

TFG

Trabajo Fin de Grado

TRATAMIENTOS DE EXTRACCIÓN Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA MATERIAL ÓSEO EN YACIMIENTO

Tutor: Dr. Francisco José Collado Montero

Cotutor: Dr. Juan Manuel Jiménez Arenas

Autor: Paulino Castillo Uclés

Línea del Trabajo Fin de Grado: Línea 5.

Procesos de intervención para la conservación y restauración.

Convocatoria: Extraordinaria. Julio de 2021.

Curso académico: 2020/2021

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Facultad de Bellas Artes Alonso Cano



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



BellasArtes
UNIVERSIDAD DE GRANADA



“El plagio, entendido como la presentación de un trabajo u obra hecho por otra persona como propio o la copia de textos sin citar su procedencia y dándolos como de elaboración propia, conllevará automáticamente la calificación numérica de cero. Esta consecuencia debe entenderse sin perjuicio de las responsabilidades disciplinarias en las que pudieran incurrir los estudiantes que plagien.

Las memorias entregadas por parte de los estudiantes tendrán que ir firmadas sobre una declaración explícita en la que se asume la originalidad del trabajo, entendida en el sentido de que no ha utilizado fuentes sin citarlas debidamente.”

(Normativa TFG, UGR, 2013)

Declaro que se trata de un trabajo original.
En Granada a 9 de Julio de 2021.

Fdo. Paulino Castillo Uclés



TFG

Trabajo Fin de Grado

Tratamientos de extracción y sistemas de protección para material óseo en yacimiento

Tutor: Dr. Francisco José Collado Montero

Cotutor: Dr. Juan Manuel Jiménez Arenas

Autor: Paulino Castillo Uclés

Línea del Trabajo Fin de Grado: Línea 5. Procesos de intervención para la conservación y restauración.

Convocatoria: Extraordinaria. Julio de 2021

Curso académico: 2020 / 2021

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Facultad de Bellas Artes Alonso Cano

Universidad de Granada



Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional.

© Todas las ilustraciones e imágenes que no especifica la autoría pertenecen al autor.



AGRADECIMIENTOS

Mis primeros agradecimientos para mis tutores Dr. Francisco José Collado Montero y Dr. Juan Manuel Jiménez Arenas por confiar en mí, hacer un seguimiento de este trabajo e inculcarme las bases de sus dos ramas del conocimiento, la conservación-restauración y la arqueología. Y con ello despertar en mí la necesidad de avanzar dentro de estas dos ramas.

En segundo lugar, quisiera agradecer a todo el equipo del Proyecto General de Investigación (PGI) “ Primeras ocupaciones humanas y depósitos pleistocenos de la cuenca Guadix - Baza” por hacerme disfrutar de las campañas en las que he aprendido, mejorado e intervenido material real. Por supuesto a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía por hacer posible este proyecto en especial al equipo de restauración a Eva Montilla Jiménez, por tener la paciencia en mi primer año de campaña cuando tenía un escaso conocimiento sobre el material que estaba interviniendo. Y a los grandes amigos y compañeros arqueólogos que he hecho durante las campañas. Gracias por darme la oportunidad de participar y estar con vosotros.

También al departamento de medicina legal, toxicología y antropología física de la Facultad de Medicina y al Dr. Miguel Cecilio Botella López por prestarme parte de su bibliografía privada.

A mis profesores del Grado de Conservación y Restauración por enseñarme esta profesión, que para mí siempre ha sido vocacional, los cuales me habéis hecho mejorar, siendo cada día más competente en esta disciplina durante estos cuatro años. También a mis compañeros del grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por estar ahí, hacerme crecer como persona, ayudarme y compartir tantas experiencias estos años.

Gracias a mi madre por indicarme el camino cuando estaba perdido, y a mi padre por enseñarme los valores del esfuerzo y el trabajo, por apoyarme en esta carrera y en mi futuro profesional, queriendo lo mejor para mí siempre, sin vosotros no habría sido posible.

A mi familia, a mis abuelos y en especial a mi hermano por ayudarme sobre todo en momentos decisivos. Por último, pero no menos importante a mi tía la Dra. María Dolores Castillo Sánchez, a quien tengo como ejemplo, gracias por despertar en mí la necesidad de avanzar.

A todos vosotros, muchas gracias.



RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal estudiar y ensayar, en función de las posibilidades, distintos tratamientos de extracción de material óseo en yacimientos (materiales, características, aplicación y propiedades), así como diversos sistemas de protección para material óseo en yacimientos (materiales, características, aplicación y propiedades). Para ello, se plantea una metodología basada en el estudio documental y bibliográfico de experiencias previas, así como en la experimentación de los tratamientos de extracción y los sistemas de protección; con el fin de que los resultados contribuyan a un mayor conocimiento de estos métodos de intervención y promover una mejor conservación del material óseo de procedencia arqueológica.

PALABRAS CLAVE

Extracción de material óseo, conservación de material óseo, tratamientos de extracción, protección de material arqueológico, alteraciones de material óseo, embalajes *in situ*.

ABSTRACT

The main objective of this work is to study and test, depending on the possibilities, different treatments for the extraction of bone material in the reservoir (characteristics, materials, application and properties), as well as various protection systems for bone material in the reservoir (characteristics, materials, application and properties). For this reason, I propose a methodology based on the documentary and bibliographic study of previous experiences, as well as, the experimentation of extraction treatments and protection systems. The expected results will contribute to a better understanding and assessment of these intervention methods, in order to promote a better conservation of bone material of archaeological origin.

KEY WORDS

Extraction of bone material, conservation of bone material, extraction treatments, protection of archaeological material, alterations to bone material, in situ packaging.



ÍNDICE :

1. Introducción	9
2. Objetivos	10
3. Metodología	11
4. El conservador-restaurador y su intervención en la arqueología de campo	12-14
5. Aspectos generales sobre la excavación arqueológica y su conservación	15-21
5.1 Antropología física y paleontología metodologías aplicadas a yacimientos	15-17
5.2 Conservación en la excavación	17-19
5.3 La conservación-restauración en yacimientos arqueológicos	19-20
6. Factores del deterioro y alteraciones: su influencia sobre el material óseo arqueológico	22-36
6.1 Factores extrínsecos: yacimiento arqueológico	22-27
6.1.1 El suelo	
6.1.2 Climatología	
6.2 Factores intrínsecos	27-28
6.3 El material óseo: el material enterrado y el material desenterrado	29-30
6.4 Principales alteraciones y degradaciones del material óseo en yacimiento	30-33
6.5 Factores tafonómicos y diagenéticos	33-36
7. El material óseo: composición, estructura, características y fosilización	37-40
7.1 Composición química y estructura	37-38
7.2 Características físicas	38-39
7.3 Proceso de fosilización	39-40
8. Tratamientos de extracción <i>in situ</i> y acondicionamiento de material óseo arqueológico	41-68
8.1 Engasados	41-47
8.1.1 Gasas con adhesivos	42-45
8.1.1.1 Materiales	
8.1.1.2 Procedimientos	
8.1.1.3 Ejemplos y aplicaciones	
8.1.2 Gasas de yeso	46-48
8.1.2.1 Materiales	
8.1.2.2 Procedimiento	
8.1.2.3 Ejemplo y aplicaciones	
8.2 Extracción en bloque	49-59
8.2.1 Extracción en bloque de espuma de poliuretano	50-52
8.2.1.1 Materiales	
8.2.1.2 Procedimientos	
8.2.1.3 Ejemplo y aplicación	
8.2.2 Extracción en bloque de yeso y estopa	53-54
8.2.2.1 Materiales	
8.2.2.2 Procedimientos	
8.2.2.3 Ejemplo y aplicación	
8.2.3 Extracción en bloque con sedimento y gasas de yeso	55-56
8.2.3.1 Materiales	
8.2.3.2 Procedimientos	
8.2.3.3 Ejemplos y aplicaciones	



8.2.4 Extracción en bloque mediante film de polietileno.....	57-58
8.2.4.1 Materiales	
8.2.4.2 Procedimiento	
8.2.4.3 Ejemplo y aplicación.	
8.2.5 Extracción en bloque mixto de yeso.	59-60
8.2.5.1 Materiales	
8.2.5.2 Procedimiento	
8.2.5.3 Ejemplo y aplicación.	
8.3 Camas rígidas.	61-68
8.3.1 Cama rígida de resina y fibra.....	61-63
8.3.1.1 Materiales	
8.3.1.2 Procedimiento	
8.3.1.3 Ejemplo y aplicación	
8.3.2 Cama rígida de poliuretano expandido.....	64-66
8.3.2.1 Materiales	
8.3.2.2 Procedimiento	
8.3.2.3 Ejemplo y aplicación	
8.3.3 Cama mixta.	67-68
8.3.3.1 Materiales	
8.3.3.2 Procedimiento	
8.3.3.3 Ejemplo y aplicación	
8.3.4 Entablillado.	70-71
8.3.4.1 Materiales	
8.3.4.2 Procedimiento	
8.3.4.3 Ejemplo y aplicación	
9. Embalaje preliminar <i>in situ</i> y traslado al laboratorio.....	71-73
9.1 Propiedades, productos y materiales para embalajes.	71-72
9.2 Embalaje: acondicionamiento y regulación del microclima.	72-73
10. Sistemas de protección para material óseo en yacimiento.....	73-79
10.1 Conservación y sistemas de protección estructurales y no estructurales de material óseo en yacimientos.	75-76
10.2 Conservación temporal <i>in situ</i> del material óseo en superficie (enterrado-desenterrado).	76-78
10.3 Almacenamiento temporal del material <i>in situ</i>	79
11. Resultados y discusión.....	80-87
11.1 Principales alteraciones o degradaciones del material óseo de extracción.	80-81
11.2 Tratamientos de extracción aplicados a material óseo.	81-84
11.3 Sistemas de protección en yacimientos y carcasas de protección temporal.	85-86
11.4 Embalajes preliminares.	87
12. Conclusiones.....	88
13. Bibliografía y webgrafía.....	89-92
15. Anexo.....	93
Anexo I. Fichas técnicas	

1. Introducción

La conservación del material óseo en yacimientos, es una tarea necesaria e imprescindible tanto para la perdurabilidad del material, como para el adecuado estudio del material por parte de arqueólogos, paleontólogos y antropólogos. Hemos de tener en cuenta no sólo los problemas de extracción y protección de estos materiales, con sus características, sino también el ecosistema del suelo y factores del entorno en el que se pueden encontrar; tratando no de conservar el material óseo como un mero objeto, sino como conjunto de aportaciones que este presenta y que deben tenerse en cuenta con la preservación del material, mediante una actitud crítica y valorando el potencial de información que presentan, para posteriores estudios y análisis.

El objetivo de la conservación arqueológica es la obtención del material u objeto, para recoger la máxima información posible. Tanto en lo que respecta al material recuperado, como a su contexto arqueológico ya que durante el tiempo que este material permanece enterrado, este alcanza un equilibrio con su entorno, el cual en el momento de la extracción puede reaccionar de forma violenta a otras condiciones ambientales diferentes a las del enterramiento, variaciones de humedad, temperatura, exposición al aire ambiental y la luz.

Una de las funciones principales del conservador de material arqueológico es establecer métodos adecuados para “controlar las condiciones ambientales” en las que aparecen los materiales y permitir así su recuperación de la forma menos invasiva y violenta posible. De esta manera, la conservación de restos arqueológicos puede considerarse como una ciencia complementaria al campo de la arqueología, en el momento de la colaboración en la recuperación de la información y aportación de datos en la naturaleza de los materiales, y el entorno, con las características del propio yacimiento arqueológico.

La interdisciplinariedad es necesaria y el diálogo entre los diferentes especialistas en yacimiento debe ser fluido, para preparar un plan global de actuación que preserve el yacimiento y sus materiales, preferentemente *in situ*. Por ello, es necesario que los materiales utilizados para esto sean estables químicamente, sobre todo reversibles y compatibles con el material óseo. Esto hace que una labor preventiva a medio o largo plazo suela ser una solución más eficaz y adecuada para el material, que soluciones drásticas y puntuales. La supervivencia final de los restos va a depender fundamentalmente de la buena planificación, de la correcta metodología aplicada y de la infraestructura que tenga la excavación.

Para este trabajo es imprescindible aclarar el significado del término conservación, que puede definirse descrito el Comité Internacional ICOM como “todas aquellas medidas o acciones que tengan como objetivo la salvaguarda del patrimonio cultural tangible, asegurando su accesibilidad a generaciones presentes y futuras. La conservación comprende la conservación preventiva, la conservación curativa y la restauración. Todas estas medidas y acciones deberán respetar el significado y las propiedades físicas del bien cultural en cuestión”(ICOM-CC, 2008: 1).

En cuanto a los restos arqueológicos los problemas surgen cuando el material *in situ* ve la luz e incluso podría decirse que los problemas comienzan desde el momento del inicio de la excavación. Es un error simplemente preocuparse de la conservación y restauración del material óseo en museos y laboratorios arqueológicos, ya que una vez que este material haya sufrido una extracción, protección, embalaje, transporte o almacenamiento incorrectos, con la consecuente producción de daños, estos serán irreversibles. Para ello, una buena metodología y técnicas de trabajo *in situ* son imprescindibles para la correcta extracción y protección del material.

En este trabajo se exponen los diferentes métodos de extracción aplicados en este caso a material óseo y protección de los restos en yacimientos arqueológicos, con los numerosos problemas que estos conllevan, al ser expuestos a los nuevos cambios termo-higrométricos y ambientales que sufren, y con ello poder plantear diferentes alternativas y posibilidades de extracción para este material y su protección. La bibliográfica de estos métodos y sistemas de extracción es escasa y básica hasta el momento; por lo que he podido comprobar en los diferentes libros y manuales de conservación de material arqueológico. Por lo que me planteo indagar en ella, aplicándola principalmente a material óseo, a todas sus características y al campo de estudio de la arqueología.

Para ello este trabajo se ha organizado fundamentalmente en una primera parte de estudio de características, composición, propiedades, factores del deterioro del material óseo y la conservación en excavación. Una segunda parte en la que se analizan los conocimientos sobre los diferentes sistemas extracción, embalajes preliminares y protección de material óseo en yacimiento. Y una tercera, parte en la que se realizan propuestas y experimentación con sistemas de extracción generales con diferentes materiales y metodologías aplicadas concretamente al material óseo.

2. Objetivos

Los principales objetivos generales propuestos y desarrollados para este trabajo son:

- Conocer las características, propiedades, composición, degradaciones y alteraciones del material óseo. Y conocer los diferentes tipos de suelo, características y composición aplicados a las posibles alteraciones-degradaciones de material óseo y a la aplicación de los sistemas de extracción. Tanto en material óseo fosilizado como material óseo no fosilizado.
- Determinar las funciones y necesidades del conservador-restaurador en su intervención dentro de la arqueología de campo. Y conocer la metodología de conservación-restauración aplicada en yacimientos arqueológicos, específicamente en el caso de yacimientos con material óseo.
- Conocer las características, composición y propiedades de los diferentes tratamientos de extracción de material arqueológico, aplicados concretamente a los restos óseos en yacimientos paleo-antropológicos.
- Valorar las características, materiales, propiedades y aplicación de los diferentes sistemas de extracción en excavaciones arqueológicas que se pueden aplicar específicamente en la extracción de material óseo *in situ*, y conocer los cambios de causa ambiental que sufre el material óseo con su extracción en yacimiento.
- Realizar y experimentar con los diferentes sistemas de extracción de material arqueológico en yacimiento, valorando la resistencia, compatibilidad, aplicación, estabilidad de materiales, peso y la reversibilidad de estos métodos para aplicar en material óseo específicamente.
- Conocer las propiedades y materiales para los embalajes preliminares realizados en yacimientos arqueológicos, aplicados concretamente a restos óseos.
- Conocer los sistemas de protección de material arqueológico en yacimientos aplicándolos concretamente a material óseo. Estudiar y valorar los sistemas de protección temporales aplicados puntualmente en superficie para material óseo.

3. Metodología

La metodología general seguida para la realización de este trabajo se ha organizado partiendo desde la revisión de los conocimientos bibliográficos, seguida de la valoración y experimentación con diferentes sistemas o tratamientos de extracción y protección de material óseo en superficie. Dividiendo estas en las siguientes partes específicas:

Primeramente, se ha hecho una recopilación de la bibliográfica seleccionando y consultando el contenido del conocimiento de la conservación de material arqueológico, específicamente del papel del conservador-restaurador en la arqueología de campo, conservación *in situ* de materiales arqueológicos, conservación y restauración de restos óseos en yacimiento, conservación en excavaciones y tratamientos de extracción de material arqueológico. Y una segunda revisión, específica del conocimiento de los restos óseos: características, composición, estructura, degradación-alteración, descomposición y factores del deterioro.

Tras esta revisión de la bibliográfica existente se han estudiado los distintos tratamientos de extracción *in situ* posibles para aplicarlos a material óseo (engasados, extracciones en bloque o camas rígidas), conociendo las características de estos, los materiales empleados y posibles para emplear. Se realiza una experimentación práctica con los diferentes materiales, productos y sistemas empleados para la extracción de material óseo en yacimiento, mediante material óseo mayormente simulado (no fosilizado); realizando los diferentes sistemas de extracción empleados en excavación para materiales arqueológicos, y aplicándolos en este caso a material óseo.

En una segunda parte, se ha realizado la revisión bibliográfica de los distintos embalajes preliminares realizados en yacimiento (propiedades, materiales y técnicas) empleados en el acondicionamiento de material arqueológico y su traslado a laboratorio.

En la tercera parte, se ha realizado una revisión bibliográfica de los sistemas de protección de material arqueológico en yacimiento. Concretamente reconociendo en profundidad los aplicados en yacimientos con materiales óseos, teniendo en cuenta los sistemas de protección temporales aplicados sobre el yacimiento y los posibles a aplicar, además de la conservación *in situ* del material que se encuentra en superficie. Para finalizar se realiza una comprobación en la bibliografía publicada, de las características óptimas de almacenamiento temporal *in situ* para material arqueológico.

4. El conservador-restaurador y su intervención en la arqueología de campo

En cuanto a los valores y las necesidades de la conservación del material *in situ*, existen numerosos puntos de vista al respecto. Por lo que es necesario la elaboración de un esquema preliminar para identificar las principales características que se encuentran en un área que es de por sí ambigua (ICCROM, 1984).

La arqueología de campo se basa en dos procedimientos: la prospección y la excavación. La prospección es el estudio del territorio con la finalidad de realizar una valoración y análisis arqueológico. Se trata de un trabajo preparatorio previo a la excavación. Esta prospección aporta gran cantidad de información permitiendo seleccionar las excavaciones con el fin de limitar posibles problemas de conservación *a posteriori*. La excavación es la base de la arqueología y como toda disciplina, permite comprobar o rechazar determinadas hipótesis de trabajo. La propia elección del yacimiento donde realizar los trabajos de la excavación, no debería ser excepto en excavaciones de urgencia, el resultado de una hipótesis que se busca verificar (García y Flos, 2008).

Se puede diferenciar fundamentalmente dos maneras para llevar a la práctica la excavación y la intervención del conservador. La primera de estas formas de excavar son las unidades de excavación, las denominadas catas o sondeos, realizados con criterios independientes a la propia configuración física de la excavación. En general el objetivo no es el de conocer las unidades estructurales o funcionales, sino la de reconocer la estratigrafía completa, que informa sobre los límites cronológicos y da información sobre aspectos culturales. Se trata de una forma de excavar basada en un sistema de coordenadas que da valores de longitud, latitud y profundidad en el que se extraen objetos en los que se observan la sucesión de estratos (García y Flos, 2008). Por lo tanto, en esta primera forma de excavación no es necesaria la intervención del conservador de campo.

En cambio, en la segunda forma de excavar en la que se concibe el yacimiento como entidad funcional y estructural avanzada, no configurándose de forma unitaria e independiente de lo que se va a extraer, sino la que viene determinada por las propias unidades estructurales que forman el yacimiento. En estas formas de excavación se tiene en cuenta la inclinación de los niveles y sigue los diferentes momentos de utilización del suelo en horizontal que recoge la totalidad de la superficie por excavar, intentando reconstruir así el hábitat y recoger la información necesaria que contempla la totalidad de la superficie del yacimiento. Respecto a la primera forma de excavación aquí se utiliza una cuadrícula que cubre todo el yacimiento, esta visión supone la eliminación de una lectura sistemática vertical. (García y Flos, 2008). En la segunda forma de excavar, es donde interviene la figura del conservador de campo.

Unas de las preguntas que se debe de hacer cualquier conservador en su intervención en campo es ¿Cuál es el material que él está obligado a preservar? ¿Y de qué forma es posible conservarlo?



Fig. 1. Intervención en yacimiento (tratamiento de extracción). Campaña 2018. Proyecto Orce. Yacimiento de Venta Micena (Orce, Granada). Imagen: el autor.



Fig. 2. Intervención en yacimiento, detalle defensas de *Mammothus Meridionalis*. Campaña 2019. Proyecto Orce. Yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada). Imagen: el autor.



Fig. 3. Intervención en yacimiento, conservadores-restauradores. Campaña 2019. Proyecto Orce. Yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada). Imagen: el autor.

En el caso de un objeto con alteraciones y agentes del deterioro que se encuentra en una excavación, rodeado de una matriz de tierra, esta matriz puede ser necesaria mantenerla como material. En este caso, se trata de un procedimiento de conservación preventiva o pasiva que se debe lograr estableciendo condiciones correctas de embalaje y almacenamiento estable (ICCROM, 1984).

Aunque lo común es que se realice un proceso de micro excavación, para aportar la máxima información mediante estudios y análisis. Este consiste en la retirada mediante remoción del material o de productos de descomposición mediante microscopio u otras técnicas de análisis, así como la documentación y registro del proceso de excavación arqueológica que debe tener un meticuloso registro. La excavación debe de acompañarse de registros escritos, fotográficos y analíticos. Partiendo del material cultural a conservar, es imprescindible la importancia del registro inteligente, por lo que primeramente es necesario un registro comenzando por la estratigrafía arqueológica, técnica imprescindible tanto para el arqueólogo como para el conservador, en tanto que el conservador-restaurador necesita de la información del contexto, dado que el conservador puede aportar datos del material en su posible interacción con el ambiente post-excavación. También el conservador puede evaluar el potencial para dar mayor conocimiento del proceso conservación-investigación, y estudio con otras técnicas de análisis. Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los objetos logran la mayor aportación de su información, si se conservan de forma correcta y posteriormente se completa su estudio en laboratorios donde se usen técnicas de análisis, estudios determinados y registros necesarios. Este tipo intervención es la ideal para todo el material que se extrae, y aunque en la mayoría de los casos no es posible hacerla, es necesario un mejor uso de las experiencias y recursos para preservar el material para un futuro, cuando este pueda ser investigado en profundidad.

A partir de la conservación en el terreno de un yacimiento cabe la posible flexibilidad, o modificaciones cuando las condiciones y necesidades varíen, es posible en este caso seguir algunas prioridades para la preservación del material excavado, como el caso de objetos excavados recientemente, frágiles que no son destinados a un laboratorio *in situ* (debido a que no existe), siendo necesario que el conservador asegure la prevención mediante el embalaje y/o almacenaje y disponiendo un sistema de prioridades según las necesidades y cronología, que podría ser como el que realiza el Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM, 1984):

1. Planificar de la preservación del material, antes, durante y después de la excavación.
2. Supervisar el material mientras se excava (identificándolo, registrándolo, extrayéndolo si es necesario, embalándolo y almacenándolo).
3. Almacenamiento permanente adecuado.
4. Disponer un laboratorio para su conservación e investigación.

La función del restaurador se podría decir que se basa en el mantenimiento de la “salud” del material u objeto bajo el impacto post-excavación. Al contrario del excavador el conservador está al tanto de los cambios físico-químicos que el material u objeto puede experimentar, y es quien debe reconocer y describir el método para la manipulación del material frágil para su posterior disposición y estudio por el arqueólogo. Es necesario enfatizar la labor del conservador en la mayoría de técnicas de almacenamiento, embalaje y extracción de los restos materiales óseos en este caso, función que no corresponde al arqueólogo por el poco tiempo que tiene y la diversidad de funciones para cumplir con su programa.

Por ello es necesaria la figura del conservador *in situ* para trabajar con los excavadores, ayudándolos a realizar una preservación segura y registro de los hallazgos mediante la supervisión general de la extracción, embalaje y almacenamiento; con las técnicas y materiales compatibles con el material a conservar e interviniendo en el material problemático. Otra de las actividades desempeñadas por el conservador en el terreno puede ser el uso de la lupa binocular. Este se puede utilizar para identificar todo tipo de materiales, también puede proporcionar información sobre huellas, marcas, zonas de diagnóstico, identificación, etc. En este caso, se trata de un instrumento que con frecuencia también lo utilizan miembros del equipo de excavación.

También dentro de las funciones del conservador está la de planificar, realizar y dirigir las extracciones o traslado al laboratorio; que en ocasiones pueden presentar grandes problemas como la recuperación de muy poco material, como huesos pequeños, muy grandes o debilitados. Siendo necesario un gran análisis, discusión y planificación para la extracción de un material con estas características y resolver los problemas prácticos que plantea.

Por lo expuesto, se pueden identificar tres funciones principales que desempeña el conservador de material arqueológico *in situ* después de una planificación, que especifica ICCROM (1984) como son :



1. Supervisión en equipo de los hallazgos, que asegure la identificación de los materiales a medida que se excavan, para así formular las preguntas correctas sobre el material y los estratos de los que se extrae. Que el registro siga patrones para facilitar la conservación en el laboratorio. Y que el embalaje y almacenamiento asegure la preservación del material.
2. Uso del microscopio para todo el diagnóstico requerido.
3. Asumir la problemática de conservación, que puede dar cualquier tipo de tratamiento o técnica de extracción *in situ*.

Y entre los objetivos principales que debe desempeñar un conservador-restaurador en la arqueología de campo pueden ser:

- Evitar la pérdida de datos e información del material y su entorno.
- Evitar riesgos de alteraciones-degradaciones del material, eliminando patologías visibles y evitando nuevas degradaciones o alteraciones.
- Garantizar unas condiciones favorables para conservar el material, el embalaje y traslado del material al laboratorio.

Una expectativa bastante generalizada supone que normalmente el conservador debe realizar la mayor cantidad de limpieza, consolidación, extracción, etc., del material recién excavado. Esta suposición se considera desde la perspectiva de no realizar una investigación tras la excavación en laboratorio. Esta consideración es delicada y necesita de una flexibilidad de actuación. Debe de analizarse en la planificación de la pre-excavación. Aunque claramente, algunos materiales tienen que ser tratados por un proceso de conservación para extraer del yacimiento, como en este caso los huesos, mientras otros como la cerámica en buenas condiciones pueden ser limpiados y reconstruidos *in situ* (ICCRUM, 1984).

Para desempeñar sus funciones, el conservador de campo requiere de previsiones y provisiones (útiles), para mejorar la conservación del terreno, controlando dentro de las posibilidades las fluctuaciones de humedad relativa y temperatura, factores como corrientes de aire, depósitos de arena, insectos, aves, lluvia, etc. Es importante una fuente de luz natural, y si es posible una luz móvil artificial. También disponer de una mesa de trabajo, acceso a agua limpia y desionizada, una selección de herramientas manuales, equipo de protección individual, recipientes para disolventes y productos; siendo imprescindible la planificación y disposición del material de almacenamiento y embalaje necesarios para la transición del material al laboratorio de conservación permanente.

5. Aspectos generales sobre la excavación arqueológica y su conservación

5.1 Antropología física y paleontología, metodología aplicada a yacimientos

La antropología física interviene cuando se presentan restos humanos en yacimientos arqueológicos. Esta figura es necesaria por la fuente de información que aportan única e irrecuperable una vez extraída la pieza, por lo que es necesario contar con una formación que complemente la extracción de los restos óseos (Gutiérrez *et al*, 2001). “La Antropología Física trata de entender la historia evolutiva humana y la magnitud de nuestra variabilidad biológica, tanto en el pasado como en el presente, explicando los mecanismos que han creado y modelado esa variabilidad. También trata de unir esa información con la salud, la enfermedad y los factores socio-culturales que han afectado tanto a las poblaciones actuales y vivientes como a las que vivieron en el pasado” (Calderón, 2003).

Las técnicas de excavación son necesarias para realizar una detallada recogida de información del yacimiento. Las cuales servirán para la interpretación y aumento del conocimiento de las culturas del pasado. Los procedimientos que se realizan para la obtención de información se pueden reducir según Gutiérrez *et al* (2001) de la siguiente manera:

1. Recogida de datos. El trabajo de campo siempre esta precedido por una revisión científica sobre este, antes de proceder a la excavación se consultan los textos, artículos, estudios ambientales y geológicos con el propósito de conocer el entorno del yacimiento. Después se realizará la prospección arqueológica para localizar el yacimiento y aportar datos. Otras herramientas a las que se pueden recurrir son las fotografías aéreas, técnicas de radar de penetración para el estudio del subsuelo, sensores de rayos infrarrojos, resistencias eléctricas o sensores remotos para la localización exacta de los sitios arqueológicos o el control de los yacimientos intactos, con depósitos estratificados y sus materiales.

La aparición de materiales en un contexto estratigráfico permite realizar una cronología precisa y reconstruir el sistema cultural en los niveles históricos. Cuanto mayor sea la investigación inicial más fácil será la excavación y todo el trabajo desempeñado en campo. Esto repercute directamente en la revisión de datos constante, realizada mediante la excavación sistemática. El objetivo de toda excavación es establecer dos valores: la cronología y el estudio del contexto. Actualmente se han establecido sistemas con diferentes métodos para aportar una cronología relativa y absoluta del yacimiento. Gracias a la interdisciplinariedad es posible aportar datos en cualquier yacimiento esté o no estratificado. Para la obtención del contexto de los niveles de ocupación requiere aplicar las técnicas de excavación, destacando la obtención de los artefactos y ecofactos con un registro detallado.

2. Análisis preliminares y descripción. El siguiente paso es el análisis de laboratorio, descripción y recopilación de datos. El análisis preliminar con la recopilación de datos, puede observar huecos en la cronología y el contexto e indicar donde se recogen datos para completar las faltas de información. Al igual que el proceso de recogida de datos su finalidad es la cronología que establece fechas absolutas y relativas, y la contextual en la que los datos se sitúan en el contexto cultural.

3. Determinación de la cronología. Aunque con las técnicas interdisciplinares es posible determinar una cronometría ajustada. La cronología debe determinarse principalmente por los consecuentes objetos de los distintos niveles estratigráficos excavados. Aunque la estratigrafía no es el único medio para la cronología relativa. Datar los objetos según la edad del estrato geológico o según su relación a restos fósiles animales o el polen, incluso por su relación con otros materiales u objetos datables son algunos de los sistemas para establecer la cronología relativa. Es posible en ocasiones datar cronológicamente por el uso del carbono catorce (C14), la termoluminiscencia, arqueomagnetismo o la dendrocronología. En el caso particular de los yacimientos de Orce (Granada), se ha recurrido a la ESR (resonancia paramagnética electrónica) y series de Uranio (Duval *et al*, 2012).

4. Establecer contextos culturales. Estudios analíticos del contexto cultural y medioambiental, tratándose de un proceso más complejo, cuyo objetivo es reconstruir sistemas culturales y ecológicos. Cada artefacto no se considera como un elemento cronológico, si no como el resultado de la intervención humana cuando fue fabricado. La ubicación física de un artefacto se determina por medios simples (una excavación metódica). Pero determinar la actividad que lo produjo y cómo encaja esa actividad en la cultura es problemático.

Obtener datos interdisciplinarios puede revelar dónde y en qué parte del ecosistema se encuentran las materias primas del artefacto, establecer una relación con la cultura y medio ambiente. Como restos de huesos o de plantas que aportan información sobre la forma de vida de quien los deja como los elementos del ecosistema o la estacionalidad de asentamiento.

5. La interpretación de datos. Con la información registrada y tomada, el arqueólogo, el antropólogo y/o el paleontólogo sintetizan las cronologías regionales en una secuencia cultural y ecosistemas de áreas amplias o de regiones relacionadas. Lo que conduce a la exposición dinámica de los procesos que pueden analizarse y determinar las causas del cambio cultural, no sólo como suceden, sino por qué se producen y de esta forma cumplir con la finalidad del estudio arqueológico. Aportando conocimientos de las culturas y la forma de vida que tenían, a partir de los restos materiales y óseos.

La excavación para el arqueólogo y el paleontólogo se basa en recuperar los restos óseos de manera que sea posible extraer la máxima información *in situ* y que se puedan recuperar el mayor número de restos óseos conservando su estado original y sin dañarlos, dado que no siempre es posible encontrar esqueletos enteros y en un aceptable estado de conservación.

La paleontología junto a la antropología se encargan del análisis de los restos óseos. La antropología se puede definir como “la ciencia de los seres antiguos, más concretamente de los seres vivos del pasado. Pero la paleontología no solo se ocupa del estudio de los organismos del pasado en sí mismos, sino también de los cambios que se han ido produciendo en el mundo biológico, de manera global y a través de los tiempos” (López y Truyols, 1994:12).

“El inventario de los seres de otras épocas, y el registro de los cambios experimentados por ellos no son conocidos por documentación escrita ni por tradición oral, sino gracias a la afortunada conservación de huellas de su presencia en el registro geológico. Estas huellas, auténticos documentos históricos, son los fósiles. Gracias a ellos intentamos reconstruir, con enormes limitaciones, el panorama de la vida en el pasado y conseguimos teorizar sobre aspectos diversos de su evolución, que de otro modo no habríamos llegado a conocer” (López y Truyols, 1994:12).

Partiendo de esta definición se puede decir que la paleontología tiene como objetivos generales: el estudio de los fósiles y la manifestación de la vida por el tiempo. Pero estos objetivos generales pueden desglosarse en otros más concretos. A principios del siglo pasado, se amplió el interés de los fósiles para descubrir la edad de los estratos en los que se encontraban y esto abre un desarrollo de diversas direcciones, una ciencia que parecía indicada a la vida en el pasado. Con el paso de los años se han abierto nuevos caminos para la paleontología por otra serie de ciencias conectadas (López y Truyols, 1994). Así se puede hablar de una serie de objetivos para esta disciplina que según López y Truyols (1994) pueden ser:

1. Interpretar los procesos que ocurren de fosilización.
2. Interpretar anatómicamente y funcionalmente los restos.
3. Identificar sus afinidades y su posición en el conjunto de seres vivos.
4. Asignación a unos momentos dados de la escala temporal.

Y en cuanto a los objetivos que no requieren ya el trabajo directo sobre el fósil si no sobre el taxón, que son según López y Truyols (1994):

1. Investigación de posibles relaciones entre los organismos representados haciendo una asociación de estos en el medio.
2. Estudio de la distribución espacial de los organismos.
3. Estudio de la distribución temporal.
4. Integración en el conocimiento de las vicisitudes de la historia geodinámica y de la evolución orgánica.

Las interpretaciones paleontológicas para lograr los objetivos planteados dependen del conocimiento, de las limitaciones y el carácter del registro realizado. Los fósiles como material de estudio han de extraerse de su medio natural, de las series sedimentarias normalmente. Los hallazgos son muchas veces fortuitos, la exploración paleontológica supone una operación, determinando el carácter esencial de los hallazgos. El registro de los fósiles tiene su propia dinámica, no puede simplemente “leerse”. El estudio tafonómico es necesario para restituir con cierta certeza la situación pasada, por lo que es conveniente la extracción de material fósil por personal cualificado (López y Truyols, 1994).

El registro del fósil para la representatividad de las exigencias de la reconstrucción de la vida del pasado es escaso, y muy diferente según los distintos grupos biológicos y ambientales. Los organismos mejor conservados son los que vivieron en plataformas marinas, estos se encuentran en un estado de conservación mejor en comparación con los organismos terrestres o aéreos sin esqueleto (López y Truyols, 1994).

La paleontología se puede dividir en dos grandes ramas para López y Truyols (1994): la paleontología general y la descriptiva. La primera la paleontología general o fundamental se ha visto desarrollada en diversas ramas como la tafonomía que estudia los procesos de fosilización y formación de fósiles, la Paleobiología que estudia la relación de organismos del pasado y estos con el ambiente, la Paleontología evolutiva que estudia la filogenia y relaciones de parentesco de seres del pasado entre ellos y los actuales, la biocronología que recoge escalas relativas de sucesión temporal de hechos abióticos y la aplicación a la datación de los estratos y para finalizar la paleobiogeografía que estudia la distribución geográfica de organismos del pasado.

En cuanto a la paleontología descriptiva o sistemática determina diversas especialidades con un grado mayor o menor de autonomía. Existe también la paleozoología que se divide en otras dos ramas menores de la Sistemática del Reino Animal y la paleobotánica. Estas en las últimas décadas han adquirido una gran importancia con técnicas específicas de trabajo, otras ramas como la micropaleontología con el estudio de los microfósiles y nanofósiles, la palinología que estudia las esporas y otros organismos asociados. Pero definitivamente ninguna de estas se aparta de las finalidades propias de la disciplina global paleontológica (López y Truyols, 1994).

Por lo que, el interés de la paleontología se halla en el ámbito de las ciencias de la vida. Por ella se poseen no suposiciones sino evidencias matéricas de la existencia de los organismos del pasado diferentes de los actuales. Además de la utilización de modelos contrastados del proceso de evolución y dinámica del mundo biológico por los tiempos. También la paleontología presta buenos servicios a la estratigrafía, la sedimentología, a la geología y a la arqueología (prehistoria). Dadas sus posibles referencias cronológicas e indagación de los ambientes del pasado. Pero también a la geodinámica, que proporciona el estudio de las deformaciones del estrato, o la comparativa documentación para contrastar hipótesis de la movilidad de masas corticales del pasado (López y Truyols, 1994).

Estos estudios geológicos han ayudado a desviar en parte la actividad de los paleontólogos hacia los caminos de esta ciencia. La micropaleontología que ha sido imprescindible en el campo de la geología, con sondeos y prácticas necesita practicar dataciones. El interés por su aplicación no oculta el interés que en sí da la investigación básica de la paleontología, que en su vertiente cultural recoge aficionados a los museos y exposiciones donde poder contemplar interesantes seres que nos precedieron en nuestro planeta (López y Truyols, 1994).

5.2 Conservación en la excavación

La conservación en excavación es quizás la etapa más crucial para la conservación del material arqueológico. Consiste en la preservación y aclaración de la naturaleza del material. Muchos materiales están en peligro cuando son expuestos a la atmósfera después de siglos en el subsuelo, comienzan a tener variaciones (secado y encogimiento), reaccionan con el aire, se desmoronan en ocasiones, dado que pierden el sustento de la tierra circundante. Por lo tanto, en el yacimiento empieza la conservación desde su momento de exposición (Cronyn, 1990).

Hay que tener en cuenta que la responsabilidad de la conservación no debe delegarse al equipo de restauración una vez la excavación a finalizado, debido a razones prácticas y técnicas. En la práctica, el número de conservadores cualificados para trabajar con material excavado no es suficiente para la demanda de material. En términos técnicos la mayor parte del trabajo de conservación realizado sería innecesario si se realizan las medidas de conservación preventivas necesarias *in situ*. Satisfacer los objetivos de la excavación, y las necesidades de la conservación del material, ambas partes deben ser recogidas en el terreno en la excavación. En la excavación es necesario tener en cuenta aspectos como la mayor cantidad de observaciones posibles que el excavador hace en el momento del hallazgo y el material asociado. Y otro aspecto importante son las consecuencias desastrosas en las excavaciones para el material, dada la falta de control ambiental, que son inestables químicamente o mecánicamente. También los conceptos del contexto arqueológico y el control ambiental, son la esencia del procedimiento adecuado de excavación, una atención inadecuada puede llevar al proceso de destrucción. El material arqueológico es por definición no renovable, con respeto a áreas se dejan "testigos" debido al control necesario a realizar que podrían generar ese concepto de destrucción del material (ICCROM, 1984).

El crecimiento de la arqueometría de campo, mediante análisis químicos y físicos al material arqueológico, para el recogimiento y obtención de mejores resultados tiene la necesidad de un buen contexto arqueológico y un estado igual o lo más similar al de la extracción del material. Es importante el contexto en las excavaciones y yacimientos dado que trae consigo dos aspectos de conservación que por la tradición y terminología han sido separados. En el aspecto terminológico en la excavación los productos pueden ser dejados *in situ* o extraídos y transportados, esto caracteriza el patrimonio mueble e inmueble. La terminología descrita como restos arqueológicos es útil para material que están aún en su contexto arqueológico (ICCROM, 1984).

La conservación en arqueología se puede dividir en dos figuras como describe el ICCROM (1984), la de yacimientos arqueológicos y la de objetos arqueológicos. Tienden a tenerse en cuenta como diferentes especialidades con sus propios profesionales, sus técnicas y sus propios métodos. El término de conservación arqueológica debe ser recogido en ambas actividades y no únicamente a los objetos como ocurre de forma habitual. Por lo que la conservación arqueológica debe ocupar tanto los yacimientos como los objetos. En las excavaciones las técnicas se realizarán a los restos excavados durante la excavación y posterior a la excavación. La diferenciación será la contraposición entre la conservación arqueológica en el sitio y la conservación arqueológica en laboratorio.

La conservación durante la excavación

La correcta conservación del material en el desarrollo de la excavación se asegura teniendo un profesional conservador como miembro en el equipo de excavación, aunque debido a la falta de estos profesionales, es difícil lograr este objetivo (ICCROM, 1984). Durante la excavación desde el primer momento del hallazgo arqueológico, los restos son sometidos a una rápida e intensa variabilidad de deterioros y alteraciones. Debido a su exposición a condiciones de luz, temperatura y humedad. La respuesta especialmente del material arqueológico dependerá de su composición química y de las propiedades físicas y como estas han afectado a las fuerzas a las que ha estado expuesto dentro del terreno. El choque con el nuevo medio ambiente es inevitable, por lo que es necesario planificar con anticipación y desarrollar procedimientos, teniendo en cuenta el objetivo de minimizar el impacto sufrido de los factores en la excavación (Pedeli y Pulga, 2014).

Por su puesto el control climático no es posible, y menos en excavaciones realizadas a cielo abierto; por lo que no se debe desenterrar completamente materiales arqueológicos sensibles, a fin de minimizar el impacto e incluso antes de esto se pueden desarrollar sistemas de refugio o protección, y la disposición de materiales para intervenir haciendo frente a cualquier eventualidad que surja (Pedeli y Pulga, 2014).

La excavación rara vez dura una sola temporada, por lo que habrá que tenerlo en cuenta, los problemas de la protección de los materiales en excavación se considerarán, planificarán y se evaluarán. La mayoría de las opciones relacionadas con el conjunto arqueológico y la protección parcial del sitio excavado, es el resultado de la colaboración entre el arqueólogo y el conservador. De forma adecuada este compromiso debería adecuarse a los principios básicos de la conservación preventiva, con mucha antelación al final de la temporada de excavación. La prevención se ve a menudo subestimada por la carga de trabajo y desarrollo de la excavación. Esta subestimación en la conservación preventiva casi siempre da lugar a deterioros físicos y mecánicos, y con ello a la reducción de los elementos conservados, características y estratigrafía, llevando a la pérdida de información y el contexto en el que se encontraban (Pedeli y Pulga, 2014).

En cuanto a los métodos principales para la protección de un lugar arqueológico o de sectores excavados en distintas campañas de excavación que pueden ser según ICCROM (1984):

- El relleno con tierra de las áreas excavadas o de una parte en concreto.
- Perimetrar el yacimiento mediante una valla o cerca para limitar el acceso de animales o personal no autorizado.
- Posible construcción de un sistema de drenaje o embalse para que circule el agua en las áreas del yacimiento.
- Consolidar y cubrir los restos con materiales naturales o sintéticos adecuados.
- Construir techos temporales.

Otros problemas que pueden surgir en el desarrollo de la excavación tiene que ver con las funciones y preferencias de los profesionales. Los conservadores por una parte quieren estabilizar y extraer los frágiles y sensibles materiales arqueológicos, tan pronto como sea posible para evitar un posible deterioro mayor. En cambio, arqueólogos quieren conocer su contexto y su relación con otros restos, por lo que, no quieren una extracción ni intervención rápida. Aunque los resultados de estos casos pueden ser negativos, si no se recogen y aplican unas medida adecuadas que garanticen su estabilidad. Es necesario el compromiso y acuerdo con el arqueólogo, para que en el material arqueológico quede siempre garantizado, tanto en su estabilidad como en su conservación. Así que es fundamental el respeto mutuo entre competencias, la planificación de las actuaciones adecuadas, y la coordinación de operaciones imprescindibles para la adecuada conservación durante la excavación (Pedeli y Pulga, 2014).

La planificación es imprescindible para el desarrollo antes de la excavación, por ello pueden realizarse bajo tres principios que según el ICCROM (1984) pueden ser:

1. Es necesario que los recursos disponibles para un proyecto de excavación sean suficientes para todas las necesidades de la excavación, sobre todo para las de conservación (personal, instalaciones, herramientas, materiales,...). En algunos casos no hay instalaciones o materiales para la post-excavación, situación por la que es necesaria la planificación de las acciones empleadas en yacimiento.
2. Conocimiento amplio del ambiente local y así plantear los requisitos para la conservación previsible en el yacimiento. Es necesario el amplio conocimiento para la posible demanda inesperada de una acción de emergencia. En general siempre que sea posible realizaremos la conservación preventiva que es la que nos da un planteamiento de anticipación. Realizaremos el estudio de las variables ambientales del lugar, su temperatura, la humedad relativa, extensión de las sombras, frecuencia del viento predominante, fluctuación de temperaturas por estaciones, composición y caracterización del suelo y niveles de aguas subterráneas si se encuentran.
3. Conocimiento del material cultural del yacimiento, para posibilitar la buena preservación de la conservación del lugar. Aunque no son predecibles las intervenciones a realizar ni los sistemas, todo el equipo debe tener una base de los posibles materiales a encontrar.

La conservación posterior a la excavación

Al terminar una excavación de forma general, hay dos tipos diferentes de intervenciones. Una dependiendo del destino y otra sobre el sitio: en este último, preventivo (mantenimiento del yacimiento) con drenajes, cubiertas, sistemas de protección, etc., y medidas terapéuticas de reducción del deterioro. Pocos yacimientos arqueológicos tienen contenidas medidas de conservación a largo plazo, implementadas para la conservación de materiales pequeños o móviles y caracterizadas en su traslado al laboratorio o a la instalación para el almacenamiento. Respecto a los sitios, en ocasiones será imposible no producir pequeños daños por el desarrollo. Y otros si el potencial de visitas e importancia es bajo, será recomendable enterrarlos de nuevo para asegurar su mejor conservación. Pocos sitios son o han sido de suficiente importancia para ser conservados por completo y tener unas medidas de conservación realizadas para una conservación a largo plazo y exposición. En cualquiera de las posibles circunstancias, un lugar excavado no se tiene que abandonar, ni dejar en un estado de deterioro o ruina (Pedeli y Pulga, 2014).

Es necesario evaluar la totalidad de los recursos necesarios para la preservación tanto parcial como total de un lugar, tanto a nivel de financiación como en términos prácticos. La conservación es un medio no estático, sino que se puede destacar como un proceso de continuidad y activo que se emplea a tiempo completo, para el cual es necesario la disposición de fondos y personal cualificado para realizar tal mantenimiento regular y excepcional. Sistemas como el monitoreo ambiental, sistemas de climatización si fueran posibles (luz y temperatura), control mediante termohigrómetro y sistemas de control para el vandalismo o el expolio (Pedeli y Pulga, 2014).

5.3 La conservación-restauración en yacimientos arqueológicos

La arqueología y la conservación deben de estar totalmente relacionadas para desempeñar la conservación de los bienes culturales. Especialmente las intervenciones de conservación-restauración están enfocadas en la conservación y transición de la información que contienen, debido a que se tratan con un carácter documental de preservación (Bouzas, 2005).

La conservación y restauración se fundamentan en unos principios teóricos básicos de conocimiento y aplicación. Los materiales y el estado de conservación de ellos, marcarán los criterios para seguir en la intervención del material (Bouzas, 2005). Para cualquier tratamiento de conservación en yacimiento se deben de seguir según Bouzas (2005) los siguientes puntos:

- La justificación de la intervención.
- La interdisciplinariedad en la intervención.
- La documentación de procesos y tratamientos.
- Los estudios previos y la combinación de las intervenciones adecuadas.
- Tener en cuenta la duración de los procesos de intervención.
- Los tratamientos empleados.
- Los materiales y su compatibilidad con el material arqueológico.
- La reversibilidad de los materiales.
- El programa de mantenimiento del material y la conservación preventiva.

La conservación-restauración aplicada surge por los procesos de alteración a partir de una excavación, el denominado impacto de excavación, aplicado por el paso de materiales y objetos en un medio que están estabilizados por su continuidad ambiental durante siglos, a otro ambiente atmosférico. Los daños se pueden provocar por dos causas, los factores ambientales y los generados por el hombre. Los materiales y objetos enterrados, se estabilizan con el medio por la escasa presencia de factores como la luz, el oxígeno, estabilidad térmica e higrométrica, dando un equilibrio que ralentiza el deterioro. Al extraerlos, este equilibrio se rompe y quedan expuestos a la atmósfera con abundante oxígeno, dióxido de carbono, contaminantes sólidos y gaseosos, lluvia ácida, presencia de luz, variabilidad de humedad y cambios de temperatura. Todo ello crea el llamado trauma de la excavación a las piezas, por lo que es necesario minimizar el shock que se produce (Díaz, 2005).

El enfrentamiento del material con el exterior supone un impacto muy importante con los factores sobre todo de luz, temperatura y humedad relativa ambiental ¹. Debido a que las campañas de excavación se realizan en los meses estivales, el sol será uno de los deterioros mayores. La acción solar produce una variación violenta del contenido de la humedad relativa, pudiendo provocar deterioros importantes, cambios dimensionales y estructurales, desarrollo de microorganismos, entre otros (Fernández, 1990).

En arqueología no existen dos piezas iguales, aunque se encuentren juntas, y sean de la misma tipología y material. Cada objeto en sí es único y puede presentar una problemática particular y reacciones determinadas ante tratamientos a aplicar. En los yacimientos hay dificultades ocasionales que se deben tener en cuenta, como el tamaño o los tamaños de los restos o las dimensiones del lugar en el que se va a trabajar. No es necesario muchas veces una gran extracción de unos restos a veces con un simple engasado puede ser suficiente, esto resulta más laborioso en el caso de grandes tamaños a extraer (Fernández, 1990).



Fig 4. Intervención de conservación-restauración defensas de *Mammuthus Meridionalis*. Campaña: 2019. Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez



Fig 5. Detalle de eliminación superficial resina acrílica Paraloid B72. Intervención conservación-restauración *Mammuthus Meridionalis*. Campaña: 2019 Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig 6. Detalle de registro tras extracción de material óseo. Campaña: 2019. Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez

La conservación en yacimiento es una responsabilidad interdisciplinar. El restaurador es un técnico cuyo objetivo es conservar estables los materiales con sus estructuras. Por ellos los materiales a utilizar en su labor deben estar probados, ser estables químicamente, reversibles y tener en cuenta que la conservación preventiva, que es a medio o largo plazo, es mucho más resolutive que las soluciones rotundas y puntuales (Díaz, 2005).

Es fundamental conocer las características del yacimiento mediante estudios previos, el contexto cultural, la geomorfología, la ubicación geográfica, y cartográfica. Es necesario saber las condiciones del medio donde se encuentran las piezas, y así poder determinar la alteración que pueda darse, las condiciones para la excavación, el sistema de transporte y ubicación del laboratorio de restauración. Hay que tener en cuenta las características de almacenamiento donde serán trasladadas las piezas una vez se extraigan, así como la relación de materiales en las tareas de extracción, intervención, embalaje y transporte (Díaz, 2005).

¹ La humedad relativa (HR) es la relación entre la cantidad de vapor existente en un volumen de aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad de vapor de agua de saturación que puede haber en dicho volumen, expresada en porcentaje ($HA/HS \times 100 = HR\%$).



La perdurabilidad de los hallazgos depende principalmente de la planificación e infraestructura de la que disponga la excavación. En el yacimiento el restaurador valorará el estado de conservación del objeto desde que este aparece, la extracción de los materiales más frágiles y los tratamientos a emplear en ellos. Recopilará los medios y materiales necesarios para la preconsolidación, los tratamientos de extracción y los embalajes. El conocimiento estructural de materiales y las alteraciones, dotarán al conservador-restaurador de que disponga e identifique las modificaciones que puedan producirse (Díaz, 2005).

Para finalizar debe de elaborarse un documento detallando las labores, productos, concentraciones y materiales para cada resto extraído, con una información gráfica o fotográfica siempre que sea posible. Esta información es muy útil para la intervención de los restos u objetos del tratamiento en laboratorio. Una vez realizada la información y documentación el material se etiquetará y se trasladará siempre que sea posible al taller o laboratorio de restauración (Fernández, 1990).

6. Factores del deterioro y alteraciones: su influencia sobre el material óseo arqueológico

6.1 Factores extrínsecos: yacimiento arqueológico

El estudio ambiental del yacimiento es una tarea fundamental para prever y realizar la conservación *in situ* durante la excavación. Los valores que se deben observar pueden ser la humedad relativa, la temperatura, las direcciones del viento, los tipos y características del suelo, los niveles freáticos y todas las variaciones que se producen a lo largo de los años (Schneider, 2001).

Según García y Flos (2008) la mayoría de yacimientos arqueológicos se encuentran en contextos realizados por procesos naturales como arrastres, depósitos, movimientos sísmicos entre otros, o por procesos intervenidos por la acción del hombre como basureros, construcción de terrazas, cimientos o estructuras. Los materiales en estos yacimientos y los cambios físicos y químicos en ellos, comienzan en el instante de su nacimiento y se mantienen a lo largo del tiempo. Durante este periodo los cambios pueden ser de pequeña importancia e inapreciables tanto en la estructura interna como en el aspecto externo, o pueden desarrollar alteraciones y degradaciones que en el peor de los casos pueden hacer desaparecer parcial o totalmente el material o parte de su información.

Los componentes de los materiales arqueológicos es posible que puedan sufrir esa degradación o deterioro como consecuencia de variaciones, que actúan en muchos casos por separado o conjuntamente y que se recogen en dos bloques: factores extrínsecos e intrínsecos.

Los factores extrínsecos tratan del ambiente, el contexto terrestre en el que los restos permanecen como depósitos durante un largo periodo de tiempo, dependiendo de las variantes climatológicas y de las características físicas, químicas y biológicas; y las variantes contaminantes o deterioros por causas antrópicas. Para el estudio de estos factores extrínsecos es necesario el estudio del suelo y la climatología del lugar (García y Flos, 2008). El análisis de los sedimentos permite conocer las condiciones en las que se forma el contexto donde se ubica el yacimiento, como se encuentra actualmente su morfología, deposición de sedimentos, el clima, por tanto, son muy importantes para el estudio de un yacimiento, disciernen entre los procesos de formación del suelo y las modificaciones realizadas por el hombre. Son fundamentales para la conservación, debido a que recogen la reconstrucción de fenómenos por los que pasaron los materiales hasta la actualidad, determinando su estado físico (Schneider, 2001).

6.1.1 El suelo

El suelo se compone de gran cantidad de componentes sólidos, líquidos y gaseosos que determinan su génesis y evolución, aportando características propias, distribuyéndose en diferentes estratos, denominado el más externo superficie o techo, y el más interno contacto con la roca madre (García y Flos, 2008). El cambio progresivo de los estratos indica la evolución en el suelo (plazos amplios de tiempo). Por otro lado, un cambio brusco del perfil se determina por capas donde el límite es nítido, indicando una transformación brusca en la deposición del sedimento (Schneider, 2001).

Según Schneider (2001) la definición de las capas se realiza según varios aspectos: la granulometría, el color, la composición química y física, y la cantidad de agua. De toda la información se puede discernir alteraciones físicas y químicas del material.

Hay que destacar que no todas las alteraciones y transformaciones de los materiales de los restos, desencadenan su destrucción. En algunos tipos se conservan las estructuras, tal como en la mineralización de los materiales de origen orgánico, como en los huesos. El estudio de sedimentos permite deducir la existencia de materiales en el contexto excavado de los que descubrimos en muchas ocasiones compuestos transformados (Schneider, 2001).

La heterogeneidad del suelo se caracteriza por la naturaleza, el tamaño de partícula o granulometría. También las variables de alteración de los materiales enterrados: la humedad, contenido de sales, la aireación, alcalinidad o acidez, la materia orgánica o presencia de bacterias anaerobias. Los tipos de alteración son muy variables, en general son menos alterables los suelos porosos y secos, y suelen ser importantes las alteraciones en los húmedos con grandes salinidades y actividad microbiológica. En yacimientos donde el contenido de humedad es medio, las alteraciones por lo general son más destacadas por las fluctuaciones de sequedad-humedad y puede haber contaminación aeróbico-anaeróbico (Díaz, 2005).

Tabla 1. Tipos generales de suelo.

Tipo de suelo	Características
Aglutinados	Suelen estar compuestos por arcillas, dificultando el paso de aire y reteniendo la humedad. Normalmente son ácidos con alta concentración salina y descomposición por la formación de ácidos orgánicos.
No compactos	Contienen arena y grava, de alta granulometría facilitan la aireación y el paso del agua. Normalmente presentan baja salinidad y suelen presentar acidez. Los procesos de degradación suelen ser rápidos, pero no profundos, degradando y/o alterando las superficies de los materiales.
Pantanosos	Presentan microorganismos por la descomposición de materia orgánica, no presentan apenas oxígeno, pero son bastante reactivos.
Calizos	Con un pH básico son suelos aireados y con una gran composición de carbonato cálcico que en presencia de dióxidos de carbono solubiliza, formando depósitos superficiales en las piezas y formando capas características de concreciones blancas sobre las piezas.

Para la conservación de material óseo es útil tener el conocimiento básico del tipo de suelo a excavar para determinar la preservación de los materiales arqueológicos comunes. Pudiendo predecir el estado potencial de preservación y las expectativas de vida de un objeto. Esto puede ayudar en la planificación de los materiales, los productos químicos y el equipo necesario para la extracción o cualquier intervención (Pedeli y Pulga, 2014).

La matriz del suelo se puede componer de forma general por cuatro tipos de partículas: arenas, limos, margas o arcillas. El suelo específicamente se compone de la percolación, el drenaje de agua, la filtración de gas, minerales disueltos y la presencia de materia orgánica (Pedeli y Pulga, 2014).

Propiedades de los suelos

- **Textura:** La determinación de la textura de un suelo se puede realizar mediante pruebas simples en yacimiento. Los componentes minerales de los suelos muestran partículas de diferentes tamaños en los porcentajes que recogen la composición granulométrica o la textura del suelo. Según tamaño pueden ser: arcillosos, arenosos o limos. La textura influirá de forma directa en el grado de penetración de los gases de la atmósfera (Schneider, 2001).

También indica la textura las modificaciones del suelo, en suelos arenosos se seca con mayor facilidad y tienen menor cohesión que los suelos arcillosos. Para obtener datos en detalle es necesario realizar mediciones de granulometría, fáciles de realizar en laboratorio, observando el material a nivel microscópico determinando los valores de arcillas, limos, arenas y gravas (Schneider, 2001).

Tabla 2. Tamaños de grano del sedimento. Sistema de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

Tipos	Diámetros de partículas
Arenas gruesas	Entre 2 mm a 0,2mm
Arenas finas	Entre 0,2 mm y 0,02 mm
Limos	Entre 0,02 mm y 0,002 mm
Arcillas	Menos de 0,002 mm

La presencia de un suelo de partículas de tamaños diferentes, diversas proporciones y distribuciones diferentes, confiere una estructura única que puede influir en su aireación, permeabilidad o actividad biológica que pueden desarrollarse (García y Flos, 2008).

- **Ph del suelo:** debe de conocerse para determinar las transformaciones químicas que se dan en materiales del yacimiento. En este caso el pH básico conserva mejor los materiales calcáreos (restos óseos), mientras que a pH ácido sufren grandes deterioros. El pH puede medirse mediante un peachímetro digital o con tiras de pH (Schneider, 2001). En los suelos ácidos es limitada la actividad orgánica, por lo que para estos la conservación de materiales proteicos es mejor pero perjudicial para los materiales calcáreos. En cambio, en los suelos básicos tienen una mayor evaporación. El subsuelo es alcalino con óxidos de hierro, aluminio, sodio, magnesio y calcio. Con este ph es frecuente la actividad microbiana dándose en suelos alcalinos, aireados y húmedos (García y Flos, 2008).

- **Presencia de sales:** El conocimiento de las sales solubles o insolubles en los suelos son fundamentales para conocer procesos de deterioro en un contexto arqueológico (García y Flos, 2008).

- **Estructura:** El suelo puede presentarse compacto o suelto, homogéneo o heterogéneo. En el suelo la estructura cambia las propiedades que le aporta la textura como permeabilidad o drenaje. La estructura determina zonas de drenaje y determina la inserción de raíces de las plantas y el lavado de suelos. También determina el reparto de los espacios de la materia orgánica y de los espacios vacíos o porosos (Porto, 2000).

- **Permeabilidad:** La permeabilidad del suelo tiene relación directa con el tamaño de partículas y estructura. Se describe como la facilidad o dificultad de introducir el agua por el sedimento (Porto, 2000).

- **Grado de humedad:** Se describe como la capacidad de captar agua, es variable y depende del tipo de suelo, esta capacidad es inversamente proporcional al diámetro medio de las partículas que lo componen y que depende de la textura del suelo (Porto, 2000).

Tabla 3. Efectos del tipo de suelo sobre material óseo.

Tipos de suelo	Efectos del suelo en material óseo
Suelos ácidos	Mala conservación
Suelos alcalinos	Buena conservación
Suelos alcalinos anegados	Mala conservación
Suelos ácidos anegados	Mala conservación
Suelos desérticos	Buena conservación
Suelos árticos	Buena conservación

La conservación de los huesos en los suelos

La conservación de los restos óseos depende no sólo de un suelo a otro, sino también de diferentes zonas de enterramiento, que da lugar a pequeñas diferencias de la composición de suelos. Los conocimientos amplios sobre el suelo ayudan al conservador a decidir la metodología a seguir para limpiar y conservar los restos óseos. Algunas veces es posible decidir la forma de conservación antes de ver los huesos. En un suelo cretáceo de Dover es posible producirse una pérdida temprana de la matriz orgánica, mientras que en tierras arcillosas como por ejemplo de la Cueva de Langwithm de Derbyshire, huesos humanos de mayor antigüedad, presentan un excelente grado de conservación con un aspecto casi fresco (Keith, 1929).

- **Gravas:** La conservación de restos óseos en este sedimento depende de la acidez y permeabilidad, de si el sedimento es anaerobio, o presenta saturación de agua. Si las gravas no están descalcificadas, pueden producir una conservación. Aunque si se hallan descalcificadas en consecuencia de la acidez, el estado de conservación de los huesos no será bueno. Las turbas anegadas de agua o gravas turbosas y lodos en Gran Bretaña han provocado muchos cráneos coloreados de color marrón oscuro, bien conservados, asignados primeramente al grupo de "Lecho de río" (Huxley, 1862; Keith 1929; Martín 1935).

- **Suelo cretáceo:** Dada la naturaleza en cuanto a la permeabilidad del material, los restos óseos que se encuentran en este suelo suelen presentar un grado de erosión y fragilidad. La creta necesita de un lavado, el hueso necesita un limpiado, dado que al secar deja un polvo blanco. Este suelo suele ser blando, aunque en ocasiones puede ser margo y estar bastante compacto. En el caso de estar compacto, hay que tener un cuidado especial y quizás es necesario raspar con una herramienta (Brothwell, 1987).

- **Tierra en cuevas o cavernas:** este tipo de suelos formados en cuevas, por arcillas, margas, arenas y gravas depositadas por agua y otros depósitos como cantos rodados, junto con arcillas. Los depósitos de cuevas poseen fragmentos de piedra caliza adheridos con arcilla y carbonato cálcico o formando agregados poco compactos cubiertos de capas de carbonato precipitado. En el último depósito, puede que el hueso haya mineralizado o sencillamente esté incrustado por la petrificación de carbonatos. Es posible que en algunos de los huesos se puedan ir soltando las incrustaciones, pero en los que se encuentran brechas cavernícolas más sólidas, como las que se encuentran en el material australopitecino sudafricano necesitan de una eliminación mecánico-manual medianamente cuidadosa, o una limpieza química mediante tanques al 10% de ácido acético y así disolver la matriz calcárea². Hay que tener mucha precaución con esta limpieza química, ya que una inmersión prolongada puede deteriorar gravemente el material (Brothwell, 1987).

- **Arcilla:** una matriz arcillosa puede provocar daños a los huesos debido a la acidez de los suelos. Al contrario que en la región de Nottingham (Reino Unido), donde el suelo es margoso, y asegura una buena conservación (Brothwell, 1987).

² La preparación de este tratamiento se hace mediante baños de ácido acético al 10% en agua destilada. Posteriormente neutralizando en bicarbonato durante 48 horas. Y finalizando con baños de agua destilada para neutralizar los cloruros.

- **Arena:** Igual que los suelos de grava, varían considerablemente en el grado de acidez o pH. Ejemplos de ello son las arenas de Mauer (Alemania), en donde se halla la mandíbula fósil del Hombre de Heidelberg, o la fosa de Barnfield, en Swanscombe que son calcáreas y poseen un pH básico, de este modo la conservación de los huesos es favorable. En arenas calientes que provocan desecación en América del Sur o de Egipto aportan condiciones perfectas para la conservación tanto de tejidos como de piel o cabello (Brothwell, 1987).

- **Suelos salinos:** En la recuperación de huesos de suelos salinos, se aplica un tratamiento especial. Leechman en 1931 sugirió que estos restos se pusieran en baños con repetidos cambios de agua hasta que el secado pre-sentara mínimas eflorescencias salinas.

Aunque Mr.B. Deston en 1958 cuestiona la toma de precauciones respecto a esto, si el hueso no se encuentra en un estado adecuado no es recomendable someterlo a inmersiones sucesivas. Si sus condiciones no son adecuadas es recomendable someter a un agente endurecedor como la resina acrílica Paraloid B72 (Brothwell, 1987).

Microbiología del suelo

En el suelo los microorganismos por los ciclos biológicos del nitrógeno y el azufre, pueden producir un papel importante en la cantidad de sulfatos y nitratos (Laborde, 1986). Se pueden dividir en dos las bacterias como describe Laborde (1986) las del ciclo del nitrógeno y las del azufre:

- **Ciclo del nitrógeno:** algunos microorganismos captan el nitrógeno de la atmósfera y forman amoníaco, junto a otros compuestos nitrogenados, son los denominados *clostridium pasteuria* y *azotobacter*. En cambio, otros con la materia orgánica forman amoníaco. También los hay que oxidan el amoníaco produciendo ácido nitroso y nítrico las denominadas nitrosobacterias y nitrobacterias.

- **Ciclo del azufre:** mediante el ciclo del azufre se producen tres procesos de importancia. Los microorganismos aerobios: *proteus*, *sarratia*, *clostridium*, y otros, producen la reducción del azufre orgánico. Los microorganismos anaerobios: *desulfovibrios*, *clostridium nigrificans* que producen la reducción de sulfatos a sulfuros. Bacterias fotosintéticas verdes, purpúreas de azufre anaerobias y bacterias del azufre aerobias, que producen la oxidación de sulfuros a sulfatos.

6.1.2 Climatología

Para saber la climatología Scheneider (2001) afirma que en todo yacimiento es necesario realizar un registro de las condiciones de temperatura y humedad, ya que cambios repentinos de estas condiciones pueden provocar grandes deterioros en los materiales óseos, sobre todo en los que presentan composición orgánica todavía. Los cambios bruscos de condiciones de temperatura y humedad pueden afectar también a materiales inorgánicos, a la existencia de sales solubles que se encuentran en los materiales y por cambios ambientales de hidratación o deshidratación pueden provocar un colapso y rotura de la estructura del material.

Esta información facilita el entendimiento entre los procesos de adaptación del material en el entorno encontrando las causas posibles de deterioro en el yacimiento. Y por otra parte es necesario para plantear las intervenciones que acepten estabilizar, elaborar la extracción y el almacenamiento adecuado (Scheneider, 2001).

Por ello es necesario un registro de condiciones inmediatas en torno a materiales que forman el registro del microclima y el entorno climático que los rodea. Las mediciones se realizan normalmente mediante termohigrómetros digitales como los *data loggers*, que almacenan varios datos de temperatura y humedad relativa que después son depositados en un sistema informático. Para realizar una evaluación de estas condiciones se requiere conocer el promedio anual y semanal de estas, el rango de las mediciones extremas y las fluctuaciones recogiendo las causas de las variaciones.

Para realizar una medida de los contenidos de humedad absoluta en el suelo, es necesario extraer una muestra en yacimiento. Pesarla con una balanza de precisión *in situ* y secarla completamente para poder saber la diferencia de porcentaje (Scheneider, 2001).

- Humedad

La humedad de forma general se presenta en forma de precipitación, evaporación, congelación y condensación. Se trata de la cantidad de agua que se encuentra en el medio. Tanto la humedad como la temperatura son factores a analizar de forma conjunta e importantes para la conservación de bienes culturales (Díaz, 2005).

Según Laborde (1986) en materiales higroscópicos como el hueso o marfil se hinchan cuando recogen humedad y reducen cuando pasan a un clima seco. Esto provoca la aparición de grietas y/o fisuras, roturas o la pérdida total de los materiales. Con materiales inorgánicos, las variaciones de humedad relativa provocan variantes en la estructura, pero producen alteraciones indirectamente, produciendo la cristalización de sales en la superficie, reacciones químicas u otras. Si la humedad relativa es elevada provocará que microorganismos tengan un prominente desarrollo, con condiciones apropiadas de temperatura y luz.

Es necesario evitar cambios bruscos en condiciones de humedad relativa cuando los materiales están en la superficie del yacimiento. Cuando el ambiente exterior es más seco, será necesario mantener los niveles de humedad, cubriendo objetos con materiales o el sedimento del perímetro, mediante aspersión o consolidación con productos emulsionantes compatibles con él y retardando la evaporación con disolventes (Laborde, 1986).

Si el ecosistema del aire en yacimiento es más húmedo que el sedimento del suelo, se protegerá con materiales que permeabilicen la humedad del suelo o productos consolidantes que no capten la humedad del aire. Los cambios progresivos no producen daños ni alteraciones destacables. Pero si producen alteraciones los cambios bruscos (Laborde, 1986).

Se han realizado pruebas con bóvedas protectoras realizadas con materiales sintéticos en excavaciones arqueológicas, logrando microclimas estables de control para la humedad relativa y temperatura. También es necesaria la protección de los materiales de agentes atmosféricos como la lluvia, el hielo, el granizo, la nieve, o el viento (Laborde, 1986).

- Temperatura

La temperatura modifica de forma indirecta la humedad relativa. Con el aumento de la temperatura la humedad relativa disminuye y al contrario con el descenso de la temperatura la humedad relativa aumenta. Los cambios que se ocasionan dimensionalmente con las variaciones de temperatura son menos importantes que los cambios de humedad. Una temperatura alta desarrollará antes reacciones químicas y desarrollo de microorganismos.

Si la temperatura es menor a 0°C el agua congelará aumentando en el material su volumen un 9% lo que puede provocar grietas y roturas no recuperables en la estructura. En yacimientos que se encuentran en zonas dispuestas para heladas es necesario proteger mediante cubriciones o aplicar una capa de tierra sobre estos de 10 cm. Lo ideal es aplicar una capa de tierra con 10 cm por cada grado bajo cero (Díaz, 2005). Esto puede suponer un problema en el material que no soporte gran peso en este caso material óseo en superficie, será necesario realizar un cerramiento del área mediante una cubierta o realizar otros sistemas de protección.

Con el aumento de la temperatura el material se desecará y se eliminará la humedad, provocando deformaciones mecánicas y pérdidas (Díaz, 2005).

- Luz

Es un importante agente de deterioro para cualquier material. El sol provoca un ataque de fotooxidación y catálisis en los materiales. La radiación solar de las mañanas es más perjudicial por su alta emisión de rayos ultravioletas, provocando un deterioro alto en tejidos orgánicos dado que provoca una rotura en las cadenas moleculares. Pasado el mediodía, aumentan las radiaciones infrarrojas, aumentando la temperatura, provocando la variación de la humedad relativa y con ello el aumento de microorganismos. Incluso radiaciones de menor longitud de onda son capaces de romper cadenas moleculares, dando exfoliaciones en estructuras externas. Por lo tanto, la luz del sol debe de filtrarse siempre, evitando la radiación directa sobre el material (Díaz, 2005).

En cuanto a los materiales inorgánicos no son tan sensibles a la luz, no se decoloran y permiten variaciones de temperatura y humedad relativa durante más tiempo, aunque esto no quiere decir que los efectos directos de luz no sean perjudiciales para estos materiales si no que los toleran mejor que los materiales orgánicos.

- Control de la humedad relativa, temperatura y luz

Tal y como describe Scheneider (2001) para buscar la efectividad e impedir las variaciones de humedad y temperatura entorno a los bienes que se quieren excavar, se pueden recurrir a diversas opciones, desde toldos para evitar la insolación en los materiales óseos extraídos, incluso verdaderas cámaras entorno a la excavación. Para ello se pueden usar materiales ligeros como tejidos, marcos, estructuras, toldos, etc. En casos en los que se pretenda un mayor control se pueden optar por cámaras de transición o almacenes temporales de materiales. Donde se controlen específicamente las variables ambientales de materiales. De forma genérica el suelo tiene más humedad que el aire atmosférico, por lo que posiblemente se requiera en gran parte de los casos rehumidificar, por lo que se puede recurrir a colocación de cubetas de agua en algunos puntos.

En cuanto a la luminosidad el contexto de enterramiento del material ha permanecido sin luz, por lo que el impacto puede favorecer al desencadenamiento de reacciones químicas en el material. Algunas de estas radiaciones son muy dañinas, especialmente con el material orgánico. El caso de la luz ultravioleta, puede romper las cadenas de enlaces de fibras de colágeno de los huesos (Scheneider, 2001).

Tabla 4. Deterioro que se produce en cambios de ambiente en materiales óseos.

Ambiente antes de la excavación	Ambiente post-excavación	Efectos de deterioro en material óseo
Humedad relativa estable (HR)	Humedad relativa variables	Altos niveles de humedad relativa, pueden favorecer el ataque de microorganismos. Niveles bajos de humedad relativa, puede causar daños en el material por una desecación excesiva
Temperatura estable	Temperatura alta y variable	El aumento de la temperatura acelera las alteraciones químicas y favorece aparición de microorganismos. El impacto principal es el contenido de humedad en el aire.
Entrada de aire limitada	Aire con presencia de nitrógeno, oxígeno, dióxido de azufre y otros gases	Aumento del deterioro tanto biológico como químico.
Ausencia de luz	Presencia de luz	Favorece la acción de microorganismos, insectos y flora. Puede actuar con efectos de deterioro.
Contenido en sales	Sales contenidas en el material por la humedad relativa del ambiente.	La sales solubles penetran en el material y con el descenso de la humedad relativa producen la cristalización provocando fracturas, llegando a disgregar, fracturar o provocar alteraciones en el material. Las sales insolubles pueden formar costras en la superficie del material.
Microrganismos vivos	Microrganismos con alta temperatura y luz	Aceleración de la actividad. Pueden provocar el ataque de ácidos sobre el material.

6.2. Factores intrínsecos

Los huesos están formados por dos componentes, uno orgánico la oseína y mayormente por el inorgánico con fosfato cálcico más carbonato y fluoruros cálcicos. Los componentes orgánicos se pueden descomponer cuando la acción de la humedad es alta y el inorgánico es susceptible de ser atacado por los ácidos. Se caracteriza por tener propiedades anisotrópicas y son deformables en distintas direcciones dada su estructura interna (Escudero y Rosello, 1988).

La subsistencia, alteración o pérdida del material óseo arqueológico depende de esa relación dinámica establecida en el medio que se encuentra. Describas la variables o factores externos es necesario evaluar las cualidades físicas, composición del material que tiene un aspecto fundamental en relación con la alteración y deterioro y que se pueden denominar como factores intrínsecos.

Los materiales óseos son materiales higroscópicos con parte inorgánica mayormente y orgánica, que se dilatan y contraen debido a los cambios de humedad relativa; por lo que se pueden romper, deformarse y quebrarse bajo condiciones atmosféricas no adecuadas (Kubn, 1986). Los componentes orgánicos son descompuestos en el inicio de procesos de alteración por ácidos y enzimas segregados por hongos de descomposición y bacterias, también por la acción prolongada del agua, ocasionan la hidrólisis de la oseína. Otros factores como la humedad y el pH son los que producen la pérdida de la parte orgánica (Buikstra and Gordon, 1981). En cuanto al componente inorgánico se va produciendo una descomposición por reacción hidrolítica mediante ácido carbónico que se produce en el agua del suelo, dependiendo de forma directa de la composición en el suelo y su pH ((White and Hannus, 1983). El alto contenido de humedad en el suelo, aunque en ocasiones puntuales es necesario, es de forma genérica dañino física y químicamente para el material. Los materiales óseos que están continuamente en ambiente húmedo se desmoronan (Brothwell, 1981).

Debido a su porosidad, es posible que el hueso se pueda alterar cromáticamente y tiña de color la capa de sedimento donde permanece enterrado. En medio salino, las sales solubles disueltas en el agua entran en el material, cristalizando en el exterior durante el secado y provocando alteraciones en su superficie muchas veces irreversibles. El hueso es un material anisótropo, por lo que presentan propiedades físicas diferentes en las tres direcciones del espacio, y al cambiar las condiciones ambientales este se expande y contrae de forma diferente según las tres direcciones del espacio (Bouzas y Laborde, 2003).

El hueso pierde su color original cuando es prolongada su exposición a la luz. Las radiaciones infrarrojas provocan el aumento de la temperatura y descenso de la humedad relativa. En cambio, las ultravioletas pueden romper las estructuras moleculares del hueso (Bouzas y Laborde, 2003).

Desde el punto de vista de la conservación del material hay que tener en cuenta el componente mineral y proteico este último de forma general es el más delgado. La hidroxiapatita es químicamente muy estable siendo atacada en condiciones ácidas. Tiene que descender mucho el pH antes de que la alteración sea significativa. Se podría decir que la desmineralización de hueso se produce con un pH menor o igual a cinco. Las comparaciones con niveles de fosfato en los suelos han demostrado que en suelos con bajo nivel de fosfato han mejorado la disolución del material provocando su deterioro (Starling y Watkinson, 1984).

Los componentes orgánicos del hueso, la proteína y otros componentes se pierden rápidamente, debido en parte a filtraciones de agua subterránea, la acción de la microfauna y la flora que presentan. El colágeno también se puede degradar con gran rapidez debido a que forma parte de la estructura de los tejidos óseos (Starling y Watkinson, 1984)..

Hasta ahora se puede decir que el hueso se degrada por desmineralización en condiciones de pH bajo, muy ácido, o de la destrucción del colágeno en condiciones de pH entorno de 6 a 8 a excepción que las aguas del subsuelo estén cargadas con iones de metales pesados o ferrosos. El anegamiento tenderá a favorecer la preservación del material óseo, sólo proporcionando un enterramiento estable del entorno, es muy distinto al entorno dinámico de aguas de subsuelo en movimiento constante. Los depósitos óseos anegados de todas la épocas se encuentran bien conservados, aunque muchas veces decolorados por deposición mineral (Starling y Watkinson, 1984).

La porosidad en el hueso lleva a la deposición de minerales en las cavidades dejadas por la descomposición del componente celular. Con los minerales, involucrados dependerán y manifestarán los iones que se encuentran en el suelo con el material óseo, el calcio, la pirita y la vivianita parecen ser especialmente comunes. Esta deposición es de gran interés para paleontólogos y antropólogos físicos, dado que los minerales pueden acentuar detalles histológicos y oscurecer el material por completo. En cuanto a la conservación, el efecto inquietante de tal deposición mineral dependerá de la medida en que otros factores han alterado degradando el hueso. El hueso que está débil por la pérdida del colágeno puede dañarse más, pero un hueso bien conservado, puede mostrar poco más que un efecto macroscópico más allá del cambio de color (Starling y Watkinson, 1984).

Las propiedades intrínsecas son determinantes en la alteración que los factores ambientales producen en el material óseo arqueológico. Estos experimentan un deterioro físico, químico y biológico en el que influyen tanto los factores intrínsecos como la estructura y la tipología de hueso, como los factores extrínsecos desde la vida útil, rituales de enterramiento, condiciones del suelo y del medio en que esta el yacimiento (Koob, 1984; Sease, 1994).

6.3 El material óseo: el material enterrado y el material desenterrado

Cuando el material óseo permanece en un medio enterrado en contacto con el suelo, este material iniciará un proceso de transformación que afecta directamente a las propiedades del hueso: como el color, el peso, el volumen y su composición. En algunos casos la transformación que sufre puede llegar a la destrucción del material y en otros al equilibrio con el medio (Escudero y Roselló, 1988).

Las características principales de este ambiente de entierro son según ICCROM (1984):

- La luz.
- De forma frecuente sales minerales en el agua.
- Contacto directo con suelos corrosivos.
- Temperatura muy estable.
- Humedad relativa muy estable.
- Acceso limitado de aire.

Al encontrar en el yacimiento el material óseo, se vuelven a originar cambios en las condiciones ambientales a las que estaba sometido que en algunos casos pueden ser traumáticas. Para no destruir el objeto es necesario conocer las características y propiedades de este y los cambios sometidos durante su continuidad en el suelo, y los que se producen al pasar al nuevo ambiente (Escudero y Rosello, 1988). El hallazgo del material implica un ambiente diferente, caracterizado según el ICCROM (1984):

- Una humedad relativa variante, mediante valores más altos o bajos.
- Aire que contiene nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno y otros gases ácidos.
- La luz que puede alterar el material.

Algunas de las características físicas generales que afectan a materiales orgánicos y a su conservación descritas por el ICCROM (1984) pueden ser:

- Sensibles a la luz.
- Se pueden inflamar, arder o consumir.
- Con humedades relativas del 65%, escasa ventilación, y sin luz, la materia orgánica puede provocar microorganismos, los cuales tienden a desgastar o desfigurarse.
- Son higroscópicos y absorben agua, dando un cambio en sus dimensiones.
- Tienden a mantener su contenido de agua con equilibrio de la humedad relativa con el medio que les rodea.

Material óseo enterrado

Cuando el material óseo entra en contacto con el subsuelo provoca una transformación que en gran parte de los casos produce su destrucción. En otros casos el material consigue el equilibrio en el ecosistema que proporciona la conservación del material.

Dependiendo del tipo de suelo, las características fisicoquímicas y del medio ambiente en el que el hueso permanece enterrado puede sufrir mayores o menores degradaciones. En el enterramiento los huesos pueden sufrir transformaciones físicas como deformaciones o fracturas por movimientos y compactación del terreno. Infiuye el grano de roca y compactación del sedimento. Si el grano que tiene el sedimento es grueso de forma general se conservan mejor los huesos de tamaños grandes pero peor los finos y débiles. Por otra parte, si es compacto el sedimento destruirá las piezas grandes y conservará las pequeñas y planas. La textura del suelo también influye la penetración de los gases de la atmósfera. Los suelos arenosos son más aeróbicos que los arcillosos, el contenido reducido de oxígeno de éstos mejora la conservación de la materia orgánica del óseo (Laborde, 1986)

Las plantas y raíces juegan un papel importante en la degradación del material provocando grietas y fisuras en los huesos al crecer y expandirse (Fig. 11), en especial en los de gran tamaño (Isidro y Malgosa, 2003).

Como afirman Isidro y Malgosa (2003) en los suelos la acidez o alcalinidad es un factor fundamental para la conservación de restos óseos. En suelos ácidos la parte mineral del hueso puede ser disuelta, por lo que son mejor conservados en suelos con ligera alcalinidad. Si el suelo tiene condiciones de humedad altas también pueden desarrollarse microorganismo provocando la destrucción total o parcial del hueso. La parte orgánica se descompone rápidamente si permanece en ambientes húmedos por la hidrólisis de la oseína. En cambio, si la humedad del suelo es bastante baja los huesos de forma general se conservan en un buen estado, aunque en ambientes muy secos pueden producirse fisuras y grietas (Fig. 8).

Los ambientes salinos son perjudiciales, dado que las sales solubles que pueden absorberse por los huesos y al producirse cambios de humedad y secado brusco cristalizarán (Fig. 7) en la superficie del hueso. Los huesos al ser materiales porosos son fácilmente teñibles por el medio en el que se encuentran, es común encontrar huesos teñidos de verde por descomposición de algún material realizado en bronce (Isidro y Malgosa, 2003).

Material óseo desenterrado

En el proceso de excavación en el que se extraen los huesos se provocan unas fluctuaciones con el medio en el que hasta el momento se conserva. La mayoría de ocasiones el microclima del subsuelo, se rompe de forma brusca, pasando del ambiente estable a otro variable. Esto es traumático para los materiales, sobre todo en los orgánicos (Isidro y Malgosa, 2003).

La climatología es un factor que influye drásticamente en la conservación del material óseo cuando es extraído. Este está definido por variaciones de temperatura y humedad relativa. Estas variaciones de humedad relativa en los materiales orgánicos pueden dar cambios físicos dimensionales y estructurales; reacciones químicas y ataques de microorganismos (Isidro y Malgosa, 2003).

Los materiales óseos como materiales higroscópicos y anisotrópicos cuando adsorben la humedad del ambiente aumentan su volumen y encogen al pasar a ambientes secos, pudiendo ocasionar fisuras y grietas (Fig. 8), roturas o la pérdida del material. Los microorganismos se pueden multiplicar rápidamente con la humedad relativa alta y condiciones adecuadas de luz y temperatura aceptables (Isidro y Malgosa, 2003).

6.4 Principales alteraciones y degradaciones del material óseo en yacimiento

Las alteraciones primitivas que sufren los materiales óseos dependen del uso que reciben en su vida. El medio en el que se encuentran enterrados determina el estado que pueden tener de conservación un suelo ácido, básico o salino es muy diferente para el hueso que se encuentra enterrado (Díaz, 2005).

Los movimientos y presión del terreno o raíces de plantas, pueden generar fracturas en sentido longitudinal y deformaciones en el material. Los huesos más jóvenes presentan más facilidad de alteración que los viejos. Los cambios de temperatura en el hueso suponen un grave agente de deterioro, dado que pueden producir contracciones y deshidrataciones. La temperatura lleva a los huesos a producir alteraciones como alabeos, deformaciones, fisuras y grietas (Díaz, 2005).

Si el material óseo pierde agua provoca grandes tensiones y puede llegar a realizar laminados (Fig.12). En los casos que la humedad relativa es muy baja se pueden producir pulverulencias en el material. También se producen deformaciones por la anisotropía en las diferentes direcciones del material, incluso laminaciones por separación de sus componentes (Díaz, 2005).

La temperatura va ligada a la humedad relativa, si los materiales óseos se someten a temperaturas altas, los huesos se vuelven quebradizos, pudiendo llegar a fracturarse (Fig. 8), dilatarse y deformarse. Otro inconveniente es el crecimiento de microorganismos (Fig. 19) y la aclaración de reacciones químicas (López Mata, 2003). En casos de temperaturas muy altas mayores a 30°C se pueden producir cambios de coloración y fracturas dada la eliminación del componente orgánico (Gallardo, 2001).

- Alteraciones por sales: En suelos con grandes concentraciones salinas, las sales cristalizan en la estructura del material (Fig. 7). Estas sales al cristalizar debilitan, fracturan y en el peor de los casos rompen el material. La acción de estas sales está unida a los niveles de humedad relativa. Los tipos de sales más comunes en el suelo son los carbonatos, los sulfatos, cloruros y yesos, en cuanto a las insolubles se muestran en forma de concreciones. Los cloruros causan destrucciones mecánicas, las sales provocadas por ácidos orgánicos fomentan la cristalización y la hidrólisis de la oseína. Los procesos de fosilización los favorece la sílice de cuarzo soluble (Díaz, 2005).

- La luz: Es un factor importante del deterioro de materiales orgánicos, esta facilita algunas reacciones químicas (Fig. 17) actuando como un catalizador provocando una pérdida de color natural en el hueso. Oxidando y adquiriendo su coloración característica, variable según su composición del tono blanco al rosado. Puede provocar que se vuelva quebradiza. Otra alteración del color debida a la humedad es que el material coja y sea capaz de mancharse con facilidad (Díaz, 2005).



- Fossilización: Consiste en una serie de cambios físico-químicos que ocurren en un organismo desde que muere hasta ser hallado como fósil, formando parte de las rocas. Es la alteración por la que los compuestos orgánicos desaparecen paulatinamente y al mismo tiempo se deposita la materia calcárea de sílice y cuarzo y las sales minerales del lugar donde se encuentra depositado el objeto. Las zonas con cantidad de fosfatos actúan como inhibidores de los procesos de disolución de la hidroxiapatita, son químicamente estables en suelos con pH ácido (Díaz, 2005).





La alcalinidad de los suelos, conserva la parte mineral, este tipo de suelos ataca de forma rápida la parte orgánica del material óseo. El colágeno es rodeado de minerales que lo conservan, pero los microorganismos producen la descomposición del colágeno, transformándolo en péptidos que son lavados por el agua del suelo. Cuando el suelo presenta cargas de iones metálicos se favorece la inhibición de los iones metálicos y favorecen la retracción de la acción de microorganismos (Díaz, 2005).


En suelos salinos las sales circulan y cristalizan en los espacios intergranulares, dando un aumento de volumen, produciendo grietas y fisuras (Fig. 7). En suelos húmedos descomponen la parte orgánica con facilidad por la hidrólisis de la oseína. En condiciones de inmersión total del material, los hallazgos se conservan bastante bien debido a la estabilidad que presenta el medio. Con altas temperaturas se produce descomposición química, alteraciones cromáticas y cambios de peso (Díaz, 2005).

La porosidad del material óseo permite la deposición de los minerales como la calcita o la pirita que se encuentran en el sedimento. Por lo que influye en la fossilización, ocurriendo transformaciones químicas que reemplazan los compuestos químicos del hueso por otros minerales como calcio o sílice (Díaz, 2005).

Tabla 5. Principales alteraciones y degradaciones en materiales óseos.

PRINCIPALES ALTERACIONES Y DEGRADACIONES		
Alteración	Descripción	Ejemplo
Alteración por presencia de sales	La cristalización de las sales es un proceso físico, que se da en la naturaleza, por el que se proporciona la formación de un sólido partiendo de una fase homogénea de una solución sobresaturada, en forma líquida o gaseosa, las moléculas, iones y átomos constituyen enlaces produciendo una red cristalina que en adelante se producirá el cristal como tal y que se ve mejorada por la presencia de partículas sólidas (Alonso <i>et al.</i> 1987). Las sales más comunes que se pueden encontrar en la naturaleza son: cloruros, nitratos, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos.	 <p>Fig 7. Alteración: por presencia de sales en hueso. Eflorescencias. Material extraído del yacimiento Venta Micena, Orce (Granada). Campaña: 2018. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
Fisuras, fracturas y grietas	Discontinuidad en superficie, tanto microscópica como macroscópica de distintos origen y de varias dimensiones. De forma general, fractura o hendidura en la materia del hueso. Las fisuras son hendiduras de menor diámetro y profundidad; y fracturas-grietas son de mayor diámetro y profundidad. Pueden causarse generalmente por presión del suelo, manipulación o descomposición. Se pueden producir durante el enterramiento y desenterramiento.	 <p>Fig 8. Alteración: fisuras, fracturas y grietas en hueso. Material extraído del yacimiento Venta Micena, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>

<p>Erosión superficial</p>	<p>La pueden producir los procesos químicos, físicos y biológicos que producen el rebaje del relieve y pérdida de material óseo. Causado por manipulación en el desenterramiento, descomposición. Se puede producir durante el enterramiento y des-enterramiento.</p>	 <p>Fig 9. Alteración: Erosión superficial. Material extraído del yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
<p>Descohesión</p>	<p>La pérdida o disminución de la cohesión por la adherencia entre granos y componentes estructurales del material óseo. Produciendo aumento de la porosidad y pérdida de resistencia mecánica. Causado por putrefacción, manipulación poco cuidadosa, reacciones químicas y enzimáticas en presencia de humedad. Se puede producir durante el enterramiento y desenterramiento.</p>	 <p>Fig 10. Alteración: Descohesión. Material extraído del yacimiento Venta Micena, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
<p>Raíces</p>	<p>Son agente de alteración de origen biológico. Las raíces provocan alteración por acción mecánica y química que afecta directamente a la conservación del óseo. Debido al desarrollo de plantas inferiores y superiores, y a la búsqueda principalmente por las raíces del fosfato cálcico presente en los huesos.</p>	 <p>Fig 11. Alteración: Raíces en hueso. Yacimiento Fuente Nueva 1, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
<p>Laminaciones y exfoliaciones</p>	<p>La separación o levantamiento de escamas, capas o láminas (alteradas o no) de espesor uniforme o no, debidas a causas de diferentes mecanismos como pueden ser cambios de temperatura y humedad relativa, gelificación,... Se puede producir generalmente durante el desenterramiento.</p>	 <p>Fig 12. Alteración: Descamación. Yacimiento Fuente Nueva 1, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>

<p>Manchas y amarilleamientos</p>	<p>Producidas generalmente por la manipulación, mediante el uso de tratamientos <i>in situ</i> como uso de antiguos consolidantes.</p>	 <p>Fig 13. Alteración: Resina acrílica Paraloid B72. Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Campaña 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
-----------------------------------	--	---

6.5 Factores tafonómicos y diagenéticos

La palabra fósil deriva del latín y viene a significar “cosa desenterrada”. El término inicial se utilizó para cualquier cuerpo desenterrado tanto orgánico, arqueológico o mineral, hasta llegado el final del S.XVIII que se restringe a los restos conservados en rocas. En la actualidad, este término recoge cantidad de evidencias materiales de la vida del pasado desde pequeños organismos hasta enormes restos óseos de animales del pasado (Vicens y Oms, 2001).

Las modificaciones tafonómicas están realizadas por agentes o factores que se presentan en el ambiente del elemento en cualquier fase del proceso. No son agentes tafonómicos el “tiempo” o el “azar” en el material, sino la intensidad de actuación de determinados factores que infieren con la duración de un proceso, como la existencia o no de selección en su actuación (López y Truyols, 1994).


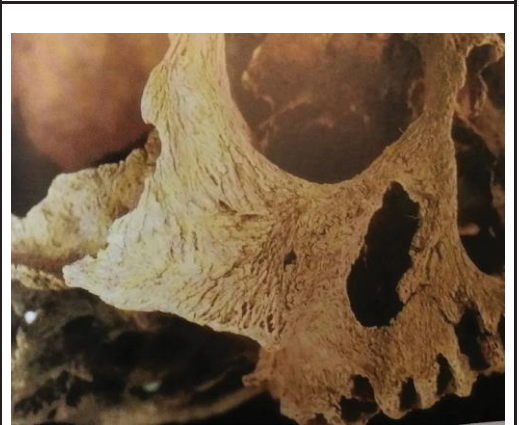

La ausencia o existencia, en una ubicación y momento concretos, de elementos conservados que lleguen a fosilizar necesita de factores paleobiológicos (existencia o no de organismos), factores productivos (que se dejen restos o señales) y de factores tafonómicos (que los restos o señales se conserven o no) (López y Truyols, 1994).

Numerosos procesos tafonómicos modifican o alteran las características del material, y muchos son considerados como destructivos como las fragmentaciones o disoluciones. Frente a los constructivos depósitos calcáreos (Fig. 14), rellenos, nodulaciones, éstos han aportado propiedades como la resistencia de los elementos conservados. Aunque estos factores o “alteraciones” pueden perder caracteres primarios, parte de estos elementos, pueden ganar caracteres secundarios y nuevos componentes portadores de información (Margalef, 1983).

Según Fernández López (1989), los agentes tafonómicos no actúan únicamente eliminando elementos con características menos apropiadas para la conservación, sino que pueden intervenir positivamente con modificaciones conservativas del material. En la siguiente tabla se describen algunos de los factores tafonómicos y diagenéticos destacados en material óseo:

Tabla 6. Principales factores tafonómicos y diagenéticos en material óseo.

FACTORES TAFONÓMICOS Y DIAGENÉTICOS		
Factor	Descripción	Ejemplo
Depósitos cálcicos	<p>Las sales cálcicas son compuestos químicos muy frecuentes de acumulación sobre los huesos. Pueden cubrirlos total o parcialmente y contribuyen a su conservación. Los sulfatos se depositan en forma de yesos. Se pueden originar en lugares de evaporación rápida con elevadas temperaturas. En los yesos se albergan con la forma de cristales de tamaño diverso, que dependen de la intensidad de evaporación y su concentración (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>Las calizas se pueden ver en restos sobre todo de cuevas y se producen por el dióxido de carbono encontrado en la atmósfera que disuelve en el agua superficial, provocando el ácido carbónico. El agua de lluvia (ácida) cuando está en contacto con la caliza esta es atacada. Produciendo bicarbonato cálcico.</p> <p>Algunas veces el depósito de carbonato cálcico disuelto en la superficie de los huesos tiene lugar por la impregnación del sedimento por el agua que lo tiene disuelto. Otras cuando su presencia es en superficie y el agua cae en la superficie del material. Formando finas capas que se superponen. El carbonato cálcico como material estable contribuye a la preservación del hueso. También hay compuestos que se forman y desarrollan en vida del sujeto. Como el sarro de los dientes (Botella <i>et al</i>, 2000).</p>	 <p>Fig 14. Concreciones. Material extraído del Yacimiento Venta Micena, Orce (Granada). Campaña: 2018. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
Alteraciones químicas	<p>Las alteraciones por procesos químicos son uno de los apartados de estudio en los procesos tafonómicos. La transformación de los restos óseos se puede recoger en numerosos factores físicos, biológicos, químicos o diagenéticos, entre otros (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>Como la descomposición de la materia orgánica por putrefacción da resultados, atacando la estructura del hueso. El medio reacciona de forma importante en la conservación y transformación. En lugares con gran cantidad de materia orgánica, en los que el medio está oxigenado es donde mayor deterioro sufre el material. El óxido de calcio o cal viva presenta una alta inestabilidad, la presencia de agua hace su paso a cal apagada (hidróxido de calcio), en la que presenta su estabilidad (reacción térmica). Cuando esta cal viva presenta contacto con los restos óseos reacciona con una brusca deshidratación, que impacta en el tejido óseo volviéndolo pesado y disgregable. De forma general, el hueso conserva la morfología y detalles, a pesar de la deshidratación (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>El resultado puede darse en ciertas ocasiones por la confusión de alteraciones producidas con fuego, pero en este caso realizadas por cal viva, lo cristales se compactan en grupos enormes observables a simple vista. En cambio, en huesos quemados a temperaturas altas los cristales de hidroxiapatita, no se compactan (Baud y Susini, 1988). La alteración química puede dar deterioros leves, pérdidas de secciones completas o la eliminación total.</p>	 <p>Fig 15. Deterioro avanzado en hueso. Material extraído del Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>

<p>Decoloraciones</p>	<p>Los huesos se pueden manchar por impregnación de las sustancias que los rodean. Lo normal es que tomen el color del sedimento donde se encuentran enterrados, sobre todo si hay una elevada cantidad de elementos metálicos. A veces la coloración rojiza, parda o grisácea es intensa. Otras veces, las manchas se deben a causas ajenas a la tierra donde se inhumó el sujeto, mediante prácticas funerarias. Hay muchos restos óseos coloreados de rojo, estos colorantes suelen ser de origen mineral y en la mayoría de casos son óxidos de hierro.</p> <p>También se pueden ver restos óseos manchados de verde, por la impregnación de sales de cobre de tonalidades diversas. Son frecuentes los pigmentos manchados de verde, debido a depósitos de sales de cobre, por la alteración química de los objetos de metal que llevaba el sujeto cuando fue enterrado. Estas sales no tiñen, coloran y penetran en toda la estructura del material. Los compuestos cúpricos son buenos conservadores de los restos óseos (Botella <i>et al</i>, 2000).</p>	 <p>Fig 16. Decoloración en hueso por coloración del sedimento. Material extraído del Yacimiento Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>
<p>Efectos de exposición a la intemperie</p>	<p>El estudio de las alteraciones debidas a la exposición a la intemperie, aportan datos de gran valor de las condiciones donde se produjo el depósito y de los rasgos culturales. Cuando un cadáver está expuesto a la intemperie se produce cambios por la putrefacción, momificación, autólisis, saponificación, entre otros (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>Tras la pérdida de los tejidos y partes blandas, los huesos quedan al aire libre sufriendo degradaciones, que dependen de los factores exógenos y endógenos. Los exógenos son los que se encuentra en el medio: Efectos meteorológicos como el viento o la lluvia, la temperatura, cantidad de luz directa, tiempo transcurrido, acción de organismos sobre el hueso, tipo de suelo, y la forma de descomposición. Y los endógenos sería los intrínsecos en el hueso como la edad del sujeto, estado del individuo al morir, el hueso o parte del esqueleto (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>Los efectos de la exposición a la intemperie pasan por diversas fases: Deshidratación, blanqueamiento, descamación, fragmentación, pérdida de la materia orgánica, y la posible destrucción total. En restos enterrados después de encontrarse en superficie al aire libre, la coloración será del sedimento de entierro, pero la opacidad y descamación perdura. Serán más frágiles y menos resistentes a las componentes del suelo (Botella <i>et al</i>, 2000).</p>	 <p>Fig 17. Exposición a la intemperie de hueso. Efectos de exposición a la luz, lluvia, viento, temperatura. Tomada de Botella <i>et al</i>, (2000) p. 201.</p>
<p>Efecto de las raíces</p>	<p>Presentan un serio problema para la conservación de restos óseos, causando deterioros graves e irreversibles. Actúan de dos formas en el hueso por efecto físico y destrucción química. El efecto físico es del desarrollo de los vegetales. Cuando crecen penetran en los huesos por los orificios estrechos, y el grosor progresivo por su desarrollo termina rompiendo el hueso. Con su introducción en los canales medulares diafisario la cavidad craneana por las fracturas o agujeros, encuentran una zona rica en nutrientes que favorece su crecimiento. Dando un aumento y fragmentación de los huesos (Botella <i>et al</i>, 2000).</p> <p>La extensión de las raíces en el tejido esponjoso de la epífisis y diploe, producen erosiones que pueden ser redondeadas e irregulares, sin que se distinga un plano sobre el que haya rozado un elemento (Botella <i>et al</i>, 2000).</p>	 <p>Fig 18. Efecto de las raíces en hueso. Material extraído del Yacimiento Fuente Nueva 1, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.</p>

Ataques por hongos

Unos de los factores para el ataque de hongos es la humedad relativa, que suele estar en la tierra y el material óseo al extraerlo de los hallazgos. Debido a la transpiración deficiente o nula de las bolsas de plástico o su almacenamiento en lugares con temperaturas elevadas. Y que se conservan en la oscuridad (Botella *et al*, 2000).

Los hongos son organismos saprofitos que se desarrollan a costa de la materia orgánica, y no realizan la fotosíntesis. Los micelios se extienden como una red por el hueso, acabado con el material. Los problemas por hongos adoptan formas de manchas irregulares de color negro que se ven con nitidez en la superficie de los huesos. En otras ocasiones cuando la temperatura y humedad son altas se desarrollan otros hongos: color blanco. También los hongos que afectan al esqueleto pueden estar agrupados y se ponen en una fina y compacta red filamentosa. En ocasiones aparecen este tipo debido a consecuencia de antiguas consolidaciones inadecuadas (Botella *et al*, 2000).



Fig 19. Alteración por hongos en hueso. Material extraído del Yacimiento Fuente Nueva 1, Orce (Granada). Campaña: 2019. Proyecto Orce. Imagen: Eva Montilla Jiménez.

7. El material óseo: composición, características, descomposición y fosilización-mineralización

7.1 Composición química y estructura

Los huesos o materiales óseos son un material orgánico, compuesto por una parte mineral y otra orgánica. Aproximadamente con un 30% de materia orgánica denominada oseína (con complejo proteico-mucopolisacarido de colágeno y glicoproteínas) y un 70% de materia inorgánica principalmente hidroxiapatita de calcio compuesta de fosfato de calcio, fluoruro de calcio y carbonato de calcio (Canzi y Minozzi, 2005; Padilla, 2015). Las fibras de colágeno conceden flexibilidad y resistencia al hueso proporcionando resistencia a tensión, y las sales minerales proporcionan dureza, resistencia y rigidez proporcionan resistencia a la compresión (López, 2003). Hay otros materiales de igual o similar composición como marfil, los dientes o pezuñas³ en los que no vamos a entrar en profundidad en este trabajo. Pero destacar que, debido a su similitud estructural, composición y características químicas se pueden incluir dentro de los procedimientos y tratamientos como restos óseos.

Tabla 7. Hueso. Composición química, materia inorgánica y materia orgánica.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Materia orgánica (30%)	
Oseína (Fibras de colágeno)	95%
Osteocitos (Células óseas)	5%
Materia inorgánica (70%)	
Hidroxiapatita (Fosfato de calcio hidratado)	51%
Carbonato de calcio	11%
Porcentajes menores de fluoruros, cloruros y sílice.	

Los hallazgos de restos óseos son comunes en contextos arqueológicos. El hueso en si es un tejido de los organismos, dado que se tiene en el un proceso de mineralización llamado osificación. De forma pragmática no tiene solo la propiedad mecánica, también procesos metabólicos básicos. Compuesto por varios tejidos y partes (Fig. 20):

- Tejido óseo.
- Periostio.
- Médula y cavidad medular.
- Vasos y nervios.
- Cartílagos.

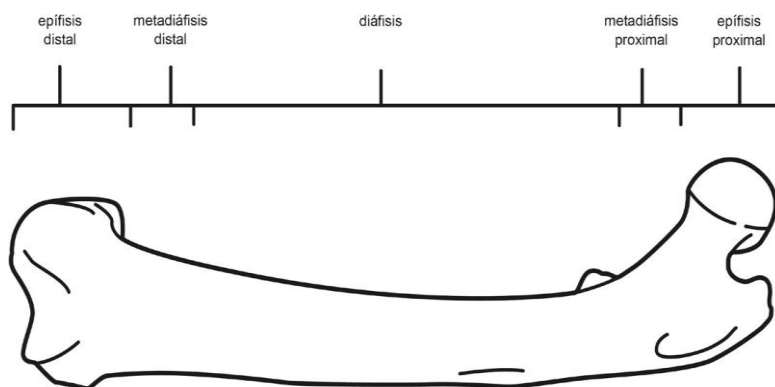


Fig 20. Partes de un hueso: epífisis distal, metáfisis distal, diáfisis, metáfisis proximal y epífisis proximal. Imagen: el autor.

El tejido óseo, formado por fibras colágenas y células: caracteriza el hueso y es el más abundante. Supedita el valor mecánico dado que la sustancia fundamental que lo forma se carga de sales minerales que pasan a la sangre. Estas sustancias se llaman láminas óseas, están compuestas por proteínas y/o oseína y parte mineral de fosfato cálcico, carbonato de calcio, fosfato de magnesio y fluoruro de calcio. Las sustancias minerales no son fijadas homogéneamente en el tejido óseo. Una parte es segura y estable en la función mecánica, la otra es alterable en función de lo que absorbe de sangre. La materia inorgánica es cuantiosa en individuos jóvenes, progresivamente con la edad el hueso se desmineraliza y se vuelve quebradizo. Las fibras de colágeno son difíciles de diferenciar. Se presentan paralelas y se ubican perpendiculares a las fibras adyacentes (Laborde, 1986).

³ El marfil posee los mismos componentes químicos inorgánicos y orgánicos que el hueso. La disposición celular de su microestructura es una de sus características principales frente al hueso. Los dientes y el marfil poseen un núcleo interno de dentina y una exterior capa de esmalte, ambos compuestos por sustancias orgánicas e inorgánicas. Los cuernos y pezuñas poseen queratina como componente proteico, químicamente muy similar al colágeno de los huesos. Los cuernos y las astas son porosas, presentan una superficie rugosa y una estructura interna homogénea.

Las células óseas u osteocitos son originarios de los osteoblastos existentes en el tejido en el proceso mencionado de osificación. Generalmente, están dispuestas entre láminas óseas o en el espesor. Son de pequeño tamaño y presentan formas irregulares y fusiformes. Cada célula ósea está dentro en una cavidad reducida que se denomina osteoplato. Estas microcavidades se relacionan, y con los espacios medulares llamados *canales de Havers* por mediode canales muy finos y abundantes (Laborde, 1986).

El periostio se trata de una membrana fibrosa que cubre el hueso íntegramente, formada por tejido denso y orientado, mediante fibras cruzadas entre sí. El hueso está precedido por una *base cartilaginosa*, por la que desarrolla el tejido óseo. Estas zonas cartilaginosas apoyan el proceso de osificación. Son los denominados cartílagos de con-junción ausentes al finalizar el crecimiento y forman los cartílagos articulares (Laborde, 1986).

La médula ósea (Fig. 21) es el tejido conjuntivo débil, y rico en vasos con células fijas y móviles. Esta en todas la cavidades de los huesos y hay tres tipos de médulas:

- **Médula ósea roja:** esta se encuentra en huesos en desarrollo. Se encuentra en los huesos de la base del cráneo, el esternón y las costillas.
- **Médula ósea amarilla:** es propia de huesos adultos. Se encuentra en huesos largos y en los tejidos esponjoso de los huesos.
- **Médula ósea gris:** es una variedad de la anterior, pero sin materiagrasa. Se encuentra en huesos del cráneo (Laborde, 1986).

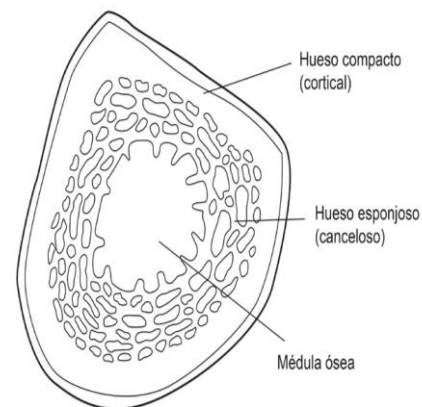


Fig 21. Corte transversal de un hueso. Estructura de un hueso: Hueso compacto (cortical), Hueso esponjoso, médula ósea y cavidad medular. Imagen: el autor

Los vasos sanguíneos y nervios son numerosos en el hueso. Los vasos pueden ser arterias, venas y vasos linfáticos. Los nervios son también abundantes, se asocian a arterias y no están homogéneamente repartidos (Laborde, 1986).

De forma general, el material óseo se puede dividir en tejido óseo compacto y esponjoso (Fig. 21). El tejido esponjoso también llamado trabecular, está formado por grandes espacios irregulares que forman la apariencia esponjosa que rodea la cavidad medular central (Sease, 1994), mientras que el exterior está formado por un tejido compacto(cortical), también denominado laminar o haversiano, que presenta gran resistencia mecánica. Y aunque este aparenta ser sólido, presenta diminutos canales para vasos sanguíneos y nervios (Sease, 1994).

7.2 Características físicas

En relación a sus características los huesos se pueden clasificar por la forma en largos, cortos, planos e irregulares sin importar el tamaño (Padilla Cano, 2015). Atendiendo a las características de su forma, los huesos pueden clasificarse en:

- **Huesos largos:** en ellos la longitud predomina a la anchura y al espesor, se trata de huesos densos y fuertes, que albergan la médula roja y amarilla. Como por ejemplo: el fémur, la tibia, el húmero, el peroné, etc.
- **Huesos cortos:** tienen la forma aproximada de un cubo, contienen en su mayoría hueso esponjoso y se encuentran localizados en manos y pies.
- **Huesos planos:** están compuestos de una capa de hueso esponjoso entre dos capas delgadas de hueso compacto. Tienen una forma plana, como son el cráneo, el omoplato o los huesos de las costillas.
- **Huesos irregulares:** son aquellos que no pueden clasificarse en los tres grupos anteriores. Como son vertebras, hioides, etc.

Los materiales óseos se caracterizan por ser higroscópicos, anisótropos y porosos. Respecto a sus propiedades biomecánicas, las fibras colágenas le otorga flexibilidad y resistencia a la tensión, en cuanto a las sales mineralesle confieren dureza, rigidez y resistencia a compresión (Isidro y Malgosa, 2003). Debido a sus características físicas elmaterial óseo posee tres características y propiedades que le afectan de forma directa a su conservación:

1. Es un **material higroscópico**, por lo que absorbe humedad con facilidad, tiene tendencia a absorber o ceder agua para mantener el equilibrio con la humedad ambiental. Por lo que posee una gran sensibilidad a cambios de humedad (Isidro y Malgosa, 2003).

2. Es un **material anisotrópico**, por lo que se contrae o expande en las tres direcciones del espacio de forma diferente (longitudinal, axial y transversal), aunque estos cambios no sean muy destacables (Isidro y Malgosa, 2003).

3. Es un **material poroso** por lo que puede influir en las variaciones de su tonalidad natural (entre los blancos-amarillos) pudiendo teñir del color del sedimento que lo rodea, recubrir por la acción de microorganismos o permanecer en contacto con material corrosivos como hierro o cobre (Laborde, 1986; Porto, 2000; López Mata, 2003). Llegando a teñir de rojo por el óxido de hierro o el azul verdoso por el carbonato de cobre (De La Baume, 1990).

Las propiedades descritas son significativas junto a los factores ambientales que se producen en el material óseo arqueológico. Los que experimentan deterioro físico, químico y biológico, y en las que actúan tanto propiedades intrínsecas del material como factores extrínsecos.

7.3 Proceso de fosilización

Los fósiles son restos mineralizados de los seres vivos o marcas de su actividad vital. Su estudio aporta información sobre formas de vida que han poblado la tierra por el paso del tiempo y el ambiente en que vivieron. En esta fosilizan las partes duras de los organismos esqueléticos, que son los huesos y los dientes de vertebrados. También pueden fosilizar las partes minerales de invertebrados (Mingo y García, 2019).

Solamente si los organismos o sus huellas están cubiertos en ese tiempo por sedimentos pueden fosilizar (Fig. 22), este proceso puede durar miles de años. Como estos sedimentos se transforman en rocas sedimentarias o rocas metamórficas son en estas rocas donde se pueden encontrar este tipo de fósiles. Cuando los organismos mueren y se entierran se pierden las partes blandas y las partes duras pueden fosilizar, dejando los esqueletos petrificados y más densos. La fosilización también se puede producir por recristalización como cuando los elementos son de aragonito ya que el mineral se transforma en calcita que es más estable (Mingo y García, 2019).

En el proceso de fosilización los compuestos orgánicos desaparecen lentamente y a la vez la materia calcárea se une con sílice y cuarzo, además de las sales minerales del sitio donde está enterrado el material (Díaz, 2005). Es decir, el proceso de fosilización consiste en unas transformaciones químicas que sustituyen compuestos orgánicos por minerales como calcio, sílice, pirita, carbono, entre otros. La transformación está directamente condicionada por la materia orgánica y condiciones geoquímicas en las que se encuentra en el proceso de transformación. En muy buenas condiciones, esta sustitución llega a realizarse molécula a molécula, dando una conservación excelente del fósil con estructuras muy delicadas (Laborde, 1986).

Los procesos de fosilización están muy relacionados con la litificación del sedimento. Cuando la concentración de sales minerales es alta, el proceso de mineralización es rápido y completo. Pero si el sedimento es pobre en sales minerales, el proceso de mineralización se ralentiza y el material óseo se mineraliza mal, se destruye al contraer y deshidratarse el sedimento del suelo.

La descomposición del material óseo comienza con las pérdidas de los restos orgánicos de las partes blandas, la putrefacción. Esta pérdida puede realizarse de dos formas según Laborde Márquez (1986):

- Por oxidación: con destrucción de los compuestos orgánicos con el desprendimiento de gases.
- Por reacciones anaerobias en un medio reductor, con interacción de diversas bacterias.

Las partes óseas mineralizadas, sufren sus alteraciones. Se vuelven porosas por la destrucción de la materia orgánica y con ello dejan huecos. La porosidad puede producir desintegración del hueso con la disolución química, como ocurre en carbonatos en aguas con anhídrido carbónico o se puede fosilizar por depósitos de sales minerales del medio en el que están.

Las sustancias químicas que interactúan en la fosilización pueden ser muy diversas. Pero normalmente pueden ser tres: carbonato cálcico, sílice y sulfuro de hierro y aunque también el fosfato cálcico, el sulfato cálcico y ciertos silicatos.

El proceso de fosilización frecuente es el de carbonatación. En este proceso el carbonato cálcico, en forma de calcita, es el mineral de mayor difusión y movilidad en rocas sedimentarias y por lo general el más frecuente agente fosilizador. La mayoría de restos óseos están conformados total o en parte por carbonato cálcico (CO_3Ca) que facilita este proceso de fosilización.

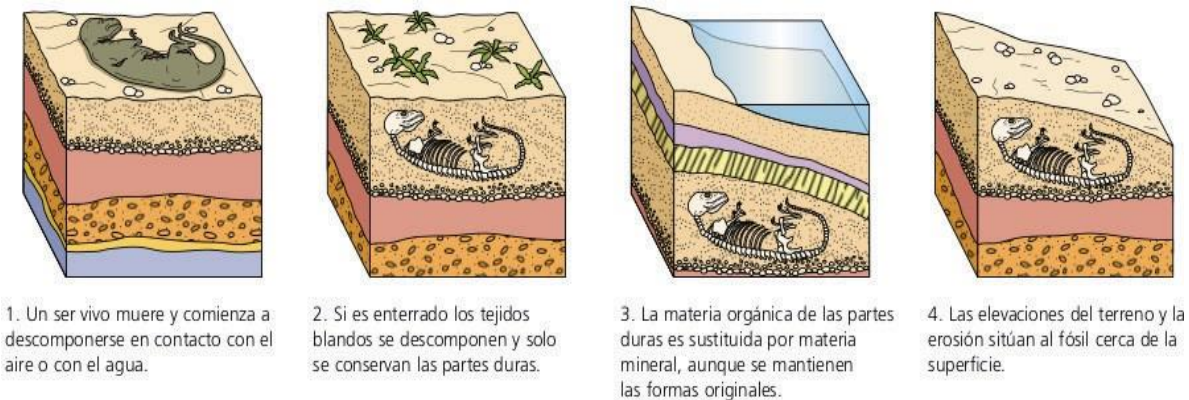


Fig 22. Esquema simplificado proceso de fosilización tras la muerte de un ser vivo.

Extraído de Bruño. *Unidad 2. La historia de la tierra. 3. Los fósiles.* [Versión electrónica] Recuperado de: <https://www.blinklearning.com/useruploads/ctx/a/40156810/r/s/9701340/60.png?idcurso=781720>

El fosfato de calcio es el principal componente de huesos. Con el proceso de fosilización, la materia se sustituye, por carbonato cálcico, aumentando la densidad del material óseo. Y se produce una progresiva sustitución a lo largo del tiempo del fosfato en carbonato (Laborde, 1986).

Dependiendo de la composición del sedimento y organismo hay diferentes tipos de fosilización. Los siguientes tres tipos de fosilización según Corchón y Menéndez (2006) se puede dar en huesos, dientes, astas y cuernos:

- La carbonatación descrita con anterioridad es el proceso más frecuente de fosilización, dado que la mayor parte de las rocas contienen calcita. Y consiste en sustituir los restos orgánicos sólidos que se encuentran en el organismo como los huesos o dientes por el carbonato cálcico en forma de calcita.

- La piritación se da en condiciones sin oxígeno (anaeróbicas) cuando la materia orgánica es descompuesta por bacterias. Las bacterias que se encargan son las bacterias del ciclo del azufre que dan como resultado ácido sulfhídrico, este reacciona con las sales de hierro presentes en el agua y da como resultado la formación de marcasita y pirita, que sustituyen la materia orgánica. Los fósiles que presentan marcasita no suelen tener una buena conservación, dado que aparecen limonados y se alteran con facilidad por su contacto con la atmósfera. Los piritizados poseen aspecto amarillo y son inestables.

- La fosfatación es un proceso de fosilización descrito en parte anteriormente, en el que el fosfato cálcico como componente importante de esqueletos vertebrados, como huesos o dientes. Es un buen agente fosilizante, y cuenta con ayuda de carbonato de calcio de la roca que lo recoge.

En cambio, estos dos tipos de fosilización se dan en vegetales, artrópodos, amonites, braquiópodos, gasterópodos, foraminíferos, entre otros. Pueden ser:

- La carbonatación es otro sistema de fosilización que se da en organismo que tiene largos polímeros de carbono, vegetales y artrópodos, con celulosa y quitina. Durante el periodo Carbonífero, parte de la superficie terrestre estaba llena de grandes bosques cuyos restos, se transformaron en humus y luego en carbón si las condiciones eran apropiadas. Sustituir la parte orgánica por carbono es un proceso de mineralización frecuente en vegetales (Corchón y Menéndez, 2006).

- La silicificación, actúa en ocasiones como fosilizante la sílice, siendo su forma estable y común la calcedonia. También es posible encontrar fósiles silicificados en rocas calizas, siendo frecuentes foraminíferos, braquiopodos, gasterópodos, y vegetales como jaspe xiloides que procede de troncos y ramas fosilizados (Corchón y Menéndez, 2006).

Los procesos de fosilización son muy largos y el remplazo de las partes orgánicas por materia inorgánica es de una duración prolongada, dura millones de años, hasta que los restos se transformen por completo. En los procesos de fosilización de material óseo, cuando se encuentran deformaciones en los huesos fosilizados, con desplazamientos y fracturas, apuntan a una fosilización rápida. En cambio, la plasticidad en las deformaciones no dando rotura presentan síntomas de una fosilización lenta, que no sigue la litificación del sedimento (Laborde, 1986).

El último proceso consiste en la extracción de los fósiles mediante el desenterramiento del material, con los diferentes procesos de extracción en excavación o también el desenterramiento natural llevado a cabo por la erosión de la roca. De cualquiera de las dos formas el fósil quedará visible para su estudio, investigación, registro, tratamiento, almacenamiento y su embalaje.

8. Tratamientos de extracción *in situ* y acondicionamiento de material óseo arqueológico

La intervención de los materiales en un yacimiento arqueológico comienza con su protección de forma provisional hasta llegar al laboratorio, donde se efectúa su tratamiento final. Por ello la intervención *in situ* debe de ser recogida y documentada, con la finalidad de facilitar el trabajo del conservador. De forma genérica se debe de tener en cuenta la reversibilidad de los productos aplicados *in situ*, imprescindible para que estos puedan eliminarse con facilidad, y poder dar los tratamientos necesarios de limpieza, adhesión de fragmentos o reintegración matérica (Escudero Roselló, 1988).

Es corriente que en la excavación aparezca el material en un estado deficiente, tanto física como químicamente, aunque en ocasiones pueden encontrarse resistentes, este estado se debe a la carencia total o parcial de resistencia mecánica del material, por diversos factores y alteraciones expuestos con anterioridad (Fernández 1990).

Hay materiales que parecen en principio que no requieren ser consolidados, dado su buen estado de conservación, pero en ocasiones, aunque parezca innecesario, es preciso el refuerzo externo para su posterior transporte (Laborde, 1996). Cuando se encuentra el material fragmentado o debido a su peso, volumen y/o fragilidad, aun habiéndose consolidados, y sea imposible su extracción en una única pieza, es cuando se procederá a realizar el tratamiento de refuerzo (García y Flos, 2008). Los materiales empleados para realizar los sistemas de extracción serán acordes a su función, formas, características, suelo, tamaño y peso del material o materiales a extraer. Los sistemas más idóneos para la extracción del material debido al aporte de rigidez estructural necesaria para levantar en este caso material óseo, son los engasados en la mayoría de casos.

Toda actuación que se puede llevar a cabo sobre un material débil a excepción de la consolidación directa del material para su recuperación, puede darse en los siguientes tres grandes grupos de sistemas de extracción: engasados, extracciones en bloque y camas rígidas, estos dos últimos presentan características en ocasiones similares aunque dependiendo de las características, funcionalidad, peso y dimensiones de los materiales o material a extraer será más conveniente su utilización de uno sobre otro. Estos métodos de extracción se pueden realizar tanto en materiales con cierto volumen como para materiales planos.

8.1 Engasados

Los engasados se tratan de métodos sencillos y fáciles de realizar que aportan al objeto un soporte rígido. Se pueden utilizar normalmente en materiales con piezas de pequeño tamaño (tras realizar la consolidación ⁴ *in situ* o no de la piezas, si es necesaria), y como soporte en materiales de mayor tamaño (Laborde, 1986). Se trata de un tratamiento provisional, ya que los adhesivos y la gasa o venda debe de poder eliminarse. Además, este tejido debe de adaptarse a la forma externa de la pieza, mientras la densidad del adhesivo deberá ser lo suficiente diluida para realizar el traspaso de la tela, pero no penetrar en el material, quedando el adhesivo en superficie (García y Flos, 2008).

Los engasados se aplican en los casos en que por roturas o grietas no se puede recuperar la forma física exterior del material, y si se extraen las piezas por separado es posible que se pueda alterar la estructura, dificultando la posible reconstrucción posterior del material óseo (Fernández, 1996).

La metodología general del engasado, consiste en la aplicación en la pieza de capas de gasa o vendas de algodón, impregnadas con un producto sintético mediante una disolución (Tabl. 8). Es posible utilizar varios tipos de resinas e incluso utilizar la resina de consolidación utilizada para el material óseo. La concentración de la resina para realizar el sistema de extracción debe ser entre un 5% -20%. Con la evaporación del disolvente la gasa se encontrará sobre la pieza totalmente rígida (Laborde 1986).

El engasado se realizará una vez el objeto consolidado se encuentre totalmente seco, aplicando tantas capas de gasa sean necesarias para la extracción segura del material. Cuando el material se encuentre húmedo tras consolidarlo mediante una resina en emulsión, por ejemplo, será necesario esperar para que seque totalmente y poder proceder al engasado (Laborde, 1986).

4 La función del consolidante no es adhesiva, si no de refuerzo en un sólido pulverulento o de devolver la cohesión interna de un agregado más o menos descohesionado (Osca, 2005). La Impregnación a través del sistema poroso, se hace mediante un producto consolidante en estado líquido, que por una reacción química o evaporación del disolvente restablece la cohesión (Matteini & Moles, 2008)

Se recomienda aplicar engasados únicamente en la parte del material a extraer, evitando que el material quede encerrado en un compartimento estanco e impermeable, aunque se tendrán en cuenta las características del material y el estado de conservación que presente. El uso de estos engasados en hueso que presenta materia orgánica todavía, pueden presentar higroscopicidad o en un estado avanzado de fragilidad, produciendo al humedecer la superficie del material mediante la gasa impregnada en resina rebajada y con la evaporación rápida del disolvente, tensiones innecesarias efectuando grietas o fisuras en el material por contracción del engasado, pudiendo recoger esta la superficie del material. Debido a este inconveniente en la utilización de disolventes volátiles, no deben de realizarse las extracciones en condiciones de temperatura altas, ni bajo la acción directa del sol (Laborde, 1986).

Los vendajes utilizados se deben de hacer mediante gasas o vendas esterilizadas, aplicadas mediante pincel, con unas tres capas en distintas direcciones (Fig. 24), aunque esto es variable según la rigidez y necesidad que se le quiera dar. Utilizando como adhesivo resina sintética disuelta en el disolvente apropiado a distintas concentraciones y dependiendo del material y el estado en el que se encuentre. Otra alternativa es sumergir los trozos cortados de venda en el adhesivo con el disolvente, ayudándose en la aplicación sobre la superficie con la brocha como describe Tomas E. Lacayo (2002).

8.1.1 Gasa con adhesivos

El engasado con adhesivo es un método sencillo, rápido y muy útil para extracción de material óseo agrietado y fracturado; y que interesa tenerlo unido para el posterior tratamiento en laboratorio. Este sistema de extracción proporciona rigidez y consistencia al material (Isidro y Malgosa, 2003).

8.1.1.1 Materiales

Tabla 8. Tipos de productos utilizados, marcas comerciales, disolventes y material utilizado.

Productos	Comercialización	Disolventes	Material
Adhesivo nitrocelulósico	Pegamento Imedio UHU©	Acetona	Venda de algodón hidrófilo
Resina acrílica	Paraloid B72	Acetona	Venda de algodón hidrófilo
Resina acrílica	Acril AC33	Agua destilada	Venda de algodón hidrófilo
Resina vinílica	Mowital B60HH	Acetona	Venda de algodón hidrófilo
Resina vinílica	Ceys	Agua destilada	Venda de algodón hidrófilo

Tabla 9. Características y propiedades de los adhesivos.

Producto (Marca)	Características	Propiedades
Adhesivo nitrocelulósico (Pegamento Imedio UHU ©)	<p>Composición: Nitrato de celulosa</p> <ul style="list-style-type: none"> · Líquido · Transparente · Secado rápido · Corregible temporalmente (Hoja técnica. Imedio UHU, 2021) <p>Solubilidad: Acetona En agua no soluble.</p>	<p>Tiempo de secado: 60-120 segundos</p> <p>Resistencia térmica mínima: 10°C</p> <p>Resistencia térmica máxima: 70°C</p> <p>Resistencia a compuestos químicos: Resistente a ácidos diluidos y bencina (Hoja técnica. Imedio UHU, 2021).</p>
Resina acrílica (Paraloid B72)	<p>Composición: Etil-metacrilato</p> <p>Soluble:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cetonas - Esteres y éteres - Hidrocarburos aromáticos - Hidrocarburos clorados <p>Insoluble:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medio acuoso (CTS España, 2006) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil reversibilidad. - Fácil preparación (en acetona el tiempo de disolución 48h) y utilización. - Forma una barrera impermeable. - Película superficial brillante. - Problema de transpiración de humedad. -Amarilleamientos -Pasmados y halos blanquecinos

Resina vinílica (Acril AC33)	Composición: Copolímero etilacrilato-metilmetacrilato. Soluble: dispersión acuosa. Eliminable con disolvente orgánico (CTS. Europe, 2018)	- Resistente a agentes atmosféricos, estabilidad química, mecánica y pH excelente. - Formación de capas impermeables.
Resina vinílica (Mowital B60HH)	Composición: Alcohol polivinílico Soluble: Acetona y alcohol isopropílico. (CTS. Europe, 2018)	- Estabilidad química - Reversibilidad - Resistencia a la radiación - Parte se queda en superficie
Resina de vinílica (Ceys)	Composición: Acetato de polivinilo. Disolución: Agua (Hoja técnica. Ceys, 2008)	Tiempo de secado: con resistencia máxima 24h. Temperatura mínima: para la formación de film 4-5°C. Tiempo de adherencia: mínimo 20 min. Resistencia mecánica: 60kg/cm ² (Hoja técnica. Ceys, 2008).

8.1.1.2 Procedimientos

Para la realización de la parte experimental, se han realizado engasados siguiendo la bibliografía al respecto, con diferentes materiales descritos con anterioridad (Tabl. 8), aplicando los diferentes engasados con diferentes adhesivos en material óseo fragmentado y frágil. En este caso se procedió a realizar los engasados realizado primeramente con los adhesivos en sus disoluciones (Fig. 23): resina acrílica Paraloid B72 en disolución en acetona al 10%, adhesivo nitrocelulósico en disolución al 20% en acetona, resina vinílica Acril AC33 al 20% en agua, butiral de polivinilo Mowital B60 al 20% en acetona y acetato de polivinilo al 20% en agua.



Fig 23. Consolidantes en disolución. De izquierda a derecha: resina acrílica Paraloid B72 en acetona, adhesivo nitrocelulósico en disolución, resina vinílica Acril AC33 en agua, butiral de polivinilo Mowital B60 en acetona y acetato de polivinilo en agua. Imagen: el autor.

Se excavaron los diferentes materiales para proceder a su extracción, se limpió mediante brocha la superficie del hueso, para realizar los engasados mediante pincel con los diferentes adhesivos, interponiendo gases recortadas y adhesivo respectivamente sobre toda superficie de los huesos. Este proceso se realizó en los diferentes huesos (Fig. 35) con los distintos adhesivos descritos con anterioridad (Fig. 23). Se esperó a que los adhesivos secan para proceder a la extracción del material engasado.

Aunque en este caso se ha experimentado con materiales fragmentados y planos de hueso este procedimiento se puede realizar de igual forma en material que se encuentre entero como describe Escudero y Rosello (1988) en los tipos del engasados:

1. Engasado de material entero

El objetivo de este engasado es proporcionar protección y estabilidad al material. Teniendo en cuenta que el consolidante o adhesivo no alcance la superficie del material, para facilitar posteriores tratamientos en laboratorio.

El proceso de ejecución es el siguiente: dejar la cantidad de sedimento en el interior de las distintas partes del material y aplicar gasa sobre la superficie. Engasar el material aplicando gasa en las diferentes direcciones del material mediante una primera capa en vertical, una segunda en horizontal (Fig. 24), y así sucesivamente hasta conseguir la rigidez, estabilidad y protección necesitada, e ir aplicando el producto con disolvente conforme se van poniendo las diferentes capas de vendas de algodón. La proporción de producto aplicado puede ir del 5%-20% con resinas acrílicas, vinílicas o adhesivo nitrocelulósico, entre otros.

2. Engasado de material fragmentado

El objetivo del engasado en este caso es para reforzar las piezas fragmentadas conservando la disposición y su extracción.

El proceso a seguir puede ser el siguiente: sumergir las vendas de algodón en el producto disuelto o aplicar la disolución mediante brocha en la superficie. Recortar las tiras de venda proporcionales al material que se desea engasar, y aplicar la venda en la cara del material superficial visible.

3. Engasado del material plano

El objetivo de este engasado es el refuerzo de material plano y frágil (Fig. 25) para su posterior extracción del yacimiento.

El proceso a seguir para este tipo de engasado, ha sido la preparación del adhesivo/s en su disolvente, recortar las tiras de venda de algodón y con un pincel ir aplicando sobre las tiras de venda. Primero realizar una aplicación en sentido vertical, y después en sentido horizontal cruzando en las sucesivas aplicaciones los tejidos de gasa. Dejar secar entre capa y capa hasta que el adhesivo posea rigidez, limitar el perímetro del engasado para evitar la adherencia de depósitos de sedimento. Y si se necesita aportar mayor protección y estabilidad, se puede colocar en un soporte al extraer, y dar la vuelta al engasado dejando la venda sobre el soporte (Fig. 25).

Las ventajas de estos tipos de engasados son la fácil y rápida preparación del producto y su aplicación. Lo sencillo de la disolución en el yacimiento, la buena reversibilidad frente a otros sistemas de extracción, la limpieza, dando un resultado muy versátil del material y con condiciones idóneas de humedad (en un estado bastante seco).

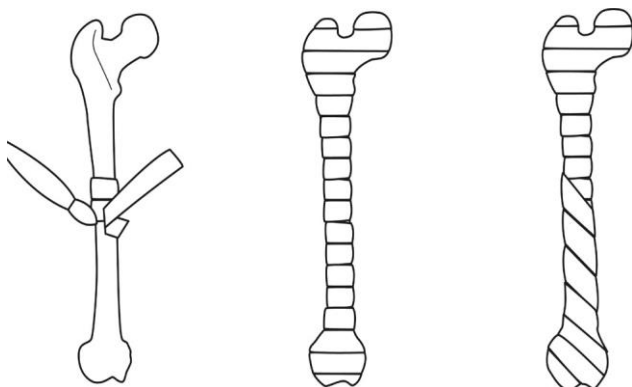


Fig 24. Ilustración: Engasado de material óseo (fémur) entero con volumen. Aplicación de engasado mediante pincel, realizando dos capas en dos direcciones. Imagen: el autor.

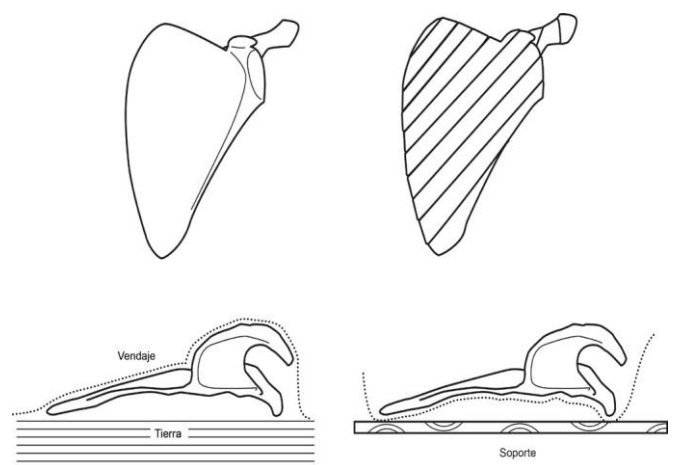


Fig 25. Ilustración: Engasado de material óseo plano (omoplato), sobre superficie de tierra y extracción sobre un soporte rígido si es necesario. Imagen: el autor.

8.1.1.3 Ejemplos y aplicaciones



Fig 26. Engasado con adhesivo, resina acrílica Paraloid B72.



Fig 27. Extracción. Engasado con adhesivo, resina acrílica Paraloid .B72.



Fig 28. Engasado con adhesivo, adhesivo nitrocelulósico.



Fig 29. Extracción. Engasado con adhesivo, nitrocelulósico.



Fig 30. Engasado con adhesivo, Resina vinílica Acril AC33.



Fig 31. Extracción. Engasado con adhesivo, resina vinílica Acril AC33.



Fig 33. Engasado con adhesivo, Mowital B60.



Fig 34. Extracción. Engasado con adhesivo, Mowital B60.



Fig.35 Material óseo simulado.

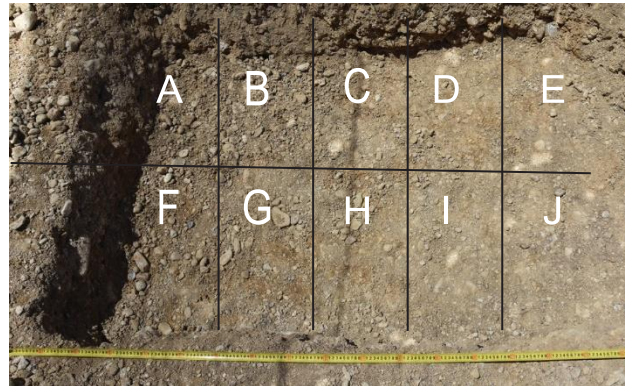


Fig 36. Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.



Fig 37. Extracción. Engasado con adhesivo, acetato de polivinilo.



Fig 38. Engasado con adhesivo, acetato de polivinilo.



Fig 39. Aplicación engasado con resina acrílica Paraloid B72 diluido en acetona. Yacimiento: Fuente Nueva 3 (2018), Orce Granada.



Fig.40 Aplicación engasado con resina acrílica Paraloid B72 diluido en acetona. Yacimiento: Fuente Nueva 3 (2018). Orce, Granada.



Fig. 41 Aplicación engasado con resina acrílica Paraloid B72 diluido en acetona. Yacimiento: Fuente Nueva (2018). Orce, Granada



Fig. 42 Aplicación engasado con resina acrílica Paraloid B72 diluido en acetona. Yacimiento: Fuente Nueva (2018). Orce, Granada

8.1.2 Gasa de yeso

Para los engasados también se pueden utilizar vendas enyesadas recortadas y aplicadas, debido a que estas al secarse se vuelven sólidas, aportando una estructura firme que sostiene el material óseo. Como en los engasados anteriores, es un sistema que da rigidez y resistencia al material, con las ventajas respecto a algunos engasados con adhesivo, de ser más rápido su secado para ejecutar extracciones por ejemplo de urgencia y no necesitar de su preparación debido a que no utiliza adhesivos, ni necesita de un gran material para llevarlo a cabo.

8.1.2.1 Materiales

Tabla 9. Materiales para engasado de yeso.

Materiales
Vendas enyesadas
Agua destilada
Papel de aluminio o plástico film transparente

Tabla 10. Características y propiedades de los materiales.

Producto	Características	Propiedades
Vendas enyesadas preparadas	Soporte: venda de gasa de algodón blanqueada con agua oxigenada. Mezcla de yeso: yeso de París, compuesto de más de un 85% de yeso natural (sulfato cálcico hemihidratado) y aditivos compuestos para permitir que el yeso se adhiera a la venda (desconocida la composición exacta) (Ficha técnica. Gypsona).	Fraguado inicial: 100 a 150 segundos con agua a 25°C. Fraguado final: 230 a 250 segundos con agua a 25°C. Resistencia con 30 min de fraguado con 8 capas: 3 kg/dm mínimo. Resistencia en seco con 8 capas: 6 kg/dm mínimo. Pérdida de yeso durante su aplicación hasta un 11% como máximo. Temperatura máxima: 48°C. (Ficha técnica. Gypsona)
Papel de aluminio	Composición: Superior al 97% de aluminio (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014).	Anchura bobina: 30-40cm. Espesor: 11 μ Mojabilidad: No Porosidad: >10 poros/m ² . Elasticidad: nula o casi nula. >1%. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)
Plástico film transparente	Composición: Polietileno Grosor: 15 μ (Ficha técnica. Carbone) Ancho: de 30cm a 45 cm.	Resistencia a tracción: de 19 a 23 MPa Resistencia al impacto: 85gm Transparencia: >90% en ángulo de 45° Nivel de estiramiento: >115% (Ficha técnica. Carbone)

8.1.2.2 Procedimiento

Para la realización de la parte experimental de estos engasados se ha procedido a excavar la zona. Se ha realizado el procedimiento según describe Carrascosa *et al*, (2010):

Sumergí las vendas de yeso ya preparadas (Fig. 43) durante dos segundos en agua (otra forma sería empapando las vendas mediante pincel humectado en agua) y una vez secas, aportaron la rigidez de la escayola. Excavé y limpié el material y lo protegí con film de plástico transparente, para aislar y prevenir la estructura del material de forma que el engasado no afectara a su actuación. Preservado el material, comencé a colocar las vendas de escayola que envolvieron la superficie del material, durante este proceso lo más destacado es que quede bien sujeta la pieza recogiendo el perímetro externo del material, para que al secar funcionara reforzando, dando consistencia, estabilidad

y soportando el peso de la misma sin romperse o caerse durante la extracción. El número de capas empleado al igual que en el anterior sistema de extracción fue de tres capas dispuestas en las tres direcciones (Fig.43) respecto al hueso.

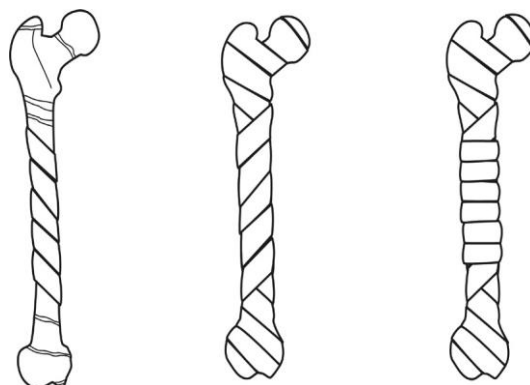


Fig 43. Engasado con vendas de yeso preparadas de material óseo que presenta roturas para su extracción. Engasado en las tres direcciones del material óseo. Imagen: el autor.

A veces será necesario excavar por la parte inferior de la pieza para desprender del sustrato sobre el que se encuentra. Se trata de un método rápido y muy eficaz para extracción de material óseo.

El objetivo de este sistema de extracción es reforzar y extraer piezas tanto pequeñas como grandes. Alguna de las observaciones que se pueden hacer de este sistema de extracción es la cantidad de agua, que puede ser un problema si penetra en la pieza, no siendo un problema destacable en material óseo fosilizado (si no presenta el material un estado de conservación muy deficiente).

En cuanto a la capa aislante que se utiliza, puede ser de forma convencional de papel de aluminio o de plástico film transparente, o sedimento del mismo yacimiento (Fig. 48) como método utilizado en ocasiones en los yacimientos de Orce (campañas 2018-2020). Estas presentan ventajas y desventajas en su utilización: Se puede utilizar el film transparente para la extracción, debido a que el papel de aluminio podría provocar incisiones en el hueso si no es colocado adecuadamente o también se puede realizar mediante una fina capa de sedimento hidratado desechado de la criba del mismo yacimiento (Montilla, 2019). Además, el film deja visibilidad del material óseo para la colocación de las sucesivas capas de gasas enyesadas. Aunque en excavaciones a cielo abierto sin medios que detengan el aire, puede ser dificultosa su manipulación.

Este tratamiento de extracción mediante engasado con vendas enyesadas, también se puede utilizar como estructura para sistemas de extracción en bloque con gasas de yeso como describe Paul S. Storch (2003):

Cuando las piezas deben ser removidas juntas en un bloque, se debe emplear la técnica descrita como extracción en bloque. Luego se colocan vendas de yeso alrededor del bloque antes de retirarlo. Se sugiere usar plástico como el de polietileno fino o el cloruro de polivinilo (envoltura de tipo congelador), usado como barrera entre el objeto y las vendas de yeso en lugar de papel de seda húmedo o telas de algodón, ya que ambos pueden quedar estrechamente unidos a la superficie del objeto y causar problemas de eliminación. Además, la humedad que retiene el papel puede retrasar la sujeción de las vendas más internas. La arena seca puede usarse como barrera si la parte superior del bloque es lo suficientemente plana, para permitir la acumulación de una capa de uno o dos centímetros. Realizando una estructura con vendas pretratadas con yeso que sólo requieren la aplicación de agua, también utilizadas con éxito en situaciones de campo. Se recomienda que las piezas sean retiradas del bloque de yeso, tan pronto como sea posible después de regresar al laboratorio, ya que es difícil predecir los efectos a largo plazo del ambiente creado dentro del bloque.

8.1.2.3 Ejemplo y aplicaciones



Fig.44 Material óseo simulado.

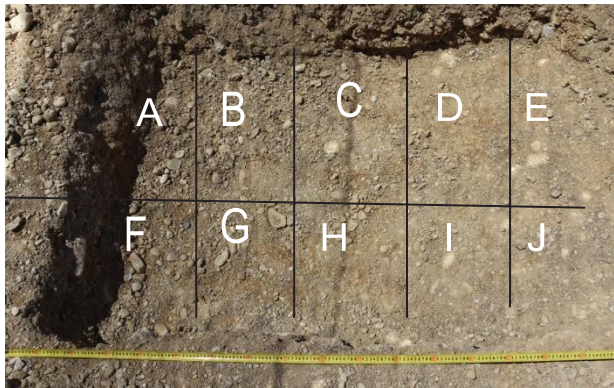


Fig. 45 Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.



Fig.46 Engasado con vendas de yeso preparadas



Fig.47 Extracción. Engasado con vendas de yeso preparadas



Fig.48 Aplicación. Capa aislante de sedimento hidratado del yacimiento. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Barranco León (2019) Orce, Granada.



Fig. 51 Aplicación. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Barranco León (2019) Orce, Granada.



Fig.49 Aplicación. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Venta Micena (2019) Orce, Granada.



Fig. 52 Aplicación. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Barranco León (2019) Orce, Granada.



Fig. 50 Aplicación. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Barranco León (2019) Orce, Granada.



Fig. 53 Aplicación. Engasado con vendas de yeso preparadas. Yacimiento: Barranco León (2019) Orce, Granada.

8.2 Extracción en bloque

Consiste en extraer el material óseo en este caso, con la tierra que lo rodea para que sirva de sustento y protección (Isidro y Malgosa 2003). Este sistema se hace en el caso de no ser posible eliminar la tierra circundante del objeto por su mal estado de conservación. El proceso se realiza quitando el exceso de tierra que está sobre el material óseo, en la medida de lo posible, y se aísla para proceder a realizar la estructura de extracción sustentante con un material. Este proceso puede ser similar al realizado mediante cama rígida, la diferencia es que en uno se forma una cama que envuelve todo o casi todo el bloque de tierra bajo la pieza, mientras que en la extracción en bloque se envuelven los laterales o ambos laterales y parte superior.

Los bloques de extracción como concepto pueden ayudar a evitar daños mecánicos y ambientales en las piezas debido al estrés en piezas frágiles y fragmentadas, al limitar su exhumación y al iniciar su remoción inicial que las descubre. En algunos casos el levantamiento en bloque puede preservar también información relevante para el estudio posterior del sedimento (Berducou, 1990)

Los levantamientos en bloque se pueden hacer de muchas maneras diferentes dependiendo de cada caso, y pueden combinarse varias técnicas y usos de diferentes formas. En general hay dos formas de proceder: levantamiento del bloque sin soporte (Fig. 27) y levantamiento con soporte (Payton, 1992). Este sistema al igual que los engasados anteriormente vistos tienen muchos pasos en común, que como describe Pedeli y Pulga (2014) pueden ser:

1. Excavación de la pieza.
2. Preconsolidación.
3. Corte inicial que define el perímetro del bloque.
4. Contenido exterior del bloque que lo envuelve (si se realiza con soporte).
5. Corte secundario debajo del bloque desprendiéndolo del suelo.
6. Colocación e inmovilización del bloque sobre un soporte rígido.

- Extracción de bloque sin soporte

En el levantamiento de bloque sin soporte no hay contención del exterior del bloque de extracción. Las condiciones necesarias para extracción en bloque sin soporte según Pedeli y Pulga (2014) son:

- a) La pieza debe de tener un tamaño pequeño.
- b) El suelo debe de ser compacto: seco y duro o muy húmedo y mojado (suelos arcillosos). Si el suelo en cambio está húmedo, suelto y arenoso, entonces la realización de este método puede no dar buenos resultados.
- c) Planteamiento inicial del método de excavación para la recuperación de la pieza, permitiendo su excavación de manera que se pudiera facilitar este método.

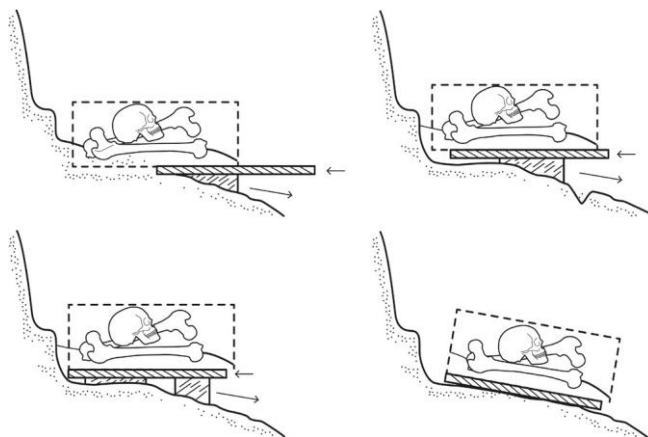


Fig 27. Ilustración: Extracción en bloque sin soporte, sin necesidad de contención exterior perimetral del soporte, simplemente si es necesario se puede utilizar una lámina rígida o tabla para levantar el bloque. Imagen: el autor.

- Extracción de bloque con soporte

Este método se utiliza típicamente cuando el material arqueológico o el suelo y ambos carecen de cohesión suficiente o son tan estructuralmente inestables que su desprendimiento o el levantamiento comprometerían la integridad de la pieza. Materiales que son muy frágiles o están fragmentados a menudo requieren de una extracción en bloque con soporte. En casos en los que las piezas son grandes, con demasiado peso puede ser perjudicial su extracción sin apoyo (Pedeli y Pulga, 2014).

La conservación en algunos casos puede ser necesaria para la extracción en diversos grados y en varias etapas, dependiendo de la característica del material. Mediante una aplicación del consolidante de forma localizada, una aplicación superficial más allá de la superficie, o una aplicación de penetración más profunda.

También hay dos formas de actuar: la primera en la que se puede consolidar el bloque de extracción con el sedimento y otra en la que no se consolida el bloque de extracción, esto dependerá de la compactación del bloque, y de si los materiales están húmedos, frágiles y quebradizos. Se actuará en el caso de consolidar el bloque, de esta forma según Paul S. Storch (2003) de la *Minnesota Historical Society*: Tras delinear los márgenes de la pieza y evaluar el estado de conservación, la pieza y el suelo circundante deberá tener un tiempo para secar (3 a 6 horas), dependiendo de las condiciones climáticas. En el caso que suelo y material estén inicialmente secos, se puede proceder a la consolidación *in situ*.

1. La pieza y 2 cm de tierra se rocían con acetona. Ayudando a que la humedad evapore y admita que la resina acrílica penetre completamente en el material.

2. El disolvente en spray se debe de aplicar al menos otra vez, y entonces la solución del consolidante puede ser rociada tanto en el material como en el bloque de extracción. Hay que rociar dos capas ligeras y esperar entre treinta minutos y una hora, dado que una aplicación demasiado espesa impediría una penetración adecuada, que no aportaría la suficiente resistencia.

3. Las aplicaciones se repetirán hasta que se observe que la pieza ha ganado suficiente fuerza para soportar la extracción y remoción. Si la consolidación ha sido exitosa no debe de haber pérdida de hueso o superficie por esta acción.

4. Al igual que con materiales estables es necesario excavar a una profundidad de 1 a 1,5 cm debajo del objeto y 2 cm desde el objeto (este perímetro es variable) y quitar el objeto con la tierra. Aunque pueden caer algunas partes de la estructura, el consolidante debe de haber penetrado lo suficiente para formar una base para la pieza.

8.2.1 Extracción en bloque con espuma de poliuretano

El sistema de extracción en bloque con planchas rígidas es un sistema que se encuentra en desuso actualmente, dado que ha sido sustituido por la extracción con espuma de poliuretano que es mucho más rápida, ligera y estable.

El objetivo de este procedimiento es extraer piezas muy frágiles o que se encuentran unidas por la compactación y acumulación de diferentes piezas, se suele utilizar en objetos grandes y con volumen, aunque es aplicable a todo tipo de piezas. También hay que tener en cuenta en la realización de este procedimiento de que el sedimento puede formar un bloque de tierra bastante pesado, especialmente si se encuentra mojado, el cual al levantar la pieza cuanto más grande sea, más grande será el bloque y en consecuencia más pesado (Sease, 1994).

8.2.1.1 Materiales

Tabla 11. Materiales de extracción en bloque con espuma de poliuretano.

Materiales
Espuma de poliuretano expandido
Plancha rígida de madera, metal o plástico

Tabla 12. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Espuma de poliuretano expandido	Espuma expansiva de poliuretano de curado por exposición a la humedad ambiental (Ficha técnica. Pintuco, 2018)	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fácil y rápida aplicación y uso. - Resistencia al moho y humedad. - Fácil de cortar. - Estabilidad de forma, cuando alcanza la dureza total. - No emite vapores. <p>Tiempo de secado al tacto (23°C y 50%HR): 6 a 8min Tiempo para ser cortada: 30-40min Curado total: 24h Temperatura de aplicación: 5-30°C (Ficha técnica. Pintuco, 2018) Expande unas 35 veces su volumen inicial.</p>

Plancha rígida	Materiales: tablones de madera, láminas de cobre semirígidas, láminas de acero inoxidable, paneles de poliestireno, paneles de plástico (PVC)polipropileno (PP)	Debe de ser rígida, resistente y compacta. Dependiendo del tamaño de extracción del bloque, a mayor peso mayor resistencia necesaria (plan- chas de metal).
----------------	--	---

8.2.1.2 Procedimientos

La realización de la parte experimental de este sistema de extracción se realizó excavando el perímetro del hueso, dejando un perímetro de entre 5 y 10 cm (este perímetro dependerá del tamaño de la pieza a extraer). Y mediante la espuma de poliuretano expandido se inyectó por todo el perímetro del bloque, realizando un cordón que aumentó de tamaño, formando una estructura rígida y poco pesada. Después se pasó por debajo una plancha rígida para extraer la pieza junto a la tierra, y extraer el bloque (Fig. 55).

Una variante de este sistema de extracción sería mediante una cama rígida, envolviendo la pieza mediante plástico, film transparente o papel de aluminio, e inyectando la espuma de poliuretano expandido además de en el perímetro encima de la pieza (Fig. 58). Esperando a que endurezca la espuma de poliuretano expandido, se coloca una plancha rígida bajo el bloque tierra y se extrae dando la vuelta.

Este procedimiento mediante espuma de poliuretano expandido, reemplazó al tradicional con bloques mediante planchas rígidas, que se realizaba excavando alrededor del objeto con un margen de 5 a 10 cm dependiendo del tamaño de la pieza y según el tamaño del material, encajonando consecutivamente dichos bloques con cuatro tablas o planchas rígidas, pasando una tabla por debajo (Fig. 54). Este avance posiblemente se debió a la facilidad y disponibilidad como material, de la espuma de poliuretano expandido, que aportó además consistencia estructural, reducido peso, por lo que lo incentiva como un material más adecuado para este sistema de extracción.

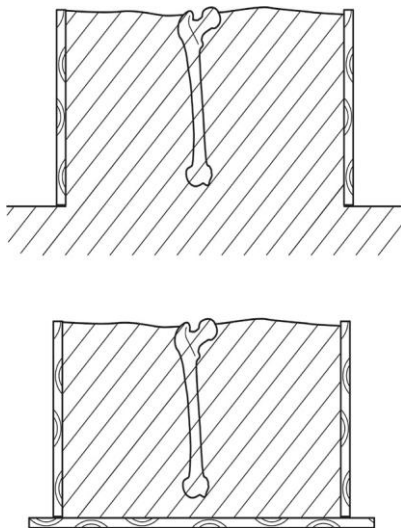


Fig 54. Ilustración: Sistema tradicional de extracción bloque con planchas rígidas, en el fondo y laterales del soporte. Imagen: el autor.

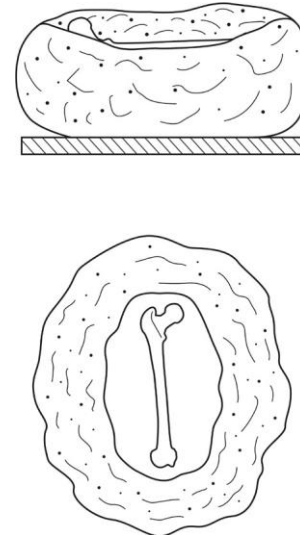


Fig 55. Ilustración: Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido y un soporte rígido. Imagen: el autor.

8.2.1.3 Ejemplo y aplicación



Fig. 56 Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido.



Fig. 59 Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido.



Fig. 57 Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido.

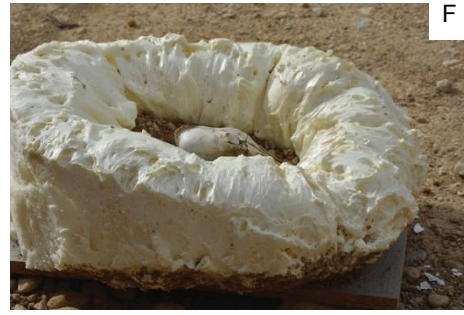


Fig. 60 Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido con soporte rígido.



Fig. 58 Extracción en bloque con espuma de poliuretano expandido, recubriendo todo el bloque.



Fig. 61 Material óseo simulado.

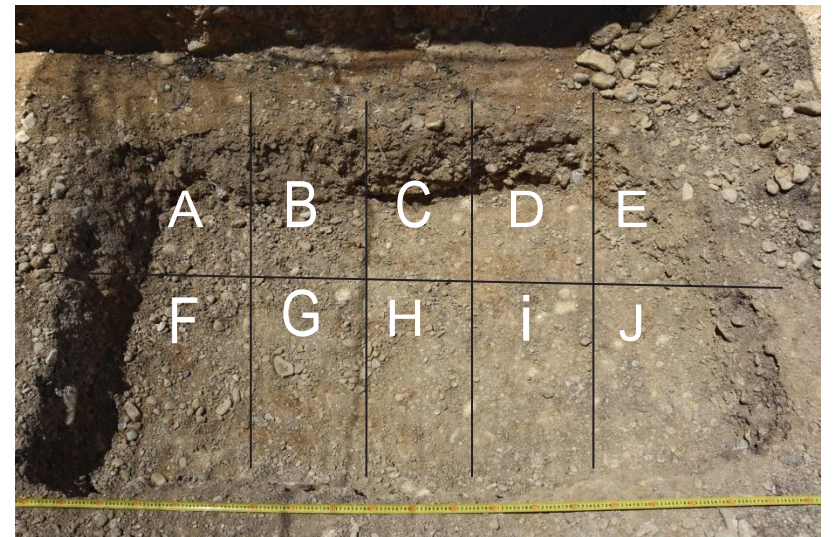


Fig. 62 Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

8.2.2 Extracción en bloque de yeso y estopa

Como los anteriores sistemas de extracción en bloque, consiste en extraer la pieza (material óseo), dejando la tierra que lo rodea para que la proteja y se extrae por medio de la realización de una estructura. Se trata de un sistema de extracción en bloque mediante yeso y estopa, este tipo de extracción es desaconsejado debido al excesivo peso y humedad que proporciona. En la actualidad no es común su realización en yacimientos arqueológicos, aunque es un sistema válido.

8.2.2.1 Materiales

Tabla 13. Materiales de extracción en bloque de yeso y estopa.

Materiales
Yeso
Estopa
Agua
Papel de aluminio
Plancha rígida de madera, metal o plástico

Tabla 14. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Yeso	Yeso de París: Sulfato de calcio semi-hidratado. Dureza: 2 escala de Mohs. Preparación para aplicación: 1:2 Temperatura de trabajo óptima: 20-23°C Mezclado de forma manual: 60 seg Ficha técnica. Yeso París, kolormax)	Tiempo de trabajo: 4 min Tiempo de fraguado inicial: 5 min Tiempo de fraguado final: 7 min Tiempo de fraguado total: 20 min Expansión de fraguado (2h): 0.29% (Ficha técnica. Yeso París, kolormax)
Estopa	Fibra vegetal: cáñamo o lino.	Capacidad de absorción.
Papel de aluminio	Composición: Superior al 97% de aluminio. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)	Anchura bobina: 30-40cm. Espesor: 11 µ Mojabilidad: No. Porosidad: >10 poros/m². Elasticidad: nula o casi nula. >1%. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)
Plancha rígida	Materiales: tabloncillos de madera, láminas de cobre semirígidas, láminas de acero inoxidable, paneles de poliestireno, paneles de plástico (PVC), polipropileno (PP).	Debe de ser rígida, resistente y compacta. Dependiendo del tamaño de extracción del bloque, a mayor peso mayor resistencia necesaria (planchas de metal).

8.2.2.2 Procedimientos

El objetivo de este sistema de extracción es mantener las piezas enteras y mantener unido un conjunto de piezas (Escudero y Roselló, 1988).

El procedimiento para la parte experimental consistió en excavar la parte superior de la pieza y en excavar el bloque de tierra que interese en los laterales. Se mezcló el yeso con agua realizando 3 partes de agua y 6 partes de yeso en un recipiente, para después añadir la estopa previamente mojada y suelta para mezclar en el recipiente. Tras la mezcla se aplicó al contorno excavado del bloque, mediante una espátula o palustre y la mano, creando un bloque de yeso y estopa, para finalizar se realizó un corte en la parte baja y mediante una plancha rígida de madera se extrae el bloque de tierra (Fig. 71). Según Escudero y Rosello (1988) se observa:

- Difícil de realizar sin fácil acceso de agua en la excavación.
- Resulta un bloque muy pesado.

Al igual que el anterior sistema de extracción en bloque, se puede realizar para cubrir la totalidad de la pieza a extraer o solo aplicando la estructura de yeso y estopa al perímetro, con la parte vista superficial de la pieza.

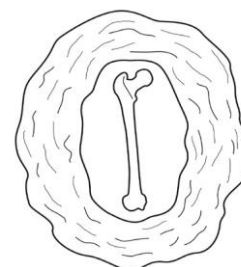
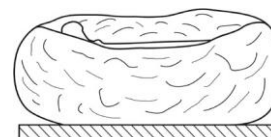


Fig 63. Ilustración: extracción en bloque mediante yeso y estopa. Imagen: el autor

8.2.2.3 Ejemplo y aplicación



Fig 64. Extracción en bloque con yeso y estopa.



Fig 65. Extracción en bloque con yeso y estopa.



Fig 66. Extracción en bloque con yeso y estopa sobre Soporte rígido para extracción y traslado.



Fig 67. Aplicación perimetral de yeso con estopa y protección de la material óseo con papel de aluminio.



Fig 68. Aplicación perimetral de yeso con estopa y protección de la material óseo con papel de aluminio.



Fig 69. Extracción en bloque recubriendo todo el soporte con yeso y estopa.

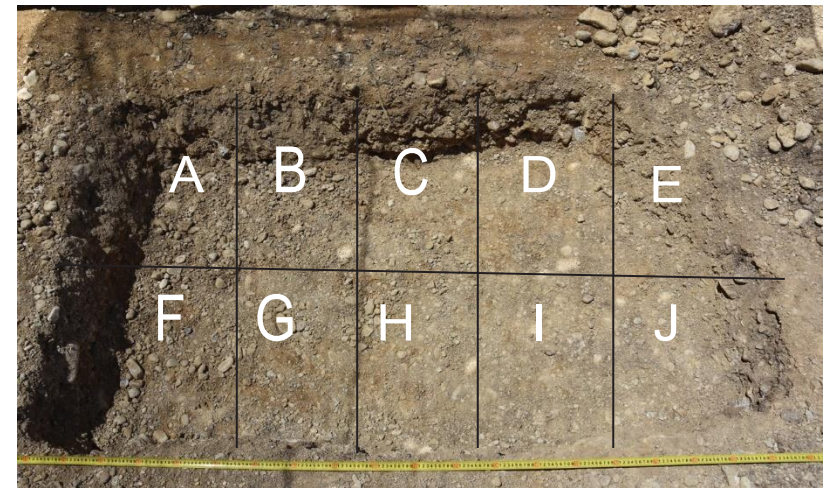


Fig 70. Material simulado y cuadrículas para la extracción de material óseo simulado.

8.2.3 Extracción en bloque con sedimento y gasas de yeso

Este sistema de extracción al igual que los anteriores trata de extraer la pieza (material óseo) que lo rodea, dejando la tierra de su perímetro y construyendo una estructura exterior que facilite su extracción. Se trata de un sistema de extracción en bloque que no se encuentra en los manuales, toma como referencia los engasados descritos con anterioridad con vendas enyesadas preparadas y con ello se realiza la estructura.

8.2.3.1 Materiales

Tabla 15. Materiales de extracción en bloque con sedimento y gasa de yeso.

Materiales
Sedimento del yacimiento
Gasas enyesadas
Agua destilada
Cojín de espuma

Tabla 16. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Sedimento del yacimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimento del yacimiento, cribado y tamizado a ser posible de la bolsa de nivel del cuadrante. - El sedimento debe de presentar compacidad y adherencia al hidratar mediante agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compactación - Adherencia - Manejabilidad - Facilidad de aplicación - Fácil reversibilidad
Gasas de yeso preparadas	<p>Soporte: venda de gasa de algodón blanqueada con agua oxigenada</p> <p>Mezcla de yeso: yeso de París compuesto de más de un 85% de yeso natural (sulfato cálcico hemihidratado) y aditivos compuestos para permitir que el yeso se adhiera a la venda (Ficha técnica. Gypsona)</p>	<p>Fraguado inicial: 100 a 150 segundos con agua a 25°C.</p> <p>Fraguado final: 230 a 250 segundos con agua a 25°C.</p> <p>Resistencia con 30 min de fraguado con 8 capas: 3 kg/dm mínimo.</p> <p>Resistencia en seco con ocho capas: 6 kg/dm mínimo.</p> <p>Pérdida de yeso durante su aplicación hasta un 11% como máximo. (Ficha técnica. Gypsona)</p>
Cojín de espuma	Espuma de poliuretano, goma espuma o de poliestireno. Con densidad y grosor para soportar el peso del bloque a extraer.	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad - Capacidad soportante - Grosor

8.2.3.2 Procedimientos

El objetivo de este método al igual que los anteriores es garantizar el levantamiento de piezas en mal estado de conservación y de dimensiones medias.

El procedimiento que se siguió para realizar este sistema de extracción fue primeramente la preparación del sedimento hidratado en agua destilada en un recipiente, para proceder a la aplicación mediante espátulas en la pieza, creando una capa de escaso grosor más homogénea (Fig. 72) sin entrantes ni salientes, que evitara que al quitar el engasado pudiera crear alguna descohesión en la pieza. Con este procedimiento lo que se pretendió es crear una capa aislante del mismo material del propio yacimiento, para poder realizar una estructura soportante exterior que recoja el bloque, en este caso mediante gasas preparadas de yeso (Fig 73). Para la realización y aplicación de gasas enyesadas se cortaron, humectando en agua destilada, y mediante su inmersión durante dos segundos o mediante pincel se aplicaron sobre la capa de sedimento en el bloque de extracción, creando una estructura soportante para el levantamiento (Fig. 71).

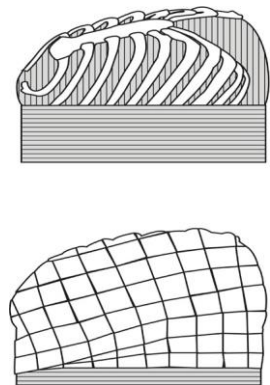


Fig 71. Ilustración. Extracción en bloque mediante sedimento y gasas de yeso preparadas.

8.2.3.3 Ejemplos y aplicaciones



Fig. 72. Aplicación. Extracción en bloque aplicación de la preparación de sedimento. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada) Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 73 Aplicación. Extracción en bloque con sedimento y gasa de yeso preparadas. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 74 Aplicación. Bloque de extracción con sedimento y gasas de yeso preparadas. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 75 Aplicación. Extracción en bloque aplicación de la preparación de sedimento. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 76 Aplicación. Extracción en bloque con sedimento y gasa de yeso preparadas. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 77. Extracción de material óseo, asta de ciervo (incompleta) Campaña: 2018. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig. 78 Asta de ciervo (incompleta), extracción de material óseo. Campaña: 2018. Yacimiento de Venta Micena, Orce (Granada). Intervención taller de conservación y restauración. Edificio de Conservación y Restauración. Universidad de Granada. Imagen: Eva Montilla Jiménez.

Observaciones: compatibilidad de materiales, muy reversible, fácil aplicación y ejecución.

8.2.4 Extracción en bloque mediante film de polietileno.

Al igual que en las anteriores extracciones en bloque, se recurre a este sistema de extracción mediante film de polietileno transparente, cuando las piezas se encuentran fragmentadas por su peso, volumen o fragilidad haciendo imposible su extracción, incluso después del tratamiento de consolidación *in situ* pieza a pieza, será necesaria la realización de un tratamiento de refuerzo. Este sistema se utiliza para piezas de pequeño tamaño y poco peso.

8.2.4.1 Materiales

Tabla 17. Materiales de extracción en bloque mediante film de polietileno.

Materiales
Film de polietileno
Cinta de carroceros
Plancha rígida de madera, metal o plástico (opcional)

Tabla 18. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Film de polietileno	Composición: Polietileno Grosor: 15 μ (Ficha técnica. Carbone) Ancho: de 30cm a 45 cm	Resistencia a tracción: de 19 a 23 MPa Resistencia al impacto: 85gm Transparencia: >90% en ángulo de 45° Nivel de estiramiento: >115% (Ficha técnica. Carbone)
Cinta de carroceros	Cinta de celulosa con adhesivo por una cara	- Adhesión de superficies
Plancha rígida de madera, metal o plástico (opcional)	Materiales: tabloncillos de madera, láminas de cobre semirígidas, láminas de acero inoxidable, paneles de poliestireno, paneles de plástico (PVC) polipropileno (PP)	Debe de ser rígida, resistente y compacta.

8.2.4.2 Procedimiento

Como describe Carrascosa *et al*, (2010) la extracción mediante film de polietileno transparente y cinta de refuerzo se realizó de la siguiente forma:

Cuando las piezas presentan un pequeño tamaño y poco peso, o su estado de conservación es deficiente, se ha podido comprobar que el film de polietileno es un sistema de extracción rápido y sencillo, se realiza envolviendo las piezas cuando se ha eliminado el sedimento varias veces, para extraer, según la necesidad de resistencia y reforzando con cintas de celulosa (cinta de carroceros). Realizada esta sencilla intervención, el bloque adquiere mayor cohesión y el material puede presentar un traslado más seguro al laboratorio, evitando pérdidas y/o desplomes ocasionales.

Con la realización de la experimentación de este sistema mediante film de polietileno, se ha observado que este procedimiento es sencillo, rápido y eficaz para piezas de pequeño tamaño que presentan descohesión y alteración. Aunque se debe de indicar que es difícil de ejecutar en yacimientos a cielo abierto, debido a que el viento puede presentar problemas para la trabajabilidad con el film de polietileno, y es aconsejable realizarlo mediante dos conservadores para aplicar el film lo más tenso posible sobre el bloque y así aportar compacidad. Puede ser difícil también de aplicar en bloques con sedimento poco compactado, con poco espacio para trabajabilidad y que no se encuentren completamente exentos.

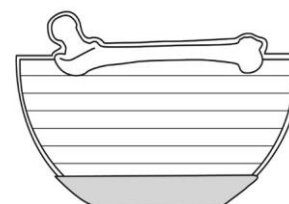
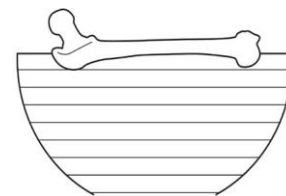


Fig. 79. Ilustración: Extracción en bloque mediante film de polietileno y cinta adhesiva. Imagen: el autor.

8.2.4.3 Ejemplo y aplicación.



Fig. 80 Bloque para extracción con material óseo simulado.



Fig. 83 Bloque para extracción con material óseo simulado.



Fig. 81 Extracción en bloque mediante film de polietileno y cinta adhesiva vegetal.



Fig. 84 Extracción en bloque mediante film de polietileno y cinta adhesiva vegetal.



Fig. 82 Extracción en bloque mediante film de polietileno y cinta adhesiva vegetal.



Fig. 85 Extracción en bloque mediante film de polietileno y cinta adhesiva vegetal.



Fig. 86 Material óseo simulado.

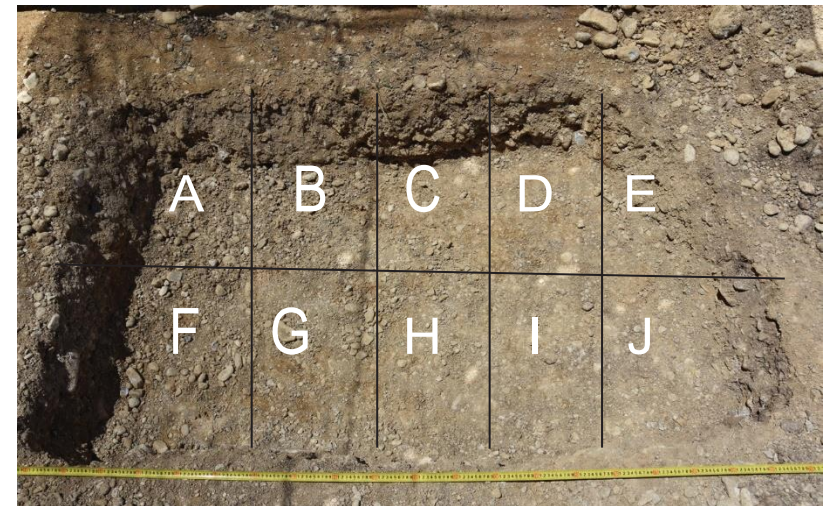


Fig. 87 Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

8.2.5 Extracción en bloque mixto de yeso

Otro sistema de extracción en bloque, es el mixto con yeso, al igual que los anteriores consiste en extraer la pieza con tierra de forma segura, en este caso entre cuatro tablas y yeso, con este sistema se construye una estructura sólida externa al perímetro del bloque, y se realiza un encajonado con cinco tablas. La diferencia con otros sistemas de extracción en bloque es que en este se realiza una plancha rígida de yeso que sirve de soporte para la adecuada extracción de las piezas.

8.2.5.1 Materiales

Tabla 19. Materiales de extracción en bloque mixto de yeso.

Materiales
Planchas rígidas de madera, metal o plástico.
Papel de aluminio o film de plástico polietileno.
Yeso.
Agua destilada.

Tabla 20. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Planchas rígidas de madera, metal o plástico	Materiales: tablones de madera, láminas de cobre semirígidas, láminas de acero inoxidable, paneles de poliestireno, paneles de plástico (PVC) poli- propileno (PP)	Debe de ser rígida, resistente y compacta.
Papel de aluminio	Composición: Superior al 97% de aluminio. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)	Anchura bobina: 30-40cm Espesor: 11 μ Mojabilidad: No Porosidad: >10 poros/m ² Elasticidad: nula o casi nula. >1%. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)
Yeso	Yeso de París: Sulfato de calcio semihidratado. Dureza: 2 escala de Mohs Preparación para aplicación: 1 parte de agua por 2 de yeso. Temperatura de trabajo óptima: 20-23°C Mezclado de forma manual: 60 seg Ficha técnica. Yeso París, kolormax)	Tiempo de trabajo: 4 min Tiempo de fraguado inicial: 5 min Tiempo de fraguado final: 7 min Tiempo de fraguado total: 20 min Expansión de fraguado (2h): 0.29% (Ficha técnica. Yeso París, kolor-max)

8.2.5.2 Procedimiento

El proceso para la extracción en bloque mixto de yeso ha sido el siguiente, como describe Escudero y Rosello (1988) se procede de la siguiente forma:

Se excava el objeto dejando una capa de tierra alrededor y debajo de la pieza. Se cubre toda la superficie del bloque con papel de aluminio o plástico film de polietileno. Se encajona con cuatro planchas rígidas (Fig. 92) sustentando estas con el sedimento del perímetro externo y se rellena con yeso (líquido) anteriormente preparado, cubriendo o no el yeso con otra plancha coincidente con las otras cuatro (Fig. 93). Se excava con cuidado la zona inferior dejando un margen de tierra de 5 cm para la protección de las piezas. Cuando el bloque se encuentre libre y haya fraguado por completo el yeso, se puede dar la vuelta y eliminar la tierra para extraer las piezas (Fig. 88).

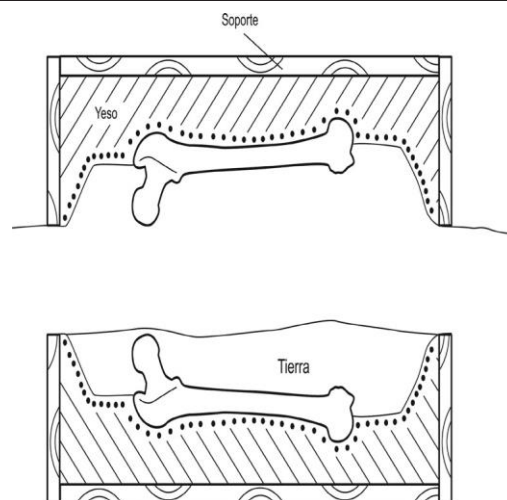


Fig 88. Ilustración: Extracción en bloque mixto, cubriendo con plástico film de polietileno o papel de aluminio, y realizando un bloque de yeso con planchas rígidas como soporte. Imagen: El autor.

8.2.5.3 Ejemplo y aplicación.



Fig. 89. Material óseo simulado para extracción en yacimiento.



Fig. 92 Aplicación mediante film de aluminio y perímetro con tablas rígidas de madera.



Fig. 90 Extracción en bloque mixto de yeso, tras la aplicación de yeso.



Fig. 93 Extracción en bloque mixto de yeso, tras aplicación de yeso.



Fig. 91 Extracción en bloque mixto de yeso.



Fig. 94 Extracción en bloque mixto de yeso.



Fig. 95 Material óseo simulado.

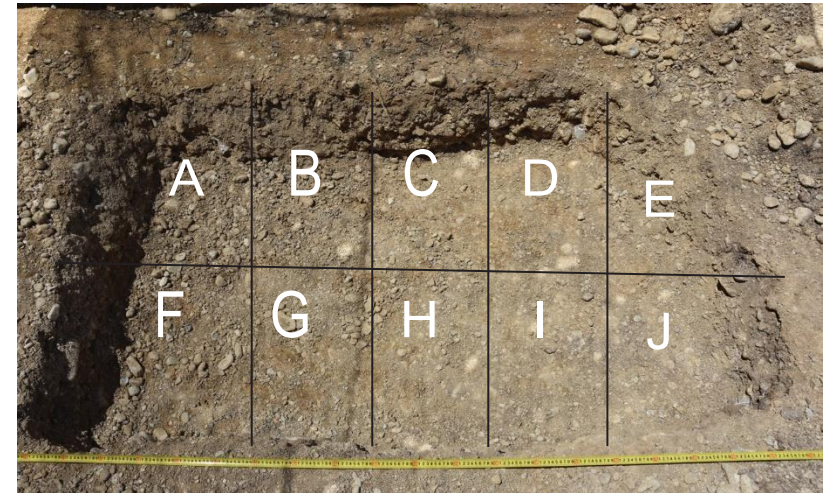


Fig. 96 Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

8.3 Camas rígidas

En piezas de gran peso y tamaño en este caso piezas de grandes restos de óseos, defensas o incluso extracciones en bloque de varios restos, será necesario elaborar estructuras rígidas en las que se apoye el material o materiales, para compensar pesos de forma uniforme. Las camas rígidas son útiles para evitar fracturas, descohesiones o degradaciones del material (Laborde, 1986).

Hay varios productos que pueden emplearse para la formación de camas rígidas. Estos deben de reunir una serie de características para ser empleados que describe Laborde (1986):

1. Mínimo índice de contracción y dilatación, para evitar que se produzcan tensiones en las piezas evitando las fisuras o grietas.
2. Que no se produzcan reacciones exotérmicas al endurecer, debido a que pueden provocar alteraciones en el material.
3. Que pesen poco para facilitar el transporte.
4. Posibiliten la facilidad de manejo en yacimientos.
5. Resistan a fracturas por choque.
6. Reversibles, que sean eliminables fácilmente.
7. Coste económico bajo, debido a la gran envergadura de piezas, que suponen grandes volúmenes de material.

Estos sistemas de extracción son ideales para extraer materiales óseos completos, como un esqueleto completo, manteniendo la conexión anatómica y/o su posición de enterramiento. El sistema consiste en realizar un contenedor o cama del material a utilizar, que contenga las piezas para su extracción completa (Isidro y Malgosa, 2002).

Los materiales más empleados en la actualidad son: fibras de vidrio, poliésteres, espumas de poliuretano y mallas metálicas. Anteriormente se ha utilizado de forma general la escayola, aunque fue sustituida por su facilidad de rotura, excesivo peso, además del aporte de calor y humedad. Actualmente el más utilizado es la espuma de poliuretano por sus características como material ligero, fácil y rápido de manejar (Isidro y Malgosa, 2002).

También se puede realizar la cama rígida de cera⁵ sintética o de abeja, aunque no fue un método muy utilizado en el pasado, fue sustituido por otros materiales en la actualidad, este método no estaba contemplado para materiales pesados o grandes, sino más bien para piezas de pequeño o mediano tamaño.

8.3.1 Cama rígida de resina y fibra

Estos métodos de cama rígida de resina y fibra son utilizados para proporcionar una base rígida y resistente para las piezas que se van a extraer y proteger de posibles golpes durante el transporte. Es apropiado para piezas de gran tamaño que necesitan de una estructura para extraer de forma completa, y no mediante la extracción en varias piezas. Algunos de sus inconvenientes, son su dificultad tanto en la adaptación como en la eliminación o su toxicidad.

8.3.1.1 Materiales

Tabla 21. Materiales empleados para cama rígida de resina y fibra.

Materiales
Resina de poliéster
Tela de fibra de vidrio
Papel de aluminio
Film transparente de polietileno

⁵ El proceso de realización de las camas rígidas es mediante la fusión de la cera en un recipiente de metal, o mezcla de cera y resina, se aplica sobre el objeto y se deja enfriar. Los restos de cera, pueden producir impermeabilidad en el objeto que dificulte posteriores tratamientos.

Tabla 22. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Resina de poliéster	Resina de poliéster insaturada disuelta en estireno, tixotrópica y preacelerada (Ficha técnica. CTS Resina poliéster S1119, 2008).	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia mecánica. - Usar a temperatura: 15° a 30°C. - Resistencia a tracción: 55,0 MPa - Resistencia a flexión: 110,0 MPa - Temperatura de transición vítrea: 90°C - Temperatura de deformación al calor: 70°C (Ficha técnica. CTS Resina poliéster S1119, 2008).
Tela de fibra de vidrio	Filamentos de vidrio de 50mm (Ficha técnica, Nazza Fibra de vidrio MAT 300, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidad: con todo tipo de resinas de poliéster. - Buenas propiedades mecánicas. (Ficha técnica, Nazza Fibra de vidrio MAT 300, 2016)
Papel de aluminio	Composición: Superior al 97% de aluminio. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> Anchura bobina: 30-40cm Espesor: 11 μ Mojabilidad: No Porosidad: >10 poros/m² Elasticidad: nula o casi nula. >1%. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)

8.3.1.2 Procedimiento

El objetivo de este sistema de extracción mediante cama rígida es el refuerzo de objetos para una adecuada extracción.

El procedimiento que se siguió para la realización de la cama rígida de poliuretano ha sido primero excavar la superficie y perímetros de la pieza (Fig. 101) dejando de 5 a 10 cm de distancia del perfil al bloque. Seguidamente se ha cubierto con aluminio el perímetro del bloque (Fig. 102) tras cubrir la pieza se recortaron tiras de fibra de vidrio, para colocar mediante la resina de poliéster (con catalizador) alternativamente al tejido de fibra de vidrio (Fig. 100). Dejando secar y aplicando tantas capas fuesen necesarias para adquirir la resistencia necesaria. Es importante que el bloque quede lo más exento de tierra, solamente dejando en el fondo de este un “pedestal” de tierra que pueda soportarlo (Fig. 97).

Se puede observar que presenta gran dificultad de ejecución. También de indicarse la importancia de utilizar un catalizador, para adelantar los tiempos de secado de la resina de poliéster, debido a que puede tardar la resina en secar de 24h a 48h mientras que si se aplica el catalizador al 2% los tiempos se pueden reducir entre 15 o 20 min con 20°C de temperatura.

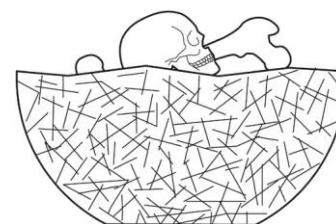
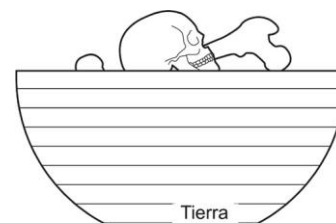


Fig 97. Ilustración: Bloque de tierra exento, realización de cama rígida de resina y tejido de fibra de vidrio. Imagen: el autor.

8.3.1.3 Ejemplo y aplicación



Fig 98. Material óseo simulado excavado en yacimiento.



Fig 101. Bloque de tierra para extracción.



Fig 99. Cubrición perimetral de papel de aluminio en el bloque de extracción.



Fig 102. Cubrición perimetral de papel de aluminio en el bloque de extracción.



Fig 100. Cama rígida de resina con tejido de fibra de vidrio



Fig 103. Extracción mediante cama rígida con resina con tejido con fibra de vidrio.



Fig 104. Material óseo simulado.

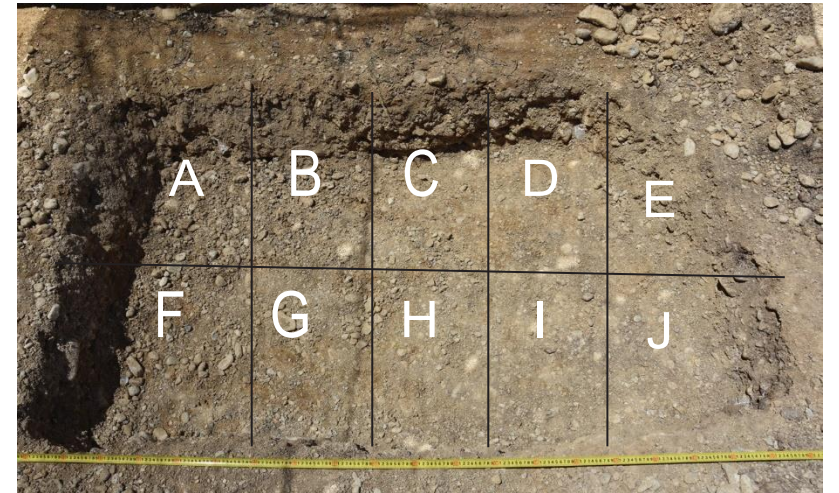


Fig 105. Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

8.3.2 Cama rígida de poliuretano expandido

Este es uno de los sistemas de extracción de material óseo más utilizados para grandes osamentas. Es utilizado para extraer piezas enteras de gran tamaño como el anteriormente descrito por medio de la formación de una base rígida y resistente. El material a utilizar de cama rígida proporciona un cuerpo ligero y consistente que se adapta a la forma del bloque y el perímetro, proporcionando una cama rígida capaz de ser levantada.

8.3.2.1 Materiales

Tabla 23. Materiales empleados en cama rígida de poliuretano expandido.

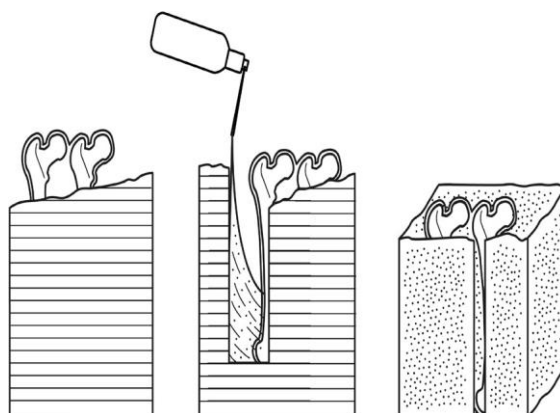
Materiales
Espuma de poliuretano
Papel de aluminio o film transparente polietileno

Tabla 24. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Espuma de poliuretano	Espuma expansiva de poliuretano de curado por exposición a la humedad ambiental (Ficha técnica. Pintuco, 2018)	Ventajas: - Fácil y rápida aplicación y uso. - Resistencia al moho y humedad. - Fácil de cortar. - Estabilidad de forma, cuando alcanza la dureza total. - No emite vapores. Tiempo de secado al tacto (23°C y 50%HR): 6 a 8min Tiempo para ser cortada: 30-40min Curado total: 24h Temperatura de aplicación: 5-30°C (Ficha técnica. Pintuco, 2018) Expande hasta 35 % volumen inicial.
Papel de aluminio	Composición: Superior al 97% de aluminio. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)	Anchura bobina: 30-40cm Espesor: 11 μ Mojabilidad: No Porosidad: >10 poros/m ² Elasticidad: nula o casi nula. >1%. (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014)

8.3.2.2 Procedimiento

El procedimiento a seguir para realizar la experimentación de este sistema de extracción, fue primeramente realizar la excavación de la pieza tanto superior como del perímetro del bloque con una distancia de 5 a 10 cm (dependiendo de las dimensiones del material). Primero se realiza la excavación de media pieza, para sustentar la otra mitad con el otro bloque de tierra. Se coloca en la primera mitad excavada plástico film transparente sobre el perímetro del bloque de la pieza y se inyectó esta primera mitad con espuma de poliuretano (Fig. 105). Una vez se secó la primera mitad de espuma de poliuretano expandido, se excavó la otra mitad y también se inyectó de espuma de poliuretano expandido. Se dejó secar para la final extracción del bloque de espuma rígido (Fig. 109).



Las observaciones que se realiza sobre este sistema fue el aumento considerable de volumen que realiza la espuma de poliuretano, la gran ligereza, la resistencia y que puede ser nocivo por toxicidad al operador.

Fig. 105. Ilustración: Cama rígida de poliuretano expandido, protegiendo los huesos con film de plástico transparente o papel de aluminio, y realizando un bloque con espuma de poliuretano expandido. Imagen: el autor.

8.3.2.3 Ejemplo y aplicación



Fig 107. Material óseo simulado en yacimiento.



Fig 110. Aplicación de film de plástico y espuma de Poliuretano expandido.



Fig 108. Extracción en bloque mediante cama rígida de espuma de poliuretano expandido.



Fig 111. Extracción en bloque mediante cama rígida de espuma de poliuretano expandido.



Fig 109. Extracción en bloque mediante cama rígida de espuma de poliuretano expandido.



Fig 102. Extracción en bloque mediante cama rígida de espuma de poliuretano expandido.



Fig 113. Material óseo simulado.

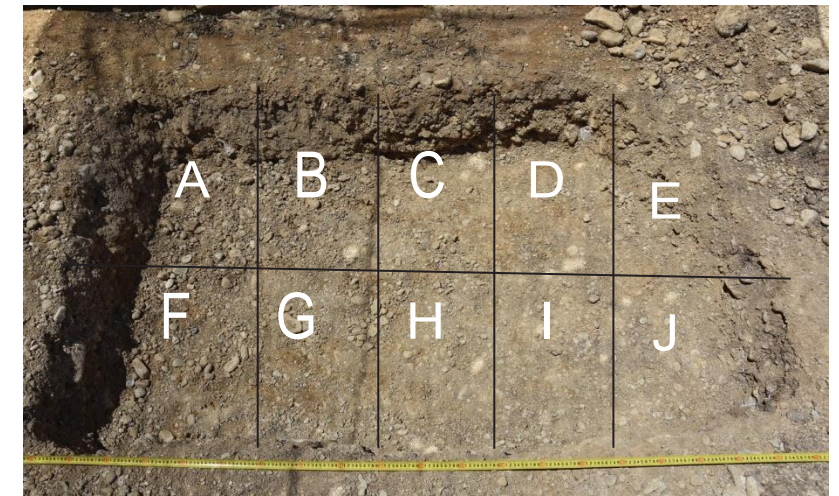


Fig 114. Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

También se pueden combinar varios métodos que se complementen, como el engasado con la cama rígida. Un ejemplo de la combinación es el engasado con Paraloid B72 descrito con anterioridad y la extracción mediante cama rígida de poliuretano expandido que realiza y describe Carrascosa *et al*, (2010) :

- En primer lugar, se realiza un engasado con Paraloid B72 y vendas (Fig. 24), aportando refuerzo al esqueleto y para que los huesos conserven la disposición original.
- En segundo lugar, se realiza la cama rígida de poliuretano expandido (Fig. 106).

Para comenzar se decide proteger y reforzar la osamenta mediante engasado, tanto cuerpo como tierra donde se apoyaba. El engasado se realiza mediante varias capas de gasa de algodón y resina acrílica Paraloid B72 diluida en acetona al 20%, tras el secado del engasado se vuelve a cubrir con film transparente de polietileno evitando la adherencia del poliuretano al engasado.

Seguidamente se realizan las medidas del cuerpo y de la base para fabricar su base y poder proceder a su deposición tras la extracción. Se construye una caja a medida para poder aplicar el poliuretano. Y tras la preparación se comienza a realizar la cama rígida de poliuretano expandido. Se coloca la caja alrededor del cuerpo engasado cubriendo los 15 cm de la base donde descansa sirviendo ésta de peana.

Tras poner la caja, sobre la inhumación protegida se rellena la misma con poliuretano expandido, sellando la caja por el exterior. Tras el secado del poliuretano expandido de 30 a 60 min y su endurecimiento, se realiza el siguiente paso, que es la extracción, la cual se realiza encajonando con espadas metálicas en la parte inferior de la base de tierra, después se levantan las espadas para introducir la plancha bajo el cuerpo y sacarlo del sitio, cuando se encuentra fuera se deja en el suelo y con la cama realizada se puede voltear, sin dañar el contenido. Para trasladar finalmente a laboratorio.

8.3.4 Cama mixta

El sistema de extracción mediante cama rígida mixta se trata de un sistema pensado para conjuntos grandes y pesados. Se puede observar que se utiliza el sistema de cama rígida de poliuretano expandido, pero reforzando este con un material más resistente y rígido, como puede ser recubriendo mediante malla metálica o fibra de vidrio el poliuretano. También se han utilizado materiales como el yeso sólo con malla metálica, para colocar después sobre una plancha metálica para transporte de bloques grandes y pesados.

8.3.4.1 Materiales

Tabla 25. Materiales de cama rígida mixta.

Materiales
Yeso
Tiras de fibra de vidrio o malla metálica
Poliuretano expandido
Papel de aluminio (Tabl. 24) o film de polietileno transparente

Tabla 26. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Yeso	Yeso de París: Sulfato de calcio semihidratado Preparación para aplicación: 1 parte de agua por 2 de yeso. Temperatura de trabajo óptima: 20-23°C Mezclado de forma manual: 60 seg Ficha técnica. Yeso París, kolormax)	Tiempo de trabajo: 4 min Tiempo de fraguado inicial: 5 min Tiempo de fraguado final: 7 min Tiempo de fraguado total: 20 min Expansión de fraguado (2h): 0.29% (Ficha técnica. Yeso París, kolormax)
Fibra de vidrio	Filamentos de vidrio de 50mm (Ficha técnica, Nazza Fibra de vidrio MAT 300, 2016)	Compatibilidad: con todo tipo de resinas de poliéster. - Buenas propiedades mecánicas. (Ficha técnica, Nazza Fibra de vidrio MAT 300, 2016)
Poliuretano expandido	Espuma expansiva de poliuretano de curado por exposición a la humedad ambiental (Ficha técnica. Pintuco, 2018)	Ventajas (Tabla. 24) Tiempo de secado al tacto (23°C y 50%HR): 6 a 8min Tiempo para ser cortada: 30-40min Curado total: 24h Temperatura de aplicación: 5-30°C (Ficha técnica. Pintuco, 2018) Expande hasta 35 % volumen inicial.

8.3.4.2 Procedimiento

El procedimiento para este sistema se realizó excavando la parte superior y todo el perímetro del bloque. Después se aplicó la espuma de poliuretano expandido en todo el perímetro del agujero, se esperó a que la espuma endureciera (Fig. 106).

Tras realizar el bloque de espuma de poliuretano expandido se procedió a reforzar la estructura externa del bloque mediante tiras de fibra de vidrio y yeso, aplicando capas consecutivamente por todo el perímetro del bloque y base (Fig. 109), hasta aportar la solidez estructural requerida, y extraer levantando el bloque libre (Fig. 110).

Se observó que el sistema es ligero para la resistencia que aporta al material de extracción y transporte de grandes bloques de osamentas aportando en su transporte estabilidad y rigidez.

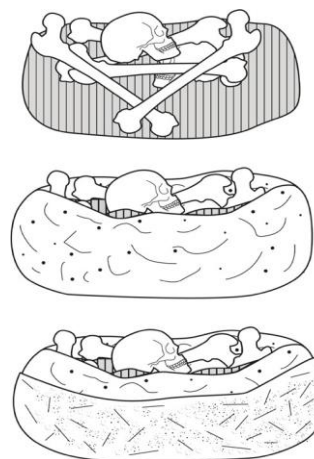


Fig 106. Ilustración: Cama rígida mixta, realizando un bloque con espuma de poliuretano expandido y aplicando sobre este varias capas de yeso con tejido de fibra de vidrio. Imagen: el autor.

8.3.3.3 Ejemplo y aplicación



Fig 107. Extracción en bloque mediante cama Rígida mixta, aplicación de espuma de poliuretano expandido.



Fig 109. Cama rígida de espuma de poliuretano expandido recubierta de yeso con tejido de fibra de vidrio.



Fig 108. Cama rígida de espuma de poliuretano expandido recubierta de yeso con tejido de fibra de vidrio.



Fig 110. Cama rígida de espuma de poliuretano expandido recubierta de yeso con tejido de fibra de vidrio.



Fig 111. Material óseo simulado.

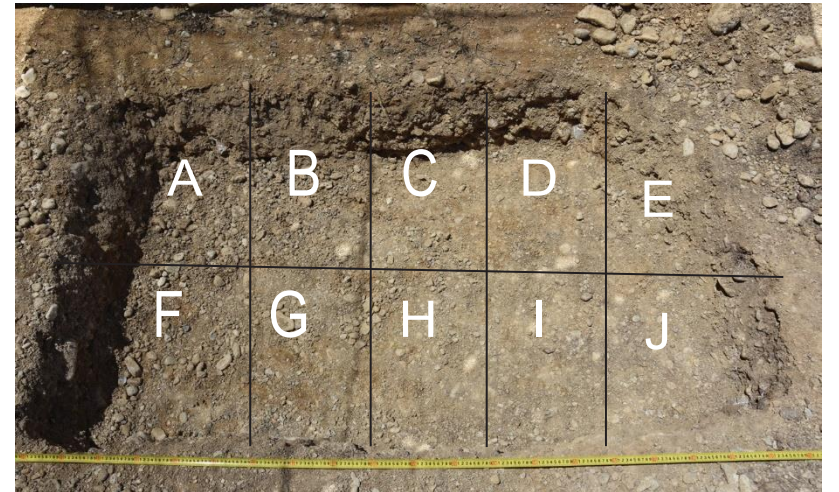


Fig 112. Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

8.3.3 Entablillado

Otro sistema de extracción es el entablillado, se trata del método que se utiliza para piezas planas y de pequeño tamaño. Se podría meter dentro de las extracciones en bloque, aunque presenta grandes diferencias con estas.

8.3.3.1 Materiales

Tabla 27. Materiales para entablillado.

Materiales
Gasa de algodón hidrófilo o tela
Plancha de madera o plástico
Cojín de espuma

Tabla 28. Características y propiedades de los materiales.

Materiales	Características	Propiedades
Gasa de algodón	Malla de gasa de algodón, de tejido continuo o tela de entre 5 y 10 cm de grosor. Se puede utilizar varias gasas o tejidos a la vez para proporcionar mayor resistencia y estabilidad en la extracción	- Resistente. - Densidad.
Tabla de madera o plástico	Materiales: tabloncillos de madera, paneles de poliestireno, paneles de plástico (PVC), polipropileno (PP), etc.	Debe de ser rígida, resistente y compacta. Dependiendo del tamaño de extracción del bloque, a mayor peso mayor resistencia necesaria.
Cojín de espuma	Espuma de poliuretano, goma espuma o de poliestireno. Con densidad y grosor para soportar el peso del bloque a extraer.	- Densidad. - Capacidad soportante. - Grosor.

8.3.3.2 Procedimiento

El objetivo principal de este procedimiento es el refuerzo de piezas frágiles y de escaso volumen para su extracción.

El procedimiento a seguir para la realización de la parte experimental de este sistema de extracción, ha sido excavar alrededor del objeto (Fig. 117) y sobre este colocar un cojín en la superficie de la pieza y bloque (Fig. 118), se realizan orificios de un lado a otro del bloque para insertar las vendas de algodón o tela (cuantas más vendas y superficie recojan menor probabilidad de desprendimiento tendrá el bloque). Se excava en la línea de corte por medio de un instrumento inciso, bajo el bloque de tierra (Fig. 113). Se coloca la tabla encima del cojín y se atan la vendas de la tabla al bloque de tierra. Finalmente se levanta y extrae el bloque en conjunto (Fig. 119).

Se puede observar en este sistema algunas ventajas, como la no utilización de adhesivos ni productos que interfieran o puedan afectar a las piezas, y como desventaja, no es un método estable ni rígido, debido a que los tres materiales que se utilizan son independientes y no presentan una unión fija, sino simplemente están superpuestas y cogidas por los puntos de agarre de la gasa o tela.

Otra peculiaridad a tener en cuenta para la realización de este sistema de extracción es la compactación del sedimento, es necesario que el bloque de tierra sea rígido y compacto, debido a que se pueden provocar desmoronamientos.

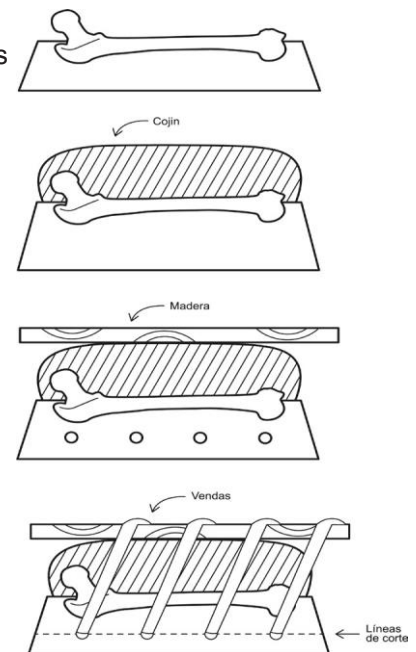


Fig 113. Ilustración: Proceso de entablillado, cojín sobre el material a extraer, tabla rígida, orificios en el bloque de tierra y vendas envolviendo la tabla para la extracción. Imagen: el autor.

8.3.4.3 Ejemplo y aplicación



Fig 114. Material óseo simulado excavado en yacimiento.



Fig 117. Excavación perimetral del bloque para la extracción.



Fig 115. Excavación perimetral del bloque para la extracción.



Fig 118. Entablillado: con cojín sobre material óseo simulado y tabla como soporte para la extracción.



Fig 116. Entablillado mediante cojín y tabla rígida como soporte para la extracción.



Fig 119. Entablillado: Extracción del material mediante cojín, tabla rígida (soporte) y vendas de algodón.



Fig 120. Material óseo simulado.

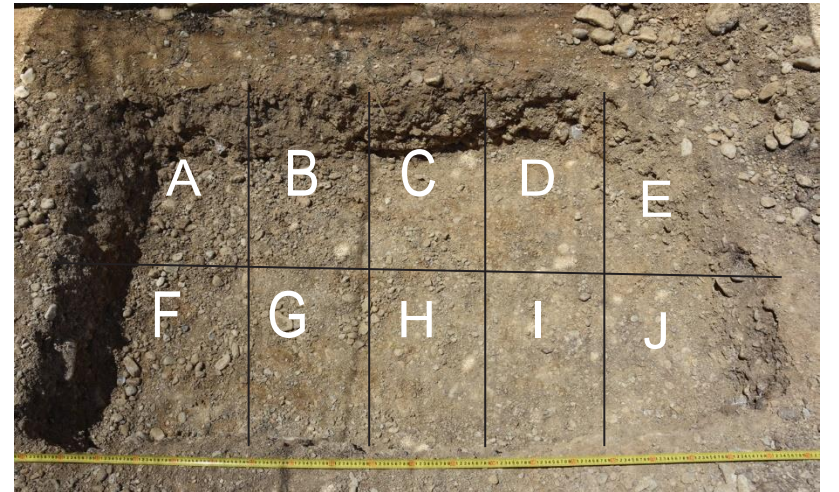


Fig 121. Cuadrículas. Extracción de material óseo simulado en yacimiento.

9. Embalaje preliminar *in situ* y traslado al laboratorio

El primer embalaje preliminar realizado en el yacimiento, es una parte esencial del proceso, durante la excavación y recogida de material arqueológico, que a menudo va a determinar la supervivencia del mismo, y cualquier significado analítico potencial o información asociada. A pesar de la importancia de la conservación preliminar que conlleva el embalaje aún no se ha aplicado sistemáticamente en muchos proyectos arqueológicos. De forma general, estas actividades no tienen en cuenta el potencial de creación de un microclima dentro del embalaje de almacenamiento o el posicionamiento dentro de contenedores. De igual forma muchas actividades de embalaje *in situ* no perciben posibles escenarios, que son posibles como un transporte o almacenamiento de mediano a largo plazo (Pedeli y Pulga, 2013).

En algunas ocasiones el embalaje *in situ* es el único embalaje realizado a la pieza, para su transporte y almacenamiento definitivo. Por lo tanto, embalar una pieza, en este caso material óseo, no debe considerarse como un material inerte, sino como material que debe de preservarse y conservarse tanto física y químicamente, así como, tiene que haber compatibilidad del material óseo y el del embalaje. Se tendrá en cuenta también el coste, la disponibilidad, accesibilidad o manejo del mismo (Pedeli y Pulga, 2013).

Cuando una excavación está en curso, el primer embalaje puede llevarse a cabo según *Getty Conservation Institute* (2013) por varias razones:

- Si los fragmentos o material son de una estructura estratigráfica o capa.
- Almacenamiento temporal *in situ*.
- Transporte desde el yacimiento al almacén de la excavación o laboratorio.

9.1 Embalajes preliminares para material óseo arqueológico

Cuando los materiales son encontrados en yacimiento y deban ser trasladados al laboratorio desde la propia excavación o a distintos centros de investigación y/o conservación, donde continuar con su estudio y tratamiento, se necesitará de los embalajes para que ese cambio de ubicación y que estos no supongan alteración ninguna en su estado de conservación (García y Flos, 2008).

Es de gran importancia para los restos óseos realizar un embalaje (Fig. 122), el objetivo de este es proporcionar al hueso la protección contra choques o golpes durante el traslado y mantener las condiciones medioambientales hasta el laboratorio de conservación, minimizando el efecto de los cambios ambientales en los huesos para la progresiva adaptación al medio (Isidro y Malgosa, 2003).

Los materiales a utilizar deben de ser estables y neutros, es recomendable embalar los huesos individualmente siempre que sea posible o en pequeños apartados cuando se hayan extraído a la vez o correspondan al mismo sitio, deben de ir en bolsas de polietileno con cierre y perforadas para facilitar el secado gradual de huesos con humedad. El tamaño de las bolsas debe de ir en relación con el hueso extraído (Isidro y Malgosa, 2003).

Para los huesos especialmente frágiles se deben realizar cajas de poliestireno o de cartón (Fig. 122) a ser posible neutro, las cuales se pueden compartimentar para subdividir en diferentes partes un mismo hueso fragmentado, donde irán encajados utilizando rollos de cartón neutro o gasas de algodón hidrófilo (Fig. 123). Los huesos grandes y frágiles como cráneos o pelvis pueden ser necesarios embalarlos con plásticos de burbujas de aire.

Según Paul S. Storch (2003) se recomienda que los huesos frágiles, como los huesos largos humanos, se envuelvan individualmente en una lámina de polietileno acolchada, conocida como "plástico de burbujas". Asegurándose de que el paquete de burbujas esté hecho de polietileno y no de un plástico diferente y dañino con el cloruro de polivinilo. Una burbuja con diámetro de 1 cm permite suficiente flexibilidad para envolver el objeto lo suficiente. No debe estar envuelto muy apretado para no ocasionar tensiones mecánicas. Con una caja de embalaje que debe ser de cartón sin lignina, también debe ser forrada con una capa de la lámina del paquete de burbujas.

En caso de huesos con gran cantidad de humedad se deberán mantener las condiciones de humedad en el material hasta el tratamiento en laboratorio, se puede realizar



Fig 122. Embalajes preliminares realizados mediante caja de cartón y cinta adhesiva, referenciadas y etiquetadas en el exterior. Imagen: Eva Montilla Jiménez.

introduciendo las bolsas perforadas en una caja de polietileno con tapa hermética, en el interior podrá ir una esponja sintética en agua con fungicida como Panacide o Timol. Este embalaje debe ser provisional, debido a la posible aparición de hongos y microorganismos (Isidro y Malgosa, 2003).

Es recomendable colocar una única pieza por caja, también es recomendable una caja si el hueso se encuentra descohesionado o fragmentado, colocar una bolsita de polietileno recogiendo los restos del hueso para completar la recomposición en el laboratorio de conservación. También debe de ir acompañado de la etiqueta de referencia y a ser posible de una ficha donde vayan anotados los tratamientos de conservación realizados *in situ*, o en el caso que exista registro informático en yacimiento por el software.

Otra forma de embalaje de restos óseos delicados o fragmentados para su traslado provisional al laboratorio o centro de estudio es envolverlos en gasa de algodón hidrófilo para amortiguar y aislar de roces antes de introducirlos en las bolsas de polietileno, también se pueden envolver con papel de aluminio con cierre, que conserva y refuerza la forma de la pieza y fragmentos en su sitio (López-Polín *et al.* (2008). O como describe Escudero y Rosello (1988) incluyendo en las bolsas perforadas, junto a la pieza tiras de Porex pan en forma de fideos o bolas, incluso pueden ser sustituidos por tiras de plástico con burbujas de aire.

9.1 Propiedades, productos y materiales para embalajes

Cualquier producto para almacenaje tanto para embalajes preliminares como de prolongada temporalidad para material arqueológico debe de cumplir los siguientes requisitos generales según *Getty Conservation Institute* (2013):

1. Estabilidad físico-química.

- Resistencia a parámetros ambientales UV, oxidantes y de humedad.
- Resistencia al uso y desgaste.
- Resistentes al apilamiento y manejo.

2. Químicamente inerte.

- No interacción química o reacción con los restos arqueológicos.
- No pueden contener clorofluorurocarbonatos ni hidrofluorurocarbonos.
- No pueden contener halógenos.
- No pueden contener agentes vulcanizantes.
- No pueden contener sustancias ácidas o causticas.

3. Propiedades.

- Ligeros.
- Adaptables.
- Económicos.
- Fácil disponibilidad.

Algunos de los materiales más comunes utilizados para embalajes preliminares con material arqueológico en yacimiento son según Sease (1994) :

- **Bolsas de polietileno:** Bolsas de diferentes tamaños y espesor, bolsas autoadhesivas muy útiles para pequeños y medianos objetos (Fig. 124).
- **Cajas de poliestireno:** son cajas con tapas normalmente abatibles muy utilizadas para objetos delicados, pueden tener gran variedad de tamaños, aunque son más caras que las bolsas de polietileno son recomendables para objetos frágiles dado que son rígidas, resistentes y se pueden apilar unas encima de otras. Aunque estas necesitan de un material amortiguante interior para evitar movimientos del material.
- **Envases de plástico para alimentación:** son envases que también se pueden utilizar debido a sus tapas a presión, útiles para empacar material empapado que necesita mantenerse húmedo o material que debe mantenerse seco con bolsas de gel de sílice.

- **La espuma de polietileno:** es buen material inerte que se utiliza tanto en húmedo como en seco. También es un material de embalaje para transporte de piezas dado que es un amortiguador. Se utiliza también como se ha visto en apartados anteriores para extracción de material arqueológico.
- **Vendajes de gasa:** Son utilizados para envolver el material extraído, darle soporte y como amortiguador (Fig. 124).
- **Espuma de poliuretano:** Viene en dos componentes líquidos que al mezclarse la forman. Al secar la espuma proporciona un material de revestimiento ligero. Se puede cortar y quitar fácilmente siempre separándola mediante film de polietileno transparente o papel de aluminio de la pieza.

Aunque estos son algunos de los materiales comunes utilizados en yacimientos dependiendo de las necesidades y atendiendo a las características descritas con anterioridad se pueden utilizar gran variedad de materiales para la conservación y transporte seguro del material desde el yacimiento.



Fig 123. Embalaje preliminar realizado en yacimiento para traslado a laboratorio, mediante cartón. Imagen: Eva Montilla Jiménez



Fig 124. Embalaje preliminar realizado en yacimiento para traslado a laboratorio y bolsa de polietileno perforada con fragmentos del material óseo extraído. Imagen: Eva Montilla Jiménez



Fig 125. Embalaje preliminar realizado mediante caja de cartón, sobre tejido textil como cama de amortiguamiento de la pieza. Imagen: Eva Montilla Jiménez

Por lo general para almacenar material de excavación tanto de carácter óseo como de otro tipo, generalmente en yacimientos se utilizan contenedores comerciales que recogen todo el material de la jornada, estos facilitan el transporte, y almacenaje del material excavado, estos pueden albergar el material directamente o servir de subcontenedores que es lo más recomendable. Esto evita cargas o apilamientos dentro de grandes contenedores que pueden producir daños en el material interior.

Dentro de estos contenedores se depositarían subcontenedores o embalajes más pequeños de caja cuadrangular, semirrígidas, o bolsas de polietileno perforadas (Fig. 38). Para material óseo se utilizan embalajes preliminares con cajas de polietileno o de cartón con cita aislante, como elementos amortiguantes pueden utilizarse también el plástico de burbujas, virutas de poliestireno, Porex pan, además de otros. Los textiles se pueden utilizar como separadores de piezas o como forma interna entre la caja y la pieza, para proporcionar mayor adaptabilidad o acolchado de la pieza (Fig. 39). O papeles libres de ácidos sin reserva alcalina, tanto lisos como arrugados como material de relleno o amortiguante.

9.2 Embalaje: acondicionamiento y regulación del microclima tras la extracción

- **Embalajes de material húmedo o mojado que se dejan secar.**

En las ocasiones en las que se encuentran este tipo de características en las piezas, se requiere normalmente el uso de polietileno, polipropileno o recipientes de plástico de poliestireno con orificios para permitir el flujo del aire. Estos orificios dan mejores resultados cuando se encuentran en partes superiores de la caja o contenedor donde se deposita el material, dado que la evaporación es un fenómeno ascendente, este sistema es aplicable también en piezas o materiales envueltos. Con la suficiente proporción de orificios se garantiza el secado progresivo y gradual del material o suelo de la excavación, con esta medida lo que se pretende es evitar la condensación de humedad y el crecimiento biológico (Pedeli y Pulga, 2013).

- Embalajes de materiales húmedos o mojados, que deben permanecer húmedos o mojados.

La mejor manera de lograr que una pieza permanezca húmeda es utilizar un recipiente de plástico que debe ser de cierre hermético, este tipo de embalajes o contenedores evita la evaporación de la humedad en la pieza, dado que no permiten que entre y salga el aire para secar el objeto, aunque muchos contenedores con el tiempo pueden permitir que el vapor penetre y difundirlo a través del plástico. La solución a esto, es utilizar varios subcontenedores múltiples, unos dentro de otros, esto va a crear en general un sellado y retardado de la evaporación (Pedeli y Pulga, 2013).

Los sistemas básicos para mantener la humedad si se trata de material inorgánico como el material óseo fosilizado son:

El material húmedo o mojado se puede sellar en una bolsa de polietileno del tamaño adecuado. La pieza y la bolsa se pueden sellar en un segundo subcontenedor que se puede cerrar (bolsa o recipiente rígido) con la cantidad de agua contenida en un material absorbente como tela, de algodón o sintético químicamente estable.

Para material óseo que todavía presenta parte orgánica en su composición (material óseo no fosilizado) este sistema puede ser preferible al anterior según el *Getty Conservation Institute* (2013):

Se elimina el sedimento que pueda tener la pieza con sales o microorganismos.

Se utiliza almacenamiento en frío para prevenir el crecimiento biológico entre 3–4 °C.

Uso doble de bolsa o dentro de un recipiente para aumentar el sellado y colocar el montaje en una nevera portátil. Este sistema se puede mejorar con una bolsa de hielo congelable para mantener la temperatura interna baja y como otro aislamiento enfriador también se puede realizar el forrado de la nevera portátil.

Este tipo de embalajes son sistemas provisionales de almacenamiento temporal de una pieza o piezas extraídas, nunca se deben de utilizar de forma permanente o en un largo plazo de tiempo.

- Embalajes de material seco.

En los casos en los que se intente reducir la humedad relativa dentro de la pieza en un contenedor sellado. Es viable el control de la humedad con gel de sílice. El gel de sílice absorbe o libera humedad para lograr el equilibrio con el entorno, si el entorno del ambiente es húmedo el gel de sílice absorberá esa humedad, en cambio si está seco, liberará humedad. Este comportamiento con la capacidad del gel de sílice de absorber humedad es de un 40% de su peso (Pedeli y Pulga, 2013).

El uso de gel de sílice en una pieza seca o material a taponar debe colocarse en un plástico sellado, limpio y seco en un contenedor de poliestireno, polipropileno o polietileno. Y no debe de ponerse en contacto directo con la pieza. Además, cualquier tela u otro material de relleno del embalaje no debe ser hidrófilo, como la mayoría de fibras naturales textiles (Pedeli y Pulga, 2013).

Aunque este tipo de embalajes es de un uso menos preliminar en embalajes para yacimiento, la utilización del gel de sílice para embalajes en transporte de piezas es recomendable en piezas que se presentan como material seco de origen arqueológico (Pedeli y Pulga, 2013).

Al llegar al laboratorio de conservación la metodología a seguir adecuada es mediante la descripción de la cantidad de cajas, contenedores, paquetes y embalajes trasladados desde yacimiento. Para recibir el primer registro fotográfico con escala y etiquetado, tras la documentación se realiza la apertura del paquete para ver el estado de conservación del contenido y evaluar la metodología de intervención (limpieza, consolidación, adhesión de fragmentos, desalación y/o reintegración) sobre la pieza.

También se pueden incluir como métodos de “embalajes provisionales” a los sistemas de extracción y levantamiento detallados con anterioridad, los engasados, extracciones en bloque y camas rígidas, debido a que cumplen las funciones de amortiguar golpes, mantener parte del perímetro que los rodea contribuyendo a la adaptabilidad del desenterramiento, permitiendo su manipulación y traslado a laboratorio (García y Flos, 2008).

En los exteriores de los embalajes y contenedores deben de detallarse la referencia de los materiales y el etiquetado debe de ir en la parte exterior para hacerlo de fácil visualización. Y de esta forma evitar la necesidad de abrirlos paquetes y manipularlos innecesariamente, para localizar de forma rápida las piezas que se encuentran en tránsito o depositadas en laboratorio o almacenes. Este trabajo se facilita con embalajes, bolsas de polietileno o contenedores transparentes (García y Flos, 2008).

10. Sistemas de protección para material óseo en yacimientos

Un hecho en la conservación de los yacimientos arqueológicos, es que su situación ideal de preservación, sería volver a enterrar los restos arqueológicos expuestos a la intemperie. Siempre en los que no se ha excavado suelen ser los mejores preservados. Los restos de fácil deterioro como el material óseo tanto fosilizado como no fosilizado, sobreviven mayor tiempo en un ambiente perdurable de tierra, arena y agua que al someterse a la intemperie mediante exposición atmosférica. Por lo tanto, en lo referido a la conservación de material óseo mientras permanezca más tiempo enterrado va a mejorar su conservación (ICCROM, 1984). Esto no quiere decir que cada vez que en un yacimiento se excava y es desenterrado el material exponiéndolo al ambiente externo tenga que volver a enterrarse de nuevo, debido a que esto no es viable en yacimientos en proceso de excavación cortos como semestrales, anuales, bienales o trienales, únicamente en yacimientos que van a estar sin excavar durante un largo periodo de tiempo.

10.1 Conservación y sistemas de protección estructurales y no estructurales del material óseo en yacimientos arqueológicos

En cuanto a los sistemas no estructurales de protección de material en yacimientos, el que puede describirse como el más evidente, es el relleno con la tierra extraída de la excavación que puede ser un buen método con el fin de ocultar el material encontrado en superficie. Otros tipos de protecciones más o menos neutras con el fin de ralentizar el deterioro de los materiales expuestos son la utilización de geotextiles ⁶, mallas anti-raíces o antihierbas (Tabl. 29), geotextil anti-raices, redes, gravas de diferentes grosores y/o arenas lavadas (Díaz, 2005).

No se debe de olvidar que los materiales excavados se encuentran en la mayoría de casos debilitados, y con la cubrición hay que contar con el peso que se les está aplicando, que puede dañar irreversiblemente el material óseo. Por lo que es apropiado protegerlos con geotextil, malla o geotextil anti-raíces dependiendo del terreno si es urbano o no urbano y las condiciones del yacimiento, se deberá utilizar con unas características u otras y aplicándolos sobre la superficie. Para proteger yacimientos en exterior no urbanos es conveniente utilizar estructuras proteger con un material inerte como la malla o geotextil anti-raíces en contacto sobre la superficie. Sobre éste se puede aplicar según las necesidades, las condiciones y el presupuesto o grava, una capa de arena lavada o arcilla expandida (arlita®) esta última aligera el peso, reduce posibles sales y sobre esta se puede realizar un relleno de tierra (Díaz, 2005).

Tabla 29. Propiedades y características generales de los principales tipos geotextiles y mallas anti-raíces o antihierbas.

Propiedades generales:	Geotextil	Mallas anti-raíces o antihierbas
<ul style="list-style-type: none"> - Protección: evita que se produzcan daños mecánicos de abrasión o punzamiento. - Separación: no permite el contacto físico entre dos superficies con distintas propiedades físicas. - Filtración: retención de ciertas partículas, pero el paso de ciertos fluidos. - Drenaje: paso de un fluido que realiza el pasaje de un lugar a otro, evacuándolo. - Refuerzo: resistencia mecánica, homogeneiza las cargas por la superficie del terreno. 	<p>Composición: fibras sintéticas de poliéster o polipropileno.</p> <p>Pueden ser: Tejidos o no tejidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tejidos: Tiras entre cruzadas de fibras o hilos. - No tejidos: fibras poliméricas termoplásticas. 	<p>Composición: polietileno o polipropileno.</p> <p>Pueden ser: malla tejida o geotextil.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Malla tejida: son mallas de polipropileno, que impiden el paso de luz y la aparición de las malas hierbas. - Geotextil: evitan la aparición de malas hierbas y raíces, son más resistentes y duraderas que las anteriores.

⁶ El geotextil es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante.

Por lo que respecta a los sistemas estructurales de protección de un yacimiento, sin duda los que permiten la mayor permanencia son los de cubrición estructural. Aunque en proyectos con recursos limitados no se utilizan, en proyectos más ambiciosos si se utilizan como el caso del yacimiento Fuente Nueva 3 (Fig. 126 y 127), en Orce (Granada) y su puesta en valor, bajo el apoyo de fondos públicos, estas medidas son encauzadas a una conservación preventiva de yacimiento dado que se evitan agentes de meteorización, de hielo y deshielo, la colonización vegetal, los efectos térmicos, la fauna que pueda dañar y los agentes antrópicos. Este tipo de cubiertas son como la realización de vitrinas en una estructura, los proyectos con este tipo de cubrición deberán tener en cuenta los factores como el entorno, los drenajes, escorrentías, la conservación y la excavación, además tienen de ser sutiles los apoyos, evitando los pilares centrales (Díaz, 2005).



Fig 126. Cubierta estructural. Vista interior. Sistema de protección y musealización yacimiento de Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: el autor.



Fig 127. Cubierta estructural. Vista exterior, sistema de protección y musealización yacimiento de Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.

En cuanto a cubiertas parciales desmontables son soluciones neutras. Las cubiertas de cristal transparentes o traslúcidas, no protegen de la iluminación ni radiaciones y aumentan la temperatura favoreciendo la proliferación de actividad de microorganismos (Díaz, 2005).

En las medidas de protección descritas en general se recomienda la protección de la intemperie, sistemas de drenajes, desagües perimetrales si no es posible la cubrición parcial o temporal en periodos invernales cuando las condiciones son más pronunciadas y severas. Las protecciones nunca deben realizarse con plásticos ni tejidos orgánicos en contacto con los materiales (Díaz, 2005)

10.2 Conservación temporal *in situ* del material óseo en superficie (enterrado - desenterrado)

Descritos con anterioridad los sistemas de protección temporal no estructurales mediante geotextiles y telas o mallas anti-raíces, se plantea la necesidad de proteger el material que se encuentra semiexcavado en la superficie del yacimiento (enterrado-desenterrado) de forma temporal, proporcionando protecciones puntuales del material excavado más sobresaliente que pudiera sufrir daños al aplicar el geotextil o malla anti-raíces con grava, arena o arcilla expandida (arlita®) sobre éste, además de proporcionar protección puntual aportando una mayor resistencia exterior.

Por ello se han realizado en los años 2018, 2019, 2020 de campaña del Proyecto Orce pruebas con diferentes materiales realizando carcasas de protección puntuales en los yacimientos de Venta Micena (Fig. 129, 130 y 131) y Fuente Nueva 3 (Fig. 128 y 135), en Orce (Granada). Dado que, en los yacimientos en campañas anteriores, se realizaban carcasas no adecuadas para el estado de conservación del material en superficie, para la función que cumplían que eran la de proteger temporalmente, evitar la degradación y soportar el peso de la malla anti-raíces y sobre ésta la cantidad de grava que se le aplica. En estos casos, no hay establecidos para material arqueológico sistemas de protección superficial de este tipo.

Por ello se plantean cuatro tipos de carcasas realizadas *in situ* en los yacimientos de Venta Micena y Fuente Nueva 3 en Orce (Granada):

- Carcasas de protección temporal mediante papel de aluminio y espuma de poliuretano expandido.
- Carcasas con vendas enyesadas preparadas.
- Carcasas con vendas de yeso, protegidas con geotextil cubierto de sedimento del yacimiento humectado con agua y reforzadas con mortero de cal hidráulica NHL 3,5 en proporción 1:4.

- Carcasas de protección temporal de mortero realizadas con sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 y geotextil.

La metodología que siguió el equipo de restauración de los yacimientos, para la realización de estas carcasas fue:

1. Carcasas de protección temporal mediante papel de aluminio y espuma de poliuretano expandido: Se aplica papel de aluminio sobre la superficie del material sobresaliente en el yacimiento arqueológico, adaptándolo en la medida de lo posible sobre la superficie del yacimiento y recubriendo toda la zona a proteger. Tras recubrir la zona a proteger se inyecta con espuma de poliuretano expandido sobre el papel de aluminio, aplicando sobre toda la superficie protegida de papel de aluminio.

Un ejemplo de carcasas realizadas en yacimiento mediante espuma de poliuretano expandido se encontraba en el caso del yacimiento de Orce Fuente Nueva 3 (Granada), en campañas anteriores al 2018 se realizan este tipo de carcasas protegiendo el material óseo aplicadas de forma puntual en superficie (Fig. 128). Las carcasas eran de diferentes épocas y tamaños por lo que pudo percibir el equipo de restauración, las cuales presentaban un mal estado, desprendidas, muchas se encontraban fuera del papel de aluminio debido a la expansión de volumen tras la aplicación y sin ningún aporte de función. También se realizó este tipo de carcasa para cubrir parte del yacimiento de Venta Micena en la campaña de 2018 (Montilla, 2018).



Fig 128. Eliminación de carcasas de protección temporal y puntual de papel de aluminio y poliuretano expandido. Campaña: 2018 Yacimiento: Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez..

2. Carcasas con vendas enyesadas preparadas: Se aplica un papel de film de plástico de polietileno transparente, seguidamente se cubre este plástico con vendas de yeso que presentan un 85% de sulfato cálcico hemihidratado y un 15% de aditivos compuestos para permitir que el yeso se adhiera (estos aditivos o coadyuvantes son desconocidos debido a que ningún fabricante los indica). Tras el fraguado del yeso se extrae la carcasa realizada, quitando el plástico y se vuelve a colocar sobre el hueso de esta manera se realiza una cámara de aire. Y finalmente los bordes se sellan con tiras recortadas de yeso preparado humectadas en agua.

En este caso, se realizaron unas carcasas con vendas enyesadas preparadas en el yacimientos de Venta Micena en la campaña 2018 y Fuente Nueva 3 (Fig. 129 y 130) en Orce (Granada) en las campaña 2020, en el caso de Venta Micena se dejaron durante un año (Fig. 131) entre las campañas de 2018 y 2019, bajo la malla o tela anti-raíces y sobre esta la graba, para comprobar su efectividad frente a las carcasas antiguas de espuma de poliuretano expandido (Montilla, 2019 y 2020). En el caso de Fuente Nueva 3 al ser un yacimiento con una estructura de cubierta como yacimiento musealizado, no se recubrió con malla o tela anti-raíces simplemente se protegieron las zonas superficiales más deteriorables con este tipo de carcasas al ser un yacimiento musealizado, en este caso se puede ver con facilidad si se observaba algún cambio.



Fig 129. Carcasa con vendas enyesadas con sedimento. Yacimiento: Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: el autor.



Fig 130. Carcasa con vendas enyesadas. con sedimento. Yacimiento: Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: el autor.



Fig 131. Carcasas con vendas enyesadas. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.

Aunque en las carcasas de Fuente Nueva 3 en el año 2020 se realiza una variante, mediante la aplicación de mortero de cal hidráulica NHL 3,5 con sedimento desechado de la criba del yacimiento 1:4 y sobre este las carcasas provisionales realizadas mediante vendas de yeso humectadas con agua destilada (Montilla, 2019). El procedimiento es igual al aplicado en los enyesados con sedimento humectado vistos con anterioridad, a excepción del uso del mortero de cal.

3. Carcasas con vendas de yeso, protegidas con geotextil cubierto de sedimento del yacimiento humectado con agua y reforzadas con mortero de cal hidráulica⁷ NHL 3,5 en proporción 1:4: Se realizan unas carcasas con vendas de yeso, protegiendo antes las piezas con geotextil cubierto con sedimento humectado del propio yacimiento. Finalmente se reforzaron con mortero de cal hidráulico. Este mortero de cal se realiza con cal hidráulica NHL 3,5 y sedimento desechado de la criba del propio yacimiento en proporciones (1:4). Para delimitar de manera clara las carcasas se pintan los borde con una serie de puntos en color negro (Montilla, 2019).

En la campaña de 2019 en el yacimiento de Venta Micena se sustituyen las anteriores carcasas de vendas enyesadas (Fig. 131), por carcasas realizadas con vendas enyesadas, y geotextil con sedimento más una capa de cal hidráulica (Montilla, 2019), intentado dar una mejor respuesta a la protección superficial del yacimiento con el uso de materiales más permeables, compatibles, reversibles y resistentes a las presiones que tienen que soportar bajo la malla anti-raíces y protección superficial.



Fig 132. Carcasas con geotextil, cubierto con sedimento y cal hidráulica. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig 133. Carcasas de vendas enyesadas con morteros de cal. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.



Fig 134. Carcasas de protección temporal con mortero con sedimento de criba y cal hidráulica y geotextil. Yacimiento: Venta Micena, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez.

4. Carcasa de protección temporal de mortero con sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 y geotextil: Se recorta geotextil ajustándolo a la pieza y dejando un perímetro de unos centímetros desde la aplicación del mortero, se aplica el mortero sobre este de cal hidráulica NHL 3,5 realizado con sedimento de la criba del yacimiento (Montilla, 2019).

La interposición del geotextil se realiza para que no esté en contacto directo con el material óseo, para su fácil reversibilidad con el mortero de cal hidráulica que se aplica encima. Además, se deja una pestaña para la discernibilidad en yacimiento con otros elementos y para su fácil manejabilidad.

Este tipo de carcasa se realiza en el yacimiento de Fuente Nueva 3 y Venta Micena, en la campaña de 2018 y 2019 para sustituir a las carcasas realizadas de poliuretano expandido mediante un sistema más adecuado reversible, resistente y compatible con el material óseo en superficie. Esta carcasa se dejó en yacimiento un año de la campaña 2018 hasta la campaña 2019 y se observó si presenta alteraciones (Montilla, 2019).



Fig. 135. Carcasas con mortero y sedimento de criba y cal hidráulica. Yacimiento: Fuente Nueva 3, Orce (Granada). Imagen: Eva Montilla Jiménez

Muchas veces estas intervenciones parten desde las necesidades de los yacimientos de aplicar protección a las piezas más sobresalientes, debido a su poca resistencia, provocan la disyuntiva de aplicar sistemas de protección sobre estas o no, valorando las ventajas frente a las desventajas que tiene cada intervención, y teniendo en cuenta que el criterio de mínima intervención es en muchas ocasiones el más adecuado.

⁷ La cal hidráulica es cal en polvo parcialmente apagada que puede fraguar con el agua. Se trata de una cal de baja resistencia mecánica, aunque su valor depende de la cantidad de arcilla que posea. Cuando posee por encima del 21,8% se trata de uncemento de fraguado lento.

10.3 Almacenamiento temporal de material óseo *in situ*

Los materiales extraídos normalmente se alojan o almacenan en un depósito temporal o cerca de la excavación, este almacenamiento si se considera debe de ser por un periodo corto de tiempo y definido. Estos tipos de almacenes sobre todo brindan protección contra viento, luz solar y lluvia, aunque la mayoría de veces son cámaras demicroclima que crean cambios extremos de la humedad y la temperatura. En cualquier excavación siempre debe de haber un lugar designado para la colocación o alojamiento temporal del material extraído para transportar más tarde a una instalación apropiada de almacenamiento más prolongado o a un laboratorio de conservación, como describe *Getty Conservation Institute* (2013) los almacenes temporales *in situ* deben de garantizar las siguientes características:

- Protección contra la lluvia y luz directa solar, es preferible la oscuridad con iluminación artificial fría.
- Buena ventilación, pero sin corrientes de aire.
- Temperatura ambiental moderada (en torno a 20°C).
- Humedad relativa moderada y estable (entre a 40-65%).

En general, un material que no cumple con estos requisitos en poco tiempo en el depósito con iluminación y humedad puede producir ataques de microorganismos en materiales como hueso. En casos de ciclos térmicos de frío o calor incluso el material óseo fosilizado puede someterse a contracciones y dilataciones, por lo que se pueden provocar fisuras, grietas, roturas y desmoronamientos. Particularmente materiales orgánicos como hueso no fosilizado que todavía presentan parte orgánica deben de ir directamente a un laboratorio de almacenamiento apropiado (Pedeli y Pulga, 2013).

Estos almacenes pueden ser de dos categorías convencionales en función de la movilidad según *Getty Conservation Institute* (2013):

- Pequeñas estructuras móviles realizadas o improvisadas.
- Estructuras semifijadas de dimensiones medias.

Este tipo de estructuras de almacenamiento son necesarias en yacimientos al descubierto donde no existen cubiertas, ni zonas para deposición temporal del material óseo *in situ*. En yacimientos donde existen cubiertas se suelen depositar en ubicaciones específicas dentro de lo posible en diferentes estantes de separación o contenedores dentro del yacimiento, para su posterior transporte al laboratorio. En estos casos, donde existen cubiertas opacas en climas poco áridos, el material puede estar durante días en el yacimiento, aunque es conveniente almacenarlo en un lugar con condiciones menos adversas y más estables.

11. Resultados y discusión

Se estudió y valoró según el tipo de suelo y la climatología, las principales alteraciones y degradaciones del material óseo extraído en yacimientos (descritos en el capítulo seis: Factores del deterioro y alteraciones), en este caso, en los yacimientos de Orce (Granada): Venta Micena, Barranco León, Fuente Nueva 1 y Fuente Nueva 3. Y se valoraron los resultados de la experimentación e investigación sobre las características y propiedades con los diferentes tratamientos de extracción (descritos en el capítulo ocho: Tratamientos de extracción *in situ* y acondicionamiento de material óseo arqueológico) y sistemas de protección superficiales aplicados a material óseo (descritos en el capítulo diez: Sistemas de protección para material óseo en yacimiento) a partir de la revisión bibliográfica consultada, y teniendo en cuenta los factores del deterioro, el tipos de suelo, su composición y características. Y se valoró las ventajas e inconvenientes de estos, partiendo de la experimentación realizada y los materiales estudiados, composición, características y propiedades; con las características necesarias que deben de tener estos sistemas de extracción como puede ser: la estabilidad, la reversibilidad, la resistencia, la compatibilidad, aplicación, tiempo de fraguado o secado, peso, e idoneidad con el material a extraer. Además de la determinación de los embalajes preliminares (descritos en el capítulo nueve: Embalaje preliminar *in situ*) adecuados para material óseo de origen arqueológico.

11.1 Principales alteraciones o degradaciones del material óseo de extracción

Se realizó el estudio de las alteraciones y degradaciones del material óseo extraído e intervenido encontrado en los yacimientos de Orce (Granada) en las campañas de 2018-2020 (Tabl. 30) teniendo en cuenta el tipo de suelo, salinidad, pH, y las alteraciones y degradaciones más destacables en cada yacimiento.

Tabla 30. Principales alteraciones y degradaciones estudiadas e intervenidas en campaña, en cada una de las piezas de material óseo con los yacimientos de Venta Micena, Barranco León, Fuente Nueva 3 y Fuente Nueva 1 en Orce (Granada).

Yacimientos	Cronología	Campaña	Tipo de suelo	Piezas con alteraciones y degradaciones						
				Eflorescencias salinas	Fisuradas y fracturadas	Erosionadas superficialmente	Descohesionadas	Raíces	Laminadas y exfoliadas	Manchadas y amarilleadas
Venta Micena	1,5Ma	2018	Calizo	2	74	12	11	2	-----	-----
Barranco León	1,4Ma	2018	Calizo-arenoso	-----	55	10	8	---	1	-----
Fuente Nueva 3	1,4-1,2 Ma	2018	Calizo - arcilloso	-----	30	3	14	-----	-----	3
Venta Micena	1,5Ma	2019	Calizo	-----	43	7	3	1	3	-----
Barranco León	1,4Ma	2019	Calizo-arenoso	-----	68	7	9	-----	-----	-----
Fuente Nueva 3	1,4-1,2 Ma	2019	Calizo - arcilloso	-----	49	30	18	1	5	33
Fuente Nueva 1	2Ma	2019	Calizo	-----	23	14	14	18	-----	-----
Fuente Nueva 3	1,4-1,2 Ma	2020	Calizo - arcilloso	-----	50	19	14	-----	-----	-----
Barranco León	1,4Ma	2020	Calizo-arenoso	-----	22	2	1	-----	-----	-----

* Ma: Millones de años.
 * Climatología: Estepa local asociado a un clima continental semiárido con veranos con altas temperaturas e inviernos fríos y secos.

Los resultados de las principales alteraciones y degradaciones descritas en las distintas campañas de los yacimientos de Orce, mostraron las alteraciones más significativas en material óseo fosilizado. Si se observan los datos recogidos del material óseo intervenido de forma general en las campañas, se contempla como primera alteración significativa en el material que se presenta fisurado, fracturado y agrietado en todas las campañas y en todos los yacimientos. En segundo lugar, las alteraciones más apreciables que presenta el material óseo son las piezas erosionadas

superficialmente y descohesionadas que en muchos casos son irrecuperables. Otras alteraciones destacables serían las sales solubles, con su presencia mediante eflorescencias salinas en el exterior, aunque siendo puntuales estas en el material extraído; además de raíces, manchas y amarilleamientos sobre todo por el uso de resina acrílica Paraloid B72 o las laminaciones y exfoliaciones.

Si se observan las alteraciones y degradaciones en cada yacimiento en todos destacan las piezas fisuradas, fragmentadas y agrietadas (Tabl. 30) pero presentan peculiaridades destacables:

- **Fuente Nueva 1 (suelo calizo):** destacan las piezas extraídas con raíces, descohesionadas y erosionadas superficialmente.
- **Fuente Nueva 3 (suelo calizo-arcilloso):** presenta amarilleamientos y manchas por el uso de grandes cantidades de resina acrílica Paraloid B72, además muchas piezas presentan laminados y exfoliaciones.
- **Venta Micena (suelo calizo):** muestra alteraciones por raíces, eflorescencias salinas y gran cantidad de piezas fisuradas, fracturadas y agrietadas.
- **Barranco León (calizo-arenoso):** presenta el mejor estado de conservación de las piezas extraídas, aunque la mayoría piezas están fisuradas, agrietadas o fragmentadas.

También destacar la conservación según el tipo de suelo, salinidad y pH que presentan cada yacimiento, la mayoría con una alta salinidad como los yacimientos de Fuente Nueva 3 y Venta Micena. Según el tipo de suelo destaca de forma general su conservación, en el yacimiento de Fuente Nueva 3 con la presencia de un suelo calizo-arcilloso provoca debido a la acidez de los suelos arcillosos que las piezas presenten un mal estado de conservación del material extraído. En el caso de Venta Micena y Fuente Nueva 1 presentan un suelo de tipo calizo, destacar que las alteraciones que presentan son similares, aunque el estado de conservación del material extraído de Fuente Nueva 1 presenta peor estado de conservación que el material extraído de Venta Micena. En cambio, en el yacimiento de Barranco León con un suelo calizo-arenoso destaca el buen estado de conservación debido a que en suelos arenosos depende directamente el estado de conservación al pH del suelo. Dado que el pH de forma general en suelos ácidos provoca un mal estado de conservación del material óseo y en suelos alcalinos un buen estado de conservación.

11.2 Tratamientos de extracción aplicados a material óseo

Los resultados obtenidos de la experimentación e investigación de los sistemas de extracción se pueden dividir en cuatro bloques engasados con adhesivos, engasado con yeso, extracciones en bloque y camas rígidas:

Tabla 30. Resultados y valoración de engasados con adhesivo y gasas de yeso.

Gasas con adhesivo						
	Reversibilidad	Permeabilidad	Tiempo de secado	Estabilidad físico-química	Preparación	Observaciones
Adhesivo nitrocelulósico (Pegamento Imedio UHU ©)	Fácil reversibilidad	Impermeable	60-120s (Ficha Técnica. Imedio UHU, 2021)	Estable	Fácil preparación	Transparente y resistente a ácidos
Resina acrílica (Paraloid B72)	Fácil reversibilidad	Impermeable	60min	Inestable	Fácil preparación (48 h)	Amarilleamientos, pasmados, problemas de transpiración
Resina vinílica (Acril AC33)	Poco reversible	Impermeable	12h	Estable	Fácil preparación	Resistente a agentes atmosféricos
Resina vinílica (Mowital B60HH)	Fácil reversibilidad	Impermeable	60min	Estable	Fácil preparación	Parte se queda en superficie
Resina de vinílica (Ceys)	Poco reversible	Impermeable	24h	Estable	Fácil preparación	Resistencia mecánica
	Reversibilidad	Resistencia	Tiempo de fraguado	Estabilidad	Aplicación	Permeabilidad
Gasas de yeso	Fácil reversibilidad	6kg/dm (con 8 capas) (Ficha técnica. Gypsona)	100-250s con agua a 25°C (Ficha técnica. Gypsona)	Estable	Fácil aplicación	Permeable

Observaciones	Aplicado junto a papel de aluminio o film transparente de polietileno. Lo que le proporcionan impermeabilidad. Papel de aluminio: No transparente, elasticidad > 1% (Ficha técnica producto. Cellfix, 2014). Papel de plástico film de polietileno: Transparente, elasticidad > 115% (Ficha técnica. Carbone).
---------------	--

Los resultados que se observaron en los distintos engasados estudiados respecto a las diferentes propiedades de los adhesivos, aplicados a material óseo se puede decir que en cuanto a sus propiedades y características en yacimiento es adecuado el uso del adhesivo nitrocelulósico (Pegamento Imedio UHU ©) debido a las grandes ventajas que presenta (Tabl. 32), la resina acrílica (Paraloid B72), y las resina vinílica (Mowital B60HH) debido a sus características y propiedades adecuadas para la realización de engasados de extracción (Tabla. 30) y en este caso de material óseo. Los no adecuados para la utilización como engasados de material óseo en este caso son las resinas vinílicas (Ceys) debido a su largo tiempo de secado y pérdida de resistencia mecánica y flexibilidad en disolución (debido a esto es necesario realizarla en altas concentraciones). O la resina vinílica Acril AC33 que también presenta tiempos de secado altos y poca reversibilidad.

En cuanto a las gasas enyesadas presentan unas propiedades adecuadas para su utilización con una fácil aplicación, permeabilidad y reversibilidad, proporcionando gran resistencia al material óseo para su extracción, con su uso por medio de un aislante de papel de aluminio o papel de plástico film transparente de polietileno, debido a su no compatibilidad con el material óseo, estos medios aislantes se pueden utilizar indistintamente aunque el papel de aluminio no presenta transparencia ni elasticidad frente al plástico de polietileno que es transparente y elástico. Dependiendo de las condiciones del yacimiento si es al aire libre o sobre una cubierta, se deberá utilizar uno sobre el otro por la simple facilidad de trabajabilidad, debido a que el plástico sería dificultoso de manejar en yacimientos al aire libre con viento.

Tabla 31. Resultados y valoración de las extracciones en bloque, camas rígidas y entablillado.

	Aplicación	Resultados					
		Resistencia	Estabilidad	Tiempo de fraguado	Peso	Reversibilidad	Observaciones
Extracción en bloque de espuma de poliuretano	Piezas de grandes dimensiones.	Alta resistencia mecánica. Y resistencia a moho y humedad	Estable cuando alcanza su dureza total.	Fraguado total: 24h Fraguado: 30-40 (para cortar) (Ficha técnica. Pintuco, 2018)	Poco pesado	Muy reversible	Expande 35 veces su volumen inicial. Necesaria una plancha rígida de soporte.
Extracción en bloque de yeso y estopa	Piezas medianas y grandes.	Resistencia media. Aunque adquiere mayor resistencia con la estopa.	Estable	Tiempo de trabajo: 4min Fraguado total: 20min	Muy pesado	Reversible	Necesita una plancha rígida de soporte.
Extracción en bloque con sedimento y gasas de yeso.	Piezas de dimensiones medias.	Alta resistencia de 6 kg/dm (con 8 capas) (Ficha técnica. Gypsona).	Estable	100-250s con agua a 25°C (Ficha técnica. Gypsona)	Poco pesado	Muy reversible	Capa aislante de sedimento del yacimiento hidratado. Suplemento de cojín de espuma
Extracción en bloque mediante film de polietileno	Piezas pequeñas y de poco peso.	Alta resistencia, a la tracción de 19 a 23 mPa y al impacto de 85 gm (Ficha técnica. Carbone).	Estable	-----	Muy ligero	Muy reversible	Necesaria cinta de carroceros para el cierre y ajuste.

Extracción en bloque mixto de yeso	Piezas pequeñas o medias de poco peso.	Resistencia media.	Estable	Tiempo de trabajo: 4min Fraguado total: 20min	Muy pesado	Reversible	Dificultad de realización de un encofrado mediante las tablas. Necesaria capa de fim de plástico o papel de aluminio como aislante.
Cama rígida de resina y fibra	Piezas de grandes dimensiones y peso.	Alta resistencia mecánica.	Estable. Aunque no a temperaturas superiores a 70°C (Ficha técnica. CTS Resina poliéster S1119, 2008)	24h- 48h sin catalizador 15h-20 min con catalizador al 2%.	Poco pesado	Reversible	Dificultad de aplicación. Capa de aislamiento de papel de aluminio o film de plástico polietileno. No aplicar con temperaturas muy altas.
Cama mixta	Conjuntos de piezas grandes y pesadas.	Alta resistencia mecánica.	Estable cuando alcanza su dureza total.	Fraguado espuma de poliuretano total: 24h (Ficha técnica. Pintuco, 2018) Tiempo de trabajo yeso: 4min Fraguado total del yeso: 20min	Pesado	Reversible	Uso de varios materiales, tiempos prolongados de ejecución.
Entablillado	Piezas de pequeñas dimensiones tamaño y peso.	Baja resistencia mecánica.	Poca estabilidad física.	-----	Poco pesado	Muy reversible.	Realización en suelos que presente características altas de compactación del sedimento. Dificultad de extracción y uso de materiales diferentes e inconexos

La experimentación y estudio de las diferentes características y propiedades de los materiales, dieron una serie de resultados de estos sistemas de extracción (Tabl. 31) en cuanto a su aplicación, que se pudieron determinar como más aplicables a materiales con grandes o pequeñas dimensiones y poco pesados o muy pesados según los materiales y características que los constituyen, valorando también su resistencia, estabilidad, tiempo de fraguado y curado, peso, reversibilidad, debido a que estas influirán en su aplicación en yacimiento y posterior eliminación en laboratorio en cada caso concreto.

Las extracciones que presentan mejores propiedades y características debido a su poco tiempo de fraguado o secado rápido, poco peso, resistencia, fácil aplicación y alta reversibilidad son: la extracción en bloque con espuma de poliuretano, la extracción en bloque con sedimento y gasas de yeso, la extracción en bloque con film de polietileno, la cama rígida de resina y fibra de vidrio y la cama mixta para levantamientos de grandes conjuntos de osamentas en este caso. En cambio, las que presentan peores resultados son el entablillado debido a su inestabilidad y formación de un bloque compacto y seguro de extracción además de necesitar de condiciones de suelos muy compactos y rígidos; otro sistema de extracción que presenta peores resultados es la extracción en bloque de yeso y estopa vegetal debido al gran peso que incorpora al bloque de extracción y dificultad de eliminación en el laboratorio. Y por último en cuanto sus peores resultados observados de aplicación y características, la extracción en bloque mixto de yeso debido a su laboriosidad, gran peso, prologado tiempo de realización debido al fraguado total del encofrado de yeso y resistencia media que se puede sustituir por otros sistemas de extracción más aplicables o engasados.

Aunque estos tratamientos de extracción se han realizado directamente aplicados a material óseo se pueden aplicar indistintamente a material de origen arqueológico a extraer de cualquier tipo, siempre teniendo en cuenta si hay

contacto directo de materiales, la resistencia, estabilidad y reversibilidad con el material y general descrita en cada caso (Tabl. 31).

Tabla 32. Ventajas e inconvenientes de engasados con adhesivo y gasa enyesadas en material óseo.

	Ventajas	Inconvenientes
Gasas con adhesivos		
Adhesivo nitrocelulósico (Pegamento Imedio UHU ©)	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a compuestos químicos. - Secado muy rápido. - Fácil reversibilidad. - Resistencia mecánica. - Fácil preparación. - Disolución en disolventes volátiles 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca resistencia térmica mínima por debajo de los 10°C. - Impermeable.
Resina acrílica (Paraloid B72)	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil reversibilidad. - Fácil preparación (en acetona el tiempo de disolución 48h) y utilización. - Resistencia mecánica. - Disolución en disolventes volátiles 	<ul style="list-style-type: none"> - Forma una barrera impermeable. - Película superficial brillante. - Problema de transpiración de humedad. - Inestable: amarilleamientos, pasmados y halos blanquecinos. - Largo tiempo de preparación. - Tiempo medio de secado de 60min.
Resina vinílica (Acril AC33)	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a agentes atmosféricos, estabilidad química, mecánica y pH excelente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de capas impermeables. - Largos tiempos de secado de 12h. - Impermeable. - Poca reversibilidad. - Disolución en disolventes poco volátiles.
Resina vinílica (Mowital B60HH)	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad química - Reversibilidad - Resistencia a la radiación - Parte se queda en superficie 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo medio de secado de 60min. - Impermeable.
Resina de vinílica (Ceys)	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia y flexibilidad. - Fácil preparación. - Estabilidad química 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia y flexibilidad dependen de su concentración de adhesivo. - Largos tiempos de secado de 24h. - Disolución en disolventes poco volátiles. - Impermeable. - Poca reversibilidad.
Gasas de yeso (Gypsona)		
Gasas de yeso (Gypsona)	<ul style="list-style-type: none"> - Rápido fraguado en 250 s - Resistencia con el fraguado alta de 6kg/dm - Fácil aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura máxima de utilización: 48°C - Impermeables - Pérdida de yeso con la aplicación de un 11% máximo. - Desconocida la composición de aditivos o coadyuvantes a la venda.

Respecto a los engasados con adhesivos y gasas enyesadas dadas las ventajas e inconvenientes que presentan unos sobre otros para material óseo de origen arqueológico, pueden destacar por muchas de sus ventajas el adhesivo nitrocelulósico (Pegamento Imedio UHU ©) debido a su resistencia, rápido secado, reversibilidad, y su fácil preparación aunque posee poca resistencia térmica por debajo de los 10° C lo que descarta para uso en zonas con climas muy fríos, que se mantienen temperaturas por debajo de 0°C durante todo el año. Otro engasado que presenta buenos resultados es la resina vinílica Mowital B60HH debido a su estabilidad química, reversibilidad, y que parte de ella no penetra quedando en superficie lo que mejora su reversibilidad al eliminar el engasado. También presenta unas características muy ventajosas el uso de la resina acrílica Paraloid B72 debido a su fácil reversibilidad, resistencia, aunque presenta grandes inconvenientes frente a otras como grandes problemas de transpiración, e inestabilidad con el tiempo si no se elimina de forma total del engasado puede presentar amarillamientos, pasmados o halos blanquecinos, además de un tiempo medio de preparación (48H) y un tiempo de secado medio. Los engasados con yeso también presentan características muy ventajosas frente a otros debido a su rápido fraguado, buena resistencia, y su fácil aplicación, aunque no son convenientes de someter ni aplicar a temperaturas superiores a 48°C debido a que se pueden provocar alteraciones.

En cuanto a los que no presentan unas buenas ventajas y si muchos inconvenientes pueden ser la resina vinílica (Ceys) debido a sus largos tiempos de secado, poca reversibilidad, además de su resistencia y flexibilidad variables según la concentración de adhesivo aplicado. Y la resina acrílica AcrilAC33 por sus largos tiempos de secado y poca reversibilidad.

11.3 Sistemas de protección en yacimientos y carcacas de protección temporal

Se estudió teniendo en cuenta los sistemas de protección estructurales, las diferentes carcaca de protección temporal realizadas en yacimiento, valorando las características de permeabilidad, resistencia, estabilidad, tiempo de fraguado, aplicación y compatibilidad. Y observando los resultados obtenidos de la aplicación de las diferentes tipos de carcaca aplicados, para la pieza o piezas de los materiales que se encuentran en yacimiento más sobresalientes y pueden sufrir daños de tipo mecánico sobre todo bajo el geotextil o malla anti-raíces.

Tabla 33. Valoración de las características de los sistemas de protección y carcacas protección temporal en yacimientos.

	Yacimien- tos	Sistema de protección estructural y no estructural	Resultados					
			Permeabilidad	Resistencia	Estabilidad	Tiempo de fra- guado	Aplicación	Compati- bilidad
1. Carcacas de protección temporal mediante papel de aluminio y espuma de poliuretano expandido.	Venta Micena 2018	Malla antiraíces	Impermeable	Alta resistencia mecánica.	Estable cuando alcanza dureza total	Fragua- do total: 24h	Fácil y rápida	No compati- ble
	Fuente Nueva 3 2018	Malla antiraíces	Impermeable	Alta resistencia mecánica	Estable cuando alcanza dureza total	Fragua- do total: 24h	Fácil y rápida	No compati- ble
2. Carcacas con vendas enyesadas preparadas.	Venta Micena 2018	Malla antiraíces	Permeables	Alta resistencia mecánica. En 6kg/dm (con 8 capas)	No estable con alta humedad.	Rápido 100-250s con agua a 25°C	Fácil y rápida	No compati- ble
	Fuente Nueva 3 2020	Cubierta	Permeables	Alta resistencia mecánica. En 6kg/dm (con 8 capas)	Estable	Rápido 100-250s con agua a 25°C	Fácil y rápida	No compati- ble
3. Carcacas con vendas de yeso, cubierto de sedimento del yacimiento humectado con agua y reforzadas con mortero de cal hidráulica NHL 3,5 en proporción 1:4.	Venta Micena 2019	Malla antiraíces	Permeables	Alta resistencia mecánica	Poco estable con alta humedad	Fragua- do total: 7 días	Fácil y elaborada	Compa- tible
4. Carcaca de protección temporal de mortero con sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 y geotextil.	Fuente Nueva 3 2019	Cubierta	Permeable	Alta resis- tencia mecánica	Estable	Fragua- do total: 7 días	Fácil y elaborada	Compa- tible
	Venta micena 2019	Malla antiraices	Permeables	Alta resis- tencia mecánica	Estable	Fragua- do total: 7 días	Fácil y elaborada	Compa- tible

Tabla 34. Valoración de resultados observados sistemas de protección y carcacas de protección temporal en yacimientos.

Carcacas de protección temporales	Tiempo de aplicación	Aplicación: Resultados observados.
1. Carcacas de protección temporal mediante papel de aluminio y espuma de poliuretano expandido.	1 año	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia mecánica. - No permite la permeabilidad por lo que produce condensación de humedad. - No permite movimientos por la formación de eflorescencias en yacimientos con presencia de sales. - La condensación alta de humedad produce la presencia de hongos. - No realiza un cierre perimetral de la pieza o piezas que protege.

2. Carcasas con vendas enyesadas preparadas.	1 año	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia mecánica. - Permite la permeabilidad. - Realiza un cierre perimetral de la pieza o piezas que protege. - No estable en condiciones altas de humedad, debido a la producción de hongos (la posible fuente se deba a los aditivos o coadyuvantes desconocidos que presentan las gasas preparadas para la adherencia a las vendas y las condiciones de iluminación bajo la malla anti-raíces y humedad favorables). - Aislamiento dejando una distancia a la pieza mediante cámara de aire que permite una protección sin contacto directo con el enyesado sobre la pieza o piezas.
3. Carcasas con vendas de yeso, protegidas con geotextil cubierto de sedimento del yacimiento humectado con agua y reforzadas con mortero de cal hidráulica NHL 3,5 en proporción 1:4.	2 años	<ul style="list-style-type: none"> - Permite permeabilidad. - Resistencia mecánica. - Poco estable (con alta humedad relativa produce hongos y pérdida mecánica de la venda de yeso). - Fácil reversibilidad. - Realiza un cierre perimetral de la pieza o piezas que protege.
4. Carcasa de protección temporal de mortero con sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 y geotextil.	2 años	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia mecánica. - Permite permeabilidad. - Estable. - Fácil reversibilidad. - Realiza un cierre perimetral de la pieza o piezas que protege.

Tanto el estudio de las características de los materiales como los resultados observados en la aplicación de las diferentes carcasas de protección en yacimiento (Tabl. 34), muestran una clara diferenciación entre las cubiertas con estructura, y las no estructurales con malla anti-raíces, además de las que presentan permeabilidad frente a las impermeables (debido al grave deterioro que presentan en el material óseo las carcasas impermeables). Según las características de las carcasas que pueden dar y han dado mejores resultados son las carcasas de protección temporal de geotextil con mortero de sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 que son según sus características las más estables en medios de alta temperatura-humedad, resistentes, permeables y permiten la protección perimetral siendo las más adecuadas hasta el momento para la protección superficial de los yacimientos.

En cuanto a los resultados observados con la aplicación de las carcasas de protección temporal se pueden observar una serie de ventajas e inconvenientes que las indican como más adecuadas unas sobre otras. Las carcasas de protección temporal de mortero con sedimento y geotextil presentan los mejores resultados hasta el momento, debido a su resistencia, estabilidad, fácil reversibilidad, permeabilidad y cierre perimetral. Aunque las carcasas con vendas de yeso protegidas con geotextil cubierto de sedimento del yacimiento, humectado con agua y reforzadas con mortero de cal hidráulica NHL 3,5 en proporción 1:4 también presentan características buenas, es posible la generación de hongos dada la poca estabilidad química a condiciones de temperatura y humedad relativa altas. Y dado que los resultados observados en las carcasas de vendas enyesadas no han sido favorables, dado que han producido hongos en superficie bajo las condiciones de la malla anti-raíces, debido posiblemente como fuente a la composición de aditivos o coadyuvantes que representan el 15% de las gasas enyesadas, con posible origen orgánico(desconocido) y las condiciones favorables de humedad y temperatura. Aunque los peores resultados observados son en las carcasas de protección temporal con papel de aluminio y espuma de poliuretano debido a su impermeabilidad total y condensación de humedad en el material que no permiten la transpiración, no realizado un cierre perimetral y un ajustado de las piezas; por lo que producen un mayor deterioro posiblemente que sin carcasas de protección, bajo la aplicación de malla anti-raíces y el peso de la graba.

11.4 Embalajes preliminares

Se revisaron los diferentes embalajes preliminares, condiciones de los materiales y aplicación de cada tipo, material y requisitos generales (Tabl. 35), y se valoraron de forma general para la aplicación de cada uno a las condiciones del material.

Tabla 35. Estudio y valoración de embalajes preliminares más adecuados para material óseo de origen arqueológico.

Materiales	Aplicación	Condiciones del material	Material amortiguador
Bolsas de polietileno	Piezas pequeñas y medianas	Materiales húmedos o mojados que deben permanecer húmedos o mojados. O materiales húmedos o mojados que se dejan secar mediante la perforación con orificios.	Vendas de gasa, papel de aluminio, Porex pan o tiras de plástico de burbujas de aire.

Cajas de poliestireno	Piezas frágiles	Embalajes de material seco	Vendas de gasa, tejido textil, plástico de burbujas de aire, virutas de poliestireno, papeles libres de ácidos.
Envases de plástico	Piezas pequeñas y medianas	Materiales húmedos o mojados que necesitan estar húmedos o mojados o también materiales secos	Vendas de gasa, tejido textil, plástico de burbujas de aire, virutas de poliestireno, papeles libres de ácidos.
Embalajes de cartón neutro	Piezas medianas y frágiles	Embalajes de materiales secos.	Vendas de gasa, tejido textil, plástico de burbujas de aire, virutas de poliestireno, papeles libres de ácidos.
Embalajes de polipropileno y poliestireno	Piezas frágiles	Materiales húmedos o mojados que se dejan secar.	Vendas de gasa, tejido textil, plástico de burbujas de aire, virutas de poliestireno, papeles libres de ácidos. Y control de la humedad relativa con gel de sílice.
Requisitos generales que cumplen estos embalajes: Resistencia a parámetros ambientales, resistencia al uso y desgaste, resistencia a apilamiento y manejo, químicamente inerte, ligeros, adaptables, económicos, fácil disponibilidad.			

Respecto a la valoración y adecuación de los diferentes embalajes preliminares de traslado provisional a laboratorio, teniendo en cuenta las condiciones del material y la aplicación (Tabl. 35), se recogen una serie de embalajes adecuados evaluando el estado del material extraído, siendo apropiados para el material extraído seco y frágil la utilización de embalajes de cartón neutro de un determinado grosor y envases de plástico o cajas de poliestireno con material amortiguador para el ajuste adecuado al embalaje, para material extraído húmedo o mojado de pequeñas dimensiones y medianas que debe permanecer húmedo la utilización de bolsas de polietileno o envases de plástico de alimentación con material amortiguador si es necesario, y para materiales húmedos o mojados de pequeño o mediano tamaño que se dejan secar el uso de bolsas de polietileno perforadas, embalajes de polipropileno o poliestireno con material amortiguador en el interior.

Aunque además de los embalajes indicados se pueden utilizar otros tipos de materiales para embalajes preliminares y transporte del material al laboratorio, estos deben de cumplir los requisitos generales planteados, como estabilidad físico-química, inertes químicamente y que recojan propiedades como ligereza, adaptabilidad, fácil disponibilidad y bajo coste.

12. Conclusiones

En este trabajo se han tratado temas poco estudiados por la arqueología de campo y la conservación-restauración en yacimientos arqueológicos, como tema principal se ha centrado en los tratamientos de extracción de material arqueológico y los sistemas de protección, que presentan poca evolución desde las décadas de los años 80 y 90. Con este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica sistemática, y experimentación partiendo del conocimiento y propiedades del material al que se van a aplicar, valorando así los más adecuados, mejorando la metodología seguida en los manuales; y aportando nuevos sistemas de extracción con nuevos materiales y aplicándolos en este caso a material óseo de origen arqueológico. Se ha realizado un estudio de materiales y su aplicación para recoger las características y propiedades; valorado los sistemas de extracción de material arqueológico más adecuados. Además, con la revisión bibliográfica de las extracciones en bloque y/o camas rígidas, se ha definido y diferenciado las analogías teóricas que presentan estas extracciones; siendo diferenciadas por separado en la mayor parte de la bibliografía consultada, con respecto a otra bibliografía que las engloban dentro de las extracciones en bloque, observando esta ambigüedad en este aspecto, ha llevado a una diferenciación lo más clara posible en este trabajo.

Como trabajo de revisión bibliográfica, experimentación e investigación destacan varias contribuciones definiendo primeramente el papel de conservador-restaurador en su intervención en la arqueología de campo y la conservación de los yacimientos. O la aportación de las alteraciones y degradaciones de material arqueológico aplicados a factores intrínsecos y extrínsecos de material óseo tanto enterrado como desenterrado, en este caso a partir del registro arqueológico de los yacimientos paleontológicos de Orce (Granada). Al mismo tiempo que la definición de las figuras afines al estudio de los materiales arqueológicos como son arqueólogos, paleontólogos y antropólogos, o las características, composición y propiedades del material óseo desde que es depositado.

Mediante los datos aportados por la experimentación se han realizado los distintos sistemas de extracción, el estudio de los embalajes preliminares realizados en yacimientos, y se ha observado las características que presenta el material tras su extracción y necesidades; especificando las características que deben tener y definiendo los materiales más utilizados para este fin. Además, con este trabajo se han estudiado y valorado los sistemas de protección en yacimiento, tanto estructurales como no estructurales mediante geotextiles o mallas anti-raíces, y dentro de estos haciendo pruebas *in situ* con carcasas de protección superficial para la protección temporal (anual) de los restos óseos expuestos en superficie, debido a las necesidades de protección del material expuesto que queda sin extraer al finalizar cada campaña.

Los resultados y valoraciones obtenidas aportan datos sobre las alteraciones y degradaciones del material óseo en los yacimientos arqueológicos, en el caso de los yacimientos de Orce con datos cuantitativos sobre material óseo extraído en los yacimientos Fuente Nueva 3, Fuente Nueva 1, Venta Micena y Barranco León respecto a su estado de conservación y alteraciones más destacadas en cada yacimiento, además de la descripción de los principales factores tafonómicos y diagenéticos. Los resultados obtenidos en los sistemas de extracción aportan nuevos materiales para la extracción, y dan a los engasados con adhesivo nitrocelulósico, Mowital B60HH o la resina acrílica Paraloid B72, y los engasados de vendas yeso como los que presentan mejores resultados observables debido a sus buenas características y propiedades ventajosas. Además con el estudio de las características de los materiales y pruebas realizadas en las extracciones en bloque; se han valorado las propiedades según las características principales más adecuadas aplicadas en este caso a material óseo, y extrapolables a material arqueológico, dando como los más adecuados según las necesidades a los sistemas de extracción en bloque con espuma de poliuretano, la extracción en bloque con sedimento y gasas de yeso, la extracción en bloque con film de polietileno, las camas rígida de resina, y fibra de vidrio o las camas mixtas para grande conjuntos.

Con los resultados observados de las diferentes carcasas de protección superficial se llega a la conclusión de que hay un tipo de carcasa más adecuadas que proporciona propiedades esenciales de compatibilidad, permeabilidad estabilidad y resistencia para el material óseo que se encuentra en superficie; siendo las realizadas con mortero con sedimento de criba y cal hidráulica NHL 3,5 y geotextil las que presentan mejores resultados siendo esta una aportación relevante, sustituyendo a las carcasas convencionales de papel de aluminio y espuma de poliuretano que son dañinas para el material óseo. Para finalizar se valoran y revisan los diferentes tipos de embalajes preliminares en yacimiento indicados para material óseo, y se concluye realizando una distribución con las condiciones y necesidades del material en el que deben de permanecer para estimar el tipo de embalaje y materiales adecuados para la conservación o el transporte.

13. Bibliografía y webgrafía

- Alonso, M^a. J (1996) Conservación preventiva en excavaciones arqueológicas: el futuro del pasado. Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Madrid. Ed. J.M. Iglesias Gil. Cursos sobre el Patrimonio Histórico, pp. 131-144. https://www.personales.ulpgc.es/emartin.dch/tutorialCD/documentacion/conservacion_preventiva2.pdf
- Acevedo, N. y Vegara, R. (2009) Técnicas de consolidación de huesos para su conservación. boletín del museo nacional de historia natural pp. 121-127. https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/articles-64575_archivo_01.pdf
- Agustí, J. Anodón, P. Bailón, S. Barsky, D. Blain, H. Blanco-Lapaz, A. Cánovas, I. et al. (2016) Orce: homínidos, hienas, mamuts y otras bestias. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/16/11/ORCE%20homininos%20hienas%20mamuts%20y%20otras%20bestias_.pdf
- Bass, W. (1971) H Human Osteology. A laboratory and field manual of the human skeleton. Missouri: Archaeological Society Special Publication N^o.2
- Barroso, V (1996) Utilización de poliuretano expandido para la extracción de restos humanos en excavaciones arqueológicas. Actas del II Congreso Nacional de Paleopatología. Valencia pp 149-157. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=721046&orden=0&info=open_link_libro
- Berducou M. C (1990) La conservation en archéologie ; méthodes et pratique de la conservation- restauration des vestiges archéologiques. París. Ed. Elsevier Masson
- Bouzas, A., Laborde Ana., Luis, J., Zambrano, Luís, Herraéz, Juan., Díaz, S., (2001) Conservación en yacimientos arqueológicos. Textos del seminario de Arteleku. San Sebastian. Centro de estudios e investigaciones Historico Arqueológicas
- Botella, M., Aleman, I., Jiménez, S (2000) Los huesos humanos manipulación y alteraciones. Factores tafonómicos y diagenéticos. Barcelona. Ed. bellaterra
- Bouzas, A y Laborde, A (2003) La degradación del hueso. *La conservación de material subacuático*. Monte Buciero. N^o. 9 pp. 267-275 Santoña: Ayuntamiento de Santoña.
- Calderón R. (2003) El carácter institucional y académico de la antropología física en la universidad Española. Su situación actual. [Internet]. Madrid: Sociedad Española de Antropología Física (SEAF). <http://www.seaf.net/laantropologia-fisica-en-espana>
- Calvo, A. (2003). Conservación y restauración: materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z. Serbal Ed. Barcelona: s.n.
- Carrascosa, B. y Montserrat, P. (2009) Tratamientos de extracción in situ de materiales óseos Mayas. En XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2008 (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp.830-841. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital)
- Carrascosa, B y Ángel. I (2009) Tratamiento de la cultura material recuperada. *La extracción y consolidación del material arqueológico in-situ*. pp. 367-377. http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/49194/cap_12.pdf?sequence=3
- Carrascosa, B. Anabel, A. Flors, E. (2010) La extracción de materiales arqueológicos in situ. yacimientos de torre la sal y costamar, CABANES (CASTELLÓN) Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia. N^o. 4 y 5. <https://riunet.upv.es/handle/10251/30167>
- Cernieri, G, Trinidad, O y Carrascosa, B (2019) Estudio, conservación y restauración de material óseo: una costilla de cetáceo procedente del yacimiento calcolítico de Sanxo Llop (Gandia) Recursos marins en el passat. IV Jornades d'arqueozoologia. Museu de Prehistòria de València pp. 239-256

- Crony J. M (1990) The elements of archaeological conservation. First published. London and New York: Ed. Routledge
- Duval M, Falguères C, Bahain J-J, et al. 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). *Quaternary Research*. 2012;77(3) pp.482-491. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2012.01.003>
- Escudero, C & Rosello, M (1988) *Conservación de material en excavaciones arqueológicas*. Valladolid. Museo arqueológico de Valladolid
- Fernández, C (1990) Recuperación y conservación del material arqueológico "in situ". *Guía de campo para la recuperación y conservación del material arqueológico "in situ"*. Galicia: Tórculo Edicións.
- Fernández -Trujillo, F (2018) Protección de la excavación arqueológica del Patio de Banderas (Sevilla). *Revista ph Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* N°. 93 pp.96-121. <https://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4114/4099>
- García, S & Flos, N (2008) La conservación y restauración de restos arqueológicos. Madrid: Editorial Síntesis.
- García, J. (2005) La recuperación y extracción de una *maqabriya* de yeso procedente de las excavaciones arqueológicas de la calle corredera,(LORCA, MURCIA) Alberca. N°. 3 pp.125-134. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1211613&orden=142769&info=link>
- García, C (2019) Estudio sobre el comportamiento mecánico de materiales óseos sometidos a tratamientos en húmedo. Viabilidades y limitaciones del uso de barreras temporales (Trabajo fin de máster Universidad politécnica de Valencia) En <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129403/Garc%C3%ADa%20-%20ESTUDIO%20SOBRE%20EL%20COMPORTAMIENTO%20MECANICO%20DE%20MATERIALES%20OSEOS%20SOMETIDOS%20A%20TRATAMIENTOS%20EN%20..pdf?sequence=1>
- Gutiérrez, A. (2011) 1. Métodos y técnicas de excavación para antropología física. "La complejidad de la antropología física" Tomo II Ed. Instituto Nacional de Antropología e Historia
- González, A. Fortea, J. De la Rasilla, M. Fernández, P. Hidalgo, A. Lacasa, E. Hidalgo, A. *et al* (2005) Restos neandertales de la Cueva de El Sidrón: una restauración al servicio de la investigación paleontológica. *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, N°.53 pp.70-73.
- Gómez-Mejía, J. y Yepes-López, V.A. (2020). Conservación de restos óseos prehistóricos en el Eje Cafetero, Colombia: *Jangwa Pana*, 19 (1) pp. 85-101. <https://doi.org/10.21676/16574923.3356>
- Isidro, A & Malgosa, A (2002) *Paleopatología. La enfermedad no escrita*. Barcelona. Ed. Mansson.
- Instituto de Conservación Getty (2013) *Conservation practices on archaeological*. Los Ángeles, California. Publicaciones Getty
- ICOM-CC (2008) *Resolution adopted by the ICOM-CC membership at the 15th Triennial Conference, New Delhi, 22-26 September 2008*. https://ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2008_Terminologia_ICOM.pdf
- Johnson, J. (s.f) Consolidación del hueso arqueológico: una perspectiva de conservación. Memorial Museum. Universidad de Texas en Austin.
- Schneider, R (2001) *Conservación in situ de materiales arqueológicos. Un manual*. México: Instituto Nacional de Antropología e historia

- Lacayo, E. (2002) Factores de alteración in situ: Conservación preventiva del material arqueológico. En XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001 (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.453-457. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Laborde, Ana (1986) Conservación y restauración de yacimientos prehistóricos (restos óseos, madera, piedra) Girona: Ajuntament de Girona. Centre de recerques
- Linares, M^a (2017) La reconstrucción volumétrica de material óseo arqueológico: caracterización de las propiedades físico-mecánicas de los estucos más empleados e investigación de nuevas masillas de relleno para su conservación y restauración. (Tesis doctoral Universitat Politècnica de València). <https://riunet.upv.es/handle/10251/90550>
- López-Polín, L. (2008). La restauración de restos óseos e industria lítica en los yacimientos pleistocenos del ferrocarril (Sierra de Atapuerta, Burgos). *Revista Patina*, N^o. 15 pp. 33-44
- López-Polín, L. (2016). Metodología y criterios de restauración de restos óseos Pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca). s.n.
- López, N & Truyols, J (1994) *Paleontología: conceptos y métodos*: 19. Ciencias de la vida. Ed Síntesis.
- López- Polín, L (2015) Metodología y criterios de restauración de restos óseos pleistocenos. el tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran dolina, Sierra de Atapuerca) (Tesis doctoral Universidad Rovira i Virgili). <https://www.tesisenred.net/handle/10803/386402#page=1>
- Masetti, L (2002) *Arqueología Restauración y conservación. La restauración y conservación hoy*. Guipuzcoa: Editorial Nerea S. A
- Marcos, F. (2019) La conservación de material paleontológico: La colección hueso (Tesis doctoral Universidad Nacional de Educación a Distancia). http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-Ciencias-Fmarcos/MARCOS_FERNANDEZ_Fatima_Tesis.pdf
- Montilla, E. (2018) Memoria preliminar intervención arqueológica de restauración Orce, Granada. (No publicada). s.n.
- Montilla, E. (2019) Memoria preliminar intervención arqueológica de restauración Orce, Granada. (No publicada). s.n.
- Montilla, E. (2020) Memoria preliminar intervención arqueológica de restauración Orce, Granada. (No publicada). s.n.
- Marcos, F. (2019) La conservación de material paleontológico: La colección hueso (Tesis doctoral Universidad Nacional de Educación a Distancia). http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-Ciencias-Fmarcos/MARCOS_FERNANDEZ_Fatima_Tesis.pdf
- Moreno, F. (2011). Arqueotafonomía costera: la conservación de restos óseos en yacimientos del litoral atlántico uruguayo. *Revista Atlántica-Mediterránea De Prehistoria Y Arqueología Social*, 8, pp.71-85. <https://revistas.uca.es/index.php/rampas/article/view/1397>
- Morilla, J. Albea, M. Jaramillo, R. Gómez, C. Neumann, V. Dávila, T. (2010) Técnicas de protección del patrimonio arqueológico excavado. https://idus.us.es/xmlui/bitstream/11441/51072/1/2010_CICOP_Tecnicas%20Proteccion.pdf
- Sease, C (1994) *Un manual de conservación para el arqueólogo de campo*. Tercera edición. Los Ángeles, California. Instituto de arqueología. Universidad de California.
- Moreno, F. (2011). Arqueotafonomía costera: la conservación de restos óseos en yacimientos del litoral atlántico uruguayo. *Revista Atlántica-Mediterránea De Prehistoria Y Arqueología Social*, 8, pp. 71-85. <https://revistas.uca.es/index.php/rampas/article/view/1397>



- Pacciani, E (1993). Le tecniche di recupero dei resti ossei sul campo. En Borgognini-Tarli S. Pacciani E, eds. I resti umani nello scavo archeologico. Metodiche di recupero e studio. Roma: Bulzoni Editore, pp. 25-45

- Plaza, R. García, J. Fernández, A (2004) Recuperación, extracción y consolidación en yacimientos arqueológicos: el caso práctico de la villa romana de la Quintilla, Lorca (Murcia). Alberca: Revista de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Lorca, Nº. 2 pp.105-124. <http://www.amigosdelmuseoarqueologicodelorca.com/alberca/pdf/alberca2/articulo7.pdf>

- Padilla, M. (2015) Introducción a la conservación y mantenimiento de los materiales óseos del Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid Reduca (Biología). Serie Técnicas y Métodos. 8. pp.1-21.

- Plenderleith . H. J (1967) La conservación de antigüedades y obras de arte. Valencia. Ministerio de Educación y Ciencia. ICCR

- Porto, Y (2000) . Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueológicas. Primera edición.[Versión electrónica] Santiago de Compostela Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais , IIT, USC

- Storch, P. (2003) Field and laboratory methods for handling osseous materials. Minnesota Historical Society. Museo de historia en Saint Paul. EEUU. https://www.mnhs.org/preserve/conservation/reports/osseous_materials.pdf

- Staley, N. P. (1984) *La conservación en excavaciones arqueológicas*. Con particular referencia al área del mediterráneo. ICROOM. Edición española: 1990. Ed. Ministerio de Cultura Dirección General de Bellas Artes y Archivos Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales Madrid

- San Pedro, Z. Cáceres, I. (2011) Tafonomía del registro fósil de macromamíferos del magdalenense inferior tardío de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia). Serie Bizkaiko arkeologi indusketak - excavaciones arqueológicas en Bizkaia, nº 1. pp. 207-238. https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/04/ondarea/Kobie/PDF/7/Kobie_BAI_01_web-7.pdf?hash=c14ca6d07a4f3b4a9bb96d1278b7b3c5

- Valenciano, C & Polo, J. (2013) Propuesta de protección física y preservación de los yacimientos arqueológicos: el caso de La Peña de Estebanvela (Ayllón, Segovia). Ocupaciones magdalenenses en el interior de la Península Ibérica.

- Vicens, E & Oms, O. (2001) Fundamentos conceptuales y didácticos los fósiles: qué son y para qué sirven. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, pp.110-115. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88724/132878>



15. Anexo

Anexo I. Fichas técnicas



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

FICHA TÉCNICA

RESINA POLIESTER S 1119 HPR High Performance resins

Revision nº 12 01/09/2008

Descripción: Es una resina poliéster insaturada disuelta en estireno, tixotrópica y preacelerada. La resina contiene el vira color.

N.B. La resina no contiene ceras o parafinas de ningún tipo y por lo tanto no da problemas de delaminación. Se recomienda de todas formas no estratificar a intervalos superiores a tres días para garantizar una buena adhesión inter laminar.

La resina ha obtenido la homologación por parte de Lloyd's Register of shipping (certificado nr. MATS/3515/1 de 20/06/2006).

Principales campos de aplicación: La resina poliéster S1119 ha sido proyectada para todos los sectores de la vidrio resina y en particular para la producción de embarcaciones. Tal resina puede aplicarse o por estratificación manual o a chorro. Ventajas: La particular composición química de la resina garantiza una buena compatibilidad y bañabilidad con las fibras de vidrio.

Principales características: Confiere buenas características de resistencia mecánica al PRFV. La resina poliéster S1119 contiene un particular sistema de aceleración, que permite tiempos rápidos de deformación de los manufacturados, pero manteniendo picos exotérmicos contenidos. El sistema particular de tixotropización garantiza la ausencia de fenómenos de sedimentación del agente tixotrópico.

Características químico físicas resina líquida

Características	Rangos	Unidad de medida	Método
Aspecto	Líquido turbio azul		
Viscosidad @ 25°C	550-650	mPa-s	I.O.369
Tix Index	3,0-3,5		I.O.369
Tiempo de hielo @ 25°C	18,0-22,0	Minutos	I.O.1000
Tiempo al pico	9,0-13,0	Minutos	I.O.1000
Pico exotérmico	175,0-195,0	°C	I.O.1000
Contenido en estireno	41,0-45,0	%	I.O.349
Contenido en agua	Max 0,15	%	I.O.360
Estabilidad a 65°C	;in. 6	Días	I.O.375
Estabilidad a almacenamiento	Min. 6	Meses	I.O.998

(*) Brookfield RVF Spindle

(**) Brookfield RVF

(***) Condiciones de catálisis: 100g resina + 1,50 g MEKP 50 (LUPEROX K1)

(****) Valores no descritos en boletín de análisis

Características mecánicas típicas resina pura endurecida (*****)

Características	Valor	Unidad de medida	Método
HDT	70,0	°C	ASTM D 648
Tg	90,0	°C	DIN 53445
Resistencia a tracción	55,0	MPa	ASTM D 638
Resistencia a flexión	110,0	MPa	ASTM D 790
Módulo elástico a tracción	4,2	GPa	ASTM D 638
Módulo elástico a flexión	3,9	GPa	ASTM D 790
Alargamiento a rotura de tracción	2,0	%	ASTM D 638
Dureza Barcol	45,0	--	ASTM D 2583

(*****) Catálisis: 100g resina + 1,50 MEKP 50 (LUPEROX K1)

24 horas a temperatura ambiente + 2 horas a 100°C



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

Uso: Se aconseja usar la resina a una temperatura comprendida entre 15 y 30°C. Usando una mezcla de MEKP/AAP (metilqueton peróxido/acetil acetona peróxido) esta permite obtener un tiempo de catálisis más bajo con un pico exotérmico más alto. Se recomienda no meter aire u otros gases en la resina. Se aconseja además no mezclar con resinas tradicionales.

Instrucciones antes de usar: La resina debe estar a 15°C mínimo, antes de usar para obtener una catálisis suficiente cuando el MEKP se usa como sistema de catálisis. Agitar bien la resina antes de usar.

Instrucciones de almacenamiento: La resina debe de almacenarse en los contenedores originales, sellados y no dañados, en lugar seco a una temperatura entre 5°C y 25°C. La estabilidad del producto se reduce a altas temperaturas y las propiedades de la resina pueden cambiar durante el almacenamiento. El tiempo de almacenamiento de las resinas insaturadas en estirolo puede ser significativamente reducido cuando el producto está expuesto a la luz. Conservar en oscuro y en contenedores no transparentes.

Las informaciones contenidas en este folio informativo están basadas en datos de laboratorio y sobre nuestra experiencia. Consideramos que estas informaciones son importantes, pero no podemos garantizar su aplicabilidad en su proceso. No asumimos ninguna responsabilidad por eventos que puedan verificarse por usos impropios del producto mismo. El usuario, aceptando los productos que en ella se describen, acepta las responsabilidades de probar exhaustivamente cualquier aplicación antes de iniciar la producción. Nuestras recomendaciones no deben de estar concebidas como instigación a violar alguna ley, código de seguridad o norma aseguradora.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

ENDURECEDOR PEREXTER B18

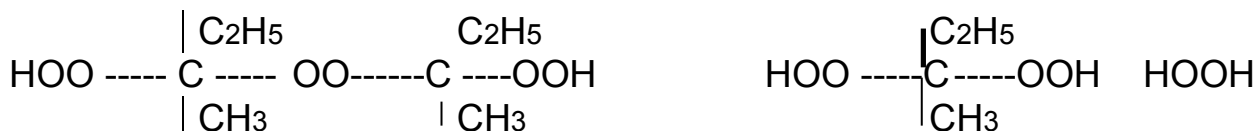
Metiletilcetona

CAS Nr.: 1338-23-4

EINECS: 215-661-2

Perexter B18 es un método Standard metiletilcetona usado para remedios fríos de resinas poliéster insaturadas en temperaturas ambientes en combinación con un acelerador de cobalto.

Estructura química



Especificaciones standard de venta

Características Standard	Método de análisis	Unidad	Limites específicos
Forma física	AM/I/71/A	-	Líquido Claro
Oxígeno activo	AM/I/53/C	%w	9.0 – 9.4

Presentación

Perexter B18 está disponible en paquete tamaños 100gr y 500gr .

Seguridad – Riesgos

Por favor consulte la Ficha técnica antes de usar el producto.

Almacenamiento – Manejo

El producto puede ser almacenado un mínimo de tres meses después de la fecha de recepción, si se mantiene en condiciones apropiadas y bajo su temperatura máxima de almacenamiento. Referirse a la Ficha Técnica para los detalles de almacenamiento.

La información contenida en este documento está baso en ensayos llevados a cabo por nuestros Centros de Investigación y hechos bibliográficos, pero no constituye o implica garantía, expreso o bajo nuestra responsabilidad. Nuestras especificaciones formales definen los límites de nuestras responsabilidades. No admisible que cualquiera pueda ser aceptado por ATOFINA con referencia a manejo, proceso o uso del producto o productos que conciernen a lo que debería ser usado con respeto a las leyes o regulaciones del país o países afectados.

FICHA TÉCNICA

Edición: 08/01/08
Últ.revisión: 30/7/08



PRODUCTO

**COLA BLANCA
MADERA**

PRESENTACIONES

250g,500g,1Kg,5Kg,25Kg

Refs. SAP

501702-707



Descripción Adhesivo en base dispersión acuosa de acetato de polivinilo con alcohol de polivinilo como coloide protector.

Características Técnicas

Aspecto:	Fluido viscoso de color blanco con olor característico.
Viscosidad Brookfield (6, 20°, 20 rpm):	20 - 30 Pa.s
Densidad (kg/l):	1,19 - 1,20
Residuo Seco (%):	56 - 58
pH:	6 - 7
Tiempo abierto (25°, 60% H.R.):	10 minutos.
Tiempo de prensado:	Mínimo 20 minutos, antes de soportar carga.
Temperatura mínima de formación de film:	4-5 °C.
Fuerza de tracción (24 horas):	150 kg/cm ²

Aplicaciones Encolado de todo tipo de maderas. Útil para trabajos de montajeo ensamblaje, ya sea madera-madera como combinaciones madera-aglomerado-DM entre sí.

Modo de Empleo

Preparación de superficies: las superficies a encolar deben encontrarse limpias (exentas de polvo o grasa) y secas.

Aplicación: En ensamblajes de espiga o mecha y en maderas no muy duras, aplicar a la cola con un pincel sobre una de las dos caras, preferentemente en la que se encuentren los tetones. Prensar la pieza encolada de forma continua durante un mínimo

FICHA TÉCNICA

Edición: 08/01/08

Últ.revisión: 30/7/08



de 20 minutos con una presión del orden de 1 kg/cm².

En el resto de trabajos, o en encolados en espiga sobre maderas muy duras, aplicar el adhesivo a dos caras.

Se recomienda aplicar siempre un exceso de cola para garantizar una buena adherencia final. Este exceso puede eliminarse con facilidad con la ayuda de un trapo humedecido (cola tierna), o mediante lijado si la cola esta seca. Es muy importante eliminar bien el exceso de cola ya que ésta no es barnizable.

El rendimiento y la dosificación del producto depende mucho de la porosidad de los sustratos a encolar y del tipo de trabajo a realizar, por lo que no se puede dar un valor aproximado para este tipo de productos.

La cola blanca para madera está preparada para ser utilizada directamente. No obstante, en caso de desear un producto más fluido o con un tiempo abierto más largo, se puede mezclar con agua agitando ligeramente teniendo en consideración que una pequeña cantidad de agua disminuye mucho la viscosidad.

Disolución y limpieza

El producto húmedo se elimina fácilmente con un trapo humedecido. Las herramientas de trabajo se limpian fácilmente sumergiéndolas en agua durante 24 horas. Una vez endurecido, emplear procedimientos mecánicos.

Almacenaje En condiciones normales de almacenamiento y en su envase original la vida del producto se considera de 12 meses, siendo normal una ligera separación de agua en la superficie del producto (mezclar bien antes de utilizar).

Seguridad

El producto no está identificado como peligroso según el RD 1074/93.

Garantizamos las propiedades uniformes de nuestros productos en todos los suministros. Las recomendaciones y los datos publicados en esta hoja técnica se basan en nuestro conocimiento actual y rigurosos ensayos de laboratorio. Debido a las múltiples variaciones en los materiales y en las condiciones de cada proyecto, rogamos a nuestros clientes que efectúen sus propios ensayos de utilidad bajo las condiciones de trabajo previstas y siguiendo nuestras instrucciones generales. Con esto se evitan posteriores perjuicios, cuyas consecuencias serían ajenas a la empresa.

Los datos indicados en esta Hoja Técnica no deben ser considerados nunca como una especificación de las propiedades del producto.



EL PEGAMENTO UNIVERSAL

PEGAMENTO DE RESINA SINTÉTICA TRANSPARENTE PARA APLICACIÓN UNIVERSAL



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

UHU Pegamento Universal, pegamento líquido de resina sintética de reconocida eficacia para pegados rápidos y transparentes. Adecuado para aplicaciones universales en el hogar, en la oficina, en la construcción de maquetas, en el colegio, en manualidades, etc. Pega con rapidez y de forma duradera numerosos materiales. Una vez aplicado, el pegamento puede corregirse temporalmente y no arruga el papel.

CAMPO DE APLICACIÓN

Universal: pega madera, materiales basados en madera, plásticos (ABS, PVC duro y blando, plexiglás®, poliestireno, Resopal®), metal, vidrio, porcelana, cerámica, cuero, goma, fieltro, corcho, tela, cartón, papel, etc.

No apropiado para Poliestireno extrudido, polietileno (PE) y polipropileno (PP).

CARACTERÍSTICAS

- Líquido
- Transparente
- Secado rápido
- Corregible temporalmente
- No arruga el papel

PREPARACIÓN

Circunstancias de aplicación: No utilizar a temperaturas inferiores a +5 °C.

Requisitos de las superficies: Los materiales que vayan a pegarse deben estar limpios, secos y libres de polvo y grasa.

Tratamiento previo de las superficies: A la hora de pegar plástico o metal, podrá obtener mejores resultados si las piezas que van a pegarse se raspan ligeramente en primer lugar.

APLICACIÓN

Modo de empleo:

Aplicar una capa fina de adhesivo en un lado del ensamblado y presionar las partes, ¡eso es todo! En el caso de los materiales no absorbentes (por ejemplo, cerámica, papel estucado), aplicar adhesivo en ambos lados del ensamblado, dejar que se seque, volver a aplicar y presionar ambas partes.

Manchas/restos: Los restos de adhesivo húmedo deben limpiarse lo antes posible. Los residuos secos y las manchas en la ropa pueden eliminarse con acetona.

Puntos de atención: El UHU Adhesivo universal contiene disolventes volátiles altamente inflamables. Por lo tanto, deben tomarse las precauciones correspondientes durante el almacenamiento o el uso del adhesivo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Base química:	Polyvinyl acetate
Color:	Transparente
Consistencia:	Líquido
Densidad aprox.:	0,98 g/cm ³
Firmeza final:	7 N/mm ²
Firmeza final después:	24 hours
Poder de relleno:	Buena
Punto de inflamación:	K1 (<21°C)
Resistencia a la humedad:	Buena
Resistencia al agua:	Buena
Resistencia máxima a la temperatura:	70 °C
Soluble en agua:	No
Solvente:	Mixture of esters and alcohols
Temperatura mínima de aplicación:	10 °C
Tiempo de secado/endurecimiento aprox.*:	60-120 seconds
Viscosidad:	Viscosidad media
Viscosidad aprox.:	4400 mPa·s

PROPIEDADES FISIOLÓGICAS

El adhesivo seco es inerte, completamente neutro e imparcial desde el punto de vista fisiológico.

TAMAÑO DE ENVASES

Tubo: 7 ml, 20 ml, 35 ml, 45 ml, 60 ml, 125 ml Lata: 500 ml frasco: 5 kg Tubo de plástico: 20 ml

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Como mínimo 24 meses desde la producción. Una vez abierto el envase es de conservación limitada. Guardar en un lugar fresco, seco y protegido de las heladas.

Nuestra recomendación se basa en amplios estudios y una gran experiencia práctica. Sin embargo, debido a la amplia variedad de materiales y condiciones bajo las cuales se emplean nuestros productos, no asumimos ninguna responsabilidad sobre el resultado obtenido o daño causado por mal uso. No obstante nuestro Departamento Técnico esta siempre a su disposición para cualquier consulta.

**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

® Mowital

Technical data sheet

Characteristics

Polyvinyl butyral (PVB) grades with different molecular weights, and varying degrees of acetalization.

Recommended Uses

Binder for coatings (adhesion promotion/ corrosion protection primers, shop primers, wash primers, stoving enamels, varnishes and lacquers for different substrates). Binder for printing inks. Co-binder for powder coatings. Temporary binder for ceramics. Binder for textile printing and non-woven. Wetting agent for grindings, esp. of organic pigments. Adhesives, pressure-sensitive adhesives and hotmelts.

Form supplied

Fine-grained, free-flowing white powder

Specification Data

The data are determined by our quality control for each lot prior to release.

grade	Non-volatile content (DIN 53216)	Content of polyvinyl alcohol ¹⁾	Content of polyvinyl acetate ²⁾	Dynamic viscosity ³⁾ 10 % solution in Ethanol ⁴⁾
	wt-%	wt-%	wt-%	mPa · s
Mowital B 14 S	≥ 97.5	14-18	5-8	9-13
Mowital B 16 S	≥ 97.5	14-18	4-7	13-17
Mowital B 18 S	≥ 97.5	14-18	3-6	17-22
Mowital B 20 H	≥ 97.5	18-21	1-4	15-30
Mowital B 30 T	≥ 97.5	24-27	1-4	30-55
Mowital B 30 H	≥ 97.5	18-21	1-4	35-60
Mowital B 30 HH	≥ 97.5	11-14	1-4	35-60
Mowital B 45 M	≥ 97.5	21-24	1-4	80-110
Mowital B 45 H	≥ 97.5	18-21	1-4	60-90
Mowital B 60 T	≥ 97.5	24-27	1-4	180-280
Mowital B 60 H	≥ 97.5	18-21	1-4	160-260
Mowital B 60 HH	≥ 97.5	12-16	1-4	120-280
Mowital B 70 HH	≥ 97.5	11-14	1-4	280-400
Mowital B 75 H	≥ 97.5	18-21	1-4	55-85 ⁵⁾

¹⁾ Hydroxyl groups in terms of polyvinyl alcohol

²⁾ Acetyl groups in terms of polyvinyl acetate

³⁾ according to Hoepler, DIN 53015, at 20 °C

⁴⁾ containing 5 % water

⁵⁾ viscosity of a 5 % solution

**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

Additional Data

Grade	Dynamic viscosity ¹⁾	Dynamic viscosity ¹⁾	Glass transition temperature (DSC, ISO 11357-1)	Water up-take after 24 h water immersion ²⁾	Bulk density (DIN EN 543, Dec. 1991)
	5 % solution in n-Butanol	10 % solution in-n-Butanol		at 20 °C	
	mPa · s	mPa · s	°C	wt-%	g / l
Mowital B 14 S	-	20-31	60	4-6	340
Mowital B 16 S	-	31-41	62	4-6	380
Mowital B 18 S	-	41-53	63	4-6	350
Mowital B 20 H	-	40-70	64	4-6	330
Mowital B 30 T	-	90-150	70	6-10	300
Mowital B 30 H	-	90-150	68	4-6	320
Mowital B 30 HH	-	90-150	63	4-6	210
Mowital B 45 M	-	-	70	5-8	250
Mowital B 45 H	-	160-280	69	4-6	240
Mowital B 60 T	60-90	-	72	6-10	270
Mowital B 60 H	45-80	-	70	4-6	250
Mowital B 60 HH	40-80	-	65	3-5	210
Mowital B 70 HH	-	-	68	3-5	210
Mowital B 75 H	200-400	-	73	4-6	200

These data are used solely to describe the product. They are not subject to constant monitoring or part of the specification.

¹⁾ according to Hoepler, DIN 53015, at 20 °C

²⁾ dry film thickness of test specimen: 0.1 mm

Nomenclature

Our Mowital grades are named using a self explaining nomenclature. The trade-name Mowital is followed by a capital B stating the aldehyde used. In this case the products are based on butyraldehyde. The numbers refer to the degree of polymerization, the higher the number the higher the degree of polymerization (viscosity). The suffixes T, M, H, S and HH indicate the degree of acetalization, T being the lowest and HH being the highest.

Properties and uses

The Mowital grades are thermoplastic polyvinyl butyral resins which are supplied as fine-grained, free-flowing powders.

The properties of the various grades are mainly determined by their molecular weights and their degree of acetalization. Mowital grades are soluble in a broad variety of organic solvents. They show good compatibility with plasticizers and other resins. Mowital grades are able to cross-link with other resins such as phenolic, epoxide and melamine resins. The network density may be adjusted depending on the degree of residual OH groups which is determined by the degree of acetalization (see Stoving enamels).

Mowital films are resistant to light and heat-sealable at temperatures above 120 °C. Toughness and elasticity are influenced by their molecular weight. Properties like water resistance and solubility in non-polar solvents mainly

depend on their degree of acetalization. So the highly acetalized Mowital HH grades show the highest water resistance and best solubility in non-polar solvents such as toluene.

Food contact status

The use of Mowital is sanctioned by: EC plastics directive 2002/72/EC, as last amended by 2004/19/EC - all monomers and starting substances authorized by listing in Annex II, Section A.

Council of Europe, Resolution AP 96(5) on surface coatings intended to come into contact with foodstuffs - all monomers and starting substances authorized by listing in appendix 2, list 1.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

US Food and Drug Administration 21 CFR § 175.105 Adhesives, 21 CFR § 175.300 Resinous and polymeric coatings, 21 CFR § 176.170 Components of paper and paperboard in contact with aqueous and fatty foods.

Stoving enamels

Due to their medium to high content of hydroxyl groups Mowital H, M and T grades are particularly suitable for cross-linking with phenol formaldehyde, epoxide and melamine resins, respectively. In stoving enamels the Mowital content should be between 10 and 40% based on total binder content. Generally, stoving conditions are temperatures between 160 and 200 °C for 10 to 20 minutes. In the case of multi-layer coatings the first layer should not be fully stoved before application of the second layer in order to avoid adhesion faults of the succeeding coating.

Mowital H grades provide better plasticizing properties in above mentioned binder combinations. However, they are less cross-linkable due to the lower number of non-acetalized OH-groups.

Shop and wash primers

In combination with orthophosphoric acid Mowital H, S and HH grades are generally used to manufacture shop and wash primers (1K and 2K primers). The films adhere extremely well to steel, iron, zinc, aluminum and other metals.

To achieve further improvement in anti-corrosion protection as well as adhesion Mowital can be combined with low-molecular weight phenolic, epoxide or urea resins as well as corrosion protection pigments.

The good anchorage of the primer on metal is caused by a binder/pigment/orthophosphoric acid/metal complex.

In one-pack primers the orthophosphoric acid was already added to the primer during its manufacture. The amount of acid used is relatively small and should

not exceed 5%. One-pack primers must always be supplied in containers suitable for orthophosphoric acid.

In the case of two-pack primers the orthophosphoric acid (diluted with solvent) is supplied in a second container separately. Two-pack primers contain higher amounts of acid. However, if the level exceeds 10% the coating becomes less water resistant. Upon mixing the pot life of the two-pack primer is limited to a few hours.

Strippable lacquers

Although Mowital H grades exhibit very good adhesion properties they may also be used successfully as strippable lacquers. Strippability has to be adjusted using common additives and will retain for several months.

Foil lacquers

Mowital H grades are especially suitable as binders for lacquers on aluminum, tin, brass, lead and steel foils. With a dry film thickness of 2 to 10 µm the films have a very good flexibility. Their adhesive strength can be improved by stoving at temperatures of up to 140 °C. If necessary, gloss and flexibility can be improved by addition of plasticizers.

Printing inks

Low-viscosity Mowital grades are suitable binders for flexographic and gravure printing inks which exhibit very good adhesion to substrates like polyolefins, metals, cellulose acetate, polyester, cellophane, polyamide, and polystyrene films. If necessary, the adhesion to problematic substrates like OPP foil can be improved by way of coronal discharge and chemical adhesion promoters.

Printing inks based on Mowital exhibit low solvent retention, and good flow, as well as good resistance to water. Mowital can be used as a sole binder or in combination with alcohol-soluble nitro-cellulose or other resins, like ketone condensation resins, alkyds, maleic resins, and some natural polymers.

The low viscosities as well as the excellent pigment wetting properties of Mowital B 14 S, B 16 S, B 18 S, B 20 H and B 30 H make these grades highly suitable for the manufacture of pigment concentrates and preparations.

Temporary binder for ceramics

Mowital is an excellent binder for the production of ceramics and ceramic tape cast materials. It shows remarkably good green strength and flexibility of the ceramic tapes. Mowital provides good dimensional stability and decomposes cleanly during sintering.

Adhesives and hotmelts

Owing to the excellent adhesion of Mowital to glass and metals, it is used to bond or laminate these materials. It may also be employed for binding other polar substrates. Mowital can be applied in solution or as a part of hotmelt.

For hotmelts Mowital is compounded in heated kneaders or extruders with plasticizers and adequate additives. These compounds are applied by heated rollers, nozzles or spray guns on to one of the substrates and subsequently submitted applying heat and pressure.

Processing

Mowital can be processed thermoplastically or in solution of organic solvents.

Preparation of Mowital solutions

Mowital is soluble in a wide range of organic solvents and mixtures thereof. It can be dissolved in single solvents but to obtain low solution viscosities it is recommended to dissolve Mowital in solvent mixtures (e.g. 1:1 mixture of ethanol and toluene).



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

Mowital is not soluble in water. However, a water content of up to 10% in the solvent mixture is possible and can be used to influence solution viscosity. Increase or decrease of viscosity depends on the type of solvents (e.g. increase in ethanolic solution) and must be tested in advance.

To dissolve Mowital, stir the solvent or solvent mixture and add Mowital in portions at ambient temperature. The stirrer speed during addition of Mowital should be low to medium to ensure good dispersion of Mowital powder in the solvent and to avoid dusting. After Mowital is wetted by the solvent the stirring speed can be increased. Sometimes heat may be necessary for dissolving Mowital. In this case do not apply heat until Mowital is wetted to avoid agglomeration. For preparation of a solution with mixed solvents first add Mowital to the solvent which does not dissolve Mowital alone (e.g. aromatic solvent) in order to form a slurry. Then add the alcoholic solvent which normally dissolves Mowital best.

The final solution viscosity as well as the speed of dissolution depend on the type(s) of solvent(s) used, the temperature and the speed of stirring.

Mowital can be processed and applied by the usual equipment of the printing ink and lacquer industry.

Overpaintability

Virtually all commonly used paints adhere to hardened coatings of Mowital based primers. Problems may be encountered using some special nitro-cellulose or 2-component epoxy resin paints.

Precautions

Static electricity has to be avoided applying the appropriate safety measures while handling Mowital as well as organic solvents.

Oxidation stabilization

The Mowital T-, H-, and HH-grades are normally stabilized against oxidation by 3,5-di-tert.-butyl-4-hydroxytoluene (BHT). Upon special request some of these grades are also available without stabilization. The Mowital M- and S-grades are free of BHT.

Storage

In its original packaging Mowital may be stored under dry and cool conditions for at least 12 months.

Waste disposal

In accordance with current regulations and/or after consultation with site operator and/or with the responsible authorities Mowital may be taken to waste disposal sites or incineration plants.

Industrial Safety and Environmental Protection

Not classified as a dangerous substance or preparation according to the current criteria of chemical legislation, or of the EU Directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC.

A safety data sheet is available upon request.

This information is based on our present state of knowledge and is intended to provide general notes on our products and their uses. It should therefore not be construed as guaranteeing specific properties of the products described or their suitability for a particular application. Any existing industrial property rights must be observed. The quality of our products is guaranteed under our General Conditions of Sale.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

ACRIL 33

EMULSION ACRILICA AL 100%

CARACTERISTICAS TECNICAS

Resina base:	Copolímero etil acrilato –metil metacrilato (EA-MMA)
Aspecto:	Líquido lechoso blanco
Olor:	amoniacal
Residuo seco:	45 - 47%
Viscosidad a 20°C.:	2500 ÷ 5000 mPa-s
pH:	9 - 10
Diámetro medio partículas:	0,15 micron
Temperatura transición vítrea (tg):	6 – 8° C
Temperatura mínima de película (mft):	6°C
Alargamiento a rotura (ISO 527 - UNI 8422)	560 %
Resistencia a la tracción (ISO 527 - UNI 8422)	35 N/mm2

DESCRIPCION

Dispersión acuosa de resina acrílica pura 100% con óptimas características de resistencia y estabilidad tanto para interiores como para exteriores.

ACRIL 33 es distribuido por C.T.S. España S.L. como alternativo del Primal AC-33 de la marca Rohm and Haas (gracias a una formulación química similar).

La formulación del **ACRIL 33** se caracteriza por una óptima resistencia a los alcalinos y resulta particularmente indicada para dar mayor adhesión y manejabilidad a ligantes hidráulicos y no hidráulicos (cal hidratada y/o hidráulica, cemento, yeso). En caso de querer obtener morteros con una mayor resistencia mecánica se aconseja, en alternativa, la dispersión **PEOVAL 33**, en particular en el caso de gigantes hidráulicos

SECTORES DE EMPLEO

ACRIL 33 puede ser utilizado en todos los sectores de la restauración conservativa con óptimos resultados;

Entre los usos más comunes:

- aditivo para morteros de inyección, estucado, reintegración, etc.;
- ligantes para veladuras;
- ligantes para pigmentos naturales y sintéticos;
- consolidante y fijador de capas pictóricas;
- adhesivo para documentos de papel.

PROPIEDADES - CARACTERISTICAS

- excelente estabilidad al hielo - deshielo;

- gran compatibilidad con pigmentos y cargas;
- óptima resistencia a las sales solubles;
- buena estabilidad del pH;
- buena estabilidad mecánica.

PROPIEDADES DE LA PELICULA DE ACRIL 33

- elevada resistencia al amarilleamiento y a los rayos U.V.;
- buena transparencia;
- óptimo poder ligante;
- gran resistencia a los alcalinos.

MODALIDADES DE USO

Son prácticamente ilimitadas ya sea por dosis o por campos de aplicación, en cuanto a que es utilizada en todos los sectores de la restauración (pétreo, arqueológico, papel, pictórico, etc.).

Se aconseja de todas maneras realizar pruebas preliminares para verificar el consumo y la eficacia.

RENDIMIENTO

Variable según la utilización y el porcentaje de empleo.

CONFECCIONES

ACRIL 33 está disponible en confecciones de:
1 - 5 - 20 - 120 Kg.

ESTOCAJE



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

ACRIL 33 tiene una duración prácticamente ilimitada. Conservar el producto en los recipientes originales herméticamente cerrados a temperatura de aprox. 20° C.

ACRIL 33 TEME EL HIELO; puede coagular a temperatura inferior a 10° C.

La información contenida en esta ficha técnica se basa en nuestro conocimiento y pruebas de laboratorio en la fecha de la última versión. El usuario debe comprobar la idoneidad del producto para cada uso específico de las pruebas preliminares, y deben respetar las leyes y reglamentos vigentes en materia de salud y seguridad. C.T.S. España garantiza la calidad constante del producto pero no responde de eventuales daños causados por un empleo no correcto del material. Este producto está destinado exclusivamente para uso profesional. Además, pueden cambiar en cualquier momento de los componentes y los envases sin la obligación de comunicación alguna

A continuación les reportamos algunas **referencias** recogidas sobre la línea “**ACRIL 33**”:

Nombre del monumento/obra	Localidad – Provincia (País)
Palazzo del Vicariato	Roma (I)
Cinerario Paolozzi	Chiusi – SI (I)
Palazzo Eroli	Narni – TR (I)
Claustro de la Iglesia de los Jeronimos	Madrid (E)
Parlamento de Andalucía y Castillo de las Guardas	Sevilla (E)
Puente Viejo de Talavera de la Reina	Talavera de la Reina – Toledo (E)
Iglesia Romanica de San Miguel	San Miguel de Escalada (E)
Casa Oliva	Caravaca de La Cruz – Murcia (E)
Iglesia de La Sangre	Villafames – Castellon (E)
Conjunto Arqueologico Madinat Al-Zahra	Cordoba (E)
Villa Romana de Almenara de Adaja	Almenara de Adaja (E)
Duomo di Terni	Terni (I)
Torre del Camarin de la Iglesia de S.Domingo	Malaga (E)
Mezquita – Catedral de Cordoba	Cordoba (E)
Casa Cerdá	Barcelona (E)
Palazzo S. Demetrio	Catania (I)
Chiesa S. Michele Arcangelo	Pomonte di Gualdo C. (I)
Chiesa Madonna della Stella	Montefalco – PG (I)
Chiesa S. Maria Assunta	Le Cogne – Cascia – PG (I)
Ex Chiesa di S. Giacomo	Cerreto di Spoleto – PG (I)
Crocefisso ligneo XV secolo	Paderno del Grappa – TV (I)
Affresco Arcangelo Gabriele giudice	Santa Maria di Sala – VE (I)
Palazzo Trigona	Noto – SR (I)
Cornice “Sacra famiglia” del Sodoma	Museo Borgogna – VC (I)
Abbazia di Morimondo	Morimondo – MI (I)
Portale neogotico	Monza – MI (I)
Soffitto della Chiesa di S.Maurizio e Palazzo Reale - Corte dei Conti	Milano (I)
Rocca Albornonziana	Spoleto (I)
Iglesia de San Justo	Toledo (E)
Palacio Episcopal	Murcia (E)
Villa Tomitano	Villai di Feltre – BL (I)
Torre Quattrocentesca di Vendicari	Noto – SR (I)



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

Monastero San Giovanni degli Eremiti	Palermo (I)
Fachada de la Catedral de Plasencia	Plasencia – Caceres (E)
Torre de la Calahorra	Cordoba (E)
Torre del Reloj del Palacio Dolmabahce	Turchia (E)
Bacco del Giardino di Boboli	Firenze (I)
Terme della Rotonda	Catania (I)
Chiesa di San Michele	Racalmuto – AG (I)
Fuente del Arca del Agua	Baeza – Jaen (E)
Palazzo Fava	Bologna (I)
Ex-Convento degli Agostiniani	Lecce (I)
Palazzo Giustinian	Venezia (I)
Villa Poggi	Firenze (I)
Musei Civici Agli Eremitani	Padova (I)
Villa Poiana (del Palladio)	Vicenza (I)
Villa Rasponi	Firenze (I)
Castello di Montorio	Montorio - VR (I)
Palazzo Belgioioso (Acril ME)	Locate Triulzi – MI (I)
Grand Hotel	S.Pellegino Terme - BG (I)
Palazzo Durazzo	Novi Ligure – Alessandria (I)
Palazzo Serbelloni	Milano (I)
Monasterio de Piedra	Nuevalos – Zaragoza (E)
Teatro Oscense de Huescar	Huescar – Granada (E)
Catedral de Jerez – Cubierta	Jerez De La Frontera – Cádiz (E)
Ayuntamiento de Terrinches	Terrinches – Ciudad Real (E)
Pinturas Murales Iglesia Santa María la Mayor	Benavente - Zamora (E)
Excavación Arq. la Encarnación	Sevilla (E)
Jardines Románticos de Montforte	Valencia (E)
Castillo de Moclin	Moclin – Granada
Fachada principal Palacio de Riva Herrera	Santander (E)
Villa Romana Cortijo Robledo	Casabermeja – Málaga (E)
Bóvedas Iglesia Sto. Domingo El Real	Toledo (E)
Chiesa SS. Rosario	Messina (I)
Chiesa Batia S. Agata	Catania (I)
Teatro Politeama	Palermo (I)
Castello	Rocca Sinibalda (I)
Cappella Trenzanesio	Rodano(I)
Santuario de San Juan de Avila	Montilla – Cordona (E)
Terrecotte architettoniche romane di Sovana	Sorano – GR (I)
Castillo de Villena	Villena – Alicante (E)
Monasterio de San Joan	San Joan de las Abadesas – Gerona (E)



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com



PARALOID B-72

PRODUCTO PARA LA CONSOLIDACIÓN DE MADERA Y PIEDRA

INTRODUCCIÓN

El **PARALOID B-72**, es una resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato) sólida, suministrada en pequeñas bolas que, oportunamente disuelta en apropiados disolventes puede ser empleada como consolidante además que para usos tradicionales como adhesivo o fijativo.

La solubilidad del PARALOID B-72 es posible con varios tipos de disolventes:

- Cetonas (acetona, metiletilcetona)
- Esteres y éteres (etilo acetato, butil acetato y cellosolve acetato, dowanol PM, etc)
- Hidrocarburos aromáticos (tolueno, xileno, y mezclas como el disolvente nitro)
- Hidrocarburos clorurados (cloruro de metileno, cloretene)

Es insoluble en agua y muy poco en alcohol etílico e hidrocarburos alifáticos.

Los disolventes aconsejados, por su baja toxicidad, son acetona (que es muy volátil), butil acetato, en caso de que se requiera un bajo nivel aromático se aconseja dowanol PM.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución se prepara normalmente con una concentración entre el 2% al 10% de PARALOID B-72 en disolvente (2/10 de PARALOID B-72 y 98/90 de disolvente) por medio de un agitador mecánico. El disolvente se pone primero en el recipiente y mientras se agita este se va echando la resina hasta obtener una perfecta disolución. Un ligero aumento de la temperatura (hasta 50/60°, compatible con el punto de ebullición del disolvente), favorece la solubilización.

APLICACIÓN

La aplicación de la solución de PARALOID B-72 sobre los objetos a consolidar puede hacerse con los sistemas normales usados para el barniz como aerógrafos o pinceles.

Los mejores resultados se obtienen por inmersión lenta del objeto a consolidar en la solución. De ese modo el consolidante es absorbido por capilaridad del soporte poroso penetrando también en las partes más internas, consolidando el objeto de manera completa y uniforme.

Para eliminar resina en superficie se aconseja siempre dar disolvente puro después de la aplicación, antes del secado. Esto reducirá el riesgo de formación de película y de efectobrillante.

FINALIDAD DEL TRATAMIENTO

El tratamiento de consolidación así como se explica obtiene diversas funciones, las más importantes son:

- reducción del número de micro porosidad (diámetro inferior a 0,1 mm) y reducción del volumen de la porosidad más grande (diámetro superior a 10 mm). convirtiendo al objeto más compacto y menos frágil.
- evita la transformación del carbonato de calcio (duro y compacto) a sulfato de calcio (frágil y polvoriento), por acción del anhídrido sulfuroso presente en el aire.
- reduce la absorción de agua sea en superficie que en profundidad por quedar inalterable, en término de color, opacidad, el aspecto del objeto tratado.

NOTA: PARALOID B-72 confiere hidrorrepelencia sólo temporalmente, siendo oportuno continuar después de la consolidación con un tratamiento de siloxanos (SILO 111) o utilizar una resina acril-silicónica (ACRISIL 201 O.N.).

ESPUMA DE POLIURETANO

Espuma expansiva para rellenar, aislar y sellar ranuras



DESCRIPCIÓN

Espuma expansiva de poliuretano que cura con la exposición a la humedad ambiental, para rellenar, aislar y sellar huecos, ranuras y canales. Funciona como aislante acústico y térmico. Una vez curada puede cortarse, lijarse, estucarse y/o pintarse.

USOS

Para una amplia gama aplicaciones en construcción: montaje, sellado, relleno y aislamiento térmico y acústico. Adhiere a la mayoría de los materiales de construcción como: concreto, teja, madera, metal. Sustituye el uso de morteros tradicionales en reparaciones menores.

Sellado, aislamiento y relleno de juntas, grietas y grandes huecos en:

- Particiones de muros y techos.
- Instalación de puertas y ventanas.
- Juntas en chimeneas, techos, paneles de cubiertas y muros.
- Aislamiento térmico de sistemas de tuberías de agua caliente, desagüe y sistemas de calefacción o aire acondicionado.
- Aislamiento acústico entre tabiques en paredes.
- Unión de elementos prefabricados.

VENTAJAS Y BENEFICIOS

- Excelente adhesión a todos los materiales.
- Reparaciones completamente limpias sin consumo de cementos, morteros y agua.
- Multiposición: De fácil aplicación en cualquier posición o ángulo, para facilitar su aplicación en lugares de difícil acceso.
- Máximo rendimiento: Hasta 30% más que una espuma normal.
- Rápido curado – tiempo de corte menos de 40 minutos.
- Resistente al moho y la humedad.
- Alto poder aislante (térmico y acústico).
- Fácil de cortar, lijar, estucar y pintar.
- No deforma los marcos: es de expansión controlada.
- No daña la capa de ozono, libre de CFC y HCFC.
- Excelente estabilidad de forma (sin encogimiento o expansión posterior).
- No emite vapores MDI: Mejora la Seguridad en el trabajo.

PRESENTACIONES

Aerosol de 570 ml.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANTES DEL CURADO

PROPIEDAD / MÉTODO	VALOR	UNIDAD
Apariencia/color	Amarillo pálido	-
Tiempo de secado al tacto (23°C y 50% HR)	6 - 8	min
Tiempo para ser cortada (23°C y 50% HR)	30 - 40	min
Curado total (23°C y 50% HR)	24	h
Temperatura de aplicación	5 - 30	°C

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO CURADO

PROPIEDAD / MÉTODO	VALOR	UNIDAD
Conductividad	0.00036	W/m °C
Absorción de agua (DIN 53428)	<1.5	%
Resistencia a compresión (DIN 53421)	>0.07	MPA
Resistencia a tracción (DIN 53455)	>0.17	MPA
Adhesión al acero	>0.15	MPA
Adhesión a madera	>0.25	MPA A
Resistencia a temperatura en servicio	60 - 100	°C

RENDIMIENTO

Aerosol de 570 ml rinde hasta 40 Litros.

El rendimiento práctico puede variar dependiendo de la calidad y el tipo de sustrato, las condiciones atmosféricas y la experiencia del aplicador. Se sugiere hacer pruebas de rendimiento previas para determinar el rendimiento real del producto.

INSTRUCCIONES DE USO

Preparación de la superficie

La superficie a sellar debe estar limpia, libre de polvo, grasa, lechadas de cemento, partículas sueltas o sustancias que impidan la adherencia de la Espuma Poliuretano. Pinturas incompatibles, en mal estado o con desprendimientos deben ser removidas. La temperatura de la superficie debe estar entre +5°C y 30°C. La lata debe estar a temperatura ambiente en el momento de la aplicación. Para una mejor aplicación, el envase debe estar a +20°C. Se recomienda humedecer la superficie de trabajo (sin saturarla) para mejorar la adherencia, expansión y las propiedades finales de la espuma.

Preparación del producto y aplicación

Agite la lata con fuerza varias veces antes de su uso, retire la tapa protectora y enrosque la cánula en la válvula. Regule la salida de la espuma con la presión ejercida sobre la válvula. Rellene los huecos o cavidades entre un 50 – 70% (la espuma expande su volumen después de aplicada). No rellene los huecos o cavidades totalmente, tenga en cuenta que la espuma expande su volumen durante el curado. Después de curada completamente la Espuma Poliuretano, quite el exceso de espuma mecánicamente, con la ayuda de un elemento cortante o herramienta de cizalla y protéjala cubriéndola con pintura o estuco y pintura. Se recomienda dejar la espuma sin cortar hasta su completo curado (cortar o procesar la espuma demasiado pronto puede afectar sus parámetros funcionales).

Limpieza de herramientas

Las herramientas y equipos deben limpiarse con un disolvente convencional inmediatamente termine la aplicación. La espuma curada sólo se puede eliminar por medios mecánicos. Cuando la válvula y cánula se bloquean, no se recomienda cortar la cánula, ya que puede tener un efecto adverso sobre las propiedades finales de la espuma.

INDICACIONES IMPORTANTES/PRECAUCIONES

Cualquier material no conocido por el usuario bajo el punto de vista de adherencia, debe ser ensayado previamente o bien consultar a nuestro Departamento Técnico. La espuma no se adhiere a polietileno, polipropileno, silicona ni teflón. Cuando se montan puertas y ventanas, es necesario utilizar anclajes mecánicos. Los elementos que se quieren fijar, se deben sostener hasta que endurezca la espuma.

ESTABILIDAD DEL PRODUCTO

La estabilidad del producto en el envase original sellado es de 12 meses contados a partir de la fecha de fabricación indicada en el código de barras, en un lugar bajo techo, en un área fresca, seca y con una adecuada ventilación apartados de una fuente de fuego. La temperatura de almacenamiento debe ser de 5°C a + 30°C, superar estos límites disminuye hasta en 9 meses la vida del producto o incluso puede afectar la funcionalidad del producto. Para evitar que la válvula quede bloqueada por el producto curado siempre almacene la lata en posición vertical, no deje el envase en posición invertida.



FICHA TÉCNICA

Rev.0: Octubre 2016



FIBRA DE VIDRIO MAT 300

DESCRIPCIÓN:

Fibra de vidrio fabricada a partir de filamentos de vidrio de 50mm. De longitud y distribuidos de manera aleatoria para formar un colchón regular. Ofrece una excelente compatibilidad con resinas poliéster no saturadas.

USOS:

Como material de refuerzo y material estructural. Se compone de una manta de filamentos de vidrios de alta calidad unidos entre sí con una resina de poliéster.

- Arreglo de materiales: Composites para arreglos de esquís, canoas...

-Automoción: Composites para componentes de vehículos.

-Industrial: Composite para refuerzo piezas plásticas, componentes para ordenadores, tejidos de refuerzo de estructuras, decoración, aislante...

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS:

-Excelente compatibilidad con todo tipo de resina poliéster.

-Supresión fácil de las burbujas

-Fácil de utilizar.

-Buenas propiedades mecánicas del producto final.

DATOS TÉCNICOS:

- **Ligante:** Emulsión.

- **Peso:** 300 gr/m² + 10% conforme a la norma ISO 3374.

- **Longitud de fibra:** 50 mm.

- **Contenido de humedad:** ≤ 0,20 % conforme a la norma ISO 3344.

- **Tensión de Rotura:** ≥ 120 N / 150 mm conforme a la norma ISO 2558.

PRESENTACIÓN:

- Se presenta en rollos para las cantidades de 5, 10 y 25 m² o superior.

- Se presenta envasado y doblado para la cantidad de 1 m².

ALMACENAMIENTO:

Los rollos deben almacenarse en su embalaje original, en un lugar seco y protegido del sol a una temperatura de entre -10 °C y 50 °C y con una humedad relativa entre 35% y 65%.

MODO DE EMPLEO:

Se recorta la cantidad necesaria y una vez acondicionada la superficie, limpia, seca y lijada, se procede al emplastado con resina de poliéster y peróxido.

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA:

Consultar ficha de seguridad.

Eurotex no se hace responsable de sus productos siempre que no hayan sido aplicados según las condiciones y modo de empleo especificados en esta ficha. Los datos reseñados están basados en nuestros conocimientos actuales, ensayos de laboratorio y en el uso práctico en circunstancias concretas y mediante juicios objetivos. Debido a la imposibilidad de establecer una descripción apropiada a cada naturaleza y estado de los distintos fondos a pintar, nos es imposible garantizar la total reproducibilidad en cada uso concreto.

Gypsona®



Venda de yeso de gasa tipo Leno.

Venda de yeso de alta calidad y resistencia. Constituida por una gasa de vuelta (gasa entrelazada), de algodón 100% e impregnada con yeso de granulometría y calidad estrictamente controlada.

La gasa está enrollada en un tubo cilíndrico de plástico.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- **Yeso de calidad muy controlada / prestaciones muy homogéneas**, seguridad terapéutica.
- **Yeso de tipo Alfa y Beta**, máxima calidad, no tóxico.
- **Tiempo de fraguado de 100 a 150 s (agua a 25°C)**, fragua rápidamente con el objeto de ahorrar tiempo de aplicación, aunque deja tiempo suficiente para un moldeado perfecto.
- **Gasa entrelazada de algodón 100%**, menor pérdida de yeso. La unión entre capas es más íntima, lo que a su vez produce mayor resistencia.
- **Alta resistencia**, con un mismo número de capas se consigue una mayor resistencia a la rotura que con otras vendas.
- **Menor peso en yeso fraguado**, mayor comodidad para el paciente.
- **Conformable**, facilidad de aplicación, acabado liso y uniforme.
- **Gran cremosidad**, aplicación más agradable y acabado final muy estético.
- **Envoltorio de Celofan transparente**, permite visualizar y evaluar directamente la pérdida de yeso en seco.

INDICACIONES

Todo tipo de férulas y yesos en cirugía ortopédica y traumatología.

INSTRUCCIONES DE USO

1. Sumergir la venda en agua a 20 – 25°C durante 2 – 5 segundos.
2. No añadir ni acelerantes ni reductores del tiempo de fraguado en el agua.
3. Escurrir la venda suavemente.
4. Esperar unos 30 minutos después de la realización del molde antes de movilizar al paciente.

COMPOSICIÓN

Soporte:

Venda de gasa de vuelta, de algodón puro emblanquecido por un procedimiento con peróxido de hidrógeno.

Nº de hilos / cm²: 21.

Peso: 25 g / m².

Yeso:

Compuesto por más del 85% de yeso de origen natural y coadyuvantes que permiten la adhesión del yeso a la venda.

Peso: 365 g/m².

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Fraguado inicial: 100 a 150 s (Agua a 25°C).

Fraguado final: 230 a 250 s (Agua a 25°C).

Resistencia a los 30 min (8 capas): 3 kg/dm mínimo.

Resistencia en seco: 6 kg/dm mínimo.








Pérdida de yeso durante el uso: hasta un 11% como máximo.

Temperatura máxima: 48°C.

Cumple con la Farmacopea Británica (1988)

PRESENTACIÓN

Código Producto	Dimensiones	Tipo de envasado	Unidades / Envase	Unidad mínima de venta	Código EAN
71985-04	5 cm x 2,7 m	Unitario	48	48	8428383151195
71985-05	7,5 cm x 2,7 m	Unitario	48	48	8428383151201
71985-00	10 cm x 2,7 m	Unitario	48	48	8428383151218
71985-02	15 cm x 2,7 m	Unitario	24	24	8428383151225
71985-03	20 cm x 2,7 m	Unitario	24	24	5428383151232

Certificación	Contiene látex	Esterilidad	Conservación	Fabricante
<p>Clase CE I, no estéril</p> <p>BSN medical SLU ISO 9001:2008</p> 			 3 años   25°C	 BSN Medical SAS Rue du Milénaire – BP. 22 72320 Vibraye, France Distribuidor BSN medical SLU

Leyenda símbolos



No contiene látex en formulación



Producto no esterilizado



Caducidad



Manténgase en lugar seco



Temperatura de almacenamiento



Fabricante

BSN medical SLU

Avda Baix Llobregat 3-5, Edificio Bayer, 08970 Sant Joan Despí (Barcelona)

Tel. Atención cliente: 93.521.01.20 Fax. Atención cliente: 93.521.02.10

B62495882

www.bsnmedical.com.es



YESO PARIS

DESCRIPCION

Yeso de alta calidad especial.

VENTAJAS

Excelente expansión. Altísima reproducción de detalles. Color blanco nieve inalterable; no amarillea con el tiempo.

PROPIEDADES FISICAS

Tiempo de trabajo: 4 min
Fraguado Inicial*: 5 min
Fraguado Final*: 7 min
Tiempo de fraguado: 20 min
Expansión de fraguado (2h): 0.29%
Resistencia a la compresión (1h) : < 25 N / mm²

MODO DE EMPLEO

Proporción polvo/agua: 100 g / 50 ml
Temperatura de trabajo: 20-23°C
Mezclado Manual: 60 seg

PRESENTACION

Bolsa de 1 kg
Bolsa de 40 kg



FICHA TÉCNICA

Producto: **Papel para embalar transparente stretch film 18"**

DESCRIPCIÓN: Papel para embalar transparente stretch film 18". Es uno de los materiales de embalaje más utilizados en la industria y el comercio. Es una película plástica estirable, de alta transparencia y resistencia mecánica, haciéndola idóneo para envolver o paletizar cualquier tipo de mercadería.

Detalle Referencial

CÓDIGO: ZZ-ROLLO-STRETCH



Marca: Carbone

Material: Polietileno

Ancho: 18" / 450 mm

Largo: 1050 pies / 322 m

Grosor: 15 µm (micrones)

Diametro de tubo central: 77 mm

Resistencia a la tracción: 19 - 23 MPa (megapascale)

Elongación: 300 - 660 %

Fuerza de Rasgadura: 120 - 250 gm

Resistencia al impacto: 85 gm

Transparencia: >90% en angulo de 45°

Nivel de estiramineto: >115 %

Temperatura de uso: (-20°C ~ 80°C)

Procedencia: Importado

FICHA LOGÍSTICA DE PRODUCTO – Área de Alimentación

Referencia: Aluminio Industrial 11 micras

Presentación: Bobinas con estuche individual. Cajas de 6 unidades.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO



CARACTERÍSTICAS DEL ENVASE

Envase: Estuche de cartón.

Dimensiones del estuche:

95 (h) x 340mm (a) x 90mm (l) – Ref. 30cm

95 (h) x 422mm (a) x 90mm (l) – Ref. 40cm

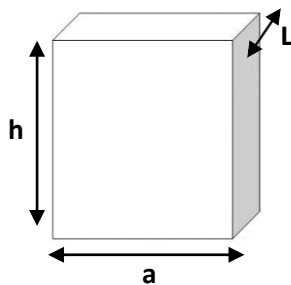
Peso del estuche: 95gr (30cm) o 110 gr (40cm)

Peso y tamaño del mandril:

245gr- 40mm x 54mm x 335mm

290gr – 40mm x 54mm x 420mm

Peso unidad de venta: A decidir por el cliente



CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA

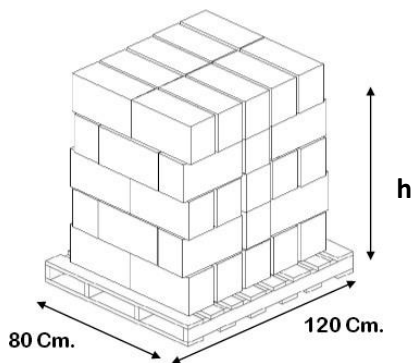
Formato: Caja de cartón

Unidades por caja: 6

Dimensiones de la caja: 365mm / 440mm (h) x

310 mm (l) x 200mm (a)

Peso caja exterior: 280gr (30cm)/350 gr (40cm)



CARACTERÍSTICAS DE PALETIZADO

Tipo de paletizado: Europallet

Cajas por capa: 16

Capas por pallet: 4 (30cm) / 3 (40cm)

Total cajas por pallet: 64 / 48

Dimensiones pallet: 1,2m x 0,8m x 1,5m /

1,15m (h)

Peso del pallet + film de paletizar: 25 Kg

*Nota: Las medidas de peso que figuran en la ficha admiten una tolerancia del 3%

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO – Área de Alimentación
Características globales y mecánicas del producto*

Parámetro	Resultado	Tolerancia	Método de análisis
Peso	Según pedido	+/- 5%	UNE-EN 546-3
Anchura	30/40 centímetros	+/- 5%	UNE-EN 546-3
Espesor	11 μ	+/- 10%	UNE-EN 546-3
Peso del mandril	245/290 gr	+/-10%	Báscula
Resistencia a la Tracción SM en daN	>1,4 daN	+/- 5%	UNE-EN-546-2
Resistencia a la Tracción ST en daN	>1,25 daN	+/- 5%	UNE-EN-546-2
Resistencia a la Tracción SM en daN/mm ²	> 8 daN/mm ²	+/- 5%	UNE-EN-546-2
Resistencia a la Tracción ST en daN/mm ²	> 7,5 daN/mm ²	+/- 5%	UNE-EN-546-2
Elasticidad	> 1%	+/- 5%	UNE-EN-546-2
Mojabilidad	B-C		UNE-EN-546-4
Porosidad	>10 poros/m ²		UNE-EN-546-4
Presión de estallido	>50 Kpa		UNE-EN ISO 2758

Composición química estándar de la aleación bajo las normas "EN aw 8011"*:

Ingredientes de la fórmula	% en la fórmula
Aluminio (Al)	Superior 97%
Hierro (Fe)	0,69%
Silicio (Si)	0,26%
Manganeso (Mn)	0,01%
Titanio (Ti)	0,037%
Cobre (Cu)	<0,01%
Cinc (Zn)	<0,01%
Otros	<0,05%

* La información técnica aquí ofrecida responde a los parámetros estándar obtenidos por nuestros análisis en laboratorio. Pueden no representar los resultados obtenidos en analíticas realizadas en laboratorios ajenos al nuestro.

Apto para uso alimentario de acuerdo con los TEST UNI EN 515 -UNI EN 546 -UNI EN 573-3/UNI En 602 Directiva 94/62 CE.

La aleación no excede el límite del contenido de los elementos indicados por el estándar europeo EN 602, con respecto a la composición química del metal usado para la producción del material y de los artículos.

Los metales pesados que contiene están regulados de acuerdo con: la DIRECTIVA EUROPEA 94/62 CE de 31/12/1994 y Reglamento Europeo CE 1935/2004.