroscópico.	<b>P2</b>	El hueso presenta zonas de pulido que microscópicamente se observan como placas distribuidas por la superficie del hueso. Los bordes aparecen completamente brillantes. Macroscópicamente la superficie del fragmento es brillante
<b>R3</b>	El redondeamiento afecta no sólo a los bordes de las fracturas, sino también a toda la superficie. Provocando, en algunos casos, la pérdida de la morfología original del elemento.	<b>P3</b>	El hueso está completamente pulido, presentando una superficie claramente brillante

**TABLA 8:** Características principales de los distintos grados de redondeamiento y pulido (Cáceres, 2002).

Según el medio sedimentario en el que se encuentre el hueso, se observarán un tipo de modificaciones u otras.

En los medios húmedos, se generan modificaciones como la precipitación de óxidos de manganeso o las concreciones (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Behrensmeyer, 1991). En entornos con corrientes de agua, se produce un redondeamiento y pulido de la superficie de los huesos debido a la fricción entre el agua y la cortical del hueso (Tabla 8).

- *Óxido de manganeso:*

El óxido de manganeso, es el resultado en forma de tinción, producida por la actividad bacteriana sobre la superficie ósea. En los espacios kársticos es muy habitual encontrar estas alteraciones (Fernández-Jalvo, 1999; Cáceres, 2002). Hemos diferenciado la ocupación de esta tinción en la superficie (Tabla 9).

<b>Oxidaciones de Manganeso</b>	
<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
<b>Aislado</b>	Aparecen pequeñas manchas de manganeso muy localizadas.
<b>Concentrado</b>	El manganeso se localiza en una o varias zonas.
<b>Disperso</b>	El manganeso se localiza en varias zonas de manera intensa.
<b>Generalizado</b>	Las concentraciones ocupan la práctica totalidad del hueso, sin apreciarse una concentración concreta en alguna zona. Distribución más o menos uniforme.
<b>Completo</b>	Toda la superficie del hueso está teñida de negro.

**Tabla 9:** Diferentes grados de afectación de óxido de manganeso. Extraído de Moclán (2016) y modificado.

- *Concreciones:*

Las concreciones son la adición de nuevos minerales y cimentación parcial o total de las partículas en la superficie de los huesos (Fernández-López, 2000). La formación de estas concreciones calcáreas se producen en ambientes donde el sustrato es húmedo. Los restos pueden quedar parcial o totalmente cubiertos de estas concreciones, haciendo imposible, en según qué casos, el análisis tafonómico de la superficie ósea del resto (Cáceres, 2002).

- *Agrietamiento:*

Por otro lado, los cambios bruscos de humedad y temperatura pueden producir grietas en la superficie de los huesos. En este estudio, ha sido posible diferenciar dos tipos de agrietamiento; usaremos A1 para referirnos a un nivel leve, donde las grietas no producen fractura y A2, en un nivel más agresivo, donde la superficie del hueso esta fracturada.

- *Tramplng:*

Otra alteración es el pisoteo (*tramplng*). El *tramplng* se caracteriza por ser un conjunto de estrías que se producen cuando las partículas sedimentarias raspan contra la superficie del hueso (Olsen y Shipman, 1988). Estas alteraciones se producen cuando se mueve la matriz sedimentaria (Andrews y Cook, 1985) y las partículas sedimentarias friccionan con la superficie ósea. El *tramplng*, es una alteración mecánica natural que en ocasiones ha sido foco de estudio por su parecido con las marcas de corte (Courtenay *et al.*, 2019, 2020).

- *Presión por sedimento:*

Otra alteración causada por la matriz sedimentaria es la modificación y presión del sedimento. El sedimento depositado en niveles superiores a los restos crea una presión que modifica y puede llegar a fracturar los restos (Lyman, 1994).

- *Weathering:*

Cuando los restos óseos se exponen a los efectos medioambientales, se producen unas alteraciones de sequedad, exfoliación i fractura. Dichas alteraciones, relacionadas directamente con la temperatura y humedad, son reconocidas como el *weathering* o meteorización (Behrensmeyer, 1978).

- *Acción de las raíces:*

Finalmente, las modificaciones causadas por las raíces en las superficies óseas, indican microambientes en el yacimiento y son indicativos de espacios abiertos o cuevas. La presencia de las raíces, puede secuenciar la intervención de los agentes. White (1992) plantea que, si las alteraciones de las raíces se localizan sobre la fractura o la cara medular de los elementos fracturados, se puede asegurar que la fractura del hueso es anterior a la presencia de las raíces.

Existen modificaciones de origen químico debido a la composición del sedimento, un factor determinante en la conservación de los restos (Huguet, 2007). Los suelos básicos, alteran principalmente la superficie del tejido óseo y producen fisuras. Los suelos ácidos, contrariamente, producen corrosiones en los huesos (Fernández-Jalvo, 1992; Huguet, 2007).

Por último, en este trabajo, se han identificado una coloración blanquecina en la superficie de los huesos. Anteriores estudios sobre el conjunto de microvertebrados de la Sima del Elefante, concluyen que estas coloraciones podrían ser la consecuencia de la actividad bacteriana y de hongos sobre los huesos una vez digeridos, depositados y mezclados entre plumas, pelo y excrementos en los nidos de aves (Bennásar, 2010).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISIS ANATÓMICO:

En este trabajo se han analizado 850 restos del subnivel 9d de la Sima del Elefante (Atapuerca). Se han identificado anatómicamente y taxonómicamente 428 restos (50'35%) y anatómicamente 113 restos (13'29%).

Los restos que no han sido identificados anatómicamente, han sido categorizados como huesos largos (NR:167; 19'64%), huesos planos (NR:50; 5'88%) y huesos indeterminados (NR:92; 10'82%).

### 5.2 ANÁLISIS POR TAXONES:

#### 5.2.1 Cuantificación del conjunto:

Las familias con más restos identificados son Leporidae (NISP: 173), Cervidae (NISP: 134) y Bovidae (NISP:79). En los carnívoros, se observa un predominio de los félidos (NISP:8), respecto a los cánidos (NISP:6), mustélidos (NISP:7) y úrsidos (NISP:1). Para los animales de talla muy pequeña, se han identificado 5 restos de tortuga y 3 de castor. En la familia Rhinocerotidae se han recuperado 4 restos, mientras que de Equidae y Suidae se recupera un único resto por cada taxón (Tabla 10).

Para los animales de tallas muy pequeñas, a parte de los restos de Leporidae, también se han identificado 5 restos de tortuga, 3 de castor y siete de pequeños mustélidos. Los datos de todos estos animales pequeños serán presentados en un apartado específico más adelante (Apartado 5.4).

En la familia de los cérvidos, se han identificado un total de 134 restos de Cervidae, entre los cuáles se ha podido determinar 2 fragmentos de maxilar y 1 falange de *Dama "nestii" cf. vallonnetensis* y 4 fragmentos de cráneo de *Cervus elaphus*. Se ha identificado un fragmento de humero y un premolar de cérvido de tamaño grande, posiblemente *Eucladoceros giulii* (Imagen 13 y 14).

En los carnívoros, predominan los restos de félidos (NISP:8) con un radio y un canino de *Felis sp.* y 2 falanges, un radio, una ulna, una costilla y un canino de *Lynx pardinus*. En el caso de los cánidos (NISP:6), se han identificado una patela y un fragmento de tibia de *Vulpes cf. alopecoides*, un fragmento de fémur de *Canis cf. mosbachensis/arnensis* y un radio, una patela y una falange de cánido. En los mustélidos (NR:7), predominan los restos de *Meles meles*, con un fragmento de maxilar, un diente y un metápodo. También se ha identificado un fémur de *Mustela cf. palerminea/praeivalis*, así como un fémur, una mandíbula y un fragmento de maxilar

que solamente se ha podido determinar a nivel de familia como Mustelidae indet (Imagen 15 y 16).

La presencia de *Ursus cf. dolinensis*, queda representada con una hemimandíbula.

- *NME:*

En el estudio del NME, para los cérvidos se observa una mayor representación de los fémures (NME:9) y falanges (NME: 8). Paralelamente, los bóvidos están mayormente representados por las costillas (NME: 8).

Los perisodáctilos, équidos y rinocerontes, muestran un bajo número de elementos representativos. En el caso de la familia Rhinocerotidae, se recupera un húmero (NME:1), un metatarso (NME:1) carpal (NME:1), una falange (NME:1). Los équidos quedan representados por un único húmero (NME:1).

Los suidos, quedan representados por una mandíbula (NME:1).

En el caso de los carnívoros, los félidos (NME:8) están más representados que los cánidos (NME:6). En los félidos predominan dientes, radios y falanges (NME:2). Los cánidos, se representan principalmente por los huesos articulados (NME:2). En la familia Ursidae, se ha identificado una única mandíbula. Finalmente, para los mustélidos (NME:6), los fémures son los elementos más abundantes (NME:2).

- *NMI:*

En el cálculo del NMI se ha tenido en cuenta el NME y las edades establecidas por cada resto. Para el estudio de la dentición, tanto en los taxones como seguidamente en las tallas, se han usado los trabajos de Marín *et al.*, (2017) sobre la dentición de los équidos y cérvidos y de Rodríguez-Hidalgo (2015) para la dentición de los bóvidos.

En el caso de los cérvidos, se han identificado 10 individuos. Un individuo senil y un infantil de *Dama "nestii" cf. vallonnetensis*; 6 adultos, entre ellos, uno de hembra de *Cervus elaphus* y un individuo adulto de cérvido de talla grande el cual no hemos podido asociar a ninguna especie y dos individuos inmaduros, uno de ellos juvenil e identificado solamente a nivel de familia como Cervidae indet. Por otro lado, en los bóvidos, se han identificado 6 individuos. En este caso, un individuo juvenil, un individuo inmaduro y 4 adultos Bovidae indet. En los équidos se ha identificado un individuo adulto, así como en los rinocerontes y suidos (Tabla 11).

En los carnívoros, los cánidos están representados por dos individuos adultos, uno corresponde a *Vulpes cf. alopecoides* y el otro a *Canis cf mosbachensis/arnensis*. Paralelamente, para los félidos se han identificado un adulto de *Lynx pardinus* y un

individuo adulto de *Felis sp.* Se ha identificado un individuo juvenil de oso (*Ursus cf. dolinensis*). En el caso de los mustélidos, se han identificado un individuo adulto de *Meles meles* y un individuo adulto de *Mustela cf. palerminea/praeivalis*.

	SENIL	ADULTO	SUBADULTO	JUVENIL	INFANTIL	INMADUR	TOTAL
Rhinocerotidae		1					1
Equidae		1					1
Bovidae		4		1		1	6
Cervidae	1	5		1	1	1	9
Suidae		1					1
<b>TOTAL NMI</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>18</b>

TABLA 11: Número de Individuos por cada una de las tres categorías de edad por taxón y talla de peso.

Debido al bajo número de restos de carnívoro (NISP:21; 2'5% del total del conjunto) y a la implicación del estudio de los ungulados en las estrategias de subsistencia de los homínidos, hemos decidido exponer los siguientes datos solamente teniendo en cuenta los restos de ungulados.

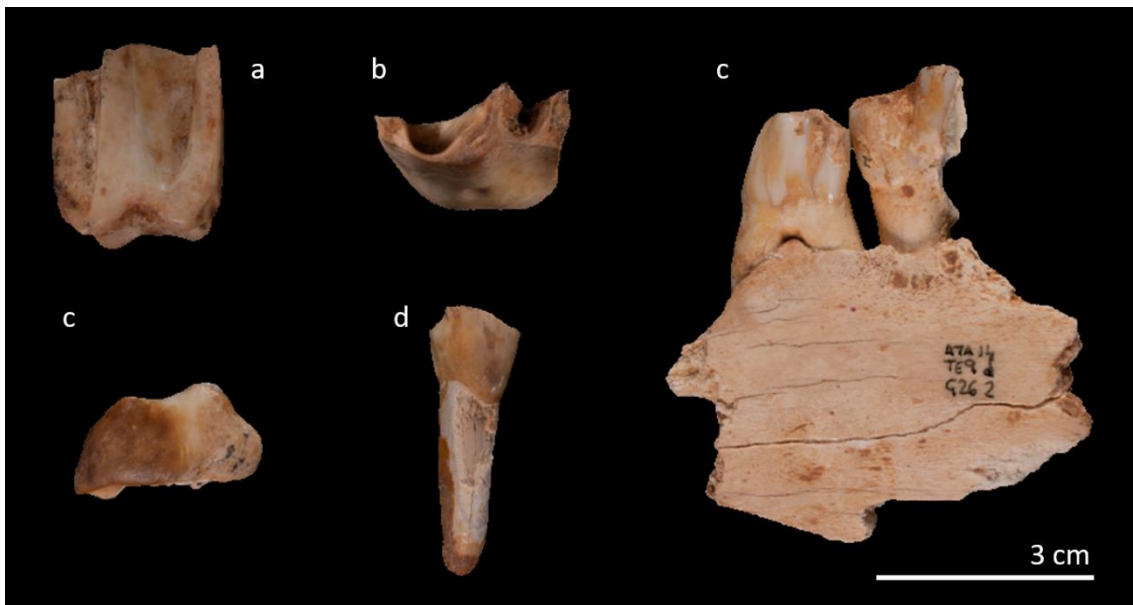


IMAGEN 13: Restos de unidades dentarias identificadas en el conjunto. a) PM3 inf. de bóvido cara lingual y b) cara oclusal; c) germen Cervidae; d) Segundo incisivo aislado de bóvido; e) Fragmento mandibular con I1 y P2 de bóvido.

	Rhino.			Equidae			Bovidae			Cervidae			Suidae			Canidae			Felidae			Ursidae		
	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI	NISP	NME	NMI
Asta							31	1	1															
Cuerno									1	1	1													
Cráneo											4	4	4											
Mandíbula									1	1	1	1	1	1	1							1	1	1
Dientes									4	3	2	7	7	2								2	2	1
Vértebras									6	3	2	4	2	2										
Costillas									9	8	1	8	4	1								1	1	1
Esternó																								
Escápula									2	1	1	1	1											
Coxal									1	1	1													
Húmer	1	1	1	1	1	1			12	4	4	14	6	4										
Radi									4	1	1	1	1	1								1	1	1
Ulna									1	1	1	1	1	1								1	1	1
Carpales	1	1	1						1	1	1	1	1	1										
Metacarpos									2	2	1	7	3	1										
Fémur									5	3	2	16	9	6								1	1	1
Tibia									5	3	3	8	2	2								1	1	1
Fibula																								
Tarsales									3	3	1	4	4	4										
Metatarsos	1	1	1						7	3	3	12	6	1										
Metápodos									4	4	1	4	3	1										
Falanges	1	1	1						7	6	1	9	8	2								1	1	1
Articulares									4	4	1											2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>79</b>	<b>53</b>	<b>6</b>	<b>134</b>	<b>64</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

TABLA 10: Valores del NISP, NME y NMI para los taxones identificados en el nivel TE09d de Sima del Elefante.

## 5.2.2 Integridad de la muestra:

- *Índice de abundancia relativa (ISU):*

En el caso de los cérvidos, los fémures (5), el cráneo (40) y las mandíbulas (5) tienen una mayor representación en el conjunto. Contrariamente, los carpales (1'25) y las vértebras (0,05%) son los que presentan una baja representación (Tabla 12 y gráfico 1).

En el caso de los bóvidos, los húmeros (40), fémures (30), tibias (30) y metatarsos son los elementos con una mayor representación a lo esperado por individuo. Las vértebras (1,30) y los dientes (1,87), son los elementos con una representación relativa más baja.

Destacamos que, para los bóvidos y los cérvidos, se observa una representación total de los segmentos anatómicos, pero en ningún caso, los valores representados superan el 50%.

Índice de abundancia relativa (ISU)																					
	Asta	Cuerno	Cráneo	Mandíbula	Dientes	Vértebras	Costillas	Escápula	Coxal	Húmero	Radio	Ulna	Carpales	Metacarpos	Fémur	Tibia	Tarsales	Metatarsos	Mtpd. Indet.	Falanges	Articulares
Rhinocerotidae										50			14					12'5		8	
Equidae										50											
Bovidae		10		10	1'87	1'3	6'15	10	10	40	10	10	10	10	30	30	6	30	20	0'83	4'44
Cervidae	5		40	5	0'2	0'05	0'17	0'5		3'33	0'5	0'5	1'25	0'55	5	1'11	0'44	1'66	0'33	0'18	
Suidae				50																	

TABLA 12: Valores ISU para los distintos taxones estudiados.

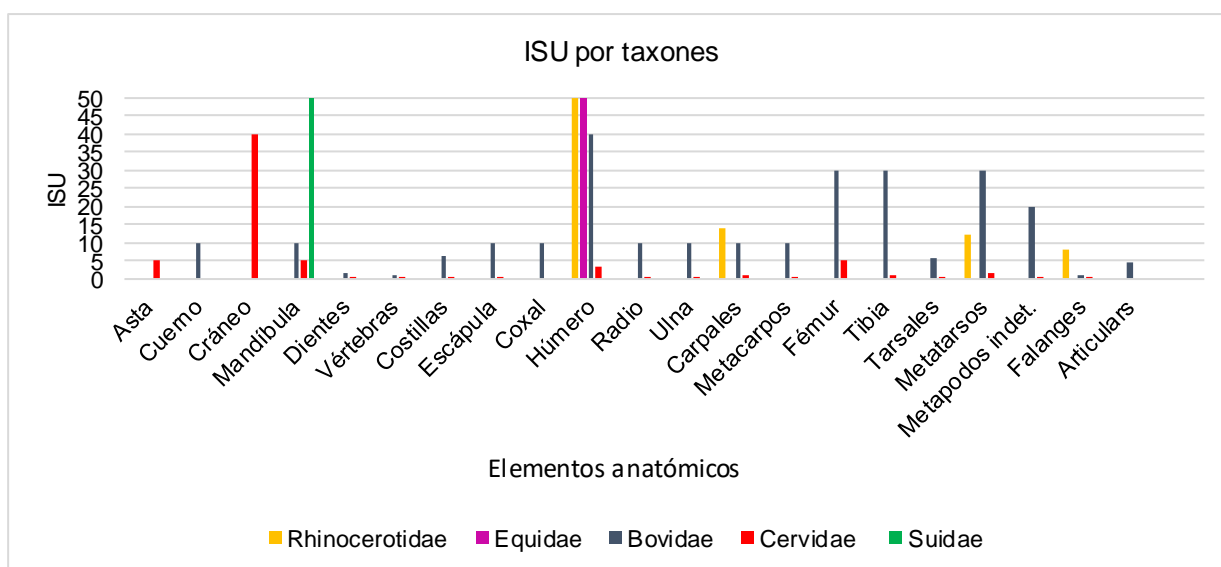


GRÁFICO 1: Valores ISU para los distintos taxones estudiados.

- MAU y % MAU:

En este conjunto, la mayor representación y distribución anatómica se encuentra en los restos de artiodáctilo, mientras que la menor en los perisodáctilos (Tabla 13 y gráfico 2).

En los cérvidos, los estilopodios son los elementos más representativos, mientras que las vértebras (0,88%) y los carpales (1,77%) son los menos representados.

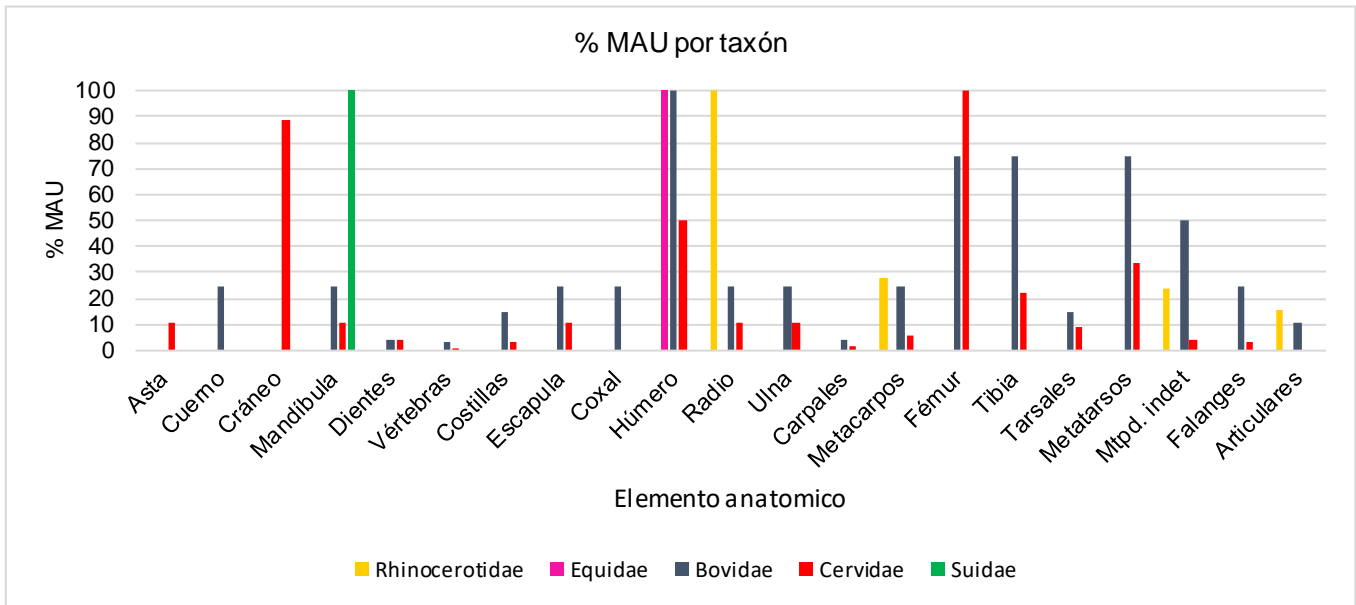
Para los bóvidos, la mayor representatividad recae en los húmeros (100%), seguido de los fémures, tibias y metatarsos (75%). Los elementos menos representados son los dientes (4'5%) y las vértebras (3%).

En los équidos, la representación se muestra únicamente en el húmero (100%), así como en los rinocerontes, húmeros (100%).

Los suidos, solo están representados por un único elemento, las mandíbulas (100%).

	Rhinocerotidae		Equidae		Bovidae		Cervidae		Suidae	
	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU
<b>Asta</b>							0,5	11,11		
<b>Cuernos</b>					0,5	25				
<b>Cráneo</b>							2	88,88		
<b>Mandíbula</b>					0,5	25	0,5	11,11	<b>1</b>	<b>100</b>
<b>Dientes</b>					0,09	4,5	0,19	4,22		
<b>Vértebras</b>					0,06	3	0,04	0,88		
<b>Costillas</b>					0,3	5	0,15	3'33		
<b>Escápula</b>					0,5	25	0,5	11,11		
<b>Coxal</b>					0,5	25				
<b>Húmero</b>	<b>0'5</b>	<b>100</b>	<b>0'5</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	3	50		
<b>Radio</b>					0,5	25	0,5	11,11		
<b>Ulna</b>					0,5	25	0,5	11,11		
<b>Carpales</b>	0'14	28			0,08	4	0,08	1,77		
<b>Metacarpos</b>					0,5	25	0,25	5,55		
<b>Fémur</b>					1,5	75	<b>4,5</b>	<b>100</b>		
<b>Tibia</b>					1,5	75	1	22,22		
<b>Tarsales</b>					0,3	15	0,4	8,88		
<b>Metatarsos</b>	0,12	24			1,5	75	1,5	33,33		
<b>Metapodios</b>					1	50	0,18	4		
<b>Falanges</b>	0'08	16			0,5	25	0,16	3,5		
<b>Articulares</b>					0,22	11				

TABLA 13: Valores MAU y %MAU para los distintos taxones estudiados.



**GRÁFICO 2:** Valores MAU y %MAU para los distintos taxones estudiados.



**IMAGEN 14:** Restos de cérvidos identificados en el conjunto. a) Fragmento de rama de asta; b) Fragmento de roseta; c) Fragmento distal del candil; d y e) Fragmentos de rama de asta. f) Fragmento de cráneo de individuo adulto de hembra de cérvido.



**IMAGEN 15:** Restos grandes herbívoros y suido identificados en el conjunto. a) fragmento de húmero de rinoceronte; b) fragmento húmero de équido; c) fragmento de mandíbula de suido; d y f) fragmentos de vértebras de bóvido. e) primera falange de bovido.



**IMAGEN 16:** Restos de carnívoros identificados en el conjunto. a) Hemimandíbula de oso; b) Fragmento ulna y radio en conexión anatómica de *Lynx pardinus*; c) Fragmento de costilla de férido; d) Patela de cánido y f) Segunda falange posterior de *Lynx pardinus*; e) Canino superior *Meles meles*.

### **5.3 ANALISIS POR TALLAS DE PESO:**

#### **5.3.1 Cuantificación del conjunto:**

El NSP del conjunto estudiado es de 770 restos. En este apartado se incluirán los restos identificados taxonómicamente (cuyos datos hemos presentado en el apartado anterior) y todos aquellos restos que no han sido posible asignarlos taxonómicamente, pero si a una talla de peso.

Las tallas de peso que presentan mayor número de efectivos son la talla media (NSP:265) y la talla grande (NSP:218). Los restos de talla pequeña (NSP:59) y talla muy grande (NSP:8), son los menos representados en el conjunto (Tabla 14).

Los datos sobre los animales talla muy pequeña serán presentados más adelante en el apartado 5.8.

#### **- NME:**

La talla media de peso es la talla con un mayor número de elementos representados (NME:72; 46'15%). Predominan las costillas (NME:9) y los dientes aislados (NME:8). Los restos de talla grande han aportado un total de 65 elementos (41'66%), donde destacan las costillas (NME:12). El predominio de los elementos del esqueleto axial también se observa en la talla pequeña, donde las costillas (NME:4) y las vértebras (NME:3) son los más abundantes. Finalmente, en el análisis de la talla muy grande de peso, los elementos del esqueleto apendicular son mayoritarios al craneal.

La relación entre el NSP y el NME muestra que, entre los elementos de todas las tallas de peso, excepto en el caso de los animales de talla muy grande, se presenta una alta fragmentación, indicando así el posible estado de la integridad del conjunto.

	T. M. G			T. G			T.M			T. P		
	NSP	NME	NMI	NSP	NME	NMI	NSP	NME	NMI	NSP	NME	NMI
Asta							33	1	1			
Cuernos				1	1	1						
Cráneo							5	4	4			
Mandíbula				1	1	1	2	1	1	2	2	2
Dientes	1	1	1	6	4	3	9	8	3			
Vértebras				15	5	2	18	6	2	5	3	2
Costillas				22	12	2	23	9	1	7	4	2
Escápula				3	2	1	2	2	1			
Coxal				2	1	1						
Húmero	1	1	1	17	6	4	14	4	3	1	1	1
Radio	1	1	1	3	1	1	1	1	1			
Ulna				1	1	1	2	1	1			
Carpales	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Metacarpos				2	1	1	8	2	1			
Fémur	1	1	1	6	3	2	19	6	3			
Tibia				6	3	2	12	5	5	1	1	1
Tarsales				3	3	1	4	4	4			
Metatarsos	1	1	1	8	4	4	12	6	3			
Metapodos indet.				4	4	1	5	3	1			
Falanges	1	1	1	8	7	1	8	7	2	1	1	1
Articulares				5	5		1	1	1			
Largo				62			49			11		
Estilopodios				6			8					
Pla	1			3			13			6		
MEC				8			2			1		
CV				4			5			4		
Indeterminados				21			7			4		
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>218</b>	<b>65</b>	<b>7</b>	<b>263</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>43</b>	<b>12</b>	<b>4</b>

**TABLA 14:** Valores del NSP, NME y NMI por cada elemento anatómico y talla de peso. T.M.G: Talla muy grande; T.G: Talla grande; T.M: Talla media; T.P: talla pequeña.

- *NMI:*

En el estudio de las edades de los elementos identificados, para la talla muy grande se han identificado dos individuos adultos, un équido y un rinoceronte.

Comparando nuestros resultados con los estudiados por Rodríguez-Hidalgo (2015), las unidades dentarias nos indican que, para la talla grande, tenemos un individuo juvenil. Así mismo, el proceso de epifisación de los huesos indican un individuo inmaduro y 5 adultos para la talla grande de peso. Dentro de estos cinco adultos, se ha identificado, 1 cérvido adulto, 1 bóvido adulto y 3 adultos de talla grande.

Para la talla mediana, mediante los fragmentos de cráneo y la dentición (Marín *et al.*, 2017), hemos podido identificar 4 individuos; un adulto hembra y un individuo juvenil de cérvido y un individuo senil y un infantil de *Dama "nestii" cf. vallonnetensis*. Gracias al estudio de las tibias, se han podido identificar 3 individuos adultos.

Finalmente, para la talla pequeña (NMI:3), según las falanges se ha identificado un individuo adulto de Cervidae, según las costillas, identificamos un individuo adulto y un individuo inmaduro y la mandíbula de Suidae nos aporta otro individuo adulto (Tabla 15).

	SENIL	ADULTO	SUBADULTO	JUVENIL	INFANTIL	INMADURO	TOTAL
<b>T. muy grande</b>		2					2
<b>T. grande</b>		5		1		1	7
<b>T. mediana</b>	1	4		1	1		7
<b>T. pequeña</b>		3				1	4
<b>TOTAL NMI</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>20</b>

TABLA 15: NMI por tallas de peso.

### 5.3.2 Integridad de la muestra:

- Índice de abundancia relativa (ISU):

A partir del cálculo del índice de abundancia relativa observamos que los elementos de talla muy grande con mayor representación son los húmeros, radios y fémures (25%). Los menos representados son los carpales (1'19%). Del mismo modo, para la talla grande de peso, observamos que los carpales son los menos abundantes (1'19%), mientras que los metatarsos (28'57%) los más representados. Para los animales de talla media, los cráneos están muy representados (57'14%) y los huesos articulares son los elementos menos representados (0'89%). Destacamos, que, en la talla media, los estilopodios posteriores (fémures; 42'85%), también están muy representados. Finalmente, en la talla pequeña, los elementos más abundantes son las mandíbulas (25%) (Tabla 16 y gráfico 3).

	Asta	Cuernos	Cráneo	Mandíbula	Dientes	Vértebra	Costillas	Escápula	Coxal	Húmero	Radio	Ulna	Carpales	Metacarpos	Fémur	Tibia	Tarsales	Metatarsos	Metapodos indet.	Falanges	Articulares
<b>T.M. G</b>					1'56					25	25		7'14		25			6'25		4'16	
<b>T. G</b>		7'14		7'14	1'78	1'55	3'84	14'28	7'14	42'85	7'14	7'14	1'19	7'14	21'42	21'42	4'28	28'57	14'28	8'33	
<b>T.M</b>	7'14		57'14	7'14	3'17	2'09	4'94	14'28		28'57	7'14	7'14	1'19	2'38	42'85	35'71	5'71	21'42	2'67	2'08	0'89
<b>T. P</b>				25		1'59	3'57			12'5						12'5				1'56	

TABLA 16: Índice de ISU de los distintos elementos anatómicos por tallas de peso.

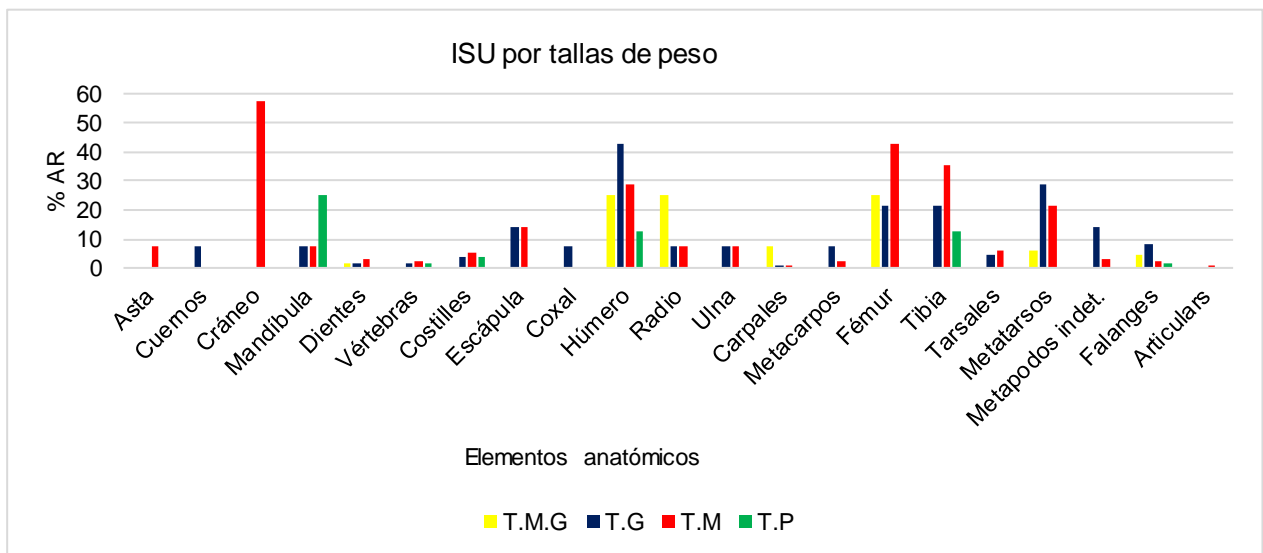


GRÁFICO 3: Representación del ISU de los elementos anatómicos por tallas de peso.

- MAU y % MAU:

El cálculo de MAU en los elementos de animales de talla muy grande, nos indica una alta representación de los huesos largos anteriores y del fémur (100). Contrariamente, los dientes, son los elementos menos representados (6). Para la talla grande de peso, los húmeros son el elemento más abundante (100) y los carpales los más escasos (2'66). En los elementos de talla media, el cráneo es el elemento más representativo (100), mientras que los huesos articulares son los más escasos (1'5). Finalmente, en la talla pequeña, destacamos la presencia de húmeros, tibias y mandíbulas como los elementos más representativos (Tabla 17 y gráfico 4).

En todas las tallas, excepto entre los animales de talla media, se observa una mayor representación de los huesos del esqueleto apendicular, concretamente los huesos largos.

	T. M. Grande		T. Grande		T. Media		T. Pequeña	
	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU
Astas					0,5	12,5		
Cuerno			0,5	16,66				
Cráneo					<b>4</b>	<b>100</b>		
Mandíbula			0,5	16,66	0,5	12,5	<b>0,5</b>	<b>100</b>
Dientes	0,03	6	0,12	4	0,22	5,5		
Vértebras			0,1	3,33	0,14	3,5	0,06	12
Costillas			0,46	15,33	0,34	8,5	0,14	28
Escápula			1	33,33	1	25		
Coxal			0,5	16,66				
Húmero	<b>0,5</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	2	50	0,5	100
Radio	0,5	<b>100</b>	0,5	16,66	0,5	12,5		
Ulna			0,5	16,66	0,5	12,5		
Carpales	0,14	28	0,08	2,66	0,08	2		
Metacarpos			0,5	16,66	0,16	4		
Fémur	0,5	<b>100</b>	1,5	50	3	75		
Tibia			1,5	50	2,5	62,5	0,5	100
Tarsales			<b>0,3</b>	10	0,4	10		
Metatarsos	0,12	24	2	66,66	1,5	37,5		
Metapodial			1	33,33	0,18	4,5		
Falanges	0,08	16	0,58	19,33	0,14	3,5	0,06	12
Articulares					0,06	1,5		

TABLA 17: MAU y %MAU para cada elemento anatómico y talla de peso.

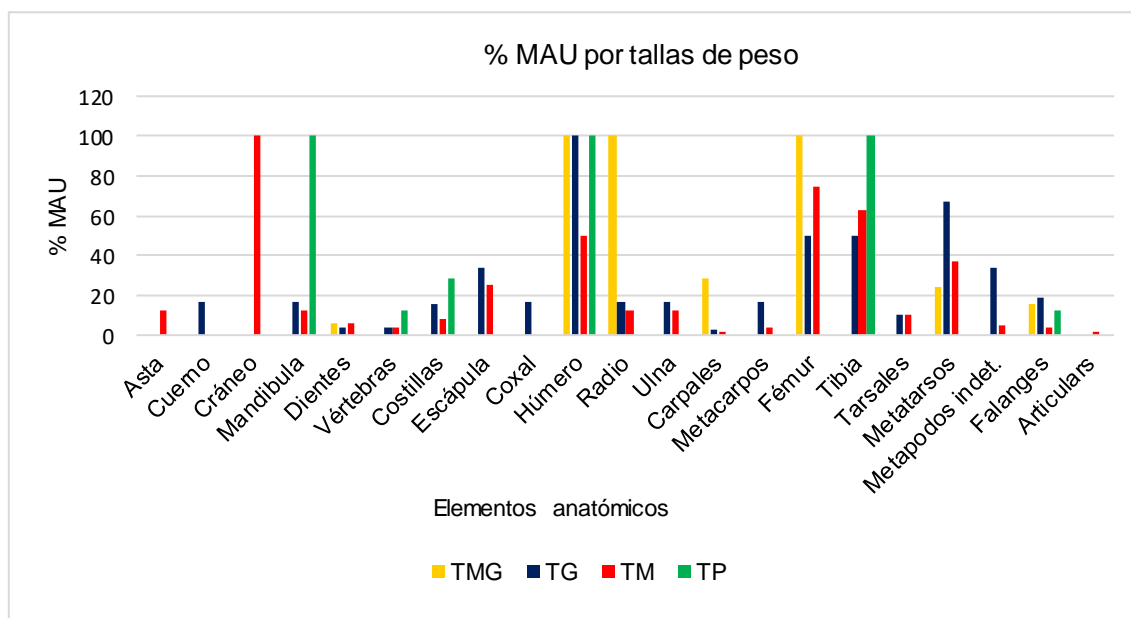


GRÁFICO 4: Representación del MAU y el %MAU de los elementos anatómicos por taxones.

#### 5.4 Sesgo de la muestra:

Los índices de representación de los elementos de las diferentes categorías taxonómicas y tallas de peso muestran que la integridad de los esqueletos de los ungulados dentro de la cavidad es baja a excepción de los bóvidos y cérvidos. En la mayoría de los casos, la ausencia de elementos esqueléticos podría deberse a una conservación diferencial producida por los distintos procesos que operan en la formación del yacimiento (Tabla 18 y 19).

	<b>D.M.B</b>	<b>Rino.</b>	<b>Equidae</b>	<b>Bovidae</b>	<b>D.M.C</b>	<b>Cervidae</b>	<b>D.M.O</b>	<b>Suidae</b>
<b>Mandíbula</b>	79	0	0	10	61	5	62	50
<b>Vértebras</b>	62	0	0	1'30	30	0'05	26	0
<b>Costillas</b>	57	0	0	6'15	40	0'17	37	0
<b>Coxal</b>	55	0	0	10	49	0	49	0
<b>Escápula</b>	50	0	0	10	49	0'5	20	0
<b>Húmero</b>	48	50	50	40	63	3'33	42	0
<b>Radio</b>	69	0	0	10	68	0'5	57	0
<b>Ulna</b>	69	0	0	10	68	0'5	57	0
<b>Fémur</b>	45	0	0	30	57	5	36	0
<b>Tibia</b>	76	0	0	30	74	1'11	59	0
<b>Tarsales</b>	80	0	0	6	64	0'44	58	0
<b>Metacarpos</b>	63	0	0	10	72	0'55	67	0
<b>Metatarsos</b>	59	12'5	0	30	74	1'66	68	0
<b>Falanges</b>	48	8	0	0'83	57	0'18	55	0
<b>Rho Spearman</b>		0'10	0'22	<b>0'54</b>		0'05		0'28
<b>p- normal</b>		2'18E-06	2'19E-07	<b>0'007</b>		0'0005		2'19E-07

**TABLA 18:** Valores de la Densidad Mineral (cg/cm<sup>3</sup>) del bisonte, ciervo y oveja enfrentados a los datos del ISU de los diferentes taxones. Se incluyen los valores de la correlación de *Spearman* y el valor de la probabilidad. (*DMB*=densidad mineral bisonte (Kreutzer (1992); *DMC*=Densidad mineral ciervo (Hillson (1992); *DMO*= Densidad mineral oveja (Lyman (1994).

	<i>D.M.B</i>	<i>T.M.G</i>	<i>T.G</i>	<i>D.M.C</i>	<i>T.M</i>	<i>D.M.O</i>	<i>T.P</i>
<b>Mandíbula</b>	79	0	7'14	61	7'14	62	25
<b>Vérttebras</b>	62	0	1'55	30	2'09	26	1'59
<b>Costillas</b>	57	0	3'84	40	4'94	37	3'57
<b>Coxal</b>	55	0	7'14	49	0	49	0
<b>Escápula</b>	50	0	14'28	49	14'28	20	0
<b>Húmero</b>	48	25	42'85	63	28'57	42	12'5
<b>Radio</b>	69	25	7'14	68	7'14	57	0
<b>Ulna</b>	69	0	7'14	68	7'14	57	0
<b>Fémur</b>	45	25	21'42	57	42'85	36	0
<b>Tibia</b>	76	0	21'42	74	35'71	59	12'5
<b>Tarsales</b>	80	0	4'28	64	5'71	58	0
<b>Metacarpos</b>	63	0	7'14	72	2'38	67	0
<b>Metatarsos</b>	59	6'25	28'57	74	21'42	68	0
<b>Falanges</b>	48	4'16	8'33	57	2'08	55	1'56
<b><i>Rho Spearman</i></b>		0'07	0'10		0'12		<b>0'94</b>
<b><i>P - normal</i></b>		4'48E-05	0'005		0'008		<b>6'89E-05</b>

**TABLA 19:** Valores de la Densidad Mineral (cg/cm<sup>3</sup>) del bisonte, ciervo y oveja enfrentados a los datos del ISU de las diferentes tallas de peso. Se incluyen los valores de la correlación de *Spearman* y el valor de la probabilidad. (*DMB*=densidad mineral bisonte (Kreutzer, 1992); *DMC*=Densidad mineral ciervo (Hillson, 1992); *DMO*= Densidad mineral oveja (Lyman, 1994).

Si comparamos los datos de ISU con los de las densidades minerales a través del test de correlación de Spearman, vemos resultados diferentes según los taxones y tallas de peso.

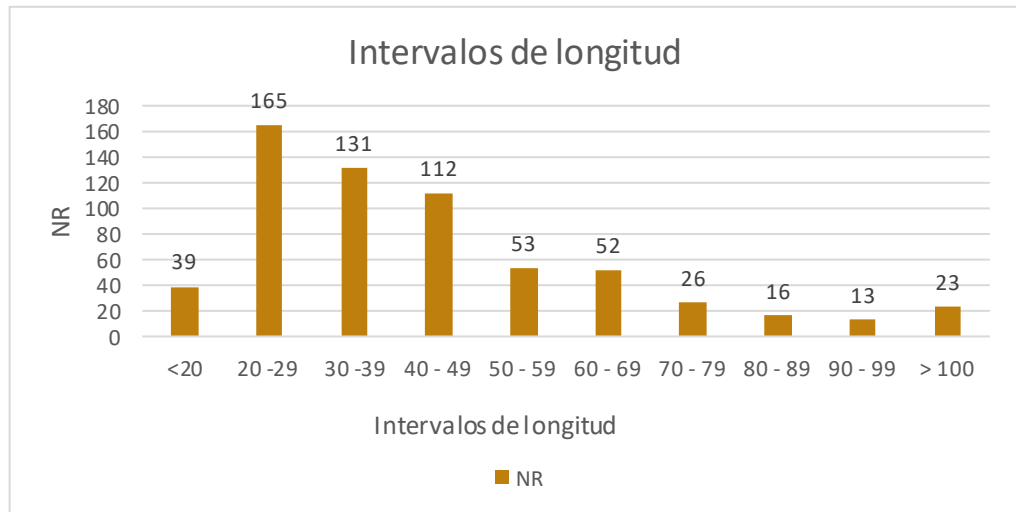
Comparando los datos obtenidos por ISU de los restos de Rhinocerotidae con las densidades minerales de los bisontes (Kreutzer 1992), identificamos una ausencia de correlación (*Spearman*=0'10; *p-normal*=2'18E-06). En el caso de los restos de Equidae, (*Spearman*=0'22; *p-normal*=2'19E-07), Cervidae (*Spearman*=0'05; *p-normal*=0'0005), y Suidae (*Spearman*=0'28; *p-normal*=2'19E-07), tampoco se observa una correlación. Contrariamente, se demuestra una correlación significativa entre los datos de la densidad mineral y los restos de Bovidae (*Spearman*=0'54; *p-normal*= 0'007).

En el test por tallas de peso, los datos obtenidos por ISU de la talla pequeña con las densidades minerales de oveja (Lyman, 1994) muestran una correlación relativa (*Spearman*=0'94; *p-normal*= 6'89E-05). Para el resto de tallas de peso, no se ha identificado ninguna correlación.

- *Fragmentación:*

En el conjunto se aprecia una alta fragmentación. La mayoría de los restos recuperados miden entre 20-29 mm (26'19%). Les siguen los segmentos de 30-39 mm (20'71%) (Tabla 20 y gráfico 5).

mm	NR	% TOTAL
<20	39	6'19%
20 -29	<b>165</b>	26'19%
30 -39	131	20'79%
40 - 49	112	17'77%
50 - 59	53	8'41%
60 - 69	52	8'25%
70 - 79	26	4'12%
80 - 89	16	1'90%
90 - 99	13	2'06%
> 100	23	3'65%
<b>TOTAL</b>	<b>630</b>	



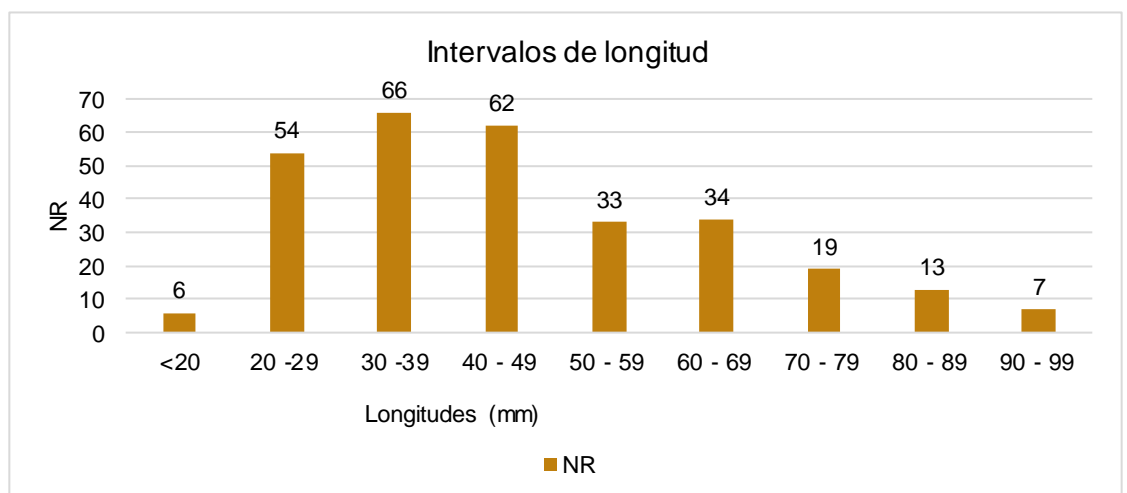
**TABLA 20:** NR por intervalos de longitud.

**GRÁFICO 5:** NR por intervalos de longitud.

Cuando observamos los intervalos de longitud de los restos de huesos largos, identificamos una mayor representación de los restos entre 30-39 mm (NR:66;21'56%) (Tabla 21 y gráfico 6).

Los restos menores a 20 cm están menor representados en ambas categorías debido a que durante los trabajos arqueológicos no se coordinan.

mm	NR	% TOTAL
<20	6	1'9%
20 -29	54	17'64%
30 -39	66	21'56%
40 - 49	62	20'26%
50 - 59	33	10'78%
60 - 69	34	11'11%
70 - 79	19	6'20%
80 - 89	13	4'24%
90 - 99	7	2'28%
> 100	12	3'92%
<b>TOTAL</b>	<b>306</b>	



**TABLA 21:** Intervalos de longitud de los restos de huesos largos.

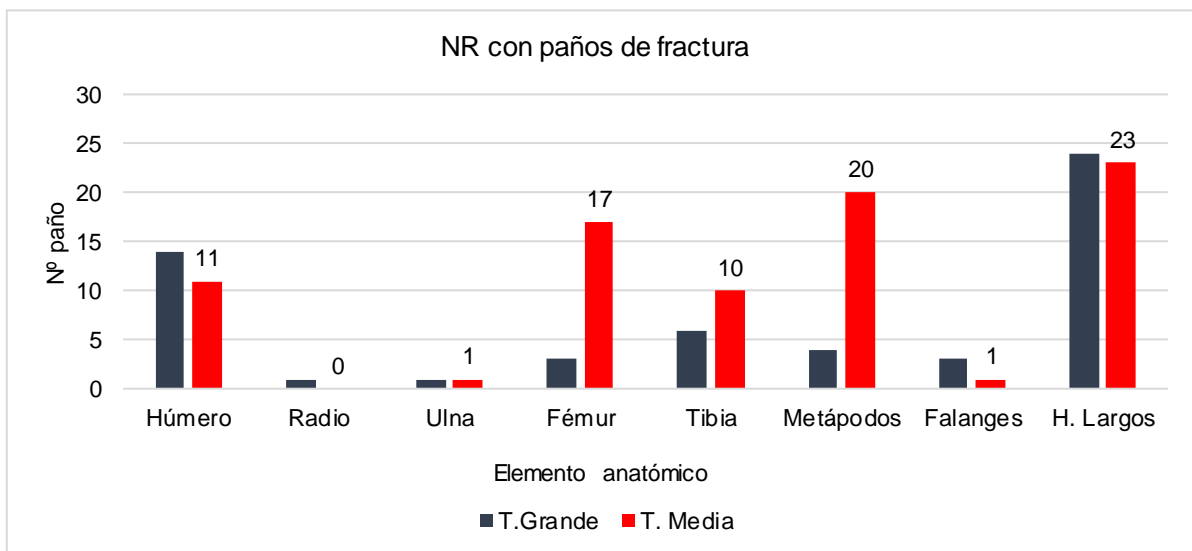
**GRÁFICO 6:** Intervalos de longitud de los restos de huesos largos.

- Fracturación:

Cuando los carnívoros u homínidos acceden a las carcasas con el objetivo de obtener el contenido cárnico o medular, pueden llegar a fracturar los huesos. Las fracturas que se producen en ese momento son fracturas en fresco y se pueden diferenciar de las producidas en seco debido a procesos postdeposicionales.

Se han analizado un total de 544 paños de fractura que corresponden a 152 restos de huesos largos. De todos los restos con paños de fractura, 144 restos son fragmentos de diáfisis de huesos largos.

Los 144 restos analizados pertenecen a distintas tallas de peso; la talla de peso muy grande con 1, la talla grande con 53 restos, la talla media con 83 y la talla pequeña con 2. A estos, se les suman 5 restos con paños de fractura identificados, que no han podido incluirse en una talla de peso. A nivel taxonómico, identificamos un resto de équido, 23 restos de bóvido y 55 restos de cérvido (gráfico 7).



**GRÁFICO 7:** NR de animales de talla grande y talla media de peso con paños de fractura.

Hemos identificado 289 paños curvos, 109 transversales y 146 longitudinales según su delineación; 170 mixtos, 298 oblicuos y 76 rectos según el ángulo y 411 suaves y 134 irregulares según la textura del paño de fractura.

Combinando las tres variables (Villa y Mahieu, 1991), vemos una mayor presencia en el modelo de paño curvo, oblicuo y suave (COS; 200) y los paños curvos mixtos suaves (CMS; 50). Seguidamente, los paños longitudinales oblicuos suave (LOS; 48) y transversal mixto e irregular (TMI; 34) son los más abundantes.

El predominio de los paños de fractura con la combinación de variables COS, se asocia a la actividad antrópica (Tabla 22).

Tipo de paño	Nº de paño	Tipo de paño	Nº de Paño	Tipo de paño	Nº de paño
CMI	20	LMI	20	TMI	34
<b>CMS</b>	<b>50</b>	LMS	26	TMS	20
COI	9	LOI	7	TOI	13
<b>COS</b>	<b>200</b>	LOS	48	TOS	21
CRI	5	LRI	14	TRI	12
CRS	5	LRS	31	TRS	9

**TABLA 22:** NR por cada tipo de paño identificado.

En el análisis de los restos del nivel TE09d de la Sima del Elefante no se han identificado muescas (*notches*), conos de percusión ni lascas parasitarias que nos indiquen que el agente principal que ha realizado la fracturación en fresco sean los homínidos. Por otro lado, como veremos en el apartado relacionado con las alteraciones por carnívoros, si se ha documentado alguna mordedura en borde de fractura.

- *Cilindros diafisarios:*

Por otro lado, se ha analizado la integridad de la sección de la circunferencia diafisaria de los huesos largos.

La mayor representación de fragmentos la observamos en aquellos fragmentos de diáfisis con una porción menor a la de 25 (>25; 57'95%). Seguidamente, se ven bien representados aquellos fragmentos con un cuarto de porción diafisaria (25; 26'14%). Las diáfisis completamente cilíndricas conforman el 10'60% del conjunto.

Si profundizamos en estos dos intervalos de circunferencias diafisarias con mayor representación (>25 y 25), observamos que la mayor parte de los restos pertenecen a huesos de talla media (46'63%) o talla grande (42'43%).

Por un lado, en el caso de los restos de animales de talla media con una circunferencia igual al 25, el predominio recae en los fragmentos de metápodos (33'33%) y fragmentos de fémures (22'91%). De lo contrario, para los restos de talla grande, el predominio se focaliza en los fragmentos de húmeros (34'78%).

Por otro lado, los restos de animales de talla media con una circunferencia menor a 25 (<25) son mayormente representados por los fragmentos de huesos largos (71'42%). Así mismo, los restos de talla grande, también se ven representados por los fragmentos de huesos largos (80'76%) (Tabla 23).

P. cilindro	NR	%
> 25	152	51'35%
25	55	18'58%
50	10	3'37%
75	2	0'67%
100	32	10'81%

**TABLA 23:** Número de restos y su porcentaje representativo según su circunferencia diafisaria.

También ha sido posible identificar 9 fragmentos de hueso largo de talla pequeña con una circunferencia menor a 25, un resto con la mitad de la circunferencia diafisaria y 3 restos con el 100 de la circunferencia. Por último, hemos documentado 14 fragmentos de huesos largos de talla indeterminada con una circunferencia menor a 25, 1 resto con un cuarto de circunferencia (25) y otro resto de talla indeterminada con la mitad de circunferencia (50).

En el conjunto de huesos apendiculares con la circunferencia diafisaria completa, se han identificado un de metápodo de cérvido y un hueso largo de un animal talla media con presencia de furrowing. Estos datos apuntan a que la presencia de la circunferencia diafisaria es el resultado de la actividad de un carnívoro.

- *Ratios epífisis-diáfisis:*

En este conjunto, se aprecia una mayor representación de fragmentos diafisarios que de epífisis tanto por taxones como por tallas de peso (Tabla 24).

Por taxones, en la clasificación de epífisis, se han podido identificar fragmentos de epífisis proximales (NISP:6), epífisis indeterminadas (NISP:2) y epífisis distales (NISP:11), siendo estas últimas las más abundantes. En cambio, por tallas de peso, se han contabilizado 10 fragmentos de epífisis proximales, 4 fragmentos de epífisis indeterminadas y 12 epífisis distales, siendo estas últimas las más abundantes

	POR TAXONES					POR TALLAS DE PESO				
	NR	E. Pr.	E. Dist	Ep.	Diaf.	NR	E. Pr.	E. Dist	Ep.	Diaf.
<b>Húmero</b>	29		5		24	35		5		30
<b>Radio</b>	5	1	2	2		5	1	2	2	
<b>Ulna</b>	1				1	3				3
<b>Metacarpo</b>	9				9	10	1			9
<b>Fémur</b>	21				21	26	1			25
<b>Tibia</b>	13				13	19		3		16
<b>Metatarsos</b>	21	5			16	21	6			15
<b>Metapodo</b>	8		4		4	9		4		5
<b>H. largos</b>						150	1		2	147
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>88</b>	<b>278</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>252</b>

**TABLA 24:** NR de los fragmentos de (E.Pr.) epífisis proximal, (E.Dist.) epífisis distal, (EP.) epífisis y (Diaf.) diáfisis, por taxones y por tallas de peso.

Por tallas de peso, la mayor representación de restos fragmentados la observamos en los huesos de talla media (41'55%) y talla grande (39'86%).

Se observan distintos grados de fragmentación, siendo los más afectados los huesos largos (90'64%). En el conjunto de los estilopodios, los húmeros, son los elementos más afectados por la fragmentación, dónde los fragmentos diafisarios (85'71%) son los más representativos. Del mismo modo, la mayor expresión en fémures reside en los fragmentos diafisarios (96'15%). En referencia a los zigopodios, la proporción para los radios, se ve igualada entre los fragmentos de epífisis distales y epífisis. Contrariamente, observamos nuevamente un predominio de los fragmentos diafisarios en las tibias (84'21%).

Por otro lado, este análisis de las ratios causadas por las actividades de agentes biológicos, hemos determinado las ratios entre las epífisis y las diáfisis.

Por tallas de peso, también se observa un claro predominio de las partes diafisarias sobre los fragmentos de epífisis, tanto proximales, distales como indeterminadas (Tabla 25).

RATIO	RATIO	%
Ep. Proximal / diáfisis	10/254	0'039
Ep. Distal / diáfisis	12/254	0'047
Epífisis / diáfisis	24/254	0'094

**TABLA 25:** Valores obtenidos para las ratios epífisis proximal-diáfisis; epífisis distal- diáfisis y epífisis-diáfisis.

Por último, se han calculado el total de elementos que hay según el esqueleto axial, apendicular y craneal a nivel taxonómico y por tallas de peso (Tabla).

Por taxones se aprecia que, el esqueleto apendicular está más representado que el axial o el craneal en todos los taxones. Por las tallas de peso, los elementos del esqueleto apendicular son más abundantes que los del axial o craneal. En los elementos de la talla pequeña, se observa una mayoría de los elementos axiales sobre los apendiculares (Tabla 26).

	Rhino.	Equidae	Bovidea.	Cervidae	Suidae	T.M. G	T. G	T. M	T. P
<b>Craneal</b>	0	0	5	13	1	1	6	14	2
<b>Axial</b>	0	0	13	7	0	0	20	17	7
<b>Apendicular</b>	4	1	35	44	0	6	39	41	3

**TABLA 26:** Relación entre los distintos segmentos anatómicos por taxones y tallas de peso (Rhino: Rhinocerotidae).

## 5.5 Alteraciones antrópicas:

Posiblemente, algunos de los huesos con fracturación en fresco documentados en el conjunto se deben a la actividad antrópica. Sin embargo, la ausencia de muescas (*notches*), estrías de percusión o lascas parasitarias, no permite determinar la importancia de dicha actividad dentro del conjunto. Las únicas evidencias claras de acción antrópica sobre el conjunto faunístico estudiado son las marcas de corte identificadas.

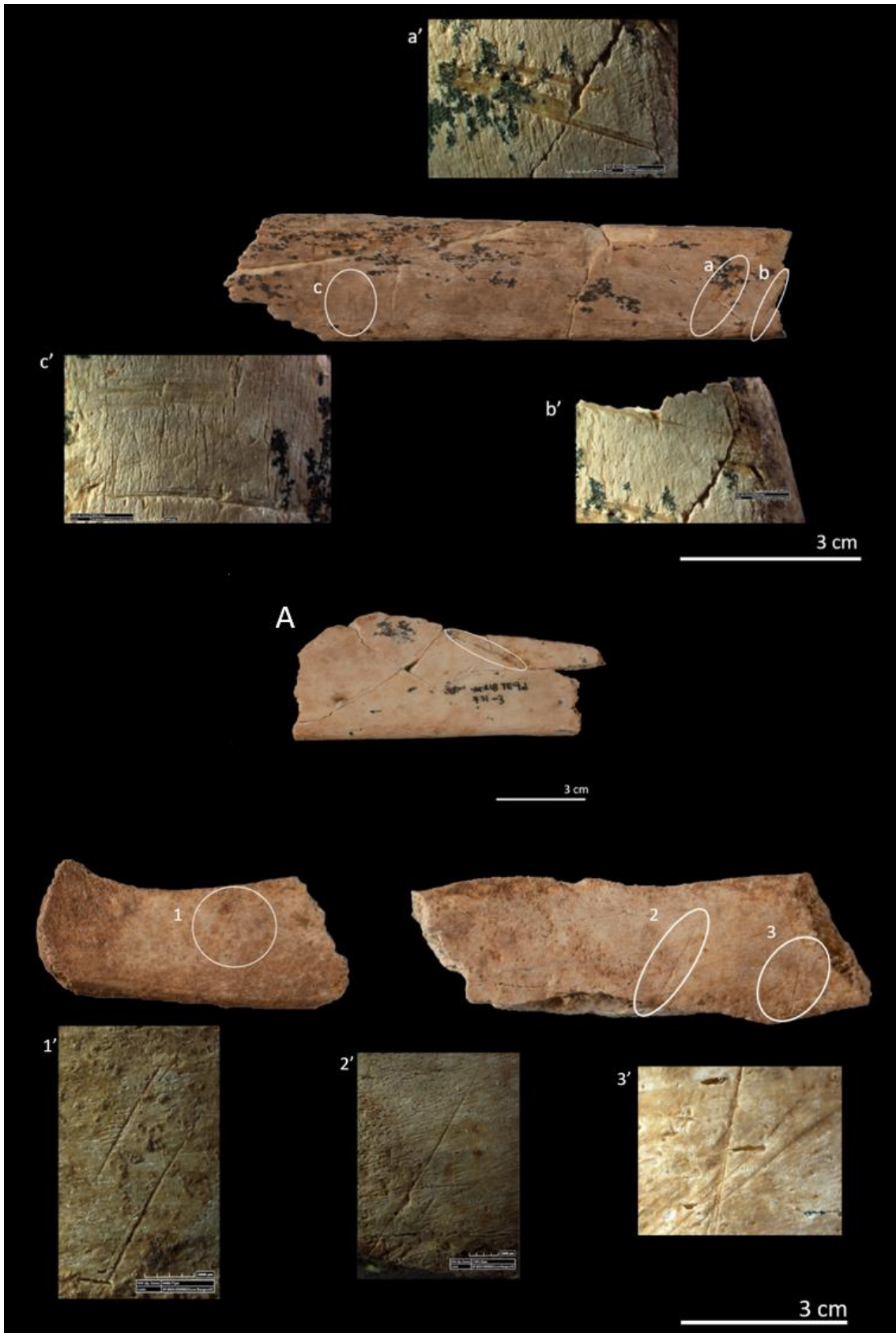
### - *Marcas de corte:*

En el conjunto de restos faunísticos del nivel TE09d de la Sima del Elefante se han identificado 4 marcas de corte (0'44%). Se encuentran en una costilla de individuo inmaduro de talla grande, una costilla de bóvido (T. grande), una vértebra torácica de inmaduro de bóvido (T. grande) y un humero de un individuo adulto de cérvido (T. media).

- 1) Fragmento de costilla: Perteneciente a un individuo inmaduro de talla grande. Representa el 50% de las costillas de inmaduro de talla grande identificadas. En este hueso se han identificado 7 marcas de corte. Todas ellas se localizan en la cara ventral del hueso. Por una parte, se identifica una agrupación de tres marcas transversales y paralelas entre ellas. Las medidas obtenidas para ellas son 2'9mm, 3'8mm y 3mm. También se ha identificado una incisión aislada con unas medidas de 5'1mm x 0'2mm. Finalmente, se identifica otra agrupación de tres marcas transversales y paralelas entre ellas. En este caso, solo se han podido medir dos incisiones ya que, la tercera se encuentra al borde de fractura (7'8 mm x 0'3 mm; 3 mm x 0'1 mm; borde de fractura). La funcionalidad de estas marcas recae en la evisceración (Imagen 17).
- 2) Fragmento de costilla: Perteneciente a un individuo adulto de bóvido, siendo el 11'11% (1/9) de las costillas de bóvido adulto identificadas. Se identifican dos incisiones oblicuas paralelas en la cara dorsal de la diáfisis de esta. En este caso, la funcionalidad de estas marcas es el descarnado.
- 3) Vértebra torácica: Pertenece a la única vertebra torácica identificada de individuo inmaduro de bóvido en el conjunto. En la cara lateral de la cresta vertebral central se han identificado 8 marcas de corte. Se agrupan en; 4 incisiones oblicuas y entrecruzadas, con medidas de 19mm, 5mm, 3mm, 2,9mm y 3,6mm. En la misma cara lateral, también se han identificado otra agrupación de marcas de raspado, transversales y oblicuas y entrecruzadas, con dimensiones entre >9,4mm y 6mm. Por último y en la misma cara, se observan dos incisiones

aisladas, transversales y paralelas entre ellas, con medidas de 7'2mm y 3'6mm. La funcionalidad de dichas marcas es la del descarnado.

- 4) Fragmento diáfisis de húmero izquierdo: El fragmento de húmero (7'14%) pertenece a un cérvido adulto. Una única incisión transversal en la cara posterior de 1'44mm x 0'22mm, provocada durante el descarnado.



**IMAGEN 17:** Marcas de corte identificadas en el conjunto. (Arriba) Fragmento de costilla de individuo inmaduro con marcas de corte. Incisiones oblicuas producidas durante las actividades de descarnado. a-a') marcas transversales y paralelas; b-b') incisión aislada en borde de fractura; c-c') conjunto de marcas transversales y paralelas. (Medio) Fragmento de vértebra de individuo adulto dos marcas paralelas. (Abajo) Fragmento de vértebra de individuo inmaduro con marcas de corte. 1-1') Marcas paralelas y transversales; 2-2') Incisión aislada; 3-3') Agrupación de marcas entrecruzadas.

## 5.6 Alteraciones por carnívoros:

Un total de 264 restos de macrofauna (31'05%) presentan modificaciones en la superficie de los huesos causadas por la actividad de los carnívoros. Estas actividades se han identificado a partir de los surcos, depresiones, improntas, *furrowing*, digestión, *knawing* documentados (Tabla 27 y gráfico 8). Se han identificado huesos con múltiples alteraciones.

ALTERACION	Surcos	Depresiones	Improntas	Vaciado	<i>Furrowing</i>	<i>Knawing</i>	Digestión
NR	47	98	20	1	57	14	18

TABLA 27: NR de macrofauna con alteraciones por carnívoro identificadas en el conjunto.



GRÁFICO 8: NR de macrofauna con alteraciones por carnívoro identificadas en el conjunto.

### 5.6.1 Mordeduras:

#### - *Surcos*:

Se han identificado un total de 47 restos (17'80%) con surcos en la superficie.

Por taxones, se aprecia que los restos de cérvidos son los que presentan una mayor alteración por surcos (NISP:23; 48'93%). Así mismo, se han identificado como restos de bóvidos 13'04% huesos, el 8'69% de huesos de félido y un único resto de artiodáctilo.

En los cérvidos el análisis anatómico demuestra que los metápodos son los elementos más representados (35'29%) seguido de los fragmentos de húmeros (17'64%) (Tabla 28).

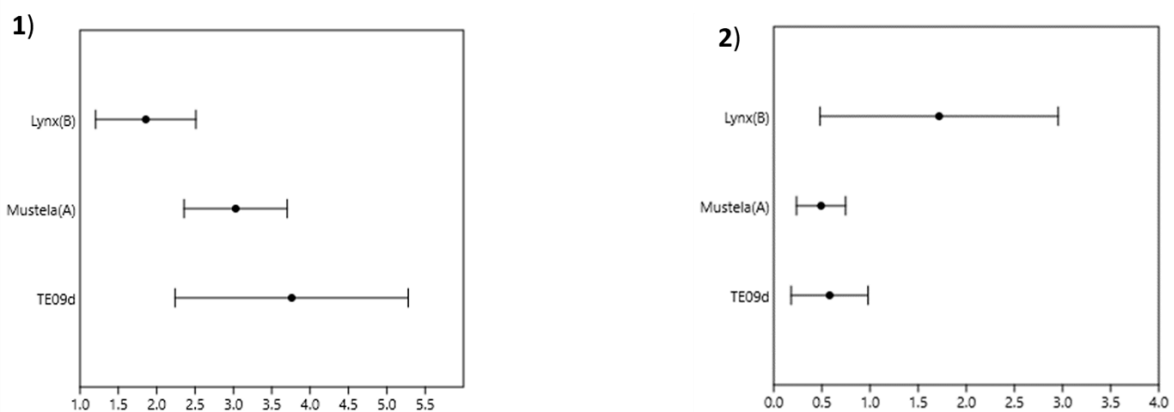
	Bovidae	Cervidae	T. Grande	T. Media	T. Pequeña
Asta		1		1	
Vértebras				3	
Costillas		1	1	2	2
Escápula		1		2	
Humero		3	1	2	
Radio	1	1	1	1	1
Ulna		1		1	1
Carpales	1		1		
Fémur		1		2	
Tibia				2	
Metapodos	1	6	2	6	
Falanges		2		2	
H. largos			3	1	1
H. planos			1	2	1
H. indet.			1		1
<b>Total:</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>7</b>

**TABLA 28:** NISP y NR por taxones y tallas de peso con surcos en la superficie.

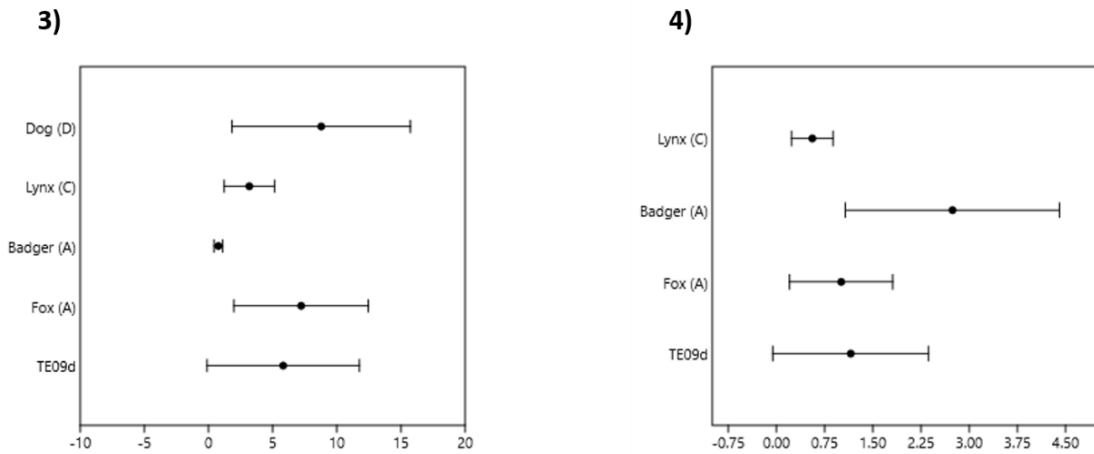
Por tallas de peso, la talla media representa la mayor agrupación de restos con surcos (57'44%), seguida de la talla grande (23'40%) y la talla pequeña (14'89%). Se han identificado dos fragmentos de huesos no identificados de talla indeterminada con surcos. A nivel anatómico, destacamos nuevamente la mayor afectación en los metápodos (22'22%) por parte de los restos de talla media y en los fragmentos de huesos largos (27'27%) en los restos de talla grande.

En aspectos generales, existe una mayoría de modificaciones de surcos se localizan en las diáfisis de los restos.

Debido a la localización y/o conservación de los restos y los surcos, no ha sido posible medir todos los surcos identificados. En el caso de los surcos en las epífisis se han podido medir 9 de 10 surcos identificados (90%), mientras que, para los identificados en las diáfisis, se han medido 27 de 36 (75%) (Figura 17 y 18).



**FIGURA 17:** Medidas tomadas para los surcos en las epífisis 1) largo y 2) ancho.



**FIGURA 18:** Medidas tomadas para los surcos en las diáfisis 3) largo y 4) ancho y comparado con los datos aportados por A) Young *et al.*, 2015; (C) Delaney – Rivera *et al.*, 2009; (D) Dominguez-Rodrigo & Piqueras, 2003.

Los datos que nos proporcionan las medidas de los surcos comparados con la información de otros taxones, no nos permite discriminar ningún agente.

- *Depresiones:*

Se han identificado un total de 98 restos (37'12%) con depresiones en la superficie.

Por taxones (NISP: 40; 40'81%), se han identificado depresiones en 25 huesos (62'5%) de cérvidos y en 15 huesos de bóvidos (37'5%). En los restos de cérvidos, se observa un predominio de depresiones en los fragmentos de astas (16%) y fémures (16%). En los restos de bóvidos, el predominio recae en los fragmentos de húmeros, metápodos y vértebras (NISP:3) (Tabla 29).

	<b>Bovidae</b>	<b>Cervidae</b>	<b>T. Grande</b>	<b>T. Media</b>	<b>T. Pequeña</b>
Asta		4		4	
Vértebras	3	3	7	6	1
Costillas	1	3	2	6	1
Escápula	1		2		
Humero	3	3	3	3	1
Radio	1		1		
Ulna		1		1	
Carpales	1	1	1	1	
Fémur	1	4	1	6	
Tibia		1	1	3	
Metapodos	3	2	3	3	
Tarsales		1		1	
Falanges	1	2	1	2	
H. largos			9	8	2
H. planos			4	3	1
H. indet.			4		1
<b>Total:</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>7</b>

**TABLA 29:** NISP y NR por taxones y tallas de peso con depresiones en la superficie.

Por otro lado, en el análisis por tallas (NSP:98), la mayoría de los restos pertenecen a la talla media (47'95%), y a la talla grande (39'79%). Se han identificado 7 restos correspondientes a la talla pequeña y 5 que no han podido ser adscritos a ninguna talla de peso. En el estudio anatómico de los restos de talla media, se identifica una mayoría de depresiones en los fragmentos de huesos largos (17'02%). Así mismo, los fragmentos de vértebras, costillas y fémures (12'76%) con depresiones también son destacables. Por otro lado, los elementos más significativos para la talla grande son los fragmentos de huesos largos (23'07%) y las vértebras (17'94%).

Tal y como se ha hecho para los surcos, se han medido las depresiones que fueran posibles, tanto en las epífisis como en la diáfisis (Gráfico 9). Observamos una mayor presencia de depresiones en las zonas diafisarias versus a las epífisis. Pese a ello, 39 (42'69%) depresiones, en epífisis (10'25%) y diáfisis (89'74%), no han sido posibles de medir debido a su tamaño, conservación o localización (borde fractura).

Las depresiones en borde de fractura (84'61%) se localizan principalmente en fragmentos del esqueleto apendicular (estilopodios, zigopodios y huesos largos, carpales y escápula) (63'63%), y fragmentos de elementos del esqueleto axial (costillas y vértebras) (24'24%), dos fragmentos de asta (6'06%), un fragmento de hueso plano y un fragmento de hueso no identificado (3'03%).

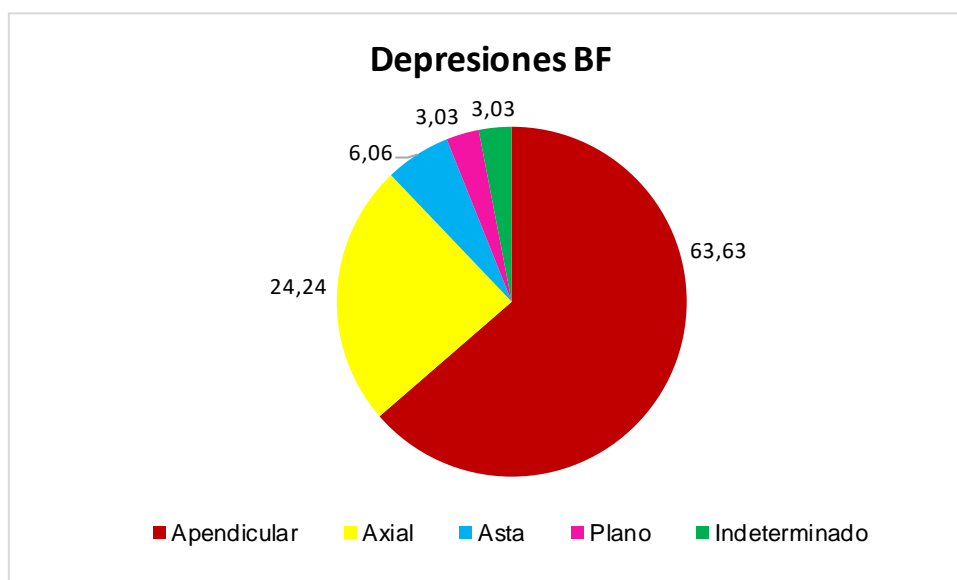
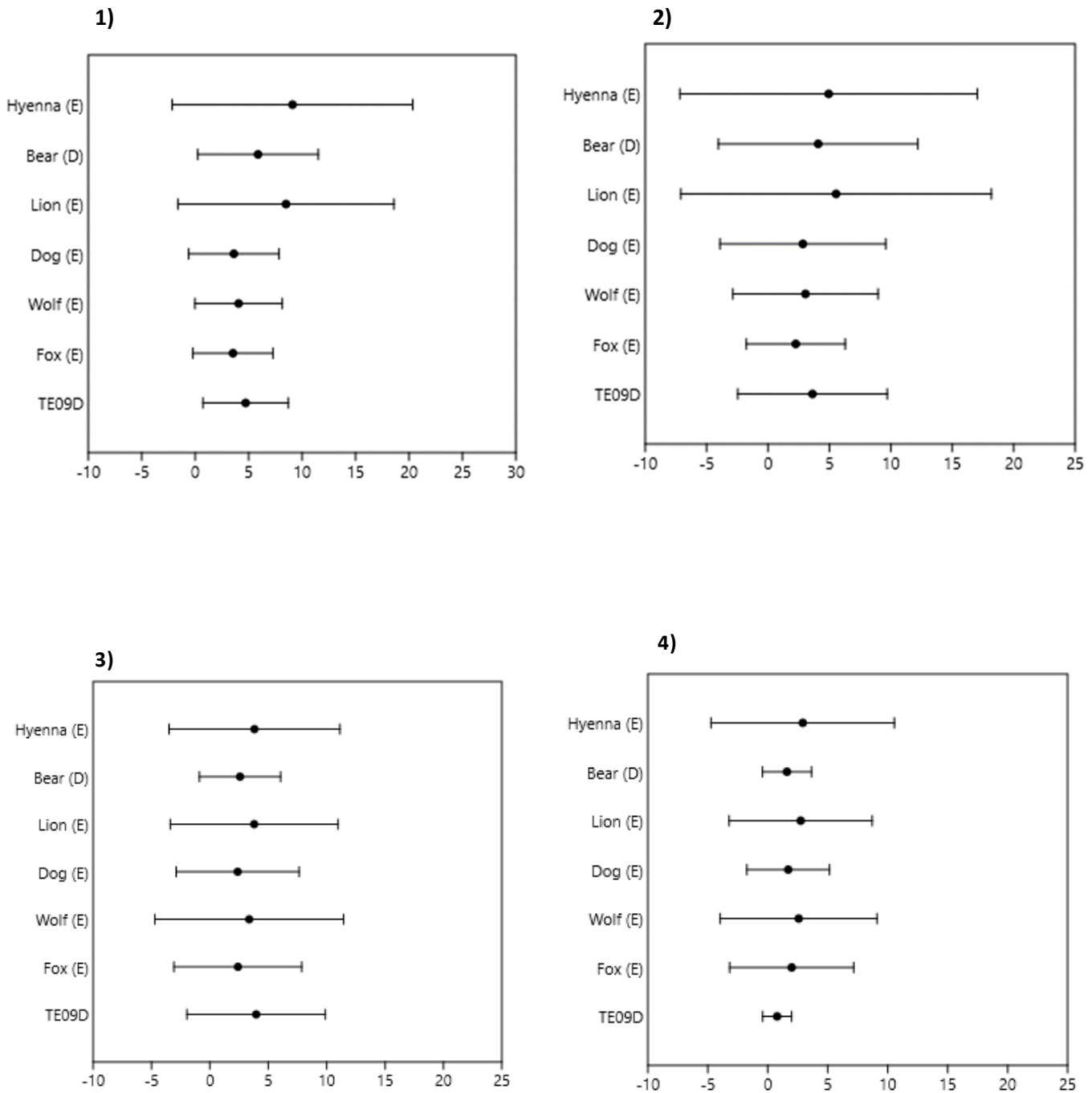


GRÁFICO 9: NR según el segmento anatómico con depresiones identificadas.

Para las medidas en las epífisis (Figura 19), observamos que tanto en la medida del eje más largo (1-3) como en la medida del eje más corto (2-4), los datos no nos aportan mucha información ya que se solapan con todos los taxones con los que hemos

comparado. Las mordidas identificadas son más abundantes en las diáfisis que en las epífisis, aunque se tiene que tener en cuenta la proporción general de diáfisis-epífisis dentro del conjunto.



**FIGURA 19:** Medidas tomadas para las depresiones identificadas en epífisis 1) longitud y 2) anchura y en diáfisis 3) longitud y 4) ancho de las marcas de depresión tomadas en los restos del conjunto de TE09d y comparadas con las aportadas por (A) Young *et al.*, 2015; (B) Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2011; (C) Delaney – Rivera *et al.*, 2009; (D) Domínguez-Rodrigo & Piqueras, 2003 y (E) Andrés *et al.*, 2012.

- *Improntas:*

Las improntas se han identificado en 20 restos (7'57%).

Por taxones, los restos pertenecen a la familia Bovidae (NISP: 5) y a la familia Cervidae (NISP:7). En los bóvidos, las improntas se localizan principalmente en las epífisis, siendo los metápodos los elementos más representados. Contrariamente, en los cérvidos, las improntas se localizan más en las diáfisis y los elementos más representados son elementos del esqueleto axial (costillas y vertebras) y astas.

Por tallas de peso, la talla grande presenta más restos con esta modificación (NSP:11). En ella, determinamos un predominio de las alteraciones en las zonas epifisarias de los huesos largos, aunque, también existen en costillas y vertebras. Para la talla media (NR:8), las marcas se focalizan en astas, vértebras, costillas y fragmentos de huesos planos. Para la talla pequeña, solo se ha recuperado un fragmento de hueso plano con improntas.

En el caso de las improntas, no ha sido posible compararlas con las medidas de otros predadores (Tabla 30).

Medidas registradas en los restos de TE09d												
	SURCOS				DEPRESIONES				IMPRONTAS			
	<i>Epífisis</i>		<i>Diáfisis</i>		<i>Epífisis</i>		<i>Diáfisis</i>		<i>Epífisis</i>		<i>Diáfisis</i>	
	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A
<b>Max.</b>	8,04	1,06	14,4	2,9	10,2	8	8,4	0,5	5,1	5,3	5,32	3,76
<b>Min.</b>	1,14	0,1	0,3	0,1	0,94	0,8	3,2	0,17	0,93	0,58	0,59	0,3
<b>SD</b>	2,17	0,49	3,48	0,74	2,86	2,33	1,66	0,84	1,23	1,26	1,28	0,79
<b>Mean</b>	3,69	0,67	4,60	0,88	4,87	3,49	2,59	1,60	2,48	1,71	1,97	1,17

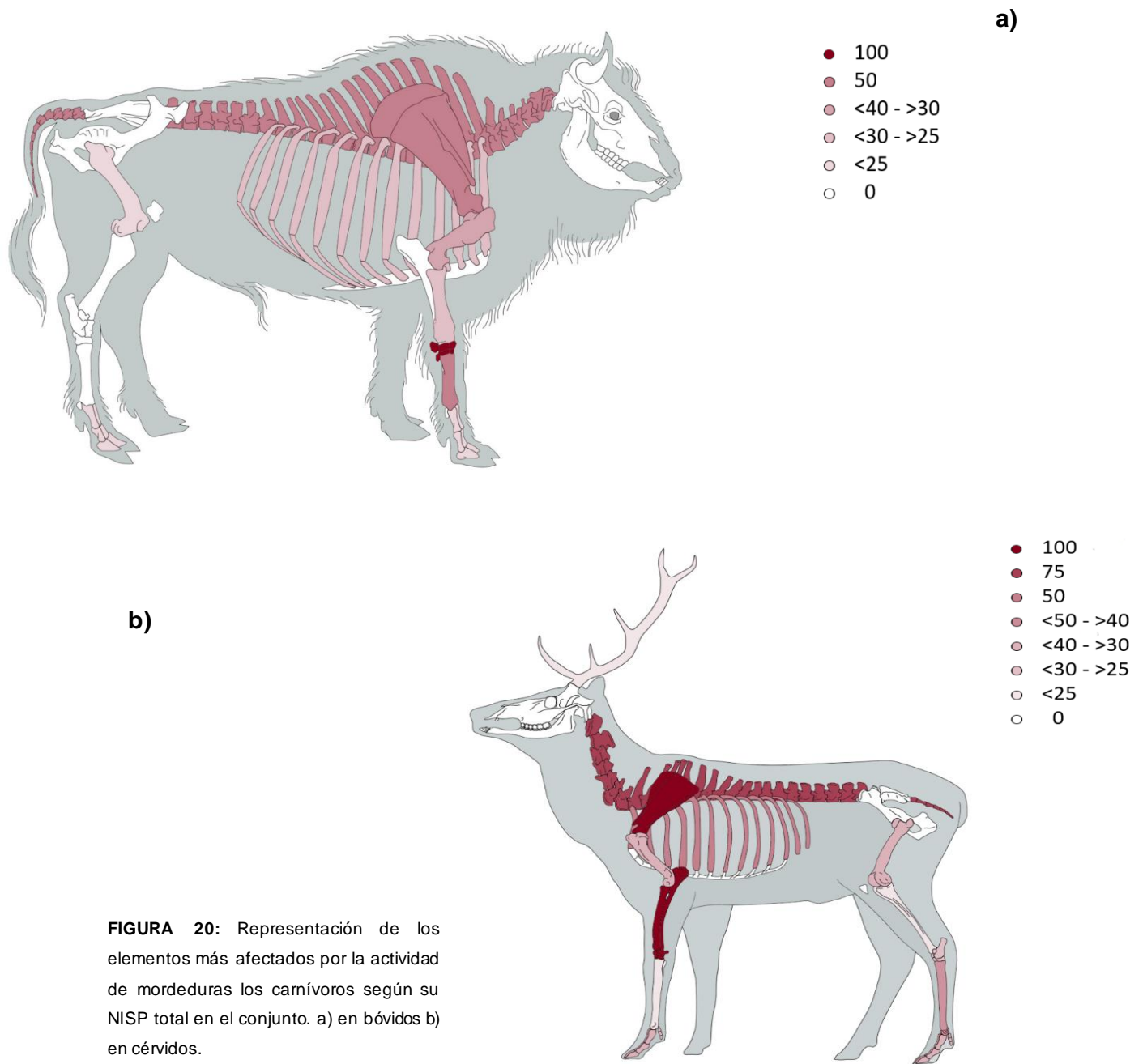
**TABLA 30:** Medidas máximas, mínimas, media y SD. Para las medidas de largo y ancho obtenidas en surcos, depresiones e improntas, tanto en las epífisis y diáfisis.

Para concluir y a modo de resumen de las alteraciones producidas por las mordeduras de carnívoro, decir que las actividades mecánicas de los carnívoros, se han identificado restos con surcos, depresiones e improntas. Destacar que, en ciertas piezas, se ha identificado más de una alteración, siendo la combinación de surcos y depresiones (NR:14), surcos e improntas (NR:2), depresiones e improntas (NR:7) y finalmente, surcos-diáfisis-improntas (NR:1) (Tabla 31).

Por taxones, se muestra una mayoría en los restos de las familias Bovidae (22'78%) y Cervidae (29'85%) (tabla) con mordeduras por carnívoros. Es por ello, que exponemos los datos más destacados de ambos taxones. Centrando nuestra atención en los restos de cérvidos, identificamos todas las escápulas, radios, ulnas y carpales con alteraciones por mordeduras. Otros elementos con un elevado grado proporcional de afectación son las vértebras y las costillas. Por otro lado, en el caso de los bóvidos, todos los carpales presentan alteraciones por carnívoros. Otros elementos con una alta alteración son las vértebras, escápulas, metacarpos y metapodos (Figura 20).

Elementos anatómicos	BOVIDAE					CERVIDAE				
	NISP			NISP alte. / NISP total	% NISP total	NISP			NISP alte. / NISP total	% NISP total
	Surcos	Depre.	Impron.			Surcos	Depre.	Impron.		
Asta						1	4	2	6/31	19'35%
Vértebras		3	1	3/6	50%		3		3/4	75%
Costillas		1	1	2/9	22'22%	1	3	1	4/8	50%
Escápula		1		1/2	50%	1		1	1/1	100%
Húmero		3	1	4/12	33'33%	3	3	1	5/14	35'71%
Radio	1	1		1/4	25%	1			1/1	100%
Ulna						1	1		1/1	100%
Carpales	1	1		1/1	100%		1		1/1	100%
Metacarpos		1	1	1/2	50%	1			1/7	14'28%
Fémur		1		1/5	20%	1	4	1	5/16	31'25%
Tibia							1		1/8	12'5%
Tarsales							1		1/4	25%
Metatarsos		1		1/7	14'28%	4	1		5/12	41'66%
Metapodos	1	1	1	2/4	50%	1	1		2/4	50%
Falanges		1		1/7	14'28%	2	2	1	3/9	33'33%
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>18 / 79</b>	<b>22'78%</b>	<b>17</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>40 / 134</b>	<b>29'85%</b>

TABLA 31: NISP de bóvidos y cérvidos con alteraciones por mordeduras de carnívoros.



**FIGURA 20:** Representación de los elementos más afectados por la actividad de mordeduras los carnívoros según su NISP total en el conjunto. a) en bóvidos b) en cérvidos.

Acorde con estos datos, el estudio por tallas de peso muestra un predominio de los restos de talla media (NR:82; 30'94%) y de talla grande (NR:61; 27'98%) con modificaciones por mordedura (tabla). Tal y como hemos realizado anteriormente, al ser estas dos tallas las más abundantes, nos fijamos en la distribución de alteraciones en sus restos. Para la talla media, los carpales se ven completamente alterados y los fragmentos de diáfisis de radios y ulna presentan una alta integridad afectada. En el caso de la talla grande, los carpales nuevamente son los que presentan un mayor grado de alteración, seguidos de las escápulas, los metacarpos y los metápodos indeterminados.

No queremos cerrar este apartado sin destacar la ausencia de actividad mecánica por carnívoros en los cráneos (excepto astas) y mandíbulas, tanto en el contexto taxonómico como por tallas de peso (Tabla 32 y gráfico 10).

Elementos anatómicos	TALLA GRANDE					TALLA MEDIA				
	NR			NR alte./ NR total	% NR total	NR			NR alte./ NR total	% NR total
	Surcos	Depre.	Impron.			Surcos	Depre.	Impron.		
Asta						1	4	2	6/33	18'18%
Vértabras		7	2	7/15	46'66%	3	6	1	8/18	44'44%
Costillas	1	2	1	3/22	13'63%	2	6	1	8/23	34'78%
Escápula		2		2/3	66'66%	2			2/2	100%
Humero	1	3	2	4/17	25'52%	2	3		4/14	28'57%
Radio	1	1		1/3	33'33%	1			1/2	50%
Ulna						1	1		1/2	50%
Carpales	1	1		1/1	100%		1		1/1	100%
Metacarpos		1	1	1/2	50%	1			1/8	12'5%
Fémur		1		1/6	16'66%	2	6	1	8/19	42'10%
Tibia		1		1/6	16'66%	2	3		3/12	25%
Tarsales							1		1/4	25%
Metatarsos	1	1		2/8	25%	4	1		5/12	41'66%
Metapodos	1	1	1	2/4	50%	1	2		3/5	60%
Falanges		1		1/8	12'5%	2	2	1	3/8	37'5%
H. largos	3	9	2	11/68	16'17%	1	8	1	8/57	14'07%
H. planos	1	4		5/15	33'33%	2	3	1	5/20	25%
H. indet.	1	4	2	5/21	23'08%					
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>39</b>	<b>11</b>	<b>61 / 218</b>	<b>27'98%</b>	<b>27</b>	<b>47</b>	<b>8</b>	<b>82/265</b>	<b>30'94%</b>

TABLA 32: NR de talla grande y talla media de peso con alteraciones por mordeduras de carnívoros.

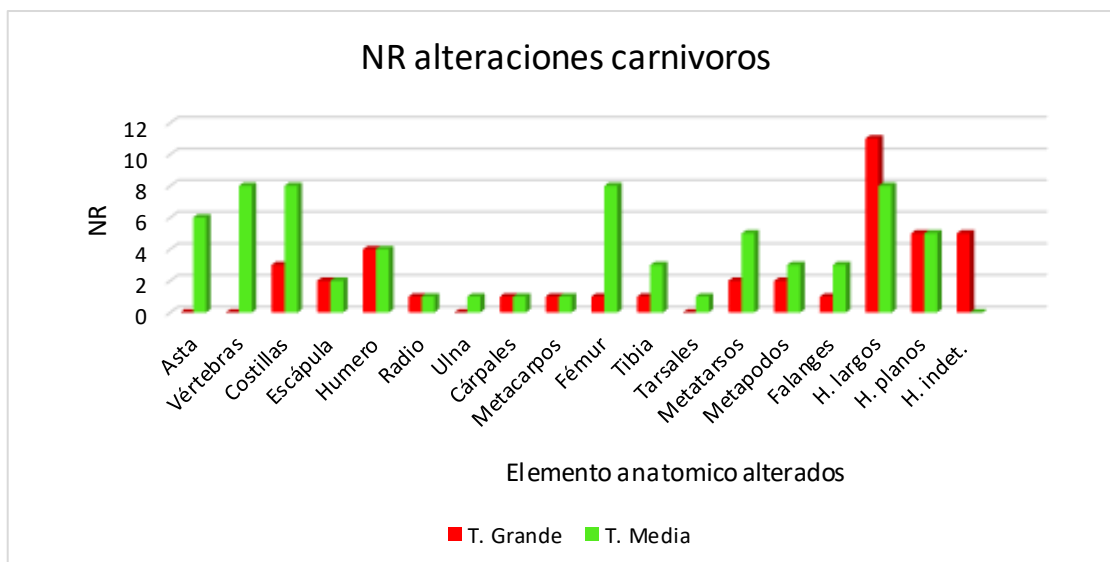


GRÁFICO 10: NR de talla grande y talla media de peso con alteraciones por mordeduras de carnívoros

### 5.6.2 Otras alteraciones por carnívoros:

#### - *Furrowing*:

Se han identificado un total de 57 restos (21'50%) con *furrowing*. Por taxones, los restos de cérvido (NISP:13) son los más abundantes con esta alteración. En este caso, los fragmentos de astas (NISP:6) son más abundantes que los fragmentos de fémures (NISP:3), fragmentos de húmeros, falanges, metápodos y radios (NISP:1). Pese a ello, se observa una mayor representación del esqueleto apendicular que del axial (Imagen 18).

Para los restos de cérvido, destacamos la identificación de un cilindro diafisario con *furrowing* en un metacarpo y en un fragmento de asta.

En los restos de bóvidos (NISP:9) la mayor afectación la observamos en los fragmentos de húmero (NISP:2). También se encuentran alterados fragmentos de radio, tibia, falanges y metápodos, escápulas, pelvis y vértebras (NISP:1).

Una segunda falange anterior de cánido presenta *furrowing*.

En el análisis por tallas de peso, se recuperó un posible fragmento de hueso plano, posiblemente de coxal, perteneciente a la talla muy grande. Paralelamente, la talla grande presenta 20 restos *furrowing*. Dos fragmentos de húmero, una falange, un fragmento de radio, un fragmento de metápodo, uno de escápula y uno de tibia también se ven afectados por esta modificación.

Los fragmentos de huesos largos (NR:7) son los más abundantes. Los fragmentos de huesos planos (MEC-CV) (NR:3), un fragmento de isquion, uno de vértebra torácica y otro de costilla, representan el conjunto de huesos axiales afectados por *furrowing*.

Todos los restos identificados para la talla media forman parte del esqueleto axial (NSP:12). Pertenecen a fragmentos de costilla (NSP:2), astas (NSP:6) y huesos planos (NSP:3).

Se ha identificado una segunda falange izquierda de un individuo adulto de la familia Bovidae con un grado de *furrowing* más elevado que los restos anteriormente mencionados.

#### - *Knawing*:

Se han identificado un total de 14 restos (5'30%) con marcas de *knawing* por parte de los carnívoros. Para los taxones, los restos de cérvidos son los más abundantes (NISP:7), con 3 fragmentos de fémures, 2 fragmentos de astas, un fragmento de vértebra y una tercera falange. Por otro lado, también se ha identificado un fragmento

de húmero de Bovidae y una segunda falange anterior de cánido con modificaciones por *knawing*.

En la identificación por tallas de peso (NSP:14), los restos de talla grande están representados por un fragmento de húmero y un fragmento de hueso indeterminado. En la talla media (NSP:9), se han identificado 3 fragmentos de fémur, un fragmento de hueso plano, un fragmento de falange y dos fragmentos de astas. Finalmente, en la talla pequeña, se han identificado tres restos con *knawing*; un fragmento de hueso largo, una falange y un fragmento de hueso indeterminado.

- *Digestión:*

En este análisis se han identificado un total de 18 (6'81%) restos que presentan evidencias de digestión.

Por taxones, se han identificado un sesamoideo de bóvido y un fragmento de metatarso de un individuo inmaduro de bóvido. Por otro lado, para los cérvidos, se ha analizado un fragmento de fémur digerido y en los cánidos, una patela. Finalmente, un fragmento de radio de *Felis sp.* y un fragmento de costilla de *Lynx pardinus* presentan alteraciones por digestión.

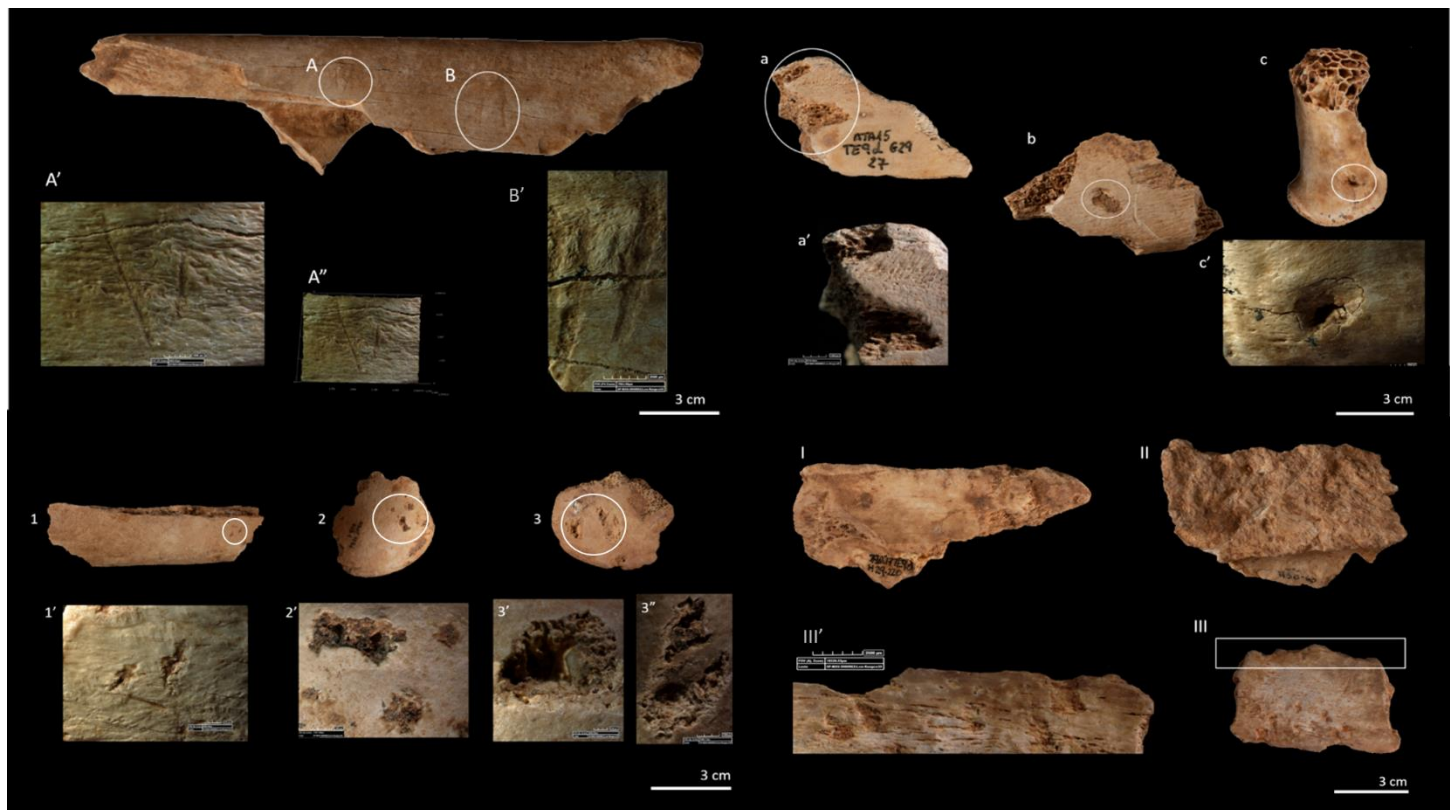
Del mismo modo, para las tallas de peso, se han identificado cuatro restos de talla grande digeridos. Un sesamoideo, un fragmento de metatarso, un fragmento de hueso largo y un fragmento de hueso indeterminado. Para la talla media un fragmento de vértebra, un indeterminado y un fragmento de fémur presentan un grado de alteración ligera. Finalmente, la talla pequeña es la más abundante (NSP:8), con una patela, un fragmento de hueso indeterminado, un fragmento de hueso largo, un fragmento de radio, dos fragmentos de costilla y dos fragmentos de huesos planos.

Con el fin de caracterizar mejor los restos digeridos, hemos tenido en cuenta las longitudes de estos (Tabla 33). En este caso, se clasifican los datos por tallas de peso para una mayor agrupación de información.

TALLA		LARGO	ANCHO	GRUESO	TALLA		LARGO	ANCHO	GRUESO
T. grande	Sesamoideo	17 mm	11 mm	6 mm	T. pequeña	H. plano	17 mm	12mm	3 mm
						H. largo	20 mm	14 mm	3 mm
	Frag. Mtt.	22mm	4 mm	3 mm		H. plano	20 mm	8 mm	4 mm
	Indet.	68mm	50 mm	40 mm		Costilla	49 mm	12 mm	6 mm
	H. largo	75mm	34 mm	5 mm		Patela	23 mm	15 mm	8 mm
				Indet.		20 mm	12 mm	7 mm	
				Costilla		23 mm	7 mm	4 mm	
				Radio		30 mm	9 mm	7 mm	
T. media	Vertebra	30 mm	27 mm	25 mm	T. indet	H. largo	26 mm	14 mm	6 mm
	Frag. femur	35 mm	22 mm	6 mm		Indet.	12 mm	5 mm	2 mm
	Indet.	17 mm	12 mm	8 mm		Indet.	36 mm	9 mm	6 mm

**TABLA 33:** Medidas de aquellos restos óseos con digestión.

Conocer las medidas de los restos óseos nos permitirá acotar el predador que actuó sobre ellos. Existen pocos predadores que tienen la capacidad de romper y digerir huesos de grandes dimensiones, como así lo indican los datos en la tabla, donde algunos miden más de 60 mm.



**IMAGEN 18:** Restos óseos con evidencias de mordeduras de carnívoros identificados en el conjunto. SURCOS: A-B) surcos en metatarso de cévido; A' –B' detalle de la agrupación de surcos y A'' modelo 3D de agrupación de surcos. DEPRESIONES: a -a') depresiones y detalle en el borde de fractura de hueso plano de talla pequeña; b) depresión en fragmento de diáfisis de costilla de Cervidae; c-c') depresiones y detalle en epífisis proximal de costilla de Cervidae. IMPRONTAS: 1-1') improntas y detalle en fragmento de diáfisis de costilla de Cervidae; 2-2') improntas y detalle en disco vertebral de individuo de talla grande; 3-3'/3'') improntas y detalle en epífisis proximal de fémur de individuo de talla media. FURROWING: I) *furrowing* identificado en escápula de Bovidae; II) *furrowing* identificado en fragmento de hueso plano (MEC) de individuo de talla grande; III-III') *furrowing* y detalle identificado en fragmento de hueso plano de talla pequeña.

## **5.7 Alteraciones por roedores:**

En este trabajo se han identificado 5 restos faunísticos con alteraciones por la actividad de roedor.

En el análisis se han identificado, 2 fragmentos de metacarpo y un fragmento de asta de cérvidos (talla media). Por otro lado, un fragmento de humero de bóvido (t. grande). Además, también se ha identificado un fragmento de tibia de talla grande.

## **5.8 MESOFAUNA:**

En el conjunto de restos del nivel TE09d de la Sima del Elefante, se observa un predominio de los animales muy pequeños. En un trabajo de final de master, realizado por el compañero Mario Marqueta y la Dr. Rosa Huguet, se estudiaron los restos de aves de este nivel. Por este motivo, en este estudio no se incluyen las aves en este trabajo.

### **5.8.1 Análisis taxonómico:**

#### **5.8.1.1 Cuantificación del conjunto:**

El conjunto de restos de taxones muy pequeños representa el 25'88%. En el análisis por taxones, se han identificado lepóridos (*Oryctolagus cuniculus* y *Lepus lepus*), tortugas (*Testudo sp.*), castores (*Castor sp.*) y mustélidos (*Mustela sp.* y *Meles meles*). Por otro lado, se ha identificado un resto de carnívora indeterminada (Tabla 34).

El mayor número de restos analizado pertenece a los lepóridos (NISP:173; 20'35%). Para ellos, los metatarsos (NISP:22), los fémures (NISP:19) y las tibias (NISP:19) son los restos más abundantes. Contrariamente, las vértebras (NISP:5) y los metacarpos (NISP:5), son los menos abundantes. No se han recuperado ni costillas, ni huesos articulares ni carpales. Es posible que la ausencia de estos restos en el conjunto se pueda deber a las pequeñas dimensiones de estos elementos.

Para el conjunto de restos de mustélidos (NISP: 7; 0'82%), se han identificado un fémur de *Mustela sp.* (posiblemente *Mustela cf. palerminea/praeivalis*) y un fragmento distal de metacarpo de *Meles meles*.

Las tortugas (*Testudo sp.*) están representadas por 6 restos (0'70%), principalmente fragmentos del caparazón (placas; NISP:5) y un húmero (NISP:1).

Los tres restos de castor (*Castor sp.*) son un diente, un fragmento de mandíbula y una falange (Imagen 19).

Finalmente, se ha identificado un incisivo de un carnívoro indeterminado de tamaño muy pequeño.

	<i>Mustelidae</i>			<i>Leporidae</i>			<i>Chelonia</i>			<i>Castoridae</i>			<i>Carnivora</i>		
	NR	NME	NMI	NR	NME	NMI	NR	NME	NMI	NR	NME	NMI	NR	NME	NMI
Cráneo	2	2	2	8	4	2									
Mandíbula	1	1	1	10	7	7				1	1	1			
Dientes	1	1	1	6	6	5				1	1	1	1	1	1
Vértebras				5	5	3									
Costillas															
Escápula				8	7	5									
Coxal				14	11	7									
Húmero				15	10	7									
Radio				8	6	5									
Ulna				11	11	6									
Metacarpos	1	1	1	5	5	1									
Fémur	2	2	2	20	11	10	1	1	1						
Tibia				19	11	9									
Tarsales				14	14	6									
Metatarsos				22	21	3									
Mtpds. indet				1	1	1									
Falanges				7	7	2				1	1	1			
Articulares															
Placa							5	1	1						
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>173</b>	<b>137</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla 34: Valores para el NISP, NME y NMI de los restos recuperados para los taxones identificados en la mesofauna.

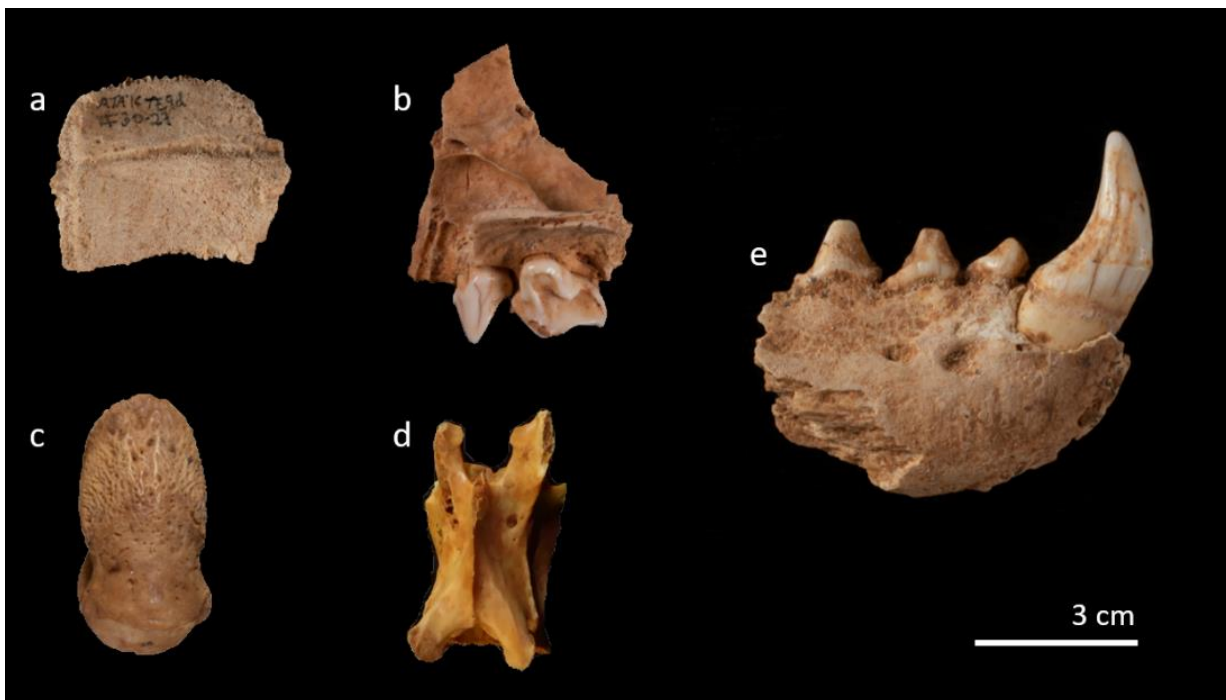


IMAGEN 19: Restos óseos identificados para los taxones de mesofauna. a) placa de caparazón de tortuga; b) fragmento de maxilar con P2 y p3 de *Mustela cf. paleminea/praeivalis*; c) falange distal de castor; d) vértebra de lepórido; e) fragmento mandibular derecho de mustélido.

- *NME:*

En el caso de los lepóridos (NME:137), los elementos más representativos son los metatarsos (NME:21) y los tarsales (NME:14). Contrariamente, los menos representados son los cráneos (NME:4), las vértebras y metacarpos (NME:5).

En el conjunto de mustélidos (NME:7), predominan los fragmentos de cráneo (NME:2). En este caso, se han identificado un fragmento distal de metacarpo y un canino de *Meles meles*.

Las tortugas están principalmente representadas por una placa (NME:1) y un húmero (NME:1). Así mismo ocurre con los *Castor sp.*, quien está representado por un fragmento de mandíbula, una falange y un P4. Finalmente, existe un diente incisivo de un carnívoro muy pequeño.

- *NMI:*

En los taxones de mesofauna, se ha identificado: 13 individuos para los lepóridos; 6 individuos adultos, un subadulto, un inmaduro juvenil y uno inmaduro infantil y 4 inmaduros.

Paralelamente, los mustélidos están representados por dos individuos adultos, y las tortugas, los castores, y la familia de carnívora por un individuo adulto (Tabla 35).

	Inmaduro	Infantil	Juvenil	Subadulto	Adulto	Senil	TOTAL
<b>Mustelidae</b>					2		2
<b>Leporidae</b>	4	1	1	1	6		13
<b>Chelonia</b>					1		1
<b>Castoridae</b>					1		1

**TABLA 35:** NMI identificado para los taxones de mesofauna.

### 5.8.1.2 Integridad de la muestra:

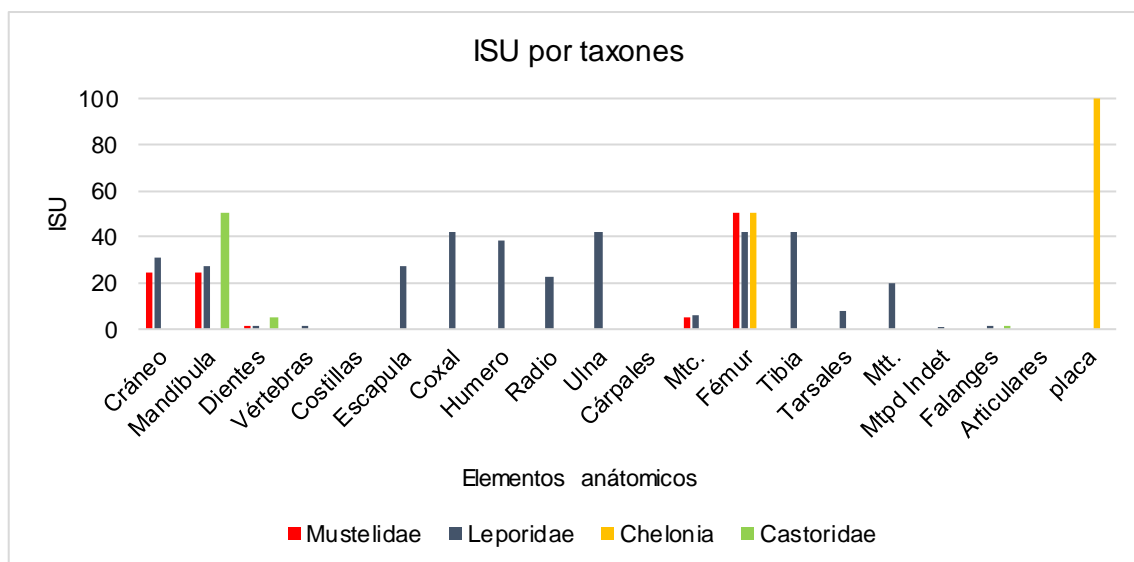
- *Índice de supervivencia (ISU):*

En el estudio del índice de supervivencia de los elementos esqueléticos se observa una baja representatividad de los elementos anatómicos para los mustélidos, tortugas, castores y carnívoros en comparación a los lepóridos (Tabla 36 y gráfico 11).

En el caso de los mustélidos, el elemento más representado es el fémur. Por otro lado, los lepóridos abundan en los coxales, las ulnas, los fémures y las tibias. La mayor representación para los quelonios son las placas del caparazón. Finalmente, para los castores, el elemento más abundante son las mandíbulas.

	<i>Mustelidae</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Chelonia</i>	<i>Castoridae</i>
<b>Cráneo</b>	25	30,76		
<b>Mandíbula</b>	25	26,92		<b>50</b>
<b>Dientes</b>	1,38	1,64		5
<b>Vértebras</b>		1,01		
<b>Escápula</b>		26,92		
<b>Coxal</b>		<b>42,30</b>		
<b>Húmero</b>		38,46		
<b>Radio</b>		23,07		
<b>Ulna</b>		<b>42,30</b>		
<b>Metacarpos</b>	5	6,41		
<b>Fémur</b>	<b>50</b>	<b>42,30</b>	50	
<b>Tibia</b>		<b>42,30</b>		
<b>Tarsales</b>		7,69		
<b>Metatarsos</b>		20,19		
<b>Mtpd indet</b>		0,54		
<b>Falanges</b>		1,28		1,6
<b>Placa</b>			<b>100</b>	

**TABLA 36:** Valores para el ISU de los taxones identificados en mesofauna.



**GRÁFICO 11:** Valores de ISU para los taxones identificados en mesofauna.

- *MAU y % MAU:*

En el % *MAU* por taxones, los mustélidos presentan un predominio en los cráneos (100) y una menor representación en los dientes (2'5). Los lepóridos, contrariamente, presentan una mayoría en las mandíbulas (100), mientras que los elementos menos abundantes son los metápodos indeterminados (1'01) y las vértebras (1'38). En las tortugas predominan las placas del caparazón (100) y en los castores las mandíbulas (100) (Tabla 37 y gráfico 12).

	Mustelidae		Leporidae		Chelonia		Castoridae		Carnivora	
	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU	MAU	%MAU
Cráneo	1	100	52	57,14						
Mandíbula	0,5	50	91	100			0'5	100		
Dientes	0,02	2	2'78	3,08			0'05	5	0'02	100
Vértebras			1,71	1,87						
Costillas										
Escápula			45'5	20						
Coxal			71'5	78,57						
Húmero			65	71,42						
Radio			39	42,85						
Ulna			71'5	78,57						
Carpales										
Metacarpos	0,1	10	10'83	11,90						
Fémur	1	100	71'5	78,57	0,5	50				
Tibia			71'5	78,57						
Tarsales			13	14,28						
Metatarsos			34'12	37,47						
Mtpds. indet			0'92	1,01						
Falanges			2'16	2,37			0'01	2		
Articulares										
Placa					1	100				

TABLA 37: Valores de MAU y %MAU para los taxones identificados

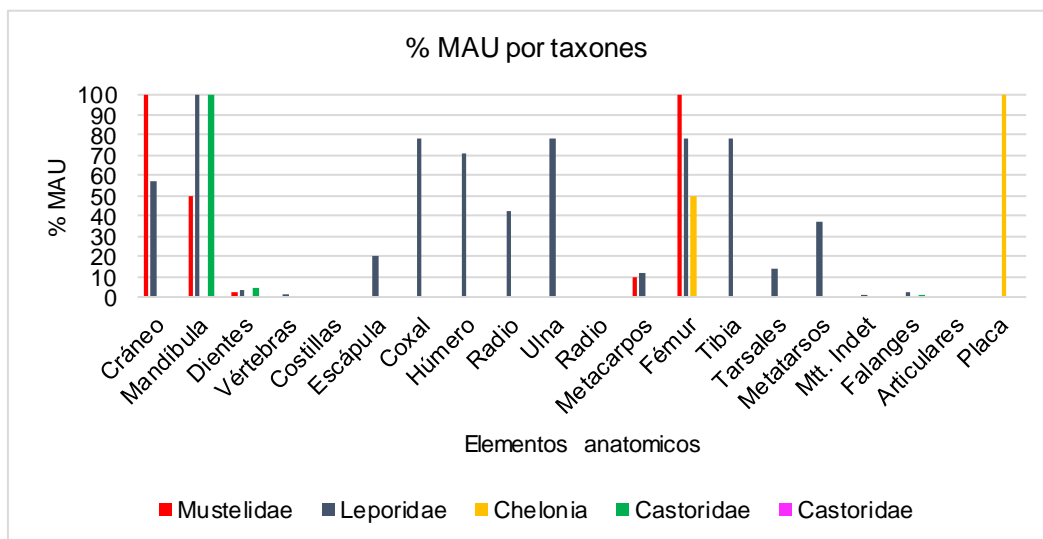


GRÁFICO 12: Valores del %MAU para todos los taxones identificados.

## 5.8.2 Análisis de la talla muy pequeña:

### 5.8.2.1 Cuantificación del conjunto:

En el estudio del NSP de talla muy pequeña se han recuperado 220 restos. Entre ellos, predominan los restos de metápodos (NSP:28; 12'72%) y de fémures (NSP:23; 10'45%). Paralelamente, también se observa un predominio de restos del esqueleto apendicular (NSP:145) sobre los axiales (NSP:72) y los restos del esqueleto craneal (NSP:31) y un predominio de los huesos largos (NSP:130) sobre los restos de huesos planos (NSP:64).

#### 6 NME:

Los elementos más representativos en el análisis de la talla muy pequeña son los metatarsos (NME: 22) y los fémures (NME:14), tibias (NME:14) y tarsales (NME:14). Por lo contrario, los elementos menos representados son las placas (NME:1) y las costillas (NME:2).

#### 7 NMI:

Para el estudio de la identificación de los individuos se ha estudiado el proceso de epifisación.

Se han identificado 6 individuos inmaduros, un individuo infantil, un individuo juvenil, un individuo subadulto y nueve individuos adultos (NMI:18) (Tabla 38).

	Inmaduro	Infantil	Juvenil	Subadulto	Adulto	Senil	TOTAL
T.M.P	6	1	1	1	9		18

TABLA 38: NMI y edades identificadas en los restos de talla muy pequeña.

### 5.7.3.2 Integridad de la muestra:

#### - Índice de supervivencia (ISU):

Para los elementos de talla muy pequeña, el índice de supervivencia nos indica un predominio de los estilopodios y zigopodios posteriores (38'88). Los humeros (36'11) y los coxales (33'33) por su parte, también presentan una alta representatividad. Contrariamente, las costillas (0'42), las vértebras (0'87) y las falanges (0'88) son los elementos menos representados (Tabla 39 y gráfico 13).

Elemento anatómico	T.M. P
Cráneo	11,11
Mandíbula	22,22
Dientes	10
Vértebras	0,87
Costillas	0,42
Escápula	19,44
Coxal	33,33
Húmero	36,11
Radio	16,66
Ulna	30,55
Carpales	0
Metacarpos	2,77
Fémur	38,88
Tibia	38,88
Tarsales	5,55
Metatarsos	15,27
Metápodos indet.	0,39
Falanges	0,88
Articulares	
Placa	5,55

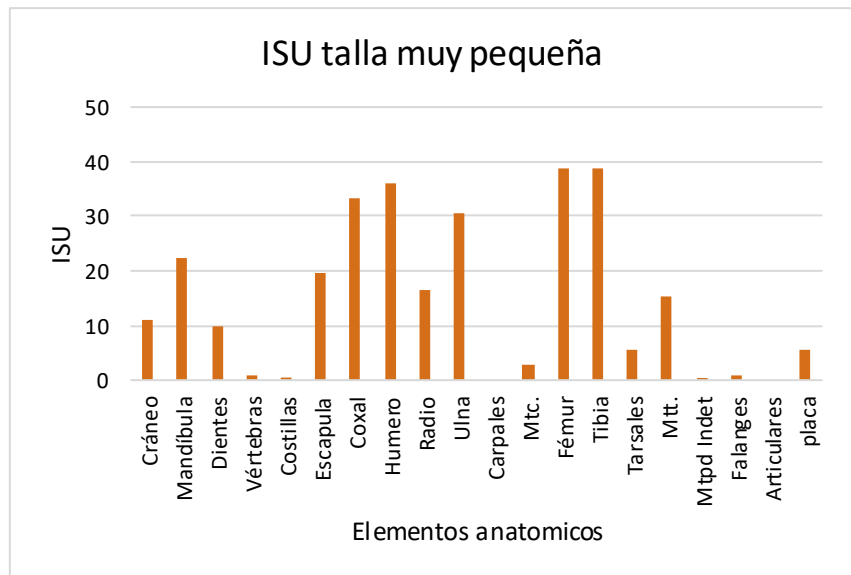


GRÁFICO 13: Valores para el ISU por talla muy pequeña de peso.

TABLA 39: Valores para el ISU por talla muy pequeña de peso.

- MAU y % MAU:

El estudio del MAU y su porcentaje, los elementos más representados para las tallas muy pequeñas son los fémures y las tibias (100%). Así como apuntábamos con el índice de supervivencia, los húmeros (92'85%) y los coxales (85'71%) son elementos notorios. Inversamente, la menor representación la encontramos en las costillas (1%) y los metápodos indeterminados (1%).

Por lo tanto, el registro de los elementos de talla muy pequeña nos indica un predominio del esqueleto apendicular, específicamente, los huesos largos, sobre el esqueleto craneal, donde solo hay una presencia significativa de las mandíbulas (Tabla 40 y gráfico 14).

Elementos anatómicos	T. m. pequeña	
	MAU	%MAU
Cráneo	0,5	7,14
Mandíbula	4	57,14
Dientes	0,46	6,57
Vértebras	0,15	2,14
Costillas	0,07	1
Escápula	3,5	50
Coxal	6	85,71
Húmero	6,5	92,85
Radio	3	42,85
Ulna	5,5	78,57
Carpales		
Metacarpos	0,83	11,85
Fémur	7	100
Tibia	7	100
Tarsales	1	14,28
Metatarsos	2,75	39,28
Metápodos indet.	0,07	1
Falanges	0,16	2,28
Articulares		
Placa	1	14,28

TABLA 40: Valores para el MAU y % MAU portalla muy pequeña de peso.

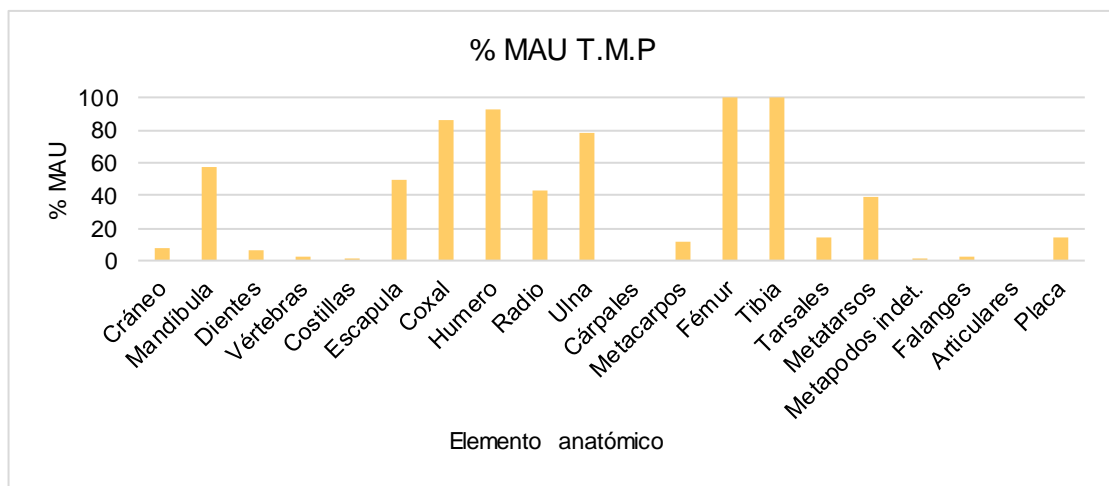


GRÁFICO 14: Valores para el MAU y %MAU portalla muy pequeña de peso.

### 5.8.3 Alteraciones por agentes biológicos

En el conjunto de restos de talla muy pequeña, se han identificado 94 restos (41'81%) con modificaciones en la superficie del hueso causadas por agentes biológicos, principalmente, carnívoros, aves y roedores.

Las alteraciones por carnívoro se identifican a partir de la acción mecánica de sus dientes creando surcos, depresiones e improntas. Por otro lado, las acciones de los ácidos digestivos y salivares se determinan mediante el *furrowing* o la digestión. En el caso de las modificaciones por aves, se identifican las marcas de picotazo y la digestión. Por último, los roedores, son identificados mediante las marcas que dejan al roer sus dientes con la superficie ósea (Gráfico 14).

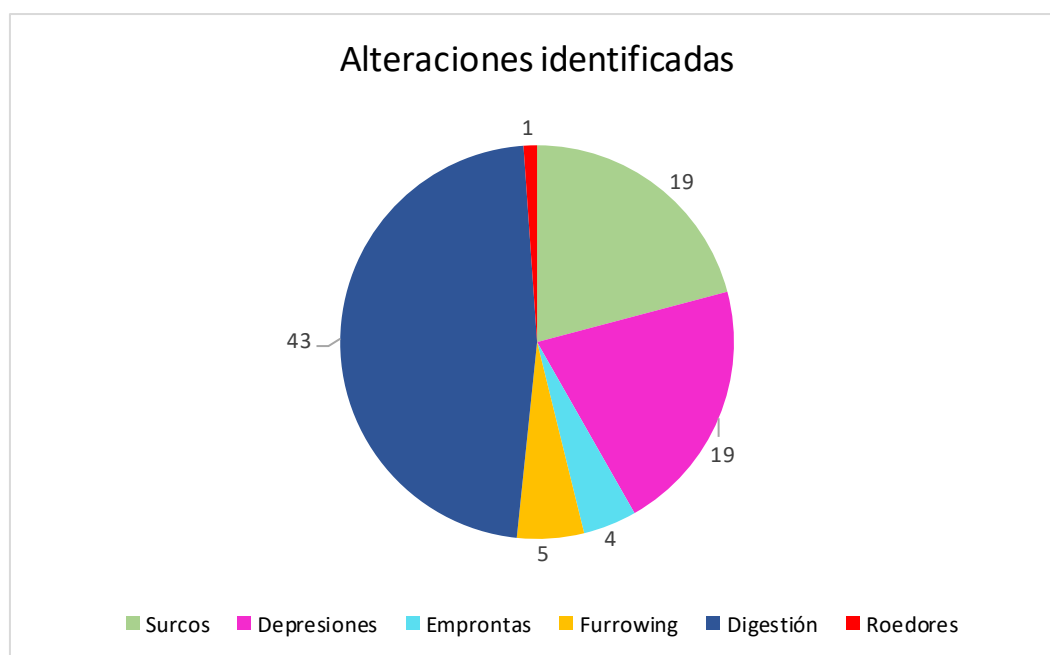


GRÁFICO 15: NR con alteraciones por carnívoros.

En el análisis de las modificaciones por agentes biológicos en los restos de mesofauna, detectamos una mayoría de restos pertenecientes a la familia Leporidae.

### 5.8.3.1 Actividad de carnívoros:

- Surcos:

Se han identificado un total de 19 (20'21%) restos con surcos. Se localizan principalmente en los restos de lepóridos adultos (NR:17), aunque también se han identificado en la cortical de huesos de inmaduro (NR:3). Estas marcas se observan principalmente en los fémures (NR:5) (Tabla 41).

En los casos donde ha sido posible, se han medido los surcos. Todos los surcos se encuentran en la cortical de la diáfisis de los restos. La longitud varía entre 3'9 mm y 0'6 mm, mientras que la anchura varía entre los 1'99 mm y los 0'1 mm.

Elemento anatómico	NR
Mandíbula	1
Vertebra	1
Coxal	2
Húmero	3
Radio	2
Metápodos	3
Fémur	5
Tibia	1
H. largo	1

TABLA 41: NR por elemento anatómico con surcos.

En las medidas de longitud de los surcos registradas en las diáfisis, no se puede descartar la actividad de ningún taxón (Figura 21).

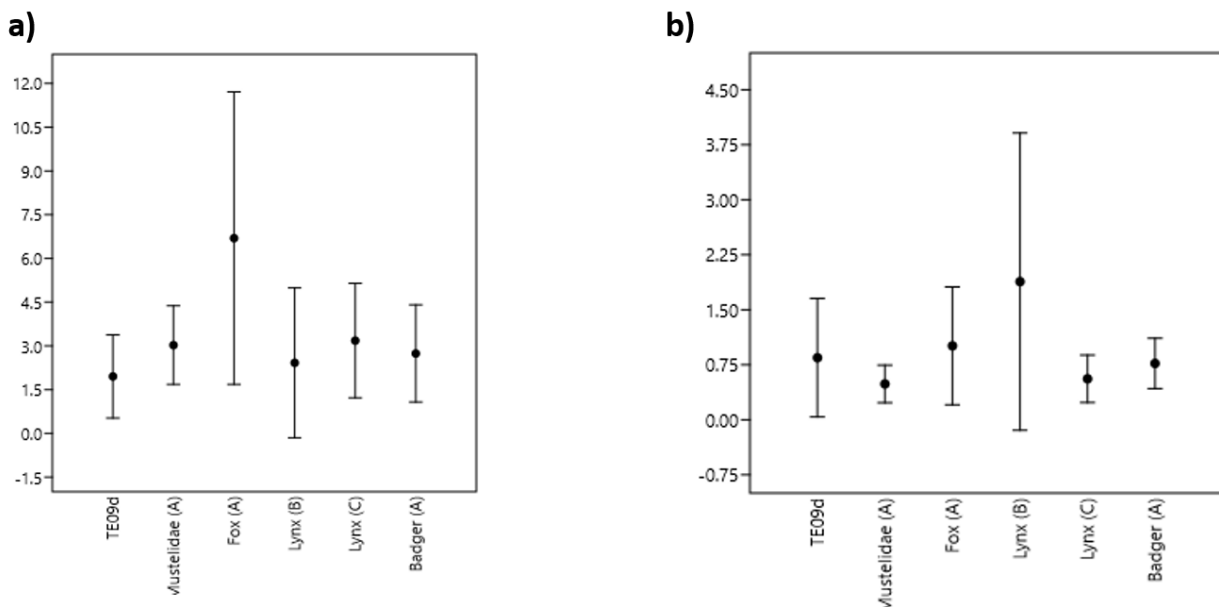


FIGURA 21 Comparación de las medidas obtenidas para los surcos en diáfisis (a) largo, b) ancho), en restos de talla muy pequeña y los datos proporcionados por otros autores (A) Young *et al.*, 2015; (B) Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2011; (C) Delaney – Rivera *et al.*, 2009.

- *Depresiones:*

En este estudio, se han identificado 19 (20'21%) restos con depresiones. En este caso, los restos pertenecen a lepóridos y a quelonios.

Para los quelonios, las alteraciones se encuentran en dos placas de caparazón, mientras que, para los lepóridos, las alteraciones predominan en los tarsos (NR:3), especialmente en los calcáneos.

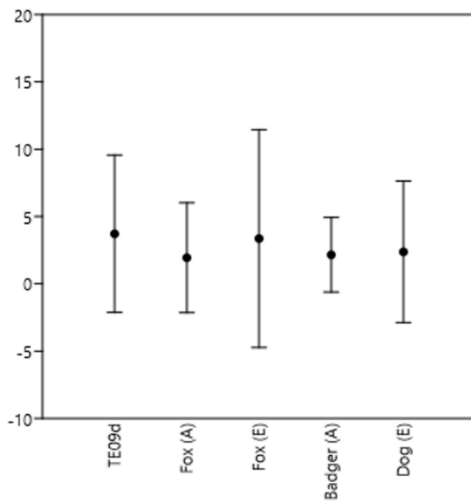
En la medida de lo posible, se han medido las depresiones en la superficie de la diáfisis y de las epífisis. Las medidas de las epífisis tienen un máximo de 3,7 mm y un mínimo 1,7 de largo y un máximo de 1,8 mm y un mínimo de 1,6 mm de ancho.

En el caso de las medidas para las depresiones, tampoco podemos descartar la actividad de ningún taxón (Tabla 42, 43; Figura 22).

Elemento anatómico	NR
Escápula	1
Coxal	2
Húmero	2
Radio	1
Metápodos	1
Fémur	4
Tibia	2
Tarsales	3
Placas	2
H. largo	1

TABLA 42: NR por elemento anatómico con depresiones.

a)



b)

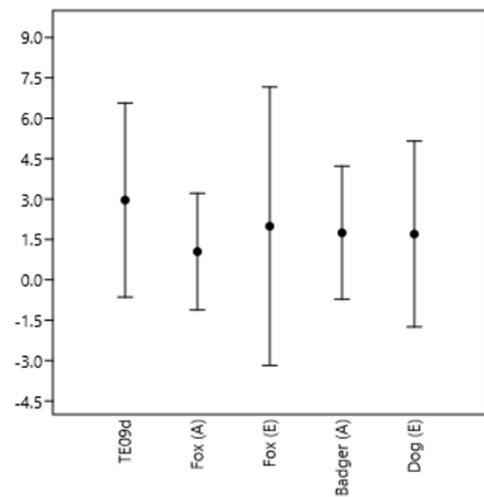


FIGURA 22: Comparación de las medidas obtenidas para las depresiones en diáfisis (a) largo, b) ancho) en restos de talla muy pequeña y los datos proporcionados por (A) Young *et al.*, 2015 y (E) Andrés *et al.*, 2012.

	<b>Surcos</b>			<b>Depresiones</b>	
	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>		<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>
<b>Max:</b>	3'99	1'99	<b>Max:</b>	8	5
<b>Min:</b>	0'99	0'1	<b>Min:</b>	1'3	0'9
<b>Mediana</b>	2'06	0'71	<b>Mediana</b>	3'37	2'04
<b>SD.</b>	1'25	0'58	<b>SD.</b>	2'19	3'9

**TABLA 43:** Datos obtenidos para las medidas en los surcos y depresiones en la diáfisis, tanto largo como ancho de los restos de mesofauna.

- *Improntas:*

Se han identificado un total de 4 (4'34%) restos con improntas, todos pertenecientes a la familia Leporidae. En este caso, se trata de dos tarsales, una vértebra cervical y un húmero.

Se han podido obtener 3 restos con improntas medibles, siendo el máximo 7'4 mm y el mínimo 0'7 mm de largo y 3'4 mm y 0'2 mm de ancho. En este caso, no se han podido comparar las medidas con otros predadores debido a la falta de información.

- *Furrowing:*

Las evidencias de furrowing en el conjunto de restos de talla muy pequeña se identifican en 5 restos (5'31%). Todas se han identificado en restos de lepóridos. En el análisis anatómico, la cintura pélvica escapular está más alterada que los huesos apendiculares y craneales (Tabla 44).

<b>Elemento anatómico</b>	<b>NR</b>
Mandíbula	1
<b>Escapula</b>	<b>1</b>
<b>Coxal</b>	<b>1</b>
Tibia	1
Tarsal	1

**TABLA 44:** NR para los elementos anatómicos con furrowing.

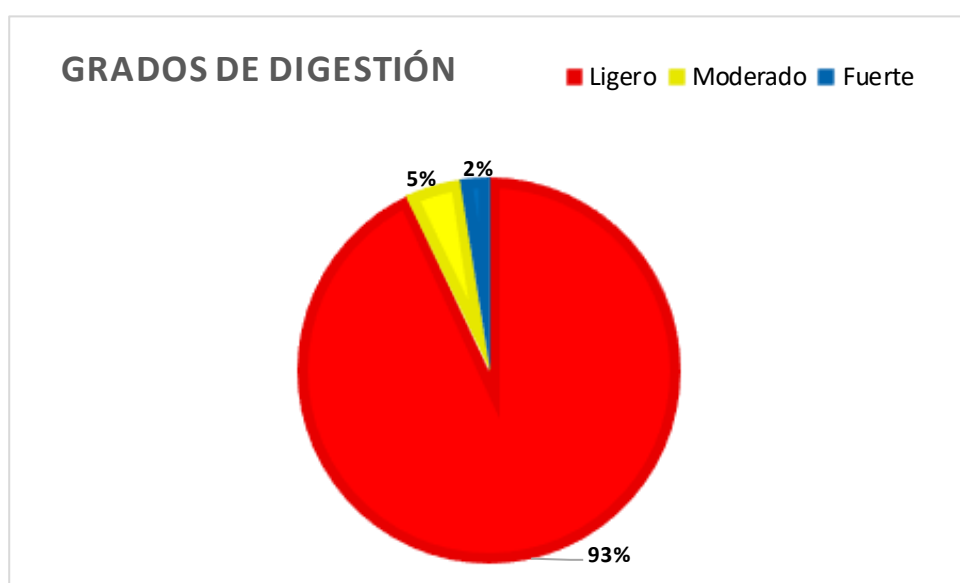
- *Digestión:*

Las alteraciones por digestión son las más abundantes (NR:43; 45'74%). Los restos óseos con alteraciones por digestión pertenecen en gran mayoría a la familia Leporidae (93'02%), pero también se han identificado un fémur completo de mustela y un fémur entero de tortuga con evidencias de digestión.

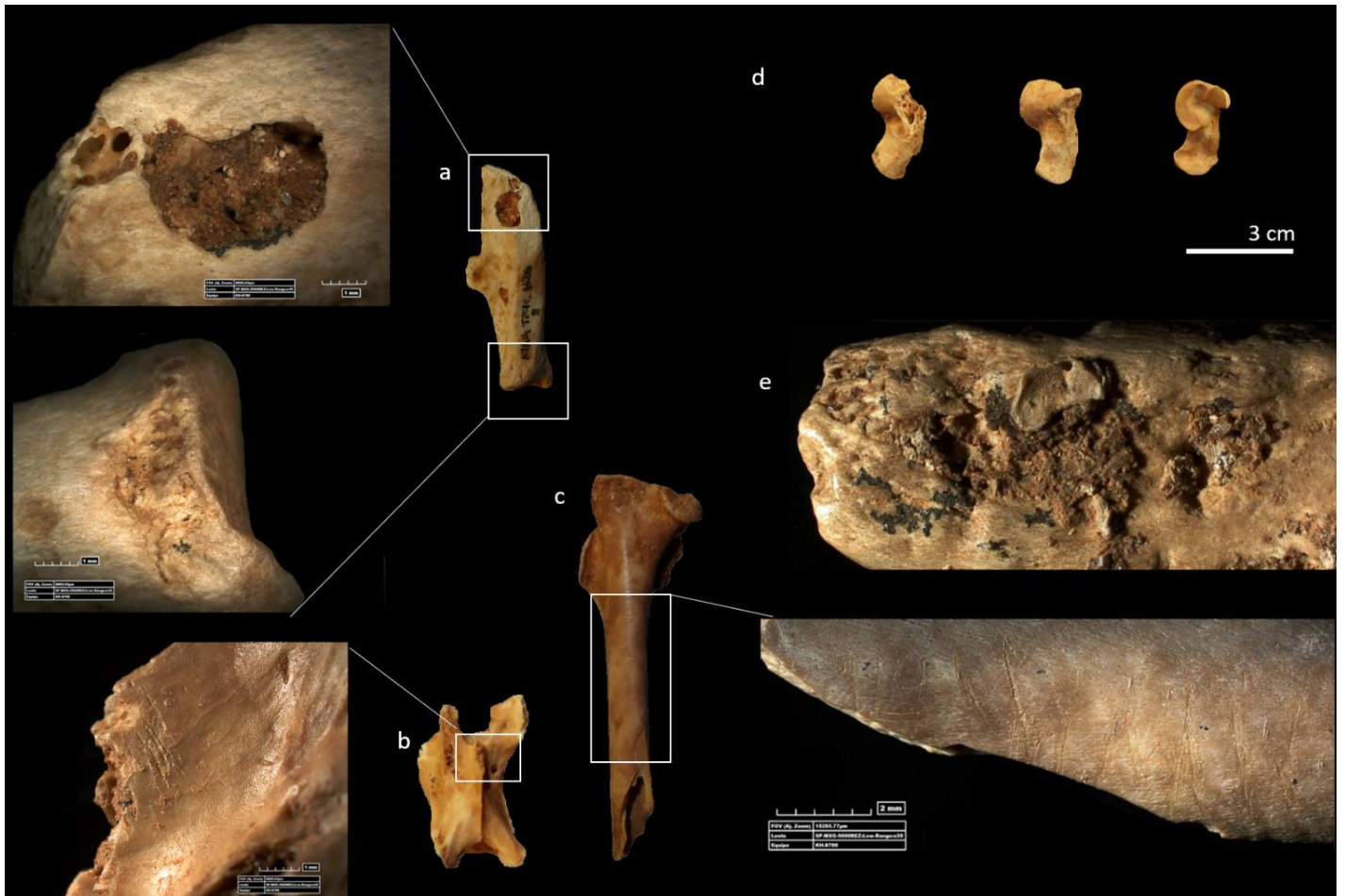
Se han podido diferenciar tres tipos de afectación; una alteración digestiva ligera (NR:40) un grado moderado (NR:2) y un grado fuerte (heavy; NR:1) (Tabla 45 y gráfico 16). En este caso, el grado moderado altera a un calcáneo y a una mandíbula, mientras que el grado más fuerte altera un fragmento de hueso largo.

Grado ligero	
Elemento anatómico	NR
Cráneo	2
Escápula	3
Coxal	5
Vértebra	1
Húmero	6
Ulna	3
Metápodos	4
Fémur	5
Tibia	1
Tarsales	7
Falanges	3
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

**TABLA 45:** NR con grado leve de digestión para los elementos anatómicos con furrowing.



**GRÁFICO 16:** Porcentaje de representación de los distintos grados identificados en la digestión de los restos de mesofauna.



**IMAGEN 20:** Restos de lepidóridos con modificaciones por carnívoros y rapaces. A) calcáneo con depresión y pérdida de tejido por digestión; b) vértebra con surcos producidos por una rapaz; c) surcos en la diáfisis de fémur de un individuo inmaduro; d) comparación de los grados de digestión en astrágalos (de izquierda a derecha): fuerte-moderado-ligero; e) alteración de la morfología de un calcáneo por furrowing.

### 5.8.3.2. Actividad de roedores:

En el estudio tafonómico de los restos de talla muy pequeña se ha identificado un metatarso de lepórido adulto con evidencias de actividad de roedores.

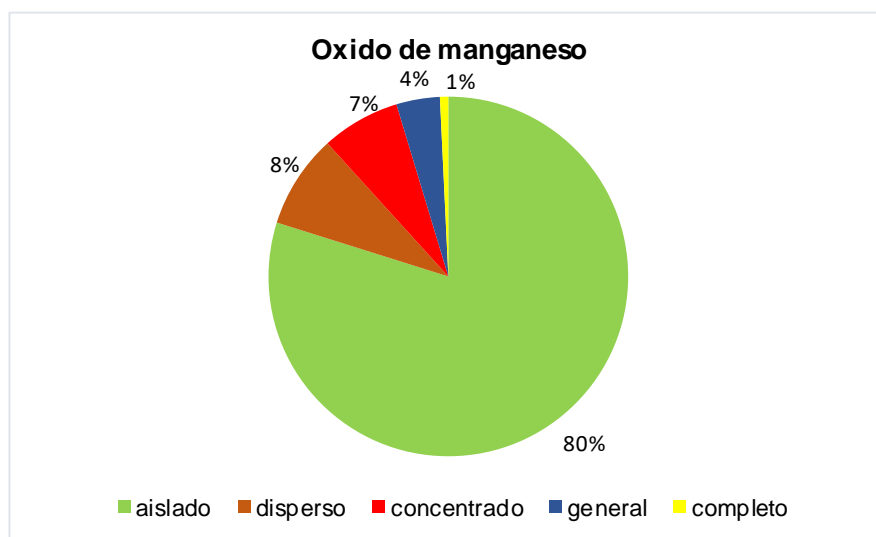
### 5.9 MODIFICACIONES POR AGENTES POSDEPOSICIONALES:

En este apartado presentamos las modificaciones fosildiagnéticas identificadas en el conjunto analizado, teniendo en cuenta todos los restos fósiles que forman el nivel TE09d, tanto ungulados, carnívoros y mesofauna.

Señalar también que pese a exponer dichas modificaciones individualmente, estas no se excluyen entre ellas, pudiéndose relacionar en cuestiones de afectación.

#### - *Oxido de manganeso:*

En este estudio, se han identificado un total de 665 (78'23%) restos con tinción por los óxidos de manganeso. Debido a la afectación en la superficie, se han podido distinguir distintos grados dependiendo de su distribución en el hueso. El grado aislado, es el más abundante con 531 restos, seguido del disperso con 56 restos, el concentrado con 47 restos, el general con 26 y el completo con 5 restos (Gráfico 17).



**GRÁFICO 17:** Porcentaje de representación de los distintos grados de óxido de manganeso identificados en el conjunto.

#### - *Rodado y pulido:*

Por otro lado, el rodado en la superficie de los huesos afecta a un total de 467 (54'94%) de restos y el pulido un total de 286 (33'64%) de restos. Así como anteriormente, se han determinado distintos grados de afectación. El grado R1 y P1 afectan a un total de 208 restos, mientras que el R2 y P1 a 15 restos. Mucha menos afectación tienen los grados R1 y P2, R2 y P2, alterando a dos y un resto respectivamente (Tabla 46).

Grado de afectación del rodado y pulido.			
Grados	Nº restos	Grados	Nº restos
R1+P1	208	R1+P2	2
R2+P1	15	R2+P2	1

**TABLA 46:** NR para los distintos grados identificados para rodado y pulido.

- *Concreciones:*

En este estudio se han identificado 110 (12'94%) restos con concreciones en la superficie. Por taxones, los restos pertenecientes a la familia Cervidae son los más abundantes (NISP:13), seguido de los restos para Bovidae (NISP:6). También se ha recuperado un molar de artiodáctilo y una mandíbula de suido con concreción. Se han identificado dos placas de tortuga con concreciones, así como 5 fragmentos de fémur de lepóridos.

Por otro lado, en el conjunto de restos analizados por la talla de peso, los restos de talla media son los que presentan un mayor efectivo con este tipo de modificación (NSP:38), siendo los fragmentos de huesos largos los más afectados. En los restos de talla grande (NSP:38), también se observa un predominio de afectación en los fragmentos de huesos largos. Los restos de talla pequeña están representados por una única mandíbula de suido, y los restos de talla indeterminada (NR:10), por los fragmentos de huesos (NSP:6) que no ha sido posible asociar a una categoría anatómica. Por último, para los restos de animales de talla muy pequeña (NSP:28), existe un predominio de afectación en los fragmentos de fémures.

- *Disolución:*

En este caso, su representación es menos abundante que la anterior (NR:18; 2'11%). Por taxones, los restos de bóvidos (NISP:3) y cérvidos (NISP:4) son los más afectados. Por tallas de peso, en la talla grande (NSP:7) se ven alterados un fragmento de metápodo, un fragmento de tibia, un fragmento de ilion, un fragmento de costilla, un fragmento de hueso plano y un fragmento de vértebra torácica. Por otro lado, también

se ha identificado un sesamoideo con evidencias de disolución en la cortical del hueso. En la talla media (NSP:6), se han visto alterados principalmente los fragmentos de huesos largos (NSP:2). Con eso, también se han identificado fragmentos de costilla, de maxilar, fragmentos de húmero y de un atlas con presencia de disolución. Para los restos de mesofauna se han identificado un fragmento de ala iliaca y un fragmento de hueso largo alterado.

- *Corrosión química:*

En este trabajo se han identificado 43 restos (5'05%) con alteraciones en la superficie por la corrosión química. Los taxones con una mayor representación son los bóvidos (NISP:9) y los lepóridos (NISP:9). Los cérvidos (NISP:5), los félidos (NISP:2) y los mustélidos (NISP:1) tienen una menor presencia.

Por tallas de peso, se observa el mismo predominio con los restos de talla grande (NSP:15) y los restos de talla muy pequeña (NSP:14). Contrariamente, se han identificado 9 restos de talla media, 2 de talla pequeña y 3 restos con talla no identificada.

- *Tinciones en la superficie del hueso:*

En el análisis de este conjunto, se han identificado 134 restos (15'76%) con una tinción blanquecina en la superficie a la que hemos llamado "*precipitado blanco*". Aunque en anteriores estudios solo se ha identificado en animales de tallas muy pequeñas o microfauna (Bénnasar, 2010), destacamos la presencia de este precipitado en todas las tallas de peso y elementos anatómicos identificados en este estudio. Hasta el momento, no conocemos qué agente produce este tipo de tinción.

Por otra parte, se han identificado 4 restos (0'47%) de ocre sobre la superficie de los huesos. En este caso, se identifica en un piramidal de rinoceronte, en un fragmento de escápula de artiodáctilo, en una vértebra lumbar de bóvido y finalmente, en un fragmento de hueso indeterminado.

- *Pérdida de tejido:*

En 124 restos (14'58%), hemos documentado pérdida de tejido. Por taxones, esta modificación se ha identificado sobre restos de bóvidos, cérvidos y cánidos. En los bóvidos, se ha observado sobre 18 restos, principalmente sobre fragmentos de metápodos (NISP:5). En el caso de los cérvidos (NISP:14), los fragmentos de asta (NISP:4) son los que presentan mayor pérdida de tejido. En el caso de los carnívoros, se ha identificado un fragmento de radio de cánido. Finalmente, en la mesofauna se ha

recuperado una placa de tortuga y dos fragmentos de húmero de lepóridos con pérdida de tejido en la superficie del hueso.

En el análisis de los restos por talla de peso, el mayor conjunto de restos con pérdida de tejido pertenece a la talla grande (NSP:54), con un predominio de alteración en los fragmentos de huesos largos. En los restos de talla media (NSP:36), también predominan los fragmentos de huesos largos (NSP:6), aunque se ve una importante representación de los fragmentos de tibia y vértebras (NSP:5). En la talla pequeña (NSP:3) y talla muy pequeña de peso (NSP:13), predominan los fragmentos de hueso largos. Finalmente, en los restos con una talla no identificada (NSP:14) predominan aquellos que no ha sido posible identificar anatómicamente (NSP:8).

El movimiento de la matriz sedimentaria sobre los huesos enterrados o semienterrados, puede llegar a crear alteraciones como las fracturas por presión del sedimento o el *trampling*.

- *Presión del sedimento:*

Los restos alterados por la presión del sedimento en este conjunto son 36 (4'23%). Por taxones, los restos de cérvidos (NISP:10), con una mayoría de fragmentos de metápodos alterados son los más abundantes. También se ha identificado en 4 restos de bóvido, una escápula de artiodáctilo y dos restos de lepóridos. En un mayor grado de afectación, se han recuperado un húmero de rinoceronte, una mandíbula de suido y una hemimandíbula de úrsido.

En el análisis por talla de peso, el predominio de restos con esta modificación reside en la talla media (NSP:15) y en la talla grande (NSP:14). Mientras, en los restos de animales de talla pequeña (NSP:2), talla muy pequeña (NSP:1) y talla muy grande de peso (NSP:1) apenas se ha documentado.

Por último, se han identificado modificaciones por presión de sedimento en 3 restos de talla indeterminada.

- *Trampling:*

En el análisis de los restos, se han identificado 43 restos (5'05%) con *trampling*. Los restos de cérvidos (NISP:10) y los de bóvidos (NISP:8) son los más abundantes, con la mayoría de fragmentos de metápodos y fragmentos de tibia afectados. Los lepóridos (NIS:7) están representados mayormente por los metápodos (NISP:4) y con una menor representación, se ha identificado un fragmento de escápula de artiodáctilo y un fragmento de fémur de cánido con *trampling*.

En el análisis por tallas de peso, los restos con mayor presencia de *trampling* son los animales de talla grande (NSP:17), seguidos por la talla media (NSP:14) con una representación mayoritaria de metápodos. Por otro lado, la talla pequeña está representada por 4 restos y la talla muy pequeña por 8 restos.

- *Alteraciones por las raíces:*

Las modificaciones por las raíces de las plantas, en este estudio no son muy abundantes (NR:34; 4%) si las comparamos con otras alteraciones. En este caso, los taxones más abundantes son los bóvidos y los lepóridos (NISP:6), pero también hay evidencias sobre los restos de cérvidos (NISP:4) y cánidos (NISP:1). En el caso del análisis de los restos por tallas de peso, hay un predominio de los restos de talla grande (NSP:13) seguido de los restos de la talla media (NSP:8) y talla muy pequeña (NSP:7) con alteraciones por raíces. Los restos de talla pequeña, son los que presentan menos efectivos con esta alteración, documentando 4 restos afectados.

- *Agrietamiento y fisuras:*

Los cambios bruscos de temperatura y humedad en los restos óseos pueden llegar a crear fisuras en los restos. En este estudio se han identificado 343 (40'35%) restos con fisuras en la estructura ósea. En este caso, ha sido posible identificar distintos grados de fisuras. Se han observado un total de 162 restos con fisuras leves (agrietamientos; A1) mientras que 168 restos presentan un grado más elevado de alteración (F1) y finalmente, un menor número de restos (NSP:13), presenta un grado muy elevado de agrietamiento (F2).

En el estudio de alteraciones postdeposicionales no se ha identificado ningún resto con evidencias de meteorización (Gráfico 18) (Imagen 21).

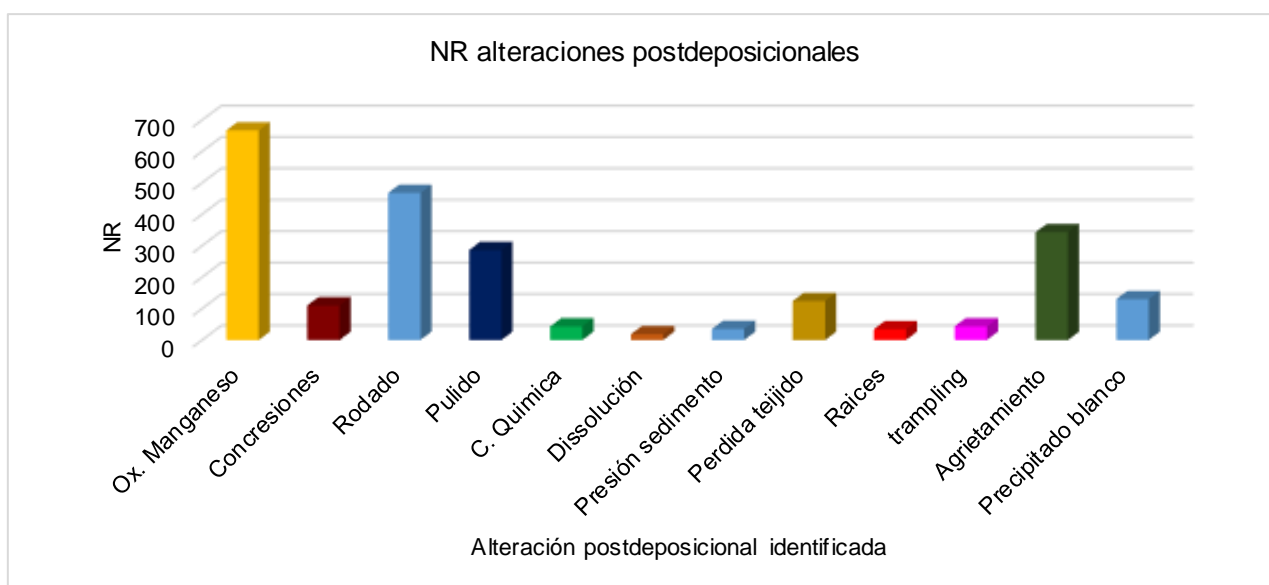


GRÁFICO 18: NR con alteraciones postdeposicionales identificadas en el conjunto estudiado.



**IMAGEN 21:** Restos óseos con alteraciones por agentes postdeposicionales: A) Óxido de manganeso en hueso largo de talla grande; B) Óxido de manganeso en II metacarpo de lepórido; C) Disolución en hueso largo de talla media; D) Pérdida de tejido en hueso indeterminado; E) Precipitado blanco en fémur de lepórido; F) Rodado y pérdida de tejido en fragmento de hueso craneal de individuo de talla media; G) fisuras y agrietamiento en fragmento de metacarpo de cérvido; H) Corrosión química y óxidos de manganeso en hueso largo de talla muy pequeña; I) *Trampling* en fragmento de hueso largo de animal de talla media, I' en detalle e I'' detalle en 3D; J) Presión de sedimento en escápula de animal de talla media, J' escápula de perfil.

## 6. DISCUSIÓN:

El yacimiento de Sima del Elefante (Atapuerca) representa un yacimiento clave para entender el primer poblamiento europeo durante el Pleistoceno inferior.

Iniciamos este trabajo con el planteamiento de abordar unos objetivos específicos. En primer lugar, caracterizar el conjunto de restos faunísticos recuperados en el nivel TE09d de Sima del Elefante. En segundo lugar, determinar si estamos delante de un conjunto de restos que se encuentran en posición primaria o secundaria dentro de la cavidad. Por último, en base a los resultados obtenidos, determinar qué tipo de relación tendrían los primeros grupos de homínidos con su entorno a través de las distintas estrategias de subsistencia.

### 6.1 Caracterización del conjunto:

El nivel TE09d presenta una elevada variedad de taxones. Hemos identificado dos grandes grupos de restos, los pertenecientes a taxones de macrofauna y los pertenecientes a la mesofauna. Tanto en la presentación de los resultados como en esta discusión ambos grupos de taxones han sido tratados por separado.

Por taxones de macrofauna se observa un predominio de los restos pertenecientes a la familia Cervidae y Bovidae, aunque también se ha documentado algún resto aislado de rinoceronte, caballo y suido. Debido a la variedad interespecífica de los cérvidos, la mayor parte de los restos se han identificado como Cervidae indet. No obstante, hemos observado tres restos de *Dama "nestii" cf. vallonnetensis* y cuatro de *Cervus elaphus*. También se han observado dos restos pertenecientes a un cérvido de tamaño grande, posiblemente *Eucladoceros giulii*.

Se ha identificado una baja representación de restos de carnívoros. Dentro del predominio de los restos de félicos, se ha podido documentar la presencia de *Lynx pardinus* y de *Felis sp.* Por otro lado, en los cánidos, se han observado restos de *Vulpes cf. alopecoides* y *Canis cf. mosbachensis/arnensis*. Finalmente, en la familia de los mustélidos, se reconocen restos de *Meles meles* y de *Mustela cf. palerminea/praeivalis*.

Por tallas de peso y con una cierta coherencia al predominio de los cérvidos y bóvidos, identificamos un mayor número de restos de talla grande y talla media de peso.

Si incidimos en las edades identificadas por taxones, determinamos un predominio de los individuos adultos. En los bóvidos se ha documentado la presencia de un individuo

juvenil y un individuo adulto. En los cérvidos, quienes presentan el mayor número de efectivos, se han identificado un individuo senil, cinco adultos, un individuo juvenil, un individuo infantil y un individuo inmaduro. Dentro de los cinco individuos adultos, ha sido posible identificar un individuo adulto de hembra, gracias a un fragmento de cráneo que presenta ausencia de pedúnculo.

Los datos que nos aportan los distintos cálculos sobre la integridad de la muestra, confirman el predominio de los elementos apendiculares. Sin embargo, queremos hacer inferencia en la diferenciación entre los elementos anatómicos de bóvidos y cérvidos. En el caso de los bóvidos, existe una mayor representación de los estilopodios y tibias, mientras que, para los cérvidos, el predominio recae en los fémures y los elementos craneales.

En el conjunto de restos analizados se identifica una alta fragmentación de los huesos. La mayor parte de estos fragmentos de huesos del esqueleto apendicular, son menores de 50 mm. En el conjunto de huesos largos fragmentados, solamente el 16'66% supera los 70mm, lo que nos indica que estamos delante de fragmentos de gran tamaño. En algunos de ellos, hemos determinado modificaciones por digestión, pero de eso se discutirá más adelante.

En el conjunto estudiado de los restos óseos se han identificado fracturación en fresco producida por la actividad de agentes biológicos, así como evidencias de actividad antrópica y modificaciones por la actividad de carnívoros.

En el nivel TE09d de Sima del Elefante se han identificado restos óseos de lepóridos, tortugas, castores y pequeños mustélidos. En el conjunto de los restos de mesofauna, el claro predominio de restos pertenece a la familia Leporidae, con un predominio de los elementos apendiculares posteriores, coxales y húmeros. En comparación, la presencia de los pequeños mustélidos, quelonios y castores en el conjunto es meramente significativa.

Por taxones, en los lepóridos identificamos un predominio del esqueleto apendicular sobre el axial o craneal. En el caso de los mustélidos y castores se identifica una mayor representación del esqueleto craneal sobre el apendicular y axial. Los quelonios están representados por los fragmentos de placa del caparazón.

Las inferencias en los cálculos del sesgo representativo del conjunto, señalan hacia el predominio del esqueleto apendicular y craneal.

En el conjunto de restos de mesofauna se han identificado restos de dos individuos adultos de mustélido, un individuo adulto de quelonio y un individuo adulto de castor.

En los lepóridos, con el mayor número de individuos identificados (18), se han documentado, 9 adultos, 1 subadulto, 1 juvenil, 1 infantil y 6 inmaduros. Estos datos en el grupo de los lepóridos se asemejan a los recuperados en las acumulaciones producidas por el búho real (*Bubo bubo*) (Lloveras *et al.*, 2009) (Tabla 47).

Debido a que todo el conjunto de restos con alteraciones por agente biológico pertenece a los lepóridos (a excepción de un resto de quelonio), la discusión del estudio tafonómico de los restos de mesofauna se ha realizado sobre estos restos de lagomorfo.

		DIURNAL RAPTORS	NOCTURNAL RAPTOR		TERRESTRIAL CARNIVORES					HUMAN
		<i>A. adalberti</i>	<i>Bubo bubo</i>	<i>Tyto alba</i>	<i>Meles meles</i>	<i>Lynx pardinus</i>		<i>Vulpes</i>		<i>Solutrense</i>
	Sima del Elefante	Pellet	Bolomor (XVIIa)	Nest	Burrow	Navalmaillo	No ingest	Scat	No ingest	<i>Gruta de Caldeirao</i>
<b>Edades (%)</b>										
Ind. Adulto	50%	94%	50%	x	x			87%		83%

**TABLA 47:** Comparación entre los datos obtenidos para los adultos en comparación a los resultados de acumulaciones de otros taxones. *A. adalberti* (Lloveras *et al.*, 2008a); *Bubo bubo* (Lloveras *et al.*, 2009); *Tyto alba* (Sanchis 2010) *Meles Meles* (Sanchis 2010) *Lynx pardinus* - navalmaillo (Arriaza, 2017) y *Lynx pardinus* -no ingerido (Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2013), *Vulpes vulpes* -scat (Lloveras *et al.* 2012); *Vulpes vulpes* -no ingerido (sanchis 2010); Humanos (Sanchis 2010).

La presencia de individuos inmaduros (33'33%), puede estar señalando a la actividad de un pequeño carnívoro. En estudios etológicos actuales se observa una alta mortalidad de individuos inmaduros en las acumulaciones por parte del zorro, un agente que sería capaz de acceder a las madrigueras (Gortázar, 2007; Arriaza, 2011). Por tanto, la presencia de individuos inmaduros en la muestra estudiada podría indicar la actividad de un pequeño carnívoro.

Cuando analizamos los restos de talla muy pequeña, identificamos una mayor representatividad de elementos apendiculares posteriores (fémur y tibia) sobre el resto de elementos anatómicos. Tanto el ISU como el %MAU señalan el mismo predominio, aunque en el último, los húmeros y coxales también presentan altos valores representativos

En el análisis tafonómico de los restos de talla muy pequeña observamos que el mayor número de restos con alteraciones producidas por agentes biológicos pertenece a lepóridos.

Se han identificado evidencias de mordeduras en forma de surcos, depresiones e improntas evidenciando la presencia de carnívoros. Los surcos se localizan principalmente entre los fémures, mientras que las depresiones y las improntas predominan en los tarsales. Ha sido posible medir la longitud, el ancho, y en el caso de las depresiones, el diámetro de las mordeduras y se ha comparado con las medidas proporcionadas por otros autores (Rodríguez -Hidalgo *et al.*, 2011, 2013; 2015; Lloveras *et al.*, 2009; Sanchis, 2010; Young *et al.*, 2015; Delaney – Rivera *et al.*, 2009; Domínguez-Rodrigo y Piqueras, 2003; Andrés *et al.*, 2012). En ningún caso, ha sido posible asociar las modificaciones con algún predador.

La importancia de la digestión recae en el poder de la determinación e identificación de los grados que nos permiten acotar la búsqueda del agente acumulador. Según los estudios avifaunísticos, en el caso de las rapaces, las rapaces diurnas presentan unos grados de digestión altos (fuertes-extremos) en los restos ingeridos, mientras que las rapaces nocturnas realizan una digestión más suave, identificando para ellas unos grados ligeros y moderados (Lloveras *et al.*, 2008a; Marqueta, 2021). En nuestro conjunto de restos de mesofauna, el grado ligero es el que predomina, aunque también se han identificado dos restos con una digestión moderada y uno con una digestión fuerte. Si observamos los datos que se presentan en la siguiente tabla, los valores aportados en este trabajo se asimilan a las características recuperadas en acumulaciones producidas por *Lynx pardinus*, *A. adalberti* y *Bubo bubo* (Lloveras *et al.*, 2008a; 2009; Arriaza, 2017) (Tabla 48).

		DIURNAL RAPTOR S	NOCTURNAL RAPTOR		TERRESTRIAL CARNIVORES					HUMAN
		<i>A. adalberti</i>	<i>Bubo bubo</i>	<i>Tyto alba</i>	<i>Meles meles</i>	<i>Lynx pardinus</i>		<i>Vulpes</i>		<i>Solutrense</i>
	Sima del Elefante	Pellet	Bolomor (XVIIa)	Nest	Burrow	Navalmaillo	No ingerit	Scat	No ingerit	<i>Gruta de Caldeirao</i>
<b>Digestión (%)</b>										
% NR dig.	19'54	98	69	12	15'81	25'2		99'50		7'2
% NR H. I.	16'26					39'5		100		7'5
<b>Grados digestión</b>										
Nulo	53'18	2	31			74'8				92'8
Ligero	18'18	18'2	41'6	37'7		11'1		6		3'2
Mod.	0'90	27'4	0'8	12'3		3'2		43		0'9
Fuerte	0'45	5'6	0'2			0'3		25		0
Extremo										
<b>Marcas de mordeduras/ picotazos/ marcas de corte/ combustión</b>										
Mordeduras	30			14'81			0'9%	3	9'5	0'6
Picotazo		0'5	1'34	x						
M. corte										0'8
Combustión										3'1

**TABLA 48:** Comparación entre los datos obtenidos para la digestión en comparación a los resultados de acumulaciones de otros taxones. Dig. Digeridos; H.I.; huesos largos; Mod: moderado; M.corte: Marcas de corte. *A. adalberti* (Lloveras *et al.*, 2008a); *Bubo bubo* (Lloveras *et al.*, 2009); *Tyto alba* (Sanchis 2010) *Meles Meles* (Sanchis 2010) *Lynx pardinus* - navalmaillo (Arriaza, 2017) y *Lynx pardinus* -no ingerido (Rodríguez -Hidalgo *et al.*, 2013), *Vulpes vulpes* -scat (Lloveras *et al.* 2012); *Vulpes vulpes* -no ingerido (sanchis 2010); Humanos (Sanchis 2010).

En resumen, las alteraciones por agentes biológicos identificadas en el conjunto de los restos de mesofauna apuntan a dos posibles agentes. Por un lado, las evidencias de mordeduras demuestran la actividad de un pequeño carnívoro, posiblemente un *Lynx pardinus* (Lince ibérico). Por otro lado, tanto el estudio de las proporciones anatómicas como los grados de digestión, apuntan a la acción de un ave rapaz nocturna, posiblemente un *Bubo bubo* (Búho real). En anteriores estudios realizados sobre el conjunto avifaunístico del nivel TE09d de la Sima del Elefante, se evidenció la posible actividad del búho real como agente acumulador de restos de aves (Marqueta, 2021). Es por ello que planteamos la siguiente relación presa-cazador; los restos de lepóridos principalmente entrarían como presa de las aves que anidarían en la pared de la cueva y en segundo plano, como caza de un pequeño carnívoro las consumiría en el interior de la cueva.

Finalmente, en las alteraciones postdeposicionales observadas en todos los restos recuperados en el nivel TE09d, se identifica un predominio de óxidos de manganeso, rodados y pulidos. La abundancia de restos con óxidos de manganeso es un indicador de que los restos han sedimentado en el interior de la cueva, ya que, los óxidos de manganeso aparecen en ambientes húmedos y con poca ventilación. La presencia de

rodados y pulidos, nos señala el movimiento de los restos dentro del paquete sedimentario de las arcillas. Del mismo modo, la presencia en un elevado número de alteraciones como la pérdida de tejido, la presión del sedimento o el *trampling*, nos indicaría movimiento por parte de la matriz sedimentaria. Estos datos serán discutidos más adelante debido que puede aportarnos información sobre la posición en la que se encuentran los restos. Finalmente, la identificación de concreciones y fisuras confirmarían esta presencia de ambiente húmedo al igual que los óxidos de manganeso anteriormente citados.

No queremos cerrar este apartado sin destacar el bajo número de restos con alteraciones por raíces y la nula presencia de meteorización. Aunque en el siguiente apartado se tratará de ello más extendido, estas evidencias nos están señalando claramente que los restos habrían estado muy poco tiempo a la intemperie, planteándonos dos escenarios;

- a) Los restos de las carcasas después de ser abandonados, tienen una entrada muy rápida en el interior de la cavidad.
- b) Los restos se mantienen en el exterior, pero en zonas a cubierto como pueden ser abrigo, donde las condiciones meteorológicas no habrían alterado la superficie ósea.

### 6.2 Competencia por los recursos:

En el nivel TE09d de la Sima del Elefante, se han recuperado piezas de industria lítica. Este hecho, reafirma el contexto antropizado del paquete sedimentario del TE09, donde recordemos, se recuperaron restos de *Homo sp.*, industria lítica y restos de macrofauna asociada a esta (Carbonell *et al.*, 2010; Rosas *et al.*, 2001, 2006; Huguet, 2007; Huguet *et al.*, 2013, 2017; Blasco *et al.*, 2011).

La evidencia clara e irrefutable de que un contexto arqueológico esta antropizado es la identificación de marcas de corte. En este caso, el conjunto de TE09d presenta cuatro restos con marcas de corte.

En concreto, la presencia de marcas de corte ha sido identificada en dos costillas de bóvido, una corresponde a un individuo inmaduro y la otra a un individuo adulto, en una vértebra torácica de un individuo inmaduro de bóvido y en un fragmento de diáfisis de humero izquierdo de cérvido adulto.

Según Dominguez-Rodrigo y Pickering, (2005) dichas alteraciones en las superficies ventrales del cuerpo axial (costillas), indicarían una extracción de las vísceras

superiores. Las vísceras, con un gran aporte nutritivo, raras veces son omitidas por los predadores cuando generan un acceso primario. Es por ello, que las marcas de corte, localizadas en las zonas ventrales y dorsales de las costillas indicarían un acceso primario por parte de los homínidos a las carcasas (Blumenschine, 1986b; Kruuk, 1972; Schaller, 1972; Domínguez-Rodrigo y Pickering, 2005; Saladié *et al.*, 2018; Bunn y Enzo, 1993).

La funcionalidad del conjunto de marcas documentadas en la cara lateral de una vértebra torácica de bóvido sugiere una actividad de descarnado Bunn y Enzo (1993).

Paralelamente, las marcas de corte encontradas en el fragmento de húmero de cévido, se asemejarían a las estudiadas por Bunn y Enzo (1993), Domingo-Rodríguez y Pickering, (2002) y Domínguez-Rodrigo (1997, 1999). Dichos investigadores defienden la idea de que los homínidos, con un acceso primario a las carcasas, impondrían estas marcas en las partes superiores medias e intermedias de las diáfisis de los huesos largos, con la finalidad de desmembrar y descarnar las piezas (Bunn, 2001; Domínguez-Rodrigo, 2002; Domínguez-Rodrigo y Pickering, 2003; Pickering *et al.*, 2004; Pickering y Domínguez-Rodrigo, 2005). Debido al alto valor nutritivo, es el agente con acceso primario quien obtiene ese contenido cárnico.

A pesar de la información que nos aportan las marcas de corte identificadas en el conjunto, el estudio de la fracturación en fresco añade otra perspectiva. Basándonos en la investigación de Domínguez-Rodrigo *et al.*, (2014), el conjunto de alteraciones mecánicas por carnívoros es mayor a las alteraciones antrópicas, indicando así un acceso secundario o esporádico por parte de los homínidos. Si bien la fracturación se puede atribuir a un consumo directo del contenido cárnico y medular de los restos, la presencia de paños de fractura en fresco (Villa y Mahieu, 1991) sobre los estilopodios de talla media y talla grande, indican una selección de las presas, concretamente sobre cévidos y bóvidos (de Juana y Domínguez-Rodrigo, 2011; Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2010; Pineda, 2018).

En el análisis de la fracturación, documentamos un predominio de paños de fracturas en fresco (COS). De nuevo, el mayor número de restos con paños de fractura en fresco pertenecen a fragmentos de fémures, metápodos y huesos largos indeterminados de animales de talla grande y talla media de peso. La ausencia de muescas, conos de percusión y lascas parasitarias nos ha impedido relacionar directamente la fracturación con la actividad antrópica. Por otro lado, la identificación de mordeduras en bordes de fractura nos sugiere una actividad de carnívoros. Siguiendo esta idea, el análisis de la circunferencia diafisaria presenta unos valores

altos para los fragmentos con menor circunferencia. No obstante, es interesante destacar la presencia de un fragmento de metápodo de cérvido y un hueso largo de talla media con las características de cilindro diafisario y *furrowing*, producida durante la actividad de los carnívoros.

Finalmente, siguiendo los estudios de Saladié y colegas (2014), se han calculado la ratio diáfisis-epífisis. Tal y como señala la autora, unos valores de ratio altos indicarían una baja competencia y viceversa. La ratio entre los fragmentos de epífisis y diáfisis muestran una proporción baja (0'094), señalando así una alta competencia entre predadores.

Las evidencias directas de actividad de carnívoros se han confirmado con la identificación de modificaciones por mordeduras de estos. La equifinalidad que demuestran las medidas tomadas para los surcos, depresiones e improntas nos impide identificar el carnívoro responsable entre los representados en el conjunto.

El impacto de las cúspides de dientes sobre los huesos durante las actividades de carnívoros se localiza principalmente en las diáfisis de los huesos largos de animales de talla media y talla grande de peso. No obstante, nos interesa discernir entre el tipo de modificación y su localización. En el caso de los surcos, el predominio de marcas se localiza en las diáfisis de huesos largos y metápodos de taxones de talla media y talla grande de peso. La presencia de metápodos con surcos podría estar sugiriendo un acceso secundario a los restos por parte de los carnívoros, ya que estos elementos presentan un bajo valor nutricional (Bunn *et al.*, 1993; Huguet *et al.*, 2013; Saladié *et al.*, 2014).

En el caso de la localización de las depresiones, la presencia de huesos largos, vértebras y costillas con estas modificaciones, indica un posible acceso primario de los carnívoros a las carcasas. Tal y como comentábamos anteriormente, estos elementos del esqueleto axial representan un valor nutricional muy alto, por lo que raras veces son omitidas en los accesos primarios.

Finalmente, en la determinación de las improntas, observamos un predominio de alteración en las epífisis de los huesos largos. Este dato podría indicar que los carnívoros estarían realizando un acceso secundario a los restos óseos abandonados por los homínidos (Bunn *et al.*, 1993).

La presencia de restos con *furrowing* y *gnawing*, podría indicar este acceso secundario por parte de los carnívoros a las carcasas cuando los homínidos ya las hubieran abandonado. Por último, la documentación de grandes fragmentos de huesos digeridos, nos señalan la actividad de un carnívoro capaz de realizar estas

alteraciones, posiblemente una hiena. Sin embargo, esto no significa que otros carnívoros de menor tamaño como linceos o cánidos hayan actuado sobre algunos restos.

Es así como podemos confirmar que entre los grupos de homínidos y los carnívoros existían fuertes relaciones de competencia por los recursos cárnicos. Pese a no identificar sobreposición de las marcas, ni elementos resultados de la fracturación antrópica, documentamos un acceso primario a las carcasas por parte de los grupos humanos. Así mismo, los carnívoros realizarían tanto acceso primario como acceso secundario, tal y como lo demuestran la ratio y la distribución de marcas de mordeduras y digestión.

### *6.3. Posición primaria o secundaria:*

Los trabajos realizados sobre los niveles inferiores de Sima del Elefante hasta el momento (TE14-TE9c) se ha determinado que los conjuntos fósiles se encuentran en posición secundaria (Carbonell *et al.*, 2008; Huguet, 2007; Huguet *et al.*, 2017).

La presencia de restos de ave en TE09d, principalmente córvidos, con alta representación de los elementos esqueléticos, presencia de conexiones anatómicas y una conservación de la cortical señalarían el buen estado de conservación de los fósiles en el interior de la cavidad (Marqueta, 2021). Dicho conjunto de avifauna ha sido interpretado como un conjunto en posición primaria (Marqueta, 2021).

Sin embargo, el conjunto de restos de macrofauna documentados en el nivel TE9d parece que tendría otro origen de acumulación. La escasez de los restos y el bajo grado de antropización sobre los restos que sugieren un acceso primario, la ausencia de indicadores de fracturación antrópica (muescas, lascas parasitarias, conos de percusión), así como la carencia de una cadena de procesado, cadena operativa tecnológica y remontajes en la talla y en restos de fauna fracturados, nos indican que en el interior de la cueva no se habrían realizado actividades antrópicas de procesado y consumo de carcasas (Isaac, 1978).

Paralelamente, la falta de una mayor acumulación de restos, el bajo número de restos con mordeduras y la ausencia de individuos no adultos y zonas identificadas como cubiles (presencia de coprolitos), señala que la cavidad, tampoco fue usada por los carnívoros (Domínguez-Rodrigo, 1994; Bunn y Enzo, 1993; Hill, 1983, 1984; Cruz-Uribe, 1991; Blumenschine y Selvaggio, 1988; Blumenschine, 1989; Capaldo, 1997, 1998).

Por otro lado, la ausencia de meteorización y la baja cifra de alteraciones producidas por la presencia de raíces, las cuales recordemos, no se identifican en interior de cavidades (Behrensmeyer, 1978), nos indicaría una rápida entrada de los huesos en la cavidad o una deposición de los restos en zonas cubiertas, como abrigos. La alta presencia de superficies rodadas y pulidas, aunque en grados bajos, nos estarían señalando un desplazamiento del material dentro del paquete sedimentario de arcillas hacia el interior de la cavidad. De igual manera, la abundancia de restos con óxido de manganeso nos señala a una sedimentación en el interior de la cavidad, dónde existen altos niveles de humedad.

Así pues, las características del conjunto estudiado nos indica que no estamos ante una acumulación primaria realizada por los homínidos o los carnívoros, sino que los restos del nivel TE9d se encuentran en posición secundaria excepto en el caso de algunos restos de talla muy pequeña que habrían actuado como presas de las rapaces que anidaban en las inmediaciones de la cavidad (Marqueta, 2021).

#### *6.4 Estrategias de subsistencia en el Pleistoceno inferior europeo:*

Entendemos la paleoeconomía como la explotación y organización de los recursos usados en el mantenimiento de las sociedades y poblaciones humanas del pasado (Bailey, 1982). La paleoeconomía, aplicada en los grupos humanos del Pleistoceno se refleja en las estrategias de subsistencia. Estas, son el conjunto de acciones seleccionadas, en un espacio y tiempo concreto, con la finalidad de conseguir los medios necesarios para el sustento y la reproducción tanto individual como grupal (Huguet, 2007) (Figura 23). La localización de un asentamiento, el grado de movilidad del grupo, la tecnología y la articulación social son parámetros a tener en cuenta para conocer la paleoeconomía de un grupo de homínidos del Pleistoceno (Huguet, 2007).



**FIGURA 23:** Variables que caracterizan las estrategias de subsistencia de los grupos humanos del Pleistoceno. Esquema planteado y extraído por Huguet, 2007.

En el registro fósil del nivel TE09d se evidencia una gran variedad de taxones. La identificación de grandes herbívoros como los équidos, rinocerontes y bóvidos nos indica la presencia de grandes planicies, mientras que, los cérvidos nos señalan la presencia de zonas boscosas. Los castores indican zonas de agua corriente cercanas y las tortugas indicarían climas templados. Es así como la reconstrucción paleoecológica indica un predominio de espacios abiertos con zonas boscosas y la presencia de corrientes de agua. Estas características climáticas coinciden con las observadas en los yacimientos del sud europeo, identificados como “zonas refugio” (Crochet *et al.*, 2009; Arzarello *et al.*, 2007, 2012, 2015; Cuenca-Bescos *et al.*, 2011).

La presencia de industria lítica en sílex cretácico en el nivel TE09d, una materia prima que aflora en las inmediaciones al yacimiento (5 km) confirma la abundancia de recursos en el entorno. Las características de dichas piezas se enmarcarían en el contexto tecnológico de Pirro Nord (Arzarello *et al.*, 2007, 2012, 2015), Orce (Yravedra *et al.*, 2021) y otros yacimientos franceses (Crochet *et al.*, 2009; Lumley *et al.*, 1988; Errico, 1988), donde se presenta una tecnología propia de la tradición del Modo 1.

Por otro lado, la caracterización geográfica del sistema kárstico de la sierra de Atapuerca, proporcionaría cuevas y abrigos que podrían haber servido de refugio y

asentamiento de los grupos de homínidos, así como se refleja en el yacimiento de Gran Dolina (TD6; Saladié et al., 2014, 2018; Rodríguez-Hidalgo, 2015).

Tal y como hemos discutido anteriormente, la competencia por los recursos alimentarios entre homínidos y carnívoros estaba presente. Los altos grados de competencia, generarían que los homínidos tuvieran accesos primarios a las carcasas mientras que los carnívoros realizarían accesos primarios y secundarios. Por lo tanto, el conjunto de TE9d se asemejaría a las actividades de competencia identificadas en los yacimientos de Fuente Nueva 3, donde se describe una actividad de procesado un proboscídeo (Espigares *et al.*, 2021) y a Barranco León, donde la elevada competencia por los recursos es inter e intraespecífica (Agustí *et al.*, 2015; Rodríguez - Gómez *et al.*, 2016; Espigares *et al.*, 2013, 2021).

Así pues, el conjunto de TE9d se encontraría dentro de un entorno lleno de recursos alimenticios, tecnológicos y con cercanía a zonas acuosas, ofreciendo a los grupos de homínidos las condiciones óptimas para el asentamiento. El control sobre el entorno les permitiría tener accesos primarios a las carcasas de los animales muertos, obteniendo así el mayor valor nutricional de estos.

Es así como podemos concluir que, el conjunto del nivel TE9d de Sima del Elefante posee las características claves para afirmar que los grupos de homínidos que poblaron por primera vez la sierra de Atapuerca hace 1'2 – 1'3 Ma, tenían la capacidad suficiente para establecer estrategias de subsistencia óptimas para la vida del grupo.

## 7. CONCLUSIONES Y PRESPECTIVAS DE FUTURO

### 7.1. Conclusiones

Este trabajo de final de máster sobre el conjunto faunístico del nivel TE09 pretendía, por un lado, caracterizar los procesos de formación del conjunto y por otro, confirmar las afirmaciones realizadas en estudios previos (Carbonell *et al.*, 2008; Huguet *et al.*, 2017) en relación a la posición secundaria de los conjuntos del Pleistoceno Inferior de Sima del Elefante.. Después de analizar el conjunto, y obtener y discutir los resultados concluimos que:

En el nivel TE09d hay un predominio de cérvidos (*Cervus elaphus* y *Dama "nestii" cf. vallonnetensis*, Cervidae indet.) y bóvidos. También se han identificado grandes herbívoros y carnívoros. Los taxones identificados para el conjunto de la mesofauna son los lepóridos, *Testudo sp.*, *Castor sp.* y pequeños mustélidos como *Mustela cf. palerminea/praeivali*.

Para los bóvidos y los cérvidos identificamos una presencia completa de los segmentos anatómicos. En los bóvidos predominan los húmeros y metapodos, mientras que en los cérvidos los cráneos, mandíbulas y fémures-

En el conjunto predominan los restos de individuos adultos. En los cérvidos observamos la mayor variabilidad de edades. Se han identificado 5 adultos, un individuo senil, un individuo juvenil, un infantil y un individuo inmaduro. En los bóvidos, se han identificado 4 individuos adultos, un individuo juvenil, un individuo inmaduro.

Se ha identificado actividad antrópica en elementos axiales (costillas y vértebras) de individuos adultos e inmaduros de bóvidos de talla grande. Así mismo también se han identificado marcas de corte en un húmero de cérvido. La localización y funcionalidad de las marcas nos indican que los homínidos tuvieron un acceso primario a las carcasas.

Paralelamente, se han identificado modificaciones producidas por la actividad de carnívoros como hiénidos y posiblemente otros carnívoros de talla pequeña-media.. La distribución de los surcos, depresiones e improntas, así como mordeduras en los paños de fractura, nos señalan el acceso primario y secundario de los carnívoros a las carcasas.

En el conjunto de restos de mesofauna, se identifican principalmente lagomorfos, aunque también se han identificado quelonios, castores y pequeños mustélidos. Los restos mayormente de lepóridos nos indican que, tanto por la representación

anatómica, como el número de individuos identificado, las evidencias de mordeduras y grados de digestión, los lepóridos principalmente entrarían a la cavidad como presas de las aves que anidarían en la pared de la cueva y posteriormente caerían y sedimentarían. En un segundo plano, se identifica la actividad de un pequeño carnívoro. No descartamos la sedimentación por muerte natural.

Las características del conjunto documentado nos indican que está en posición secundaria, ya que no se documentan las evidencias propias de las en posición primaria generadas por acumulaciones carnívoros o homínidos.

La ausencia de alteraciones como la meteorización o la actividad de las raíces, nos hace pensar que el periodo entre que los restos se abandonaron después de su consumo, por parte de carnívoros y homínidos y su entrada en la cavidad fue rápido. Por otro lado, la presencia de óxidos de manganeso y rodados y pulidos en la gran mayoría de los restos, indica una sedimentación en entornos húmedos, propios de interior de la cueva.

A modo de síntesis, el estudio de los restos recuperados en el nivel TE09d, nos ha proporcionado nuevos datos que nos permiten entender mejor la ocupación humana durante el Pleistoceno inferior europeo. Estos datos confirman que los primeros homínidos que ocuparon la Sierra de Atapuerca hace 1'2-1'3 Ma, se asentaron en un entorno de proximidad a los recursos bióticos y abióticos. Pese a la evidencia de altos niveles de competencia entre los grupos de carnívoros y los homínidos, los restos indican un acceso primario, por parte de los homínidos, a las carcasas, indicando así, el éxito de las estrategias de supervivencia de grupo.

Se confirma que los restos de macrofauna del nivel TE09d se encuentran en posición secundaria dentro de la cavidad al igual que los niveles inferiores (TE14-TE9c) del conjunto estudiados anteriormente.

La Sima del Elefante sigue aportando datos imprescindibles para entender cómo vivían estos primeros pobladores del continente europeo durante el Pleistoceno inferior.

## 7.2 Perspectivas de futuro

El estudio de la macrofauna en los yacimientos del Pleistoceno inferior europeo nos permite establecer relaciones de competencia entre carnívoros y homínidos y las estrategias de subsistencia que estos grupos antrópicos empleaban. La Sima del Elefante, en Atapuerca, representa un yacimiento clave para entender este primer poblamiento y como sobrevivieron los primeros homínidos.

Es por ello, que en una futura línea de investigación nos gustaría poder profundizar más en estos resultados;

- El estudio de la distribución espacial en el nivel nos permitirá entender la formación de este paquete sedimentario con contexto antrópico.
- Analizar más en detalle la conservación diferencial y la integridad de la muestra, con el fin de poder determinar cuál es el origen de la acumulación inicial en el exterior de la cavidad.
- Realizar un estudio en mayor profundidad sobre la fracturación en fresco del conjunto para determinar el agente que la ha realizado.
- Observar la mortalidad de los individuos para intentar establecer una estacionalidad.
- Ampliar el área de trabajo unificando los resultados obtenidos en trabajos anteriores y el presente para entender que distintos escenarios que se forman en el subnivel TE09d y *a posteriori*, en el resto de la unidad TE09. De esta forma, se pretende crear un marco general para explicar las distintas estrategias de subsistencia y relaciones que tenían los grupos de homínidos y el entorno en la sierra de Atapuerca hace 1'2-1'3 Ma.

## BIBLIOGRAFIA

### A

- Agustí, J., Blain, H. A., Lozano-Fernández, I., Piñero, P., Oms, O., Furió, M., y Sala, R. (2015). Chronological and environmental context of the first hominin dispersal into Western Europe: The case of Barranco León (Guadix-Baza Basin, SE Spain). *Journal of human evolution*, 87, 87-94.
- Álvarez-Posada, C., Parés, J. M., Cuenca-Bescós, G., Van der Made, J., Rosell, J., de Castro, J. M. B., y Carbonell, E. (2018). A post-Jaramillo age for the artefact-bearing layer TD4 (Gran Dolina, Atapuerca): New paleomagnetic evidence. *Quaternary Geochronology*, 45, 1-8.
- Andrés, M., Gidna, A. O., Yravedra, J., y Domínguez-Rodrigo, M. (2012). A study of dimensional differences of tooth marks (pits and scores) on bones modified by small and large carnivores. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 4(3), 209-219.
- Andrews, P., Cook, J., (1985). Natural modifications to bones in a temperate setting, *Man* 20, 674-691.
- Andrews, P. (1990). Owls, Caves and Fossils. Predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with an analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury sub- Mendip, Somerset, UK, *Natural History Museum Publications*, Londres.
- Arriaza, C. (2011) Estudio tafonómico de lagomorfos y quelonios del nivel F del Abrigo de Navalmaíllo (Pinilla Del Valle, Madrid). *Universidad de Alcalá de Henares*. Tesis de Máster.
- Arriaza, M.C., Domínguez-Rodrigo, M., MartínezMaza, C., Mabulla, A., Baquedano, E., (2015). Differential predation by Age and sex classes in blue wildebeest in Serengeti: study of a modern carnivore den in Olduvai Gorge (Tanzania), *PLoS ONE* 10, e0125944.
- Arriaza, M. D. C., Huguet, R., Laplana, C., Pérez-González, A., Márquez, B., Arsuaga, J. L., y Baquedano, E. (2017). Lagomorph predation represented in a middle Palaeolithic level of the Navalmaíllo Rock Shelter site (Pinilla del Valle, Spain), as inferred via a new use of classical taphonomic criteria. *Quaternary International*, 436, 294-306.
- Arzarello, M., Marcolini, F., Pavia, G., Pavia, M., Petronio, C., Petrucci, M., Rook, L., Sardella, R. (2007). Evidence of earliest human occurrence in Europe: the site of Pirro Nord (Southern Italy). *Naturwissenschaften*, 94(2), 107-112.

- Arzarello, M., y Peretto, C. (2010). Out of Africa: the first evidence of Italian peninsula occupation. *Quaternary International*, 223, 65-70.
- Arzarello, M., Pavia, G., Peretto, C., Petronio, C., y Sardella, R. (2012). Evidence of an early Pleistocene hominin presence at Pirro Nord (Apricena, Foggia, southern Italy): P13 site. *Quaternary International*, 267, 56-61.
- Arzarello, M., Peretto, C., y Moncel, M. H. (2015). The Pirro Nord site (Apricena, Fg, Southern Italy) in the context of the first European peopling: Convergences and divergences. *Quaternary International*, 389, 255-263.
- Ashton, N., y Lewis, S. G. (2012). The environmental contexts of early human occupation of northwest Europe: The British Lower Palaeolithic record. *Quaternary International*, 271, 50-64.
- Ashton, N., Lewis, S. G., De Groote, I., Duffy, S. M., Bates, M., Bates, R., y Stringer, C. (2014). Hominin footprints from early Pleistocene deposits at Happisburgh, UK. *PLoS One*, 9(2), e88329.

## B

- Bailey, G. (1982). Hunter-gatherer economies in Late Pleistocene Europe. Cambridge University Press.
- Bailey G, (2007). Time Perspectivism: origins and consequences. In *Holdaway S, Wandsnider L, Time in Archaeology: Time Perspectivism Revisited*. Salt Lake City: The University of Utah Press, 13-30.
- Bartram, L. E. (1993). Perspective on skeletal part profit less and utility curves from Eastern Kalahari ethnoarchaeology. From bones to behaviour. J. Hudson (Ed.), Southern Illinois University at Carbondale. Occasional Paper N° 21: 115-1137.
- Bartram Jr., L. y Marean, C. W. (1999). Explaining the "Klasies Pattern": Kua Ethnoarcheology the Die Kelders Middle Stone Age archaeofauna, long bone fragmentation and carnivore scavaging. *Journal of Archaeological Science* 26, 9-29.
- Barone, R., (1976). Anatomie comparée des mammifères domestiques: Ostéologie, Vigot Frères, Paris.
- Behrensmeyer A, (1978). Taphonomic and Ecologic Information from Bone Weathering. *Paleobiology* 4, 150-162.
- Behrensmeyer, A., (1991). Terrestrial vertebrate accumulations, en: *P.A. Allison, D.E.G. Briggs (Eds.), Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*, Plenum Press, New York, 290-336.

- Bennásar Serra, M. D. L. (2010). Tafonomía de micromamíferos del Pleistoceno Inferior de la Sierra de Atapuerca (Burgos): la Sima del Elefante y la Gran Dolina. Universitat Rovira i Virgili.
- Bermúdez de Castro, J. M.; Arsuaga, J. L.; Carbonell, E.; Rosas, A.; Martínez, I. y Mosquera, M. (1997). "A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: ancestor to Neandertals and modern humans." *Science* **276**: 1392-1395.
- Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Gómez-Robles, A., Prado-Simón, L., Martín-Francés, L., Lapresa, M., Olejniczak, A., Carbonell, E., (2011). Early Pleistocene human mandible from Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain): a comparative morphological study. *Journal of Human Evolution* 61 (1), 12-25.
- Binford, L.R. (1978). *Nunamiut ethnoarchaeology*. Academic Press, Estados Unidos de América.
- Binford, L. R. (1980). Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American antiquity*, 45(1), 4-20.
- Binford, L. (1981). *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press, New York.
- Binford, L. (1984). Butchery, sharing, and the archaeological record. *Journal of Anthropological Archaeology* 3, 235-237.
- Binford, L. (1988). *En busca del pasado*. Crítica. Barcelona.
- Blain, H.A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., Bennásar, M., Rofes, J., López-García, J.M., Huguet, R., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., (2010). Climate and environment of the earliest West European hominins inferred from amphibian and squamate reptile assemblages: Sima del Elefante Lower Red Unit, Atapuerca, Spain. *Quaternary Science Reviews* 29 (23-24), 3034-3044.
- Blain, H. A., Bailon, S., Agustí, J., Martínez-Navarro, B., y Toro, I. (2011). Paleoenvironmental and paleoclimatic proxies to the Early Pleistocene hominids of Barranco León D and Fuente Nueva 3 (Granada, Spain) by means of their amphibian and reptile assemblages. *Quaternary International*, 243(1), 44-53.
- Blain, H. A., Lozano-Fernández, I., Agustí, J., Bailón, S., Menéndez, L., Espigares, M. P., Ros-Montoya, S., Jiménez-Arenas, J., Toro-Moyano, I., Martínez-Navarro, B., Sala, R., (2016). Refining upon the climatic background of the Early Pleistocene hominid settlement in Western Europe: Barranco León and Fuente Nueva- 3 (Guadix-Baza Basin, SE Spain). *Quaternary Science Reviews* 144, 132–144.

- Blanco, E.; Casado, M. A.; Costa, M.; Escribano, R.; Garcia Antón, M.; Genova, M.; Gómez Manzanegue, A.; Gómez Manzanegue, F.; Moreno, J. C.; Morlo, C.; Regato, P. y Sanz, H. (1997). *Los Bosques Ibéricos*. Planeta, Barcelona.
- Blasco, R.L (2011). La amplitud de la dieta cárnica en el Pleistoceno medio peninsular: una aproximación a partir de la Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia) y del subnivel TD10-1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) (Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili).
- Blasco, R., Blain, H. A., Rosell, J., Díez Fernández-Lomana, J. C., Huguet Pàmies, R., Rodríguez, J., y Carbonell, E. (2011). Earliest evidence for human consumption of tortoises in the European Early Pleistocene from Sima del Elefante, Sierra de Atapuerca, Spain.
- Blumenschine, R. (1989). A landscape taphonomic model of the scale of prehistoric scavenging opportunities. *Journal of Human Evolution* 18: 345-371.
- Blumenschine, R., J. (1995). "Percussion marks, tooth marks, and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK *Zinjanthropus*, Olduvai Gorge, Tanzania." *Journal of Human Evolution* 29: 21-51.
- Blumenschine, R. J. y Marean, C. W. (1993). A carnivore's view of archeological bone assemblage. From bones to behavior. J. Hudson (Ed.), Center for archaeological investigations. Southern Illinois University at Carbondale, 273-300.
- Blumenschine, R. J. y Selvaggio, M. M. (1988). "Percussion marks on bone surface as a new diagnostic of hominid behaviour." *Nature* 333: 763-765.
- Boada, M (2019). Un anàlisi preliminar de les restes de lagomorfs recuperats al Nivell 9 de la Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Burgos). Treball de final de grau, Universitat Rovira i Virgili.
- Bourguignon, L., Crochet, J.Y., Capdevila, R., Ivorra, J., Antoine, P.O., Agustí, J., Barsky, D., Blain, H.A., Boulbes, N., Bruxelles, L., Claude, J., Cochard, D., de Weyer, L., Filoux, A., Firmat, C., Lozano-Fernandez, I., Magniez, P., Pelletier, M., Rios, J., Testu, A., Valensi, P., (2015). Bois-de-Riquet (Lezignan-la-Cébe, l'Herault): a late Early Pleistocene archeological occurrence in southern France. *Quaternary International*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.037>
- Brain, C. K. (1981). *The hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*. University of Chicago Press, Chicago.

- Brugal, J. P. y Defleur, A. (1989). Approche experimentale de la fracturation des os des membres de grans Mammiferes. *Artefacts* 7, 15-20.
- Brugal, J. P. y Jaubert, J. (1991). Les gisements paleontologiques pleistocenes a indices de frequentation humaine : un nouveau type de comportement de predation? *Paleo* 3: 15-41.
- Brugal, J.P. y Fosse, P. (2004). Carnivores et hommes au Quaternaire en Europe de l'Ouest. *Revue de Paléobiologie, Genève* 23, 575-595.
- Bunn, H. T. (1981). Archaeological evidence for meat-eating by Plio-Pleistocene hominids from Koobi-For a and Olduvai Gorge. *Nature* 291, 574-580.
- Bunn, H. T.; Bartram, L. E. y Kroll, E. M. (1988). Variability in Bone Assemblage Formation from Hadza Hunting, Scavenging, and Carcass Processing. *J. of Anthropol. Archaeol.* 7, 412-457.
- Bunn, H. T. (1993). Bone assemblages at base camps: a further consideration of carcass transport and bone destruction by Hadza. From bones to behavior. J. Hudson (Ed.), Southern Illinois University at Carbondale. Occasional Paper N° 21, 156-168.
- Bunn H T, Pickering T R, (2010). Methodological recommendations for ungulate mortality analyses in paleoanthropology. *Quaternary Research* 74, 388-394.
- Bunn, H. T., y Ezzo, J. A. (1993). Hunting and scavenging by Plio-Pleistocene hominids: nutritional constraints, archaeological patterns, and behavioural implications. *Journal of Archaeological Science*, 20(4), 365-398.
- Butzer, K. W. (1989). Arqueología, una ecología del hombre. Ediciones Bellaterra.

## C

- Cáceres, I. (2002). Tafonomía de yacimientos antrópicos en Karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard Cave (Gibraltar) y Abric Romani (Capellades, Barcelona). Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (Tesis doctoral).
- Capaldo, S. D. (1997). "Experimental determinations of carcass processing by Plio-Pleistocene hominids and carnivores at FLK 22 (*Zinjanthropus*), Olduvai Gorge, Tanzania." *Journal of Human Evolution* 33: 555-597.
- Capaldo, S.D., (1998). Methods, marks, and models for inferring hominids and carnivore behavior, *Journal of Human Evolution* 35, 323-326.
- Carbonell, E., y Rodríguez, X. P. (1994). Early Middle Pleistocene deposits and artefacts in the Gran Dolina site (TD4) of the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 26(4), 291-311.

- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Díez, J.C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., (1995). Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca TD6 (Spain), *Science* 269, 826-830.
- Carbonell, E. (2005). Homínidos: las primeras ocupaciones de los continentes. Grupo Planeta (GBS).
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Cuenca-Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M. Huguet, R., Van der Made, J. Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D.J., Martínón-Torres, M., Rodríguez, X.P., Stock, G.M., Vergés, J.M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Canals, A. Benito, A., Díez, C.; Lozano, M., Mateos, A.; Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J. Arsuaga, J.L., (2008). The first hominin of Europe. *Nature* 452, 465-469.
- Carbonell, E., Ramos, R. S., Rodríguez, X. P., Mosquera, M., Ollé, A., Vergès, J. M., y de Castro, J. M. B. (2010). Early hominid dispersals: a technological hypothesis for "out of Africa". *Quaternary International*, 223, 36-44.
- Cheheb, R. C., Arzarello, M., Arnaud, J., Berto, C., Cáceres, I., Caracausi, S., Berruti, G. L. (2019). Human behavior and Homo-mammal interactions at the first European peopling: new evidence from the Pirro Nord site (Apricena, Southern Italy). *The Science of Nature*, 106, 16.
- Costa, M.; Garcia Antón, M.; Morla, C. y Sainz, H. (1990). La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología* 1: 31-58.
- Courtenay, L. A., Yravedra, J., Huguet, R., Ollé, A., Aramendi, J., Maté-González, M. Á., y González-Aguilera, D. (2019). New taphonomic advances in 3D digital microscopy: A morphological characterisation of trampling marks. *Quaternary International*, 517, 55-66.
- Courtenay, L. A., Huguet, R., y Yravedra, J. (2020). Scratches and grazes: A detailed microscopic analysis of trampling phenomena. *Journal of Microscopy*, 277(2), 107-117.
- Crochet, J. Y., Welcomme, J. L., Ivorra, J., Ruffet, G., Boulbes, N., Capdevila, R., y Pickford, M. (2009). Une nouvelle faune de vertébrés continentaux, associée à des artefacts dans le Pléistocène inférieur de l'Hérault (Sud de la France), vers 1, 57 Ma. *Comptes Rendus Palevol*, 8(8), 725-736.

Cruz-Urbe, K. (1991). Distinguishing hyena from hominid bone accumulations. *Journal of Field Archaeology* 18, 467-86.

Cuenca-Bescós, G., García, N., (2007). Biostratigraphic succession of the Early and Middle Pleistocene mammal faunas of the Atapuerca cave sites (Burgos, Spain), *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 259, 99-110.

Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, I., Arsuaga, J.L., Blain, H.A., López-García, J.M., Carbonell, E., Bermudez de Castro, J.M., (2011). The Early–Middle Pleistocene environmental and climatic change and the human expansion in Western Europe: A case study with small vertebrates (Gran Dolina, Atapuerca, Spain), *Journal of Human Evolution* 60, 481-491.

## D

De Juana, S., y Domínguez-Rodrigo, M., (2011). Testing analogical taphonomic signatures in bone breaking: a comparison between hammerstone-broken equid and bovid bones. *Archaeometry* 53, 996-1011.

Delaney-Rivera, C., Plummer, T. W., Hodgson, J. A., Forrest, F., Hertel, F., & Oliver, J. S. (2009). Pits and pitfalls: taxonomic variability and patterning in tooth mark dimensions. *Journal of Archaeological Science*, 36(11), 2597-2608.

de Lombera-Hermida, A., Bargalló, A., Terradillos-Bernal, M., Huguet, R., Vallverdú, J., García-Antón, M. D., y Rodríguez-Álvarez, X. P. (2015). The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *Journal of Human Evolution*, 82, 95-106.

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Peña, L., Sala, R., J Despriée J., Moncel, M.H., Gourcimault, G., Voinchet, P., Falguères, C., (2016). The lithic assemblage from Pont-de-Lavaud (Indre, France) and the role of the bipolar-on-anvil technique in the Lower and Early Middle Pleistocene technology. *Journal of Anthropological Archaeology* 41:159–184

Despriée, J., Gageonnet, R., Voinchet, P., Bahain, JJ, Falguères, C., Varache, F., y Dolo, J.M. (2006). Ocupación humana en el Pleistoceno Inferior en el borde norte del Macizo Central. *Actas Palevol*, 5 (6), 821-828.

Despriée, J., Moncel, M. H., Arzarello, M., Courcimault, G., Voinchet, P., Bahain, J. J., y Falguères, C. (2018). The 1-million-year-old quartz assemblage from Pont-de-Lavaud (Centre, France) in the European context. *Journal of Quaternary Science*, 33(6), 639-661.

- Diez, J. C.; Fernández-Jalvo, Y.; Rosell, J. y Cáceres, I. (1999). Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 37(3-4): 623-52.
- Domínguez-Rodrigo, M., (1994). Dinámica trófica, estrategias de consumo y alteraciones óseas en la sabana africana: resumen de un proyecto de investigación etnoarqueológico (1991-1993), *Trabajos de Prehistoria* 51, 15-37.
- Domínguez-Rodrigo, M. y de la Torre, I. (1999). Procesos de formación de los yacimientos plioleistocenos africanos y su relevancia para los modelos de comportamiento homínido. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología* 12, 13-39.
- Domínguez-Rodrigo, M. (2001). A study of carnivore competition in riparian and open habitats of modern savannas and its implications for hominid behavioural modelling. *Journal Human of Evolution* 40, 77-98.
- Domínguez-Rodrigo, M.; Torre de la, I.; Luque, L.; Alcalá, L.; Serrallonga, J. y Medina, V. (2002). "The ST site complex at Peninj, West Lake Natron, Tanzania: implications for early hominid behavioural models." *Journal of Archaeological Science* 29: 639-665.
- Domínguez-Rodrigo, M. y Piqueras, A. (2003). The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviours. *Journal of Archaeological Science* 30(11): 1385-1391.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T. R., Semaw, S., y Rogers, M. J. (2005). Cut marked bones from Pliocene archaeological sites at Gona, Afar, Ethiopia: implications for the function of the world's oldest stone tools. *Journal of Human Evolution*, 48(2), 109-121.
- Domínguez-Rodrigo, M., Mabulla, A., Bunn, H.T., Barba, R., Diez-Martín, F., Egeland, C.P., Espílez, E., Egeland, A., Yravedra, J., Sánchez, P., (2009). Unraveling hominin behaviour at another anthropogenic site from Olduvai Gorge (Tanzania): new archaeological and taphonomic research at BK, Upper Bed II, *Journal of Human Evolution* 57, 260-283.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T. R., y Bunn, H. T. (2010). Configurational approach to identifying the earliest hominin butchers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(49), 20929-20934.
- Duval, M., Falguères, C., Bahain, J.J., Grün, R., Shao, Q., Aubert, M., Dolo, J.M., Agustí, J., Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Toro-Moyano, I., (2012). On the limits of

using combined U-series/ESR method to date fossil teeth from two Early Pleistocene archaeological sites of the Orce area (Guadix-Baza basin, Spain). *Quat. Res.* 77, 482-491.

## E

Echassoux, A. (2001). Etude paleoecologique, taphonomique et archeozoologique des faunes de grands mammiferes de la Grotte du Vallonet, Roquebrune-cap-Maritimes. Museu d'Histoire Naturelle. Laboratoire de Prehistoire. Institut de Paleontologie Humaine.

Echassoux, A. (2004). Étude taphonomique, paléoécologique et archéozoologique des faunes de grands mammifères de la seconde moitié du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, France). *L'Anthropologie*, 108(1), 11-53.

Echassoux, A. (2009). Les premiers Européens et la dynamique des interactions avec leur environnement: comportement écologique et niveau de cognition. *L'anthropologie*, 113(1), 191-197.

Errico, F. d. (1988). Nouvelles observations sur deux pieces en silex et un objet en os de la Grotte du Vallonet (Alpes-Maritimes). *L'Anthropologie* Tome 92, 2: 615-628.

Espigares, M. P., Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Ros-Montoya, S., Toro, I., Agustí, J., Sala, R. (2013). *Homo* vs. *Pachycrocuta*: earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain). *Quaternary International*, 295, 113-125.

Espigares, M. P., Martínez-Navarro, B., Ros-Montoya, S., José Manuel, G. A., Guerra-Merchán, A., Rodríguez-Gómez, G., y Palmqvist, P. (2021). Hominins, mammoths, sabertooths and giant hyenas in the Early Pleistocene of the Baza Basin (SE Spain).

## F

Falguères, C.; Bahain, J.-J.; Yokoyama, Y.; Arsuaga, J. L.; Bermúdez de Castro, J. M.; Carbonell, E.; Bischoff, J. L. y Dolo, J. M. (1999). Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution* 37(3/4), 343-352.

Fernández -Jalvo, Y. y Andrews, P. (2016). *Atlas of Taphonomic Identifications: 1001+ Images of Fossil and Recent Mammal Bone Modification*. Dordrecht: Springer.

Fernández -Jalvo, Y.; Diez, J. C.; Caceres, I. y Rosell, J. (1999). Human cannibalism in the Early Pleistocene of Europe (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 37(3-4): 591-622.

Fernández López, S.R., (2000). Temas de Tafonomía, Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid. ed. Madrid.

Fischer, J. W. (1995). Bone surface modifications in Zooarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 2(1): 7-68.

## G

García-Abdeslem, J., y López Guzmán, M. (2009). A suggested reverse geomagnetic polarity event from the Panga de Abajo magnetic anomalies in Mexicali Valley, Baja California, Mexico. *Geofísica internacional*, 48(3), 279-296.

Gifford-Gonzalez, D. (1993). Gaps in the zooarchaeological analyses of butchery: in gender an issue? From bones to behaviour. J. Hudson (Ed.). Illinois, Southern Illinois University at Carbondale. Occasional paper nº 21.

Gliozzi, E., Abbazzi, L., Argenti, P., Azzaroli, A., Caloi, L., Barbato, L. C., y Mazza, P. (1997). Biochronology of selected mammals, molluscs and ostracods. *Rivista italiana di paleontologia e stratigrafia*, 103(3), 369-388.

Gordon, B.C., (1990). World rangifer comunal hunting, en: *L.B. Davis, B.O.K. Reeves (Eds.), Hunters of the recent Past*, Unwin Hyman, Routledge, pp. 277-303.

Grayson, D. K. (1984). Quantitative Zooarchaeology. Topics in the Analysis of Archaeological Faunas. Academica Press Inc., Orlando, San Diego, New York, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo.

## H

Haynes, G. (1980). Prey bones and predators: potential ecologic information from analysis of bone sites. *Ossa*. 7, 75-97.

Haynes, G. (1982). Utilization and skeletal disturbances of North American prey Carcasses. *Artic*. 35(2), 266-281.

Haynes, G. (1983). Frequencies of spiral and green-bone fractures on ungulate limb bones in modern surface assemblages. *American Antiquity*. 48(1), 102-14.

Hill, A. P. (1980). Early Postmortem Damage to the Remains of Some Contemporary Mammals. In Behrensmeyer, A. and Hill, A. P. (ed.) *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*. Chicago, University of Chicago, 131 - 155.

- Hill, A.P. (1983). Hyenas and early hominids. En: Clutton-Brock, G., Grigson, C. (Eds.), *Animals and Archeology: hunters and their prey*. Oxford: British Archaeological Reports, 87-92.
- Hill, A.P. (1984). Hyenas and hominds:Taphonomy and hypotesis testing. En: Foley, R.(Ed.), *Hominid Evolution and community ecology*. London: Academic Press, 111-128.
- Hill, A., (1989). Bone modification by modern spotted hyenas. R. Bonnichsen, M.H. Sorg (Eds.), *Bone modification*, University of Maine Center for the Study of the First Americans, Orono, 169-178.
- Hillson, S., (1992). Mammal Bones and Teeth: An Introductory Guide to Methods of Identification. Institute of Archaeology, University College London, Londres.
- Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge University Press, Londres.
- Hockett, B.S. (1996). Corroded, thinned and polished bones created by golden eagles (*Aquila chrysaetos*): Taphonomic implications for Archaeological Interpretations. *Journal of Archaeological Science*, 23, 587-591.
- Huguet, R. (2007). Primeras ocupaciones humanas en la península ibérica: paleoeconomía en la sierra de Atapuerca (Burgos) y la cuenca de Guadix-baza (Granada) durante el Pleistoceno inferior. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (Tesis doctoral).
- Huguet, R., Saladié, P., Cáceres, I., Díez, C., Rosell, J., Bennàsar, M., Blasco, R., Esteban-Nadal, M., Gabucio, J., Rodríguez-Hidalgo, A., Carbonell, E., (2013). Successful subsistence strategies of the first humans in south-western Europe. *Quaternary International*, 295, 168-182.
- Huguet, R., Vallverdú, J., Rodríguez-Álvarez, X. P., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., Lombera-Hermida, A., Menéndez, L., Modesto-Mata, M., Van der Made, J., Soto, M., Blain, H.-A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, E., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Benàssar, M., Núñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2017). Level TE9c of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Spain): A comprehensive approach. *Quaternary International*, 433, 278-295.

## I

- Isaac, G. L. (1978). The food-sharing behaviour of proto-human hominids. The archaeology of human origins. Papers by Gylnn Isaac. B. Isaac (Ed.). 289-311.

## J

Jochim, M. A. (1976). Hunter-Gatherer subsistence and settlement. A prespective model. Academic Press, New York, London.

## K

Klein, R. G. (1976). The mammalian fauna of the Klasies River Mouth sites, southern Cape Province, South Africa. *South African Archaeological Bulletin* 31, 75-98.

Klein, R.G. y Cruz-Urbe, K. (1984). *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. Chicago & London: The University of Chicago Press.

Kreutzer, L.A., (1992). Bison and deer bone mineral densities: comparison and implications for the interpretation of archaeological faunas. *Journal of Archaeological Science* 19, 271–294.

## L

Laudet, F. y Fosse, P. (2001). Un Assemblage d'Os Grignoté par les Rongeurs au Paléogène (Oligocène Supérieur, Phosphorites du Quercy). C.R. Acad. Sc. Paris. 333,195-200.

Leakey, M. (1971). Olduvai Gorge: Excavations in Beds I and II. 1960-1963. Cambridge: Cambridge University Press.

Leroi-Gourhan, A., (1964). El gesto y la palabra, Publicaciones de la Universidad Central de Venezuela (ed. 1971), Caracas.

Lewis, S. G., Ashton, N., Field, M. H., Hoare, P. G., Kamermans, H., Knul, M., y Sier, M. J. (2019). Human occupation of northern Europe in MIS 13: Happisburgh Site 1 (Norfolk, UK) and its European context. *Quaternary Science Reviews*, 211, 34-58.

Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., (2008a). Taphonomic study of leporid remains accumulated by the Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*). *Geobios* 41,91-100.

Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., (2008b). Taphonomic analysis of leporid remains obtained from modern Iberian lynx (*Lynx pardinus*) scats. *Journal of Archaeological Science* 35, 1-13.

Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., (2009a). The Eagle owl (*Bubo bubo*) as a leporid remain accumulator: Taphonomic analysis of modern rabbit remains recovered from nest of this predator. *International Journal of Osteoarchaeology* 19, 573-592.

- Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., Maroto, J., Soler, J., Soler, N., (2010). The application of actualistic studies to assess the taphonomic origin of Musterian rabbit accumulations from Arbreda Cave (North-East Iberia). *Archeofauna* 19, 99-119.
- Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., Zilhao, J., (2011). Who brought in the rabbits? Taphonomical analysis of Mousterian and Solutrean leporid accumulations from Gruta do Caldeirao (Tomar, Portugal). *Journal of Archaeological Science* 38, 2434-2449.
- Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., (2012a). Feeding the foxes: an experimental study to assess their taphonomic signature on leporid remains. *International Journal of Osteoarchaeology* 22 (5), 577-590.
- Lloveras, L., Moreno-García, M., Nadal, J., (2012b). Assessing the variability in taphonomic studies of modern leporid remains from Eagle Owl (*Bubo bubo*) nest assemblages: the importance of age of prey. *Journal of Archaeological Science* 39, 3754-3764.
- López-García, J. M., Luzi, E., Berto, C., Peretto, C., y Arzarello, M. (2015). Chronological context of the first hominin occurrence in southern Europe: the *Allophaiomys ruffoi* (Arvicolinae, Rodentia, Mammalia) from Pirro 13 (Pirro Nord, Apulia, southwestern Italy). *Quaternary Science Reviews*, 107, 260-266.
- Lordkipanidze, D., Vekua, A., Ferring, R., Rightmire, G. P., Agustí, J., Kiladze, G., y Zollikofer, C. P. (2005). The earliest toothless hominin skull. *Nature*, 434, 717-718.
- Lordkipanidze, D., Vekua, A., Ferring, R., Rightmire, G. P., Zollikofer, C. P., Ponce de León, M. S., y Tappen, M. (2006). A fourth hominin skull from Dmanisi, Georgia. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 288(11), 1146-1157.
- Lordkipanidze, D., Jashashvili, T., Vekua, A., De León, M. S. P., Zollikofer, C. P., Rightmire, G. P., y Rook, L. (2007). Postcranial evidence from early Homo from Dmanisi, Georgia. *Nature*, 449, 305-310.
- Lordkipanidze, D., Ponce de León, M. S., Margvelashvili, A., Rak, Y., Rightmire, G. P., Vekua, A., y Zollikofer, C. P. (2013). A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of early Homo. *Science*, 342, 326-331.
- Lorenzo, C., Pablos, A., Carretero, J.M., Huguet, R., Valverdú, J., Martínón-Torres, M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., (2015). Early

Pleistocene human hand phalanx from the Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain). *Journal of Human Evolution* 78, 114-121.

Lozano-Fernández, I., Blain, H. A., Agustí, J., Piñero, P., Barsky, D., Ivorra, J., y Bourguignon, L. (2019). New clues about the late Early Pleistocene peopling of western Europe: Small vertebrates from The Bois-de-Riquet archeo-paleontological site (Lézignan-La-Cèbe, southern France). *Quaternary Science Reviews*, 219, 187-203.

Lumley de, H.; Fournier, A.; Krzepakowska, J. y Echassoux, A. (1988). L'industrie du Pleistocene Inferieur de la grotte du Vallonet Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes. *L'Anthropologie* 92(2), 501-614.

Lyman, R.L. (1987). *Achaeofaunas and butchery Studies: A taphonomic perspective*. *Advances in Archaeological Method and Theory* 10, 249-337.

Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press.

Lyman, R.L., (2008). *Quantitative Paleozoology*. Cambridge University Press, United States of America.

## M

Maguire, J. M.; Pemberton, D. y Collett, M. H. (1980). The Makapansgat limeworks grey breccia: hominids, hyaenas, hystricids or hillwash. *Paleontologia africana* 23, 75-98.

Marqueta, M. (2021). Estudio tafonómico del conjunto avifaunístico del nivel TE9d de Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos). Trabajo Final de Máster. Universitat Rovira i Virgili.

Marean, C. W. y Spencer, L. (1991). Impact of carnivore ravaging on zooarchaeological measures of element abundance. *American Antiquity* 56, 645-658.

Marín, J., Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., y Carbonell, E. (2017). Neanderthal hunting strategies inferred from mortality profiles within the Abric Romaní sequence. *PloS one*, 12(11), e0186970.

Martínez-Navarro, B., Turq, A., Agustí, J. y Oms, O. (1997). "Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first human occupation of Europe", *Journal of Human Evolution*, 33, 611-620.

Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Madurell-Malapeina, J., Ros-Montoya, S., Espigares, M.P., Torregorosa, V., Pérez-Claros, J.A., (2010). La fauna de grandes mamíferos de Fuente Nueva-3 y Barranco León-5: Estado de la cuestión. In: Toro, I., Martínez-Navarro, B., Agustí, J. (Eds.), *Ocupaciones*

*humanas en el Pleistoceno inferior y medio de la cuenca de Guadix-Baza*.  
Arqueología Monografías, Sevilla, 197-236.

- Moclán, A. (2016). Análisis zooarqueológico y tafonómico del nivel F del Abrigo de Navalmaíllo (Pinilla del Valle, Madrid). Trabajo Final de Máster. Universitat Rovira i Virgili.
- Moclán, A., y Domínguez-Rodrigo, M. (2018). An experimental study of the patterned nature of anthropogenic bone breakage and its impact on bone surface modification frequencies. *Journal of Archaeological Science*, 96, 1-13.
- Moclán, A., Domínguez-Rodrigo, M., y Yravedra, J. (2019). Classifying agency in bone breakage: an experimental analysis of fracture planes to differentiate between hominin and carnivore dynamic and static loading using machine learning (ML) algorithms. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4663-4680.
- Mosquera, M., Ollé, A., Saladie, P., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., y Vallverdú, J. (2016). The Early Acheulean technology of Barranc de la Boella (Catalonia, Spain). *Quaternary International*, 393, 95-111.
- Muttoni, G., Scardia, G., Kent, D. V., Morsiani, E., Tremolada, F., Cremaschi, M., y Peretto, C. (2011). First dated human occupation of Italy at ~ 0.85 Ma during the late Early Pleistocene climate transition. *Earth and Planetary Science Letters*, 307(3-4), 241-252.

## N

- Napoleone, G., Albanelli, A., Azzaroli, A., Bertini, A., Magi, M., Mazzini, M., (2003). Calibration of the Upper Valdarno Basin to the Plio-Pleistocene for correlating the Apennine continental sequences. *Il Quat.* 16, 131-166.
- Njau, J.K., Blumenschine, R.J., (2006). A diagnosis of crocodile feeding traces on larger mammal bone, with fossil examples from the Plio-Pleistocene Olduvai Basin, Tanzania. *Journal of Human Evolution* 50, 142–162.
- Noe-Nygaard, N., (1989). Man-made trace fossils on bones, *Human Evolution* 4, 461-491.
- Núñez-Lahuerta, C., Cuenca-Bescós, G., Huguet, R. (2016). First report on the birds (Aves) from level TE7 of Sima del Elefante (Early Pleistocene) of Atapuerca (Spain). *Quaternary International*, 421, 12-22.

## O

- O'Connell, J. F.; Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1988a). Hadza scavenging: implications for Plio/Pleistocene hominid subsistence. *Current Anthropology* 29(2), 356-363.
- O'Connell, J. F.; Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1988b). Hadza hunting, butchering, and bone transport and their archaeological implications. *Journal of Anthropological Research* 44, 113-161.
- O'Connell, J. F.; Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1990). Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of Archaeological Science* 17, 301-316.
- O'Connell, J. F.; Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1992). Patterns in the distribution, site structure and assemblage composition of Hadza kill-butchered sites. *Journal of Archaeological Science* 19, 319-345.
- Oliver, J. S. (1989). Analogues and Site Context: Bone Damages from Shield Trap Cave (24 CB91), Carbon County, Montana, U.S.A. In *Bonnichsen, R. and Sorg, M. H. (ed.) Bone Modification*. Orono, University of Maine Center for the Study of the First Americans, 73 -98.
- Olsen, S. L. y Shipman, P. (1988). Surface modification on bone: trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science* 15, 535-553.
- Oms, O.; Parés, J. M.; Martínez-Navarro, B.; Agustí, J.; Toro, I.; Martínez-Fernández, G. y Turq, A. (2000). Early human occupation of western Europe: Paleomagnetic dates for two palaeolithic sites in Spain. *PNAS* 97(19), 10666-10670.
- Ortega, A.I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., (2014) In: F.G., M.G. (Eds.), *Atapuerca Karst and its Palaeoanthropological Sites Landscapes and Landforms of Spain, World Geomorphological Landscapes*. Springer Science & Business Media, Dordrecht.

## P

- Pales, L., Lambert, C., (1971a). Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire. Herbivores. Editions du centre national de la recherche scientifique, Paris.
- Pales, L., Lambert, C., (1971b). Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire. Carnivores. Editions du centre national de la recherche scientifique, Paris.

- Parés, J. M. y Pérez González, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca Archaeological site, Spain. *Science* 269, 830-832.
- Parés, J. M. y Pérez-González, A. (1999). Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 37, 325-342.
- Parés, J.M., Pérez González, A., Rosas, A., Benito, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Huguet, R., (2006). Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (northern Spain). *Journal of Human Evolution* 50, 163-169.
- Parfitt, S. A., Barendregt, R. W., Breda, M., Candy, I., Collins, M. J., Coope, G. R., y Stuart, A. J. (2005). The earliest record of human activity in northern Europe. *Nature*, 438, 1008-1012.
- Parfitt, S. A., Ashton, N. M., Lewis, S. G., Abel, R. L., Coope, G. R., Field, M. H., y Stringer, C. B. (2010). Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. *Nature*, 466, 229-233.
- Peretto, C., Amore, O., Antoniazzi, A., Bahain, J.J., Cattani, L., Cavallini, E., Esposito, P., Falguères, C., Hedley, C., Laurent, I., Le Breton, V., Longo, L., Milliken, S., Monegatti, P., Ollé, A., Pugliese, A., Renault-Miskosky, J., Sozzi, M., Ungaro, S., Vannucci, S., Vergés, J.M., Wagner, J.J., Yokoyama, Y., (1998). L'industrie lithique de Ca` Belvedere i Monte Poggiolo: stratigraphie, matière première, typologie, remontage et traces d'utilisation. *L'Anthropologie* 102, 343–466.
- Perkins, D. y Daly, P. (1968). A hunter's village in Neolithic Turkey. *Scientific American* 219(5), 96-106.
- Pickering, T. R. (2002). Reconsideration of criteria for differentiating faunal assemblages accumulated by hyenas and hominids. *International Journal of Osteoarchaeology* 12: 127-141.
- Pickering, T.R., Hensley-Marschand, B., (2008). Cutmarks and hominid handedness, *Journal of Archaeological Science* 35, 310-315.
- Pineda, A., Saladié, P., Vergès, J.M., Huguet, R., Cáceres, I., Vallverdú, J., (2014). Trampling versus cut marks on chemically altered surfaces: an experimental approach and archaeological application at the Barranc de la Boella site (la Canonja, Tarragona, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 50, 84–93.
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., García-Taberner, A. y Vallverdú, J. (2015). Coexistence among large predators during the Lower Paleolithic at the site of La Mina (Barranc de la Boella, Tarragona, Spain). *Quaternary International*, 388, 177-187.

- Pineda, A., Saladié, P., Expósito, I., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Huguet, R., y Vallverdú, J. (2017). Characterizing hyena coprolites from two latrines of the Iberian Peninsula during the Early Pleistocene: Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) and la Mina (Barranc de la Boella, Tarragona). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 480, 1-17.
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., Estalrich, A., y Vallverdú, J. (2017c). Changing competition dynamics among predators at the late Early Pleistocene site Barranc de la Boella (Tarragona, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 477, 10-26.
- Pineda, A. (2018). El rol de los homínidos en la formación de conjuntos arqueopaleontológicos al aire libre: la Mina y el Forn (Barranc de la Boella, la Canonja, Tarragona) y Torralba (Torralba del Moral, Soria) (Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili).
- Pinto, A. C.; Andrews, P. y Etxebarria (2005). *Tafonomía y paleoecología de úrsidos cuaternarios cantábricos*. Fundación Oso de Asturias.
- Pobiner, B.L., (2007). Hominin-carnivore interactions: evidence from modern carnivore bone modification and Early Pleistocene archaeofaunas (Koobi Fora, Kenya; Olduvai Gorge, Tanzania), Graduate School New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey. Tesis doctoral.
- Potts, R. y Shipman, P. (1981). Cutmarks made by stone tools on bones from Olduvai Gorge, Tanzania. *Nature* 291: 577-580.

## R

- Roberts, A. P. (2008). Geomagnetic excursions: knowns and unknowns. *Geophysical Research Letters*, 35(17).
- Rodríguez-Alvarez XP. 2016. The use of quartz during the Lower Palaeolithic in northeastern Iberia. *Quaternary International* 424: 69–83.
- Rodríguez -Gómez, G., Palmqvist, P., Rodríguez, J., Mateos, A., Martín-González, J. A., Espigares, M. P., y Martínez-Navarro, B. (2016). On the ecological context of the earliest human settlements in Europe: resource availability and competition intensity in the carnivore guild of Barranco León-D and Fuente Nueva-3 (Orce, Baza Basin, SE Spain). *Quaternary Science Reviews*, 143, 69-83.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Lloveras, L., Moreno-García, M., Saladié, P., Canals, A., y Nadal, J. (2013a). Feeding behaviour and taphonomic characterization of non-ingested

- rabbit remains produced by the Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Journal of Archaeological Science*, 40(7), 3031–3045.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Canals, A., (2013b). Following the white rabbit: a Case of a small game procurement site in the upper palaeolithic (Sala de las Chimeneas, Maltravieso Cave, Spain). *International Journal of Osteoarchaeology* 23, 34-54.
- Rodríguez Hidalgo, A. (2015). *Dinámicas de Subsistencia durante el Pleistoceno Medio en la Sierra de Atapuerca: Los Conjuntos Arqueológicos de TD10. 1 y TD10.2* (Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili).
- Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Marín, J. Y Canals, A. (2015). Expansion of the referential framework for the rabbit fossil accumulations generated by Iberian lynx. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 418, 1-11.
- Rosas, A., Carbonell, E., Cuenca, G., García, N., Fernández Jalvo, Y., Van der Made, J., Ollé, A., Parés, J. M., Pérez González, A., Sánchez Marco, A., Sánchez Chillón, B., Valverdú, J. (1998). Cronología, bioestratigrafía y paleoecología del Pleistoceno medio De Galería (Sierra de Atapuerca, España). *Revista Española de Paleontología*, 13, 71-80.
- Rosas, A., Pérez- González, A., Carbonell, E., Van der Made, J., Sánchez, A., Laplana, C., Cuenca-Bescós, G., Parés, J.M., Huguet, R. (2001). Le gisement pléistocène de la Sima Del Elefante à (Sierra de Atapuerca, Espagne). *L'anthropologie*, 105, 301-312.
- Rosas, A., Huguet, R., Pérez González, A., Carbonell, E., Vallverdú, J., Van der Made, J., Allué, E., García, N., Pérez-Martínez, R., Rodríguez Méndez, J., Sala, R., Saladié, P., Simón, G., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sanchez, A., Parés. J.M. (2004). Initial Approach to the site formation and paleoecology of the Sima del Elefante: a Pleistocene Karst locality at Atapuerca Hill. In: *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Geología. Alcalá de Henares, Museo Arqueológico Regional. Geología.*
- Rosas, A., Huguet, R., Pérez-González, A., Carbonell, E., de, J. M. B., Vallverdú, J., Rodríguez, J., Sala, R., Saladié, P., Benito, A., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sánchez, A., Parés, J. M. (2006). The “Sima del Elefante” cave site at Atapuerca (Spain) *Estudios Geológicos*, 62, 327-348.
- Rosell, J. (1998). Les premières occupations humaines a la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne). Les niveaux TDW-4 et TDW-4b. *Economie Préhistorique: les comportements de subsistance au Paleolithique. XVIIIe. Rencontres*

Internationales d'Archeologie et d'Histoire d'Antibes. J.-P. Brugal;L. Meignen y M. Patou-Mathis (Ed.). Sophia Antipolis, Editions APDCA: 153-162.

- Ros-Montoya, S., Bartolini-Lucenti, S., Espigares, M. P., Palmqvist, P., y Martínez-Navarro, B. (2021). First review of the *Lyncodontini* material (Mustelidae, carnivora, mammalia) from the lower Pleistocene archaeo-palaeontological sites of Orce (southeastern Spain). *Rivista italiana di paleontologia e stratigrafia*, 127.
- Rusell, M. D. (1987). Mortuary Practices at the Krapina Neandertal Site. *American Journal of Physical Anthropology*. 72, 381-397.

## S

- Schaller, G. B. (1972). *The Serengeti Lion*. University of Chicago Press, Chicago.
- Saladié, P. (2009). *Mossegades d'omnivors: aproximació experimental i aplicació zooarqueològica a la Sierra de Atapuerca* (Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili).
- Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Vallverdú, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., (2011). Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies. *Journal of Human Evolution* 61, 425–446.
- Saladie, P., Huguet, R., Rodriguez-Hidalgo, A., Caceres, I., Esteban-Nadal, M., Arsuaga, J. L., y Carbonell, E. (2012). Intergroup cannibalism in the European Early Pleistocene: the range expansion and imbalance of power hypotheses. *Journal of Human Evolution*, 63, 682-695.
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Díez, C., Martín-Rodríguez, P., y Carbonell, E. (2013). Range of bone modifications by human chewing. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), 380-397.
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Huguet, R., Cáceres, I., Díez, C., Vallverdú, J., Canals, A., Soto, M., Santander, B., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L. y Carbonell, E. (2014). The role of carnivores and their relationship to hominin settlements in the TD6-2 level from Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quaternary Science Reviews* 93, 47-66.
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Marín, J., i Poch, J. V., y Carbonell, E. (2018). The top of the Gran Dolina (Atapuerca, Spain) sequence: a zooarchaeological and occupational perspective. *Quaternary Science Reviews*, 195, 48-71.

- Sánchez Marco, A., (2004). Avian zoogeographical patterns during the Quaternary in the Mediterranean region and paleoclimatic interpretation. *Ardeola* 5, 90- 132.
- Schmid, E., (1972). Atlas of animal bones for prehistorians, archaeologists and quaternary geologists, Elsevier Publishing Company. ed. Amsterdam.
- Selvaggio, M.M., (1994). Carnivore tooth marks and stone tool butchery marks on scavenged bones: archaeological implications. *Journal of Human Evolution* 27, 215–228.
- Shackleton, N. J. (1967). Oxygen isotope analyses and Plesitocene temperatures reassessed. *Nature* 218, 15-17.
- Shi, Q. Q., Wang, S. Q., Chen, S. K., y Li, Y. K. (2016). The first discovery of *Urmitherium* (Bovidae, Artiodactyla) from Liushu Formation, Linxia Basin. *Vertebrata PalAsiatica*, 54, 319-331.
- Shipman, P. y Rose, J. (1983a). Early Hominid Hunting, Butchering, and Carcass-Processing Behaviors: Approaches to the Fossil Record. *Journal of Anthropological Archaeology* 2, 57-98.
- Shipman, P. y Rose, J. (1983b). Evidence of Butchery and Hominid Activities at Torralba and Ambrona; An Evaluation Using Microscopic Techniques. *Journal of Archaeological Science* 10, 465-474.
- Silver, I. A. (1969). The ageing of domestic animals. *Science in archaeology*, 283-302.
- Steele, D. G. y Baker, B. W. (1993). Multiple Predation: A Definitive Human Hunting Strategy. In Hudson, J. (ed.) *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contribution to the Interpretation of Faunal Remains*. Center for Archaeological Investigations, Souther Illinois Unversity at Carbondale. Occasional Paper nº 21, 9-37.
- Stiner, M.C., (1994). Honor among thieves: a zooarchaeological study of Neandertal ecology. Princeton University Press, Princeton.
- Suc, J. P. (1984). "Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe." *Nature* 307(2), 429-432.
- Straus, L. G. y Bar-Yosef, O. (2001). Out of Africa: once, twice or continuously in the Pleistocene. *Proceedings of the XV Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA)*, Quaternary International, 75.

Suc, J. P. y Zagwijn, W. H. (1983). Plio-Pleistocene correlations between the northwestern Mediterranean region and northwestern Europe according to recent biostratigraphic and paleoclimatic data. *Boreas* 12, 153-166.

Skinner, J.D., Haupt, M.A., Hoffmann, M. y Dott, H.M. (1998). Bone collecting by brown hyaenas (*Hyaena brunnea*) in the Namib Desert: rate of accumulations. *Journal of Archaeological Science* 25, 69-71.

## T

Tchernov, E. (1992). Eurasian-african biotic exchanges through the Levantine corridor during the Neogen and Quaternary. Mammalian migration and dispersal events in the *European Quaternary*. W. v. Koenigswald y L. Werdelin (Ed.). Frankfurt, Cour. Forsch. Inst. Senckenberg. 153.

Toro-Moyano, I., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Souday, C., Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Fajardo, B., Duval, M., Falguères, C., Oms, O., Parés, J.M., Anadón, P., Julia, R., García-Aguilar, J.M., Moigne, A.M., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., Palmqvist, P., (2013). The oldest human remain in Europe, from Orce (Spain). *J. Hum. Evol.* 65, 1-9.

Tzedakis, P. C. (1994). Vegetation change through Glacial-Interglacial cycles: a long pollen sequence perspective. *Philosophical transactions: biological sciences* 345, 403-432.

## U

## V

Vallverdú, J., Courty, M.A., Carbonell, E., Canals, A., Burjachs, F., (2001). Les sédiments d'*Homo Antecessor* de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. *Anthropologie* 105, 45-71.

Vallverdu, J., Saladié, P., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., Mosquera, M., y Carbonell, E. (2014). Age and date for early arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain). *PloS one*, 9, e103634.

van der Made, J. y Mazo, A. V. (2001). Spanish pleistocene proboscidean diversity as a function of climate. *La Terra degli Elefanti*. 1o Congresso Internazionale. Roma 16-20 Ottobre 2001.

van der Made, J. y Mazo, A. V. (2003). Proboscidean dispersals from Africa towards Western Europe *Advances in Mammoths research* (Proceedings of the second

international mammoth conference). J. W. F. Reumer; J. De Vos y D. Mol (Ed.). *Rotterdam, DEINSEA- Annual of the Natural History Museum Rotterdam*. 9, 437-452.

Van der Made, J., (2013). First description of the large mammals from the locality of Penal, and updated faunal lists for the Atapuerca ungulates- *Equus altidens*, Bison and human dispersal into Western Europe. *Quaternary International* 295, 36-47.

Varela, S., Rodríguez, J., (2004). Atlas osteológico. Mamíferos ibéricos.

Villa, P., Mahieu, E., (1991). Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* 21, 27–48.

Von Bertalanffy, L. (1949). Problems of organic growth. *Nature*, 163(4135), 156-158.

## W

White, T.D., (1992). Prehistoric cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346, Princeton University Press. Princeton.

## Y

Yellen, J. E. (1977). *Archaeological Approaches to the present: models for reconstructing the past*. Academica Press, Londres y New York.

Young, A., Stillman, R., Smith, M. J., y Korstjens, A. H. (2015). Scavenger species-typical alteration to bone: Using bite mark dimensions to identify scavengers. *Journal of Forensic Sciences*, 60, 1426-1435.

Yravedra, J., Solano, J. A., Courtenay, L. A., Saarinen, J., Linares-Matás, G., Luzón, C., y Jiménez-Arenas, J. M. (2021). Use of meat resources in the Early Pleistocene assemblages from Fuente Nueva 3 (Orce, Granada, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, 1-23.