

ANÁLISIS DE MICROFAUNA FÓSIL EN EL CUATERNARIO CONTINENTAL DEL NORTE DE ESPAÑA

Trabajo fin de grado. Departamento de Ciencias de la
Tierra.

Grado en Geología



Tutora: Gloria Cuenca Bescós
Alumna: Roxana Abós Herrero
Universidad de Zaragoza

INDICE

1. Abstract	2
2. Introducción	2
3. Planteamiento y objetivos	2
4. Situación geográfica y geológica	3
a. Situación geográfica.....	3
b. Geología de Atapuerca.....	4
c. Gran Dolina.....	5
5. Antecedentes	6
a. Biocronología de Gran Dolina.....	6
b. Tafonomía.....	7
c. Paleoecología y paleoclima.....	8
6. Material y métodos	8
a. Técnicas de campo.....	8
b. Técnicas de laboratorio y gabinete.....	9
7. Resultados y discusión	12
a. Sistemática paleontológica.....	13
b. Análisis paleoecológico.....	13
i. Muestra O22.....	13
ii. Muestra J17 420/430.....	13
iii. Muestra J7 440/450.....	14
c. Descripción e identificación de los restos.....	15
i. <i>Iberomys brecciensis</i>	15
ii. <i>Microtus arvalis</i>	16
iii. <i>Microtus agrestis</i>	17
iv. <i>Terricola atapuerquensis</i>	18
v. <i>Arvicola sapidus</i>	19
d. Paleoecología.....	20
e. Tafonomía.....	21
8. Conclusiones	22
9. Bibliografía	23
10. ANEXOS	24

1. Abstract

This work aims to study the fossil association in the north central part of the cordillera Iberica, specifically in Atapuerca (Burgos) in one of this sites denominated Gran Dolina in TD10.3. Sierra de Atapuerca is located between the Duero Basin and the Demanda Chain, and it is famous because the exceptional conservation of fossils, as well as the best preservate hominion of Pleistocene age in the world.

Atapuerca Chain was formed during the Early Cretaceous. Later on, during the Neogene and due to karstification, many cavities were formed. This cavities were filled since their formation preserving a great deal of the biodiversity and human activities.

The sediments that fill Gran Dolina site can be divided in 11 levels. Concretly this work studies the sublevel 10.3, which thickness is 2.2 meters and is composed of microconglomerates with shaly matrix at the bottom part. Moving upwards the matrix turns to sand with limestone blocks, indicating an opening of the cavity to exterior. ESR dating and Uranium Series show that this sublevel was deposited over 100,000 years.

The studied samples show a high variety of different faunistic groups. As the final objective of this work is to do a paleoecological reconstruction the M1 teeth from *Iberomys brecciensis*, *Microtus agrestis*, *Microtus arvalis*, *Terricola atapuerquensis* and *Arvicola sapidus* are useful for this objective.

Is has been concluded that the enviroment was an open dry field.

2. Introducción

En el norte de España nos encontramos diversos yacimientos paleontológicos, pero uno de los más destacados por su riqueza en restos fósilíferos y arqueológicos es la sierra de Atapuerca.

La sierra de Atapuerca es un conjunto de yacimientos arqueológicos y paleontológicos de gran riqueza cultural, ya que se han encontrado multitud de restos osíferos y de actividad humana que llevan siendo estudiados desde 1964 hasta la actualidad.

Estos yacimientos se formaron a partir de un complejo sistema de cuevas, una de ellas en Gran Dolina, en la cual se encontraron los primeros restos de *Homo antecessor*.

Los restos paleontológicos de origen animal, tanto de macrovertebrados como de micovertebrados que convivieron en la zona son de gran importancia científica ya que estudiando las asociaciones faunísticas y comparándolas con las actuales se puede interpretar como era el medio en el que vivían en un tiempo determinado.

Con este trabajo se pretende conocer el medio que dominaba en la zona, mediante el estudio de los restos de micovertebrados de la zona denominada 10.3 en el yacimiento Gran Dolina.

3. Planteamiento y objetivos

La presente memoria corresponde a un Trabajo de Fin de Grado de Geología del departamento de ciencias de la Tierra. En esta asignatura se realiza un trabajo individual que demuestra los conocimientos, capacidades y habilidades logradas en el transcurso del grado en Geología.

El tema de investigación planteado en este trabajo trata sobre la extracción, clasificación y estudio paleoecológico de muestras paleontológicas de microvertebrados en el subnivel 10.3 del yacimiento Trinchera Dolina (Atapuerca), comparando una muestra control con la muestra más fosilífera encontrada y determinando si existe alguna diferencia significativa.

Este trabajo consta de dos objetivos principales:

El primer objetivo es la organización de todas las muestras recogidas, así como separar y determinar cuáles de ellas contienen mayor cantidad de información y realizar una correcta separación de estas.

El segundo objetivo es el estudio taxonómico de las muestras elegidas para conocer la microfauna presente y realizar un estudio paleoecológico.

Para poder realizar este estudio correctamente se han seguido los siguientes pasos:

- Realización de prácticas de excavación en Atapuerca, concretamente en la zona de lavado donde se concentra la recuperación de las muestras de microvertebrados.
- Triado de las muestras para recuperar el contenido fosilífero y su correcto etiquetado.
- Análisis visual y esquemático de todas las muestras para determinar en cuales se llevará a cabo un estudio más exhaustivo.
- Estudio del contenido fósil de las muestras para determinar que grupos taxonómicos aparecen y que especies de arvicólidos se encuentran, ya que son los mejores indicadores paleoecológicos.
- Determinar si es posible y significativo algún cambio en la microfauna, comparándolo con el nivel de control.
- Determinar en base al estudio de las muestras la paleoecología de la zona.
- Estudio breve de la tafonomía encontrada mediante el estudio de las muestras.

4. Situación geográfica y geológica

a. Situación geográfica

En conjunto, la sierra de Atapuerca se encuentra en la meseta septentrional del norte de España, a unos 15 kilómetros al Este de la ciudad de Burgos (Castilla y León). Esta sierra se encuentra rodeada por 3 ríos, el río Pico, Vena y Arlanzón. Los yacimientos de Atapuerca están formados por un complejo sistema kárstico dentro de la sierra, formando un relieve dentro de los sedimentos neógenos que conectan las cuencas del Ebro y Duero.

b. Geología de Atapuerca



Ilustración 1 Figura 2. Sistema kárstico de Atapuerca. Imagen tomada de Antoñanzas, R. L., & Bescós, G. C. (2002).

La sierra de Atapuerca forma el afloramiento más noroccidental de la Cordillera Ibérica, es un relieve anticlinal compuesto por materiales mesozoicos que se encuentra aislado de los bordes montañosos de la Sierra de la Demanda (Cordillera Ibérica) y de la Sierra de Ubierna (Cordillera cantábrica) por los materiales terciarios continentales de la Cuenca del Duero.

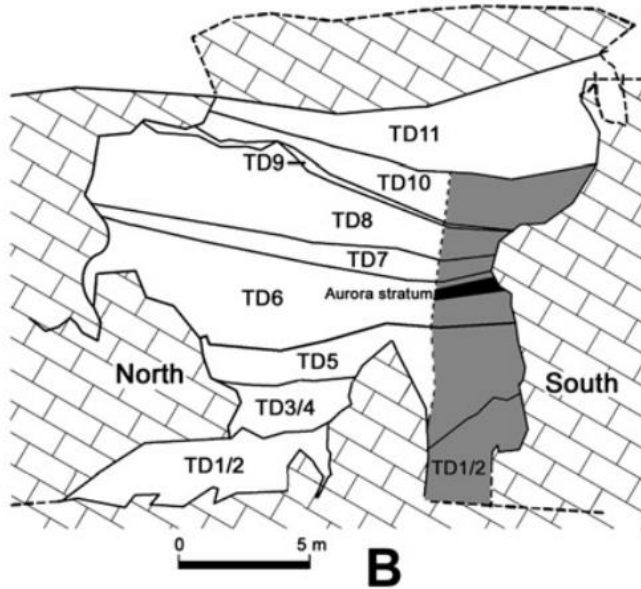
La sierra de Atapuerca tiene dos sistemas principales como se puede ver en la figura 2. Al este se encuentra la cueva Mayor y al oeste la trinchera del ferrocarril.

En cueva Mayor se encuentra la sima de los Huesos, de importancia relevante debido a los hallazgos de restos humanos del Pleistoceno medio.

La trinchera del ferrocarril es una trinchera cavada anteriormente para el tren donde se descubrieron varios niveles con gran riqueza fosilífera dividida en 3 partes principales denominados gran Dolina, Galería y sima del Elefante. (Cuenca-Bescós et al.,2011).

c. Gran Dolina

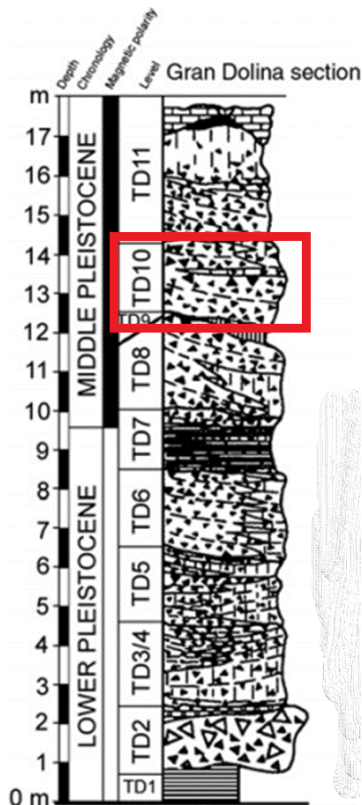
El relleno sedimentario de gran dolina representa la secuencia estratigráfica más larga y continua que el resto de las cavidades. Está compuesta por 18 metros de sedimentos de relleno divididos en 11 niveles estratigráficos diferentes como se puede observar en la figura 3.



Los niveles TD1 y TD2 se encuentran rellenos principalmente por materiales autóctonos mientras que los siguientes niveles se encuentran rellenos por materiales alóctonos hasta colmatar la cavidad. (Campaña, I. et al. 2013).

Desde los niveles TD3 al nivel TD11 contienen abundantes restos fósiles, siendo el nivel más famoso TD6 por contener el estrato denominado Aurora (Carbonell et al., 1995,1999,2005), ya que en dicho nivel fue reconocida la nueva especie *Homo antecesor*. (Cuenca-Bescós et al., 2011).

Ilustración 2. Relleno de Gran Dolina. G.Cuenca-bescós et al.,(2011).



Hay una pared calcárea que separa la parte norte de la cueva de la parte sur, así que los niveles TD1-TD5 no se correlacionan bien a un lado y otro de la cueva. (Pérez-González et al., 2001).

Dataciones realizadas por ESR (resonancia paramagnética electrónica, la cual es un método paleodosimétrico basado en la luminiscencia) y series de uranio señalan que en nivel TD10-11 abarca entre 300 y 400 mil años (Parés, J. M., & Pérez-González, A. 1999).

El depósito TD.10 presenta una potencia de 2.2 metros en los que se observa que está compuesto principalmente por flujos de clastos, gravas y cantos de caída, con una matriz de arenas lutíticas y gran cantidad de restos fosilíferos.

Ilustración 3. Columna modificada de Cuenca-Bescós et al., (2011), donde se marca en rojo la zona de estudio.

5. Antecedentes

a. biocronología en Gran Dolina

La fauna de microvertebrados de Atapuerca se divide en 7 unidades faunísticas locales, que son las Atapuerca Faunal Units (ATA FUs) y se establecen en función de la macrofauna, reptiles, anfibios y los micromamíferos que se encuentran. (Cuenca-Bescós et al., 2010)

La unidad faunística a la que le corresponde TD10 es la Atapuerca Faunal Unit 6, cuyo nivel se caracteriza por la primera aparición de *Vipera* cf. *Latasi* y *Neomys* sp, y la desaparición de *Pelobatus cuttripes*, *pelobytes punctatus* y *Pelophylax* (*ridibundo*) sp (Cuenca-Bescós et al., 2010).

REPTILES Y ANFIBIOS	ROEDORES	INSECTIVOROS
<i>Alytes obstetricans</i>	<i>Sciurus</i>	<i>Talpa</i> cf. <i>Europaea</i>
<i>Pelobytes cuttripes</i> †	<i>Elyomis quercinus</i>	<i>Sorex</i> spp
<i>Pelobytes punctatus</i> †	<i>Apodemus silvaticus</i>	<i>Crocidura</i> spp
<i>Bufo bufo</i>	<i>Marmota</i>	<i>Erinaceus europaeus</i>
<i>Bufo calamita</i>	<i>Terricola atpuerquensis</i>	<i>Sorex minutus</i>
<i>Hyla arborea</i>	<i>Iberomys brecciensis</i>	<i>Galemys</i> sp †
<i>Rana temporaria</i>	<i>Allociterus correciensis</i>	<i>Neomys</i> sp ◻
<i>Rana</i> cf. <i>dalmatina</i>	<i>Microtus arvalis</i>	LAGOMORFOS
<i>Coronella austriaca</i>	<i>Pliomys lenki</i>	<i>Oryctolagus</i> sp
<i>Rinechis scalaris</i>	<i>Myodes</i>	
<i>Vipera</i> cf. <i>Aspis</i>	MURCIELAGOS	
<i>Rana</i> (<i>temporaria</i>) sp	<i>Myotis</i> sp	
<i>Pelophylax</i> (<i>ridibunda</i>) sp	<i>Rhinolopus</i> sp	
<i>Lacertidae</i> indet	<i>Miniopterus scheibersii</i>	
<i>Anguis fragilis</i>		
<i>Coronella</i> cf. <i>Girondica</i>		
<i>Viperac</i> cf. <i>Latasi</i> ◻		

Tabla 1. Tabla de microvertebrados presentes en los restos de microvertebrados fósiles hallados en TD10. Las especies que desaparecen están marcadas con † y las que aparecen ◻. (Modificada de Cuenca-Bescós et al., 2010).

En el yacimiento de Dolina 10.3, se extrae como control una muestra del cuadrante O22, ya que se encuentra en el fondo de la cueva y sirve para tener una estratigrafía continua todos los años del mismo cuadrante. Durante la excavación también se observó que en los cuadrantes J y K el contenido fosilífero es mucho mayor que el de otros cuadrantes adyacentes, por lo que se cree de la existencia de una grieta por la que se acumularon más restos (Cuenca-Bescós comp. pers.2017).

b. Tafonomía

Existen muchos factores tafonómicos que afectan a la abundancia de restos fósiles en un determinado lugar, por lo que, aunque los microvertebrados sean muy buenos indicadores climáticos se tienen en cuenta los procesos tafonómicos por los que han podido ser afectados, principalmente la depredación (Fernandez-Jalvo. Y.1996).

CATEGORIA	DEPREDADORES	ALTERACIONES
1	Lechuza, lechuza nevada y lechuza gris	Pobre modificación, digestión austente o ligera
3	Buho de orejas largas y buho de África	Ligero grado de digestión, se observa eliminación del esmalte en incisivos
4	Buhos, cernícalos y peregrinos, así como pequeñas ginetas y mustélidos	Extrema corrosión de la dentina, los mustélidos producen modificaciones extremas pero los elementos digeridos aparecen en porcentajes bajos, algunos de ellos masticados
5	Buitres, cánidos y felinos	Los efectos más destructivos, los mamíferos producen bordes redondeados de los elementos esqueléticos, las marcas de roer son escasas pero si son producidas por cánidos y algunos mustélidos

Tabla 2. Tabla modificada de Fernandez-Jalvo. Y, 1996 que recoge los elementos tafonómicos registrados dependiendo del depredador que la produzca. (Fernandez-Jalvo. Y, 1996).

Según Fernandez-Jalvo (1996), en el nivel TD10 de dolina los restos de microvertebrados se encuentran dispersos en toda la unidad, algunos agrupados en zonas de mayor abundancia. Se observan modificaciones en estos fósiles producidas por la digestión de los mismos, también se ven afectados por procesos de pisoteo ya que se observan que los huesos largos están fragmentados, que predominan huesos pequeños y que los fósiles muestran estriaciones características. Todas estas modificaciones son causadas por la fauna depredadora presente, pero también estos fósiles se ven afectados por exposición subaérea.

Por todo esto se deduce que la acumulación fosilífera tan abundante en la zona se debe principalmente a la acción de aves rapaces diurnas (cernícalos) que depositan las egagrópilas a la entrada de la cueva (Fernandez-Jalvo. 1996).

También se han observado ciertas coloraciones oscuras en los restos fósiles identificadas como restos de óxidos de manganeso, las cuales se producen por la acción bacteriana y está ligada a ambientes húmedos y anaeróbicos (Bennasar Serra, M. D. L. 2010).

c. Paleología y paleoclima.

Según Cuenca-Bescós et al., (2005), los micromamíferos en Atapuerca se clasifican en 5 tipos de hábitat de acuerdo con sus preferencias:

- Abierto seco: Prados sometidos a cambios estacionales
- Abierto húmedo: Prados con plantas de hoja perenne, con pastos altos y un suelo adecuado para animales excavadores durante todo el año.
- Boscoso: Bosque maduro incluyendo márgenes de bosque y parches de bosque, con una cubierta del suelo moderada.
- Acuático: A lo largo de corrientes de agua, como ríos, lagos y charcas:
- Rocoso: Áreas con sustratos rocosos, se puede asumir que este hábitat está relacionado con condiciones de altitud y/o temperaturas bajas, pero parece más dependiente de la disponibilidad de roca desnuda y fisurada o cuevas que por clima o altura.
- También pueden existir ambientes transicionales entre ellos.

Asociaciones de micromamíferos	Hábitat
<i>Terricola, Allocricetus, Crocidura, Hystrix, Erinaceus, Suncus, Lagomorpha</i>	Prado abierto seco
<i>Allophaiomys, Iberomys, Stenocranius gregaloides, Microtus, Micromys, Sorex, Talpa</i>	Prado abierto húmedo
<i>Clethrionomys, Eliomys, Apodemus</i>	Bosque y margen de bosque
<i>Marmota, Pliomys</i>	Hábitat rocoso
<i>Arvicola, Mimomys savini, Castor, Beremendia, Neomys, Galemys</i>	Cercano al agua

Tabla 3. Hábitat de micromamíferos en función de sus preferencias. Traducido de Cuenca-Bescós et al., 2005.

6. Material y métodos

a. Técnicas de campo

En las jornadas de campo realizadas en Atapuerca durante 15 días, se realizaron trabajos de clasificación de las muestras recogidas en los yacimientos, así como el lavado y triado de las mismas para la recuperación de la microfauna.

Este proceso comienza con la excavación arqueológica de los materiales en el yacimiento, el cual se encuentra dividido en una cuadrícula debidamente etiquetada con el estrato al que corresponde y su profundidad. Estas cuadrículas se dividen de forma horizontal por letras y en vertical por números, formando así un tablero del que se extrae el material de 10 en 10 centímetros (normalmente). El material extraído, que consiste en suelo y si da lugar en restos fósiles, es introducido en sacos etiquetados y llevados a la zona de lavado donde se realizaron las prácticas de campo.

El lavado y triado de la microfauna se realiza a las orillas del río Arlanzón. El material traído en sacos se ordena en una cuadrícula idéntica a la que trabajan los excavadores, después se vierten en un cubo etiquetado con agua para soltar el sedimento y facilitar la extracción posterior de los microvertebrados.

Cuando se deposita el material y el sedimento se ha soltado lo suficiente se procede al lavado y tamizado de las muestras con agua a presión mediante mangueras conectadas a una bomba que absorbe el agua directamente del río, estas mangueras forman parte de una gran estructura que permite el lavado y tamizado de las muestras, las cuales se hacen pasar por 3 tamices de diferente grosor, siendo el último de 0,5 milímetros.

Realizado el proceso de tamizado se procede al secado de las muestras al aire libre, las cuales se colocan de forma uniforme en mallas metálicas. Por último, se recogen en bolsas etiquetadas y se trían, separando los restos óseos de los restos rocosos, y si existe algún resto excepcionalmente conservado o con unas características que le confieran alguna peculiaridad es separado individualmente.

En todo este proceso es muy importante mantener el etiquetado correctamente y evitar las contaminaciones, limpiando y usando los instrumentos de trabajo correctamente y apuntando todo el proceso en el cuaderno de trabajo, para poder determinar que muestras se están lavando y en que parte del proceso se encuentran, de esta forma se evita la pérdida de información y las contaminaciones de muestras.

Una vez terminado todo el proceso, las muestras recogidas son debidamente guardadas en cajas para evitar pérdidas o su deterioro, posteriormente son traídas a la Universidad de Zaragoza, concretamente a la facultad de Geología para su estudio en laboratorio.

b. Técnicas de laboratorio y gabinete

Estas técnicas son las usadas desde que las muestras llegan al laboratorio hasta su estudio completo.

El trabajo realizado en el laboratorio ha consistido principalmente en examinar todas las muestras recogidas y determinar cuáles de ellas contenían suficiente información o contenido fósil para descartar las que no cumplían los objetivos esperados.

En total, para este trabajo se han usado 163 bolsas de muestras recogidas en el estrato 10.3 de Gran Dolina (Atapuerca) en el año 2017, que corresponden a las letras H, I, J, K, L, M, Ñ y O.

Para determinar que muestras analizar y cuales descartar debido al gran volumen de estas, se organizaron en función de la sigla alfanumérica que le correspondía y su "z" o profundidad, simulando su situación en el campo, para facilitar la visualización de todas ellas y determinar en qué caso se puede obtener más información

De las 163 bolsas debidamente colocadas, se realizó una criba de estas, observando cuales de ellas contenían más información fosilífera, se descartaron 61 de ellas en un primer momento por no contener información suficiente, ya sea por ausencia de restos de microvertebrados o porque los restos de estos se encontraban muy

fragmentados, por lo que su clasificación es más complicada o imposible y la pérdida de información es mayor como se puede observar en la figura 6.

En el anexo I se recogen las tablas cuantitativas donde se determinan el número de restos encontrados y cuáles de ellas fueron descartadas.



Ilustración 4. Fotos representativas de las muestras descartadas. La imagen A corresponde a una bolsa sin restos fósiles y la imagen B corresponde a una muestra con varios restos fósiles de macrovertebrados y microvertebrados muy fragmentados en las que no es posible realizar una identificación.

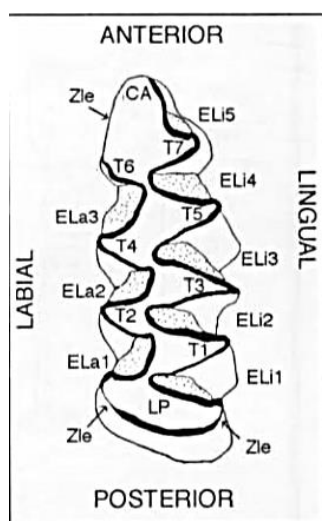
Posteriormente se determinó que muestras contenían mayor diversidad para poder realizar un estudio más completo y poder analizar diferentes grupos faunísticos.

Para realizar el correcto estudio de las muestras elegidas se separan todas las mandíbulas y dientes M1 de los arvicólidos encontrados, ya que son unos excelentes marcadores paleoecológicos. Una vez separadas se montan las mandíbulas y dientes que se puedan identificar, es decir, los que conservan el diente M1 y los dientes sin fragmentar.

La forma de montarlos consiste en pegarlos con un fino “hilo” de masilla colocado sobre una caja de plástico transparente, pegándolos sobre la misma. Para que el trabajo sea lo más ordenado posible y aligerar los siguientes procesos de identificación se separan las mandíbulas por izquierdas y derechas, al igual que los dientes M1.



Ilustración 5. Imagen ejemplo de los dientes (A) y mandíbulas de arvicólidos (B) ya montadas y etiquetadas correspondientes a la cuadrícula J17.



La identificación a nivel de especie de los arvicólidos de la figura 5 y el resto de las muestras se ha realizado con ayuda de una lupa binocular y del artículo Cuenca-Bescós et al., (1995), por anatomía comparada. También, para llevar a cabo la clasificación se ha usado la terminología descrita en la figura 5 del mismo artículo.

Ilustración 6. Terminología usada para la identificación de los dientes M1 de arvicólidos. T: triángulos de esmalte, Zle: zonas libres de esmalte, T4, T5 y T6, T7: complejo anterocónico (Cuenca-Bescós et al. 1995).

También se identificaron los demás restos de roedores y otros grupos faunísticos ya que su presencia también nos puede ayudar a refutar el estudio paleoecológico realizado. Estos restos también se identificaron por comparación de otros estudios (Cuenca-Bescós et al., 1995. 2010 y 2013).

Durante la observación y clasificación taxonómica de los restos se observaron evidencias tafonómicas como la digestión, rotura de huesos largos o presencia de Óxido de Manganeso del que se describirá más detalladamente en el apartado de resultados.

Una vez realizada la clasificación taxonómica, para realizar la reconstrucción paleoambiental se realizan estudios del número mínimo de individuos (NMI) con los porcentajes de cada especie de arvicolino.

Para el cálculo del número mínimo de individuos se entiende que varios restos pueden pertenecer al mismo individuo por lo que solo se tienen en cuenta los restos más abundantes izquierdos o derechos (tanto dientes como mandíbulas enteras), ya que, si tuviésemos en cuenta todas, cabe la posibilidad de que contabilicemos a un mismo individuo dos veces.

Conociendo en número mínimo de individuos se realizan porcentajes de cada especie diferente que hemos clasificado con anterioridad respecto al número total de arvicólinos para ver la distribución de las asociaciones fósiles.

Este cálculo del número mínimo de individuos se realiza por separado en cada muestra, por lo que se realizará 3 veces.

Con estos datos podemos determinar el hábitat de la zona utilizando el artículo Cuenca-Bescós et al. (2005) donde se relacionan las especies con los diferentes hábitats.

7. Resultados y discusión.

A partir de este estudio visual preliminar se obtuvieron los siguientes resultados, de los cuales se decidió las muestras a analizar al microscopio.

- En la letra H se observan gran cantidad de microvertebrados y restos óseos muy fragmentados de grandes vertebrados. Las bolsas descartadas se componen principalmente de restos de grandes vertebrados.
- En las muestras de la letra H se observa que en los niveles por debajo de 200 y por encima de 400 se encuentran restos variados y bien conservados de microvertebrados en general, pero en las muestras que representan los niveles 310 a 370 los restos se encuentran muy fragmentados y son mucho más pobres en variedad.
- En las bolsas sigladas con la letra J hay en total 33 muestras. Las sigladas con J11 hasta J15 existen restos bien conservados y fragmentados, pero en una cantidad pobre, mientras que en las letras sigladas como J16-J21 existe gran variedad de restos bien conservados, también fragmentados. Más concretamente existe gran abundancia fosilífera en J17 (430/450).
- En la letra K también existe gran variedad de bolsas, pero hay algunas sigladas como K16, K18 y K19 que se observa variedad y una conservación buena mientras que en K12, K13, K14, K17, K20, K21 y K22 no se observa gran variedad en las muestras además de estar bastante fragmentadas.
- La letra L está compuesta por 36 bolsas de muestras en las que la mayoría alberga una gran cantidad de fósiles excepto en L11, L12 y L13 que su contenido es pobre.

- Las letras M y N no existe gran variedad de muestras como en las demás y la mitad de ellas han sido descartadas siguiendo los criterios anteriores.
- La letra O es la muestra de control que se analizará para comparar con las muestras elegidas. Su contenido fósil es medio, ya que existe variedad, pero no tanta como en otras muestras sigladas como J y K.

Después de todos los resultados obtenidos analizando estas muestras, y conociendo los antecedentes de estas, se ha determinado que se va a comparar las muestras J17 debido a su alto contenido fosilífero con la muestra de control O22.

a. Sistemática paleontológica.

Analizando las mandíbulas y dientes colocados en el soporte bajo una lupa binocular, se determinaron las siguientes especies:

- *Erinaceus Europeus*, *Crocidura spp.*, *Allocricetus correzensis*, *Terrícola Atapuerquensis*, *Microtus Arvalis-agrestis*, *Arviocla Sapidus* e *Iberomys brecciensis*.

b. Análisis paleoecológico

Al estudiar las mandíbulas y dientes M1 en los soportes podemos determinar la especie de cada muestra y un análisis cuantitativo de cada muestra.

b.1 Muestra O22 (520-530).

Al separar las mandíbulas del resto de los restos óseos de la muestra se han encontrado:

- 1 mandíbula de *Erinaceus europeus*.
- 1 mandíbula de *Crocidura spp.*
- 4 mandíbulas de *Allocricetus correzensis*
- 7 maxilares de *Allocricetus correzensis*
- 25 mandíbulas de arvicólidos, de las cuales 12 no se han podido determinar a nivel de especie por falta de dientes y 13 de ellas si, siendo 5 izquierdas y 8 derechas. Las 5 mandíbulas izquierdas pertenecen a la especie *Terricola atapuerquensis*, mientras que de las 8 mandíbulas derechas 7 de ellas corresponden a *Terricola atapuerquensis* y 1 de ellas a la especie *Microtus arvalis-agrestis*.
- 36 dientes M1, 16 izquierdos los cuales corresponden a las especies *Terricola atapuerquensis* y *Microtus arvalis-agrestis*, y 20 derechos que también corresponden a las mismas especies.

b.2 Muestra J17 (430-440)

Al separar las mandíbulas de los restos óseos se han encontrado:

- 15 mandíbulas fragmentadas de murciélago indet.
- 3 mandíbulas de *Allocricetus correzensis*

- 18 maxilares de *Allocricetus correzensis*
- 178 mandíbulas de arvicólidos de las cuales 78 no son identificables a nivel de especie debido a la falta de dientes adheridos a ella, 53 mandíbulas izquierdas y 38 derechas que corresponden a las especies *Terricola atapuerquensis* y *Microtus arvalis-agrestis*.
- 82 dientes M2 de arvicólidos.
- 156 dientes M1 de arvicólidos de los cuales 71 son izquierdos y 82 son derechos y corresponden a las especies *Terricola Atapuerquensis*, *Microtus Arvalis-agrestis*, *Arvicola Sapidus* e *Iberomys brecciensis*.

b.3 Muestra J17 (440-450)

Al separar las mandíbulas de los restos óseos se han encontrado:

- 14 fragmentos mandibulares de erizo
- 2 fragmentos mandibulares de murciélago
- 25 mandíbulas de *Allocricetus correzensis*
- 7 maxilares de *Allocricetus correzensis*
- 35 fragmentos mandibulares de arvicólidos no identificables a nivel de especie.
- 44 mandíbulas derechas y 40 izquierdas pertenecientes a *Terricola atapuerquensis*, *Microtus arvalis-agrestis* y *Arvicola sapidus*.
- 73 dientes M1 de los cuales 42 son izquierdos y 31 derechos, pertenecientes a *Terricola atapuerquensis*, *Microtus arvalis* y *Arvicola sapidus*.

En las 3 muestras, aunque O22 perteneciese a otro cuadrante más alejado, se encontraron fragmentos óseos de vertebrados de otras clases, como se puede observar en las figuras 8 y 9 y en el Anexo II, donde se recogen más ejemplos gráficos de los restos encontrados.

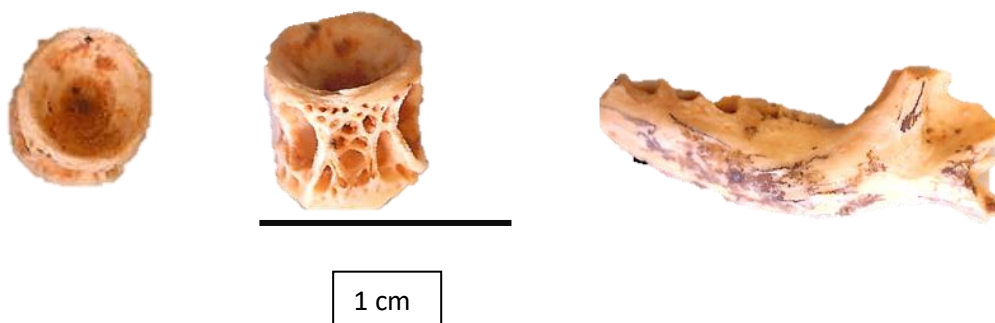


Ilustración 7. A la izquierda vista frontal y lateral de vértebra de pez, se identifican por su forma completamente circular. A la derecha Mandíbula de *Erinaceus europeus*. La cual se diferencia debido a su robustez y líneas rectas en la zona inferior. Foto realizada con Celestron Microcapture.

c. Descripción e identificación de los restos.

C1. Iberomys brecciensis



Ilustración 8. Diente M1 izquierdo de *Iberomys brecciensis*. Fotografía de uno de los dientes identificados en J17 430/440. A la derecha dibujo realizado de la parte superior para resaltar las características identificativas.

CLASE MAMMALIA Linnueus, 1758

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821

Familia **Arvicolidae** Gray, 1821

Género *Iberomys* Chaline, 1972

Especie *Iberomys brecciensis* Chaline, 1972

El rasgo más característico para la identificación de este género es la morfología de su cara anterior, ya que forma una faceta triangular muy característica. Además, los triángulos linguales son mayores que los labiales y el complejo anterocónido T4 y T5 se encuentran cerrados o parcialmente comunicados (Cuenca- Bescós et al., 1995).

C2. Microtus agrestis



Ilustración 9. Mandíbula derecha de *Microtus agrestis*, de la muestra J17 440/450, a su derecha el dibujo realizado de la parte oclusal de la misma. Longitud del diente desde su cara anterior hasta la posterior 2.7 mm.

CLASE MAMMALIA Linnueus, 1758

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821

Familia **Arvicolidae** Chaline, 1972

Género *Microtus* Schrank, 1798

Especie *Microtus agrestis* Linnaeus 1761

La diferencia entre *Microtus arvalis* y *Microtus agrestis* es muy pequeña y en algunos casos no se ha podido diferenciar entre las dos. En este caso, el género *microtus* se diferenció debido a la separación clara entre T4 y T5. Estos dos triángulos no son paralelos y se encuentran diferenciados el uno del otro, además, los triángulos linguales son mayores que los labiales. Se identificó como *Microtus agrestis* debido a que T4 es más pequeño y redondeado por su cara posterior, y en general todos los triángulos de esmalte son muy puntiagudos comparando con *Microtus arvalis*.

C3. Microtus arvalis



Ilustración 10. Diente M1 izquierdo de *Microtus Arvalis* de la muestra J17 430/440, a la derecha dibujo de la zona oclusal del diente. Longitud del diente desde su cara anterior hasta la posterior 2.7 m.

CLASE MAMMALIA Linnueus, 1758

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821

Familia **Arvicolidae** Chaline, 1972

Género *Microtus* Schrank, 1798

Especie *Microtus arvalis* Linnaeus 1761

El género *Microtus*, como se ha mencionado antes se diferencia de otros géneros debido a la clara separación y falta de paralelismo entre T4 y T5, que es observable en la figura 11. Los triángulos linguales son mayores que los labiales y se diferencia del subgénero *agrestis* porque los triángulos no son tan puntiagudos y T4 no presenta un agrandamiento tan claro en su parte posterior como en la imagen 10 de esta especie.

C4. *Terricola atapuerquensis*

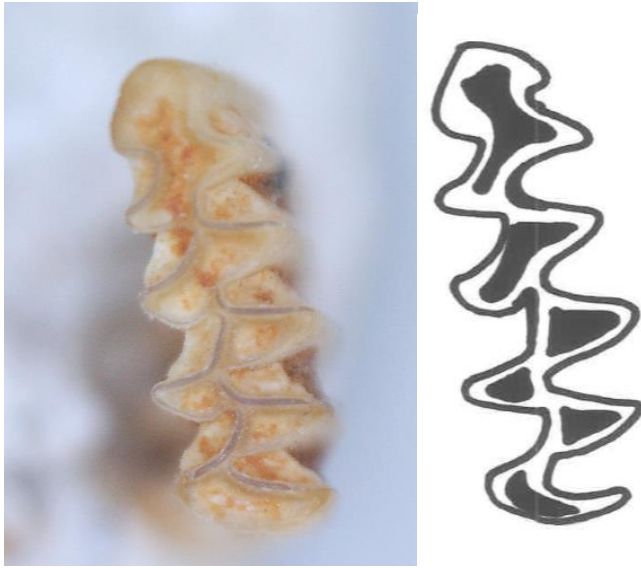


Ilustración 11. Diente M1 izquierdo de *Terricola atapuerquensis* de la muestra J17 430/440. A su derecha el dibujo perteneciente a este mismo diente de vista frontal. Longitud desde su parte anterior hasta la posterior 2.1 mm.

CLASE MAMMALIA Linnueus, 1758

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821

Familia **Cricetidae** Fischer, 1817

Género *Terrícola*, Schrank, 1798

Especie *Terricola atapuerquensis* Gil, 1996

Terricola atapuerquensis es la especie más abundante encontrada en las muestras. El tamaño de sus triángulos labiales y linguales es más parecido pero siguen siendo más grandes los triángulos linguales. Lo que diferencia claramente esta especie de otras es la presencia del “rombo pitimiano” o confluencia casi completa entre T4 y T5, además de una pequeña protuberancia en T4 en su parte posterior.

C5. Arvicola sapidus



Ilustración 12. Diente M1 izquierdo de *Arvicola sapidus*. A la derecha dibujo realizado basado en la zona frontal del mismo diente en el que la línea discontinua indica el desgaste o rotura de la zona. Longitud desde su cara anterior hasta la posterior 3mm.

CLASE MAMMALIA Linnueus, 1758

ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821

Familia **Cricetidae** Chaline, 1972

Género *Arvícola*, Laapede, 1799

Especie *Arvicola sapidus* Miller, 1908

Los dientes M1 de *Arvícola sapidus* son en comparación de tamaño más grandes que el resto de dientes de otras especies. Su identificación y lo que le difiere de otros géneros es el número de triángulos que posee, ya que los demás géneros que están presentes sus triángulos van de T1 a T7, y en este género van de T1 a T5. Los triángulos también son mucho más grandes en comparación y su cara anterior se torna a triangular.

d. Paleoecología

Para determinar la paleoecología se realiza el número mínimo de individuos en cada muestra y posteriormente se comparará con la tabla 3, la cual nos indica el ambiente en el que se desarrollan estas especies.

Las dos especies de *Microtus* se han juntado en el género, ya que no en todos los restos se ha podido llegar a la identificación a nivel de especie, aunque tampoco conlleve ningún error a la hora de determinar la paleoecología ya que las dos especies se desarrollan en un mismo ambiente.

Para determinar el número mínimo de individuos y el porcentaje de cada uno se han tenido en cuenta las mandíbulas y dientes derechos de la muestra O22 y las mandíbulas y dientes izquierdos de las dos muestras de J17, dando como resultado la tabla 4.

Porcentaje en función del NMI					
SIGLAS	Número mínimo de individuos	<i>T.atapuerquensis</i>	<i>M.arvalis-agrestis</i>	<i>I. brecciensis</i>	<i>A.sapidus</i>
O22 (520/530)	28	89,3	7,1	0	3,6
J17 (430/440)	127	82,7	11	0,8	5,5
J17 (440/450)	75	86,7	11	0	1,3

Tabla 4. Porcentajes en función del número mínimo de individuos en cada muestra.

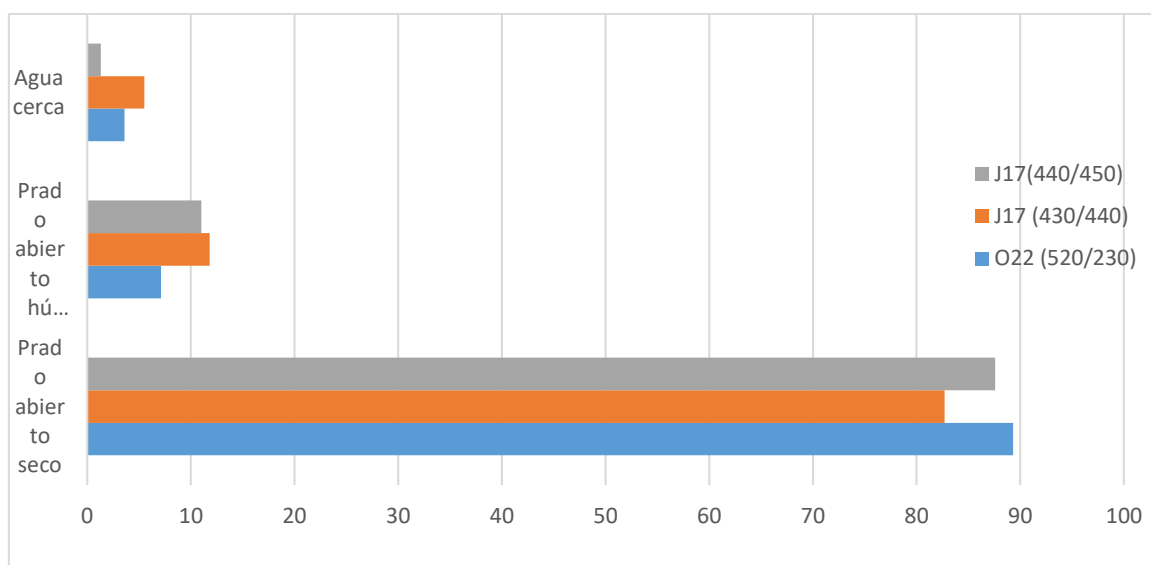


Gráfico 1. Especies determinadas en función de a Tabla 4 en la que se observa la gran cantidad de especies de prado abierto seco presentes en las 3 muestras, y también la poca variabilidad de estas.

Como se puede observar en la tabla 4 y en el gráfico 1, en las 3 muestras la mayoría corresponden a *Terrícola atapuerquensis*, lo que indica un ambiente mayoritario de prado abierto seco.

El segundo género más importante es *Microtus*, que aparece en mucha menos abundancia y junto con *Iberomys* indican ambientes de prado húmedos, aunque esta última su abundancia es mínima.

También, en menor abundancia, pero mayor que *Iberomys* aparece *Arvícola sapidus*, que indica la cercanía de zonas de agua.

Que existan especies con diferentes hábitats en la misma zona se podría explicar debido a la cercanía del río Arlanzón a la zona ya que esto aportaría zonas de agua y zonas húmedas cercanas.

e. Tafonomía

La mayoría de los huesos largos que se han observado en las muestras aparecen fragmentados, además de un pequeño porcentaje (1%) de todos los dientes de arvicólidos observados aparecen con signos de digestión como se observa en la figura 15.



Ilustración 13. En la imagen A se observa el diente digerido, que ha perdido prácticamente toda su forma inicial y mucha parte de sus triángulos de dentina. En la imagen B se observa un hueso largo fragmentado al que le falta una de sus cabezas óseas.

También se han observado que en 5% del total de las muestras presentan óxidos de manganeso en su parte superior o cubriendo otras zonas de los dientes principalmente como se observa en la figura 16.



Ilustración 16. Diente M1 de Terricola atapuerquensis con una superposición de óxido de Manganeso la cual cambia su coloración.

8. Conclusiones

- The samples named with letters J and K are richer in fossil content than the other ones so the theory about the fracture is viable.
- Base on the taxonomic study of the samples it has been determined that the most abundant species in this área is *T.atapuerquensis*. This species coexisted with other kinds of micromammals: four species of arvicolid that were less abundant and some species of cricetids. In the área there were also other taxa of different microvertebrates such as reptiles, birds and fishes.
- Talking about paleoecology, the place was an open dry grassland área with some humid smaller subzones. This humidity came from de Arlanzón river.
- There are also have been observed manganese oxides in arvicolid teeth and jaws. This indicates that the teeth and jaws were deposited in a humid to water-presence environment. Due to this observation it can be reaffirmed that the rests were deposited in presence of water.
- Referring to taphonomy, evidence of digestion has been found, so the large accumulation of microvertebrates can be associated to pellets generated by raptors in the área. Moreover, the presence of broken long bones shows that they were trodden by large organisms, macrovertebrates, so they walked over the pellets and rests.

9. Bibliografía

- Benito-Calvo, A., Ortega Martínez, A. I., Navazo Ruiz, M., Moreno García, D., Pérez-González, A., Parés, J. M., ... & Carbonell, E. (2018). Evolución geodinámica pleistocena del valle del río Arlanzón: implicaciones en la formación del sistema endokárstico y los yacimientos al aire libre de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España).
- Bennisar 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.
- Cuenca-Bescós, G. (2002). The Gran Dolina site (Lower to Middle Pleistocene, Atapuerca, Burgos, Spain): new palaeoenvironmental data based on the distribution of small mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 186(3-4), 311-334.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J. I., & Laplana, C. (1995). Los arvicólidos (Rodentia, Mammalia) de los niveles inferiores de Gran dolina (Pleistoceno inferior, Atapuerca, Burgos, España). *Revista Española de Paleontología*, 10(2), 202-218.
- Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, I., Arsuaga, J. L., Blain, H. A., ... & de Castro, J. B. (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(4), 481-491.
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., & García-Pimienta, J. (2005). Environmental change across the Early-Middle Pleistocene transition: small mammalian evidence from the Trinchera Dolina cave, Atapuerca, Spain. *Geological Society, London, Special Publications*, 247(1), 277-286.
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J. M., Blain, H. A., Roger, J., Galindo-Pellicena, M. A., ... & Carbonell, E. (2010). Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. *Quaternary International*, 212(2), 109-119.
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J. M., Blain, H. A., Rabal-Garcés, R., Sauqué, V., ... & Carbonell, E. (2013). The small mammals of Sima del Elefante (Atapuerca, Spain) and the first entrance of Homo in Western Europe. *Quaternary International*, 295, 28-35.

- de Castro, J. B., Carbonell, E., Gómez, A., Mateos, A., Martín-Torres, M., Muela, A., & Varela, S. (2006). Paleodemografía del hipodigma de fósiles de homínidos del nivel TD6 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): estudio preliminar. *Estudios Geológicos*, 62(1), 145-154.
- Eraso, A., Domínguez, M. C., Pérez García, A., Martín, M. A., & Ortega, A. I. (1997). Estimación de las paleovelerocidades y sentidos de circulación del agua en el karst donde se emplaza el yacimiento arqueológico de la Sierra de Atapuerca (Burgos).
- Fernandez-Jalvo, Y. (1996). Small mammal taphonomy and the Middle Pleistocene environments of Dolina, Northern Spain. *Quaternary International*, 33, 21-34.
- Parés, J. M., & Pérez-González, A. (1999). Magnetochronology and stratigraphy at gran dolina section, atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 37(3-4), 325-342.
- Pérez-González, A., Parés, J.M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A.I., Benito, A., Martín Merino, M.A. (2001): Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Ántropologie*, 105:27-43.

ANEXO I

Tabla de restos no identificables cuantificados.

		TABLA CUANTITATIVA DE MUESTRAS DESCARTADAS																
		200/220	260/270	265/275	290/300	300/340	460/470	430/440	445/450								450/460	490/500
H	Nº de restos	14	5	0	5	0	2	5	0									
	Restos identificables	3	0	0	1	0	2	1	0									
I	Nº de restos	270/280	310/320	320/330	330/340	360/370	450/460	470/480										
	Restos identificables	3	3	0	2	3	13	4										
J	Nº de restos	290/300	390/400	210/220	400/415	415/425	390/400											
	Restos identificables	15	4	7	0	25	1											
K	Nº de restos	340/345	340/350	350/360	775/785	410/420	490/500	450/460	470/500	480/500	480/490							
	Restos identificables	3	1	1	3	0	0	8	1	15	2							
L	Nº de restos	320/330	323/333	330/340	330/340	331/341	140/150	380/390	490/500	510/520	480/490	500/510	510/520	340/380	450/460	490/500		
	Restos identificables	2	2	7	0	5	5	8	2	0	53	1	0	5	6	1		
M	Nº de restos	410/420	480/490	500/510	520/530	520/530	380/385	490/500	530/540									
	Restos identificables	9	5	0	0	3	3	2	3									
N	Nº de restos	480/490	490/500	530/540														
	Restos identificables	2	1	3														

Tablas de muestras descartadas y no descartadas. En rojo las muestras descartadas y en verde las no descartadas.

H						
H10	H11	H12	H14	H15	H19	H20
200/220	200/210	290/300	300/310	254/255	410/420	420/440
	250/260		330/340		460/470	420/445
	255/265				460/470	430/440
	260/270					430/440
	265/275					430/440
						400/440
						445/450
		TOTAL	SI	NO		
		22	12	10		445/450
						460/470

I							
I11	I12	I13	I15	I18	I19	I20	I21
270/280	290/300	320/330	360/370	420/430	430/440	420/430	460/470
	290/300			460/470	460/480	450/460	
	310/320			460/470	470/480	460/470	
	320/330			470/480	470/480		
	330/340						
		TOTAL	SI	NO			
		20	13	7			

J										
J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21
290/300	320/330	330/340	360/270	210/220	430/440	430/440	470/480	450/460	450/460	460/500
390/400		360/370	390/400	400/415	450/460	440/450		460/470	470/480	470/480
				415/425	450/460	470/480		470/480	470/480	480/490
						470/480		470/480		
						480/490		470/480		
								480/490		
								480/490		
								480/490		
		TOTAL	SI	NO						
		33	27	6						

K									
K12	K13	K14	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22
340/345	775/785	410/420	470/480	470/480	490/500	480/490	450/460	470/500	470/480
340/345			470/480	490/500	500/510	480/490	460/470	480/490	490/500
340/350			470/480		500/510	500/510	470/480	480/500	
350/360			480/490				480/490	480/500	
							490/500	480/500	
							490/500		
							490/500		
							490/500		
		TOTAL	SI	NO					
		33	20	13					

L											
L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22
320/330	140/150	380/390	440/450	240/250	470/480	430/480	490/500	500/510	490/500	480/490	490/500
323/333	340/380		460/470	490/500		490/500	500/510	500/510	500/510	500/510	490/500
330/340				450/460		490/500	510/520	500/510	510/520	510/520	
330/340				450/460				500/520	510/520	510/520	
331/341								510/520			
		TOTAL	SI	NO							
		36	22	14							

M						
M13	M14	M17	M18	M20	M21	M22
370/380	410/420	480/490	500/510	440/450	520/530	520/530
380/385		490/500	510/520		530/540	
		490/500			540/550	
	TOTAL	SI	NO			
	13	5	8			

N			
N16	N17	N20	N21
480/490	490/500	520/530	530/540
		530/540	
		530/540	
TOTAL	SI	NO	
6	3	3	

ANEXO II. Representación de la variedad de restos fósiles variados encontrados en las muestras J17 430/440 y 440/450.



A-B: Húmero de anfibio.
C: Hueso largo de ave.
D: Hueso largo de roedor.
E: Vértebra caudal de roedor.
F: Hueso largo roedor.
G-H: Vértebras de roedor.
I: Húmero de talpa (topo):
J: Mandíbula de erizo.