

Estudio y análisis de paleopatologías con técnicas no invasivas en el ámbito de la conservación y restauración de materiales óseos

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Universidad Politécnica de Valencia

Máster en Conservación & Restauración de Bienes Culturales

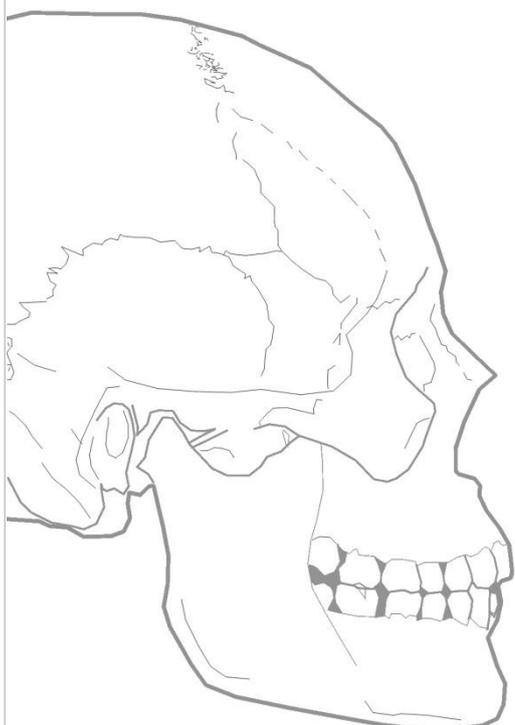
Por Iris Librada Llobregat

Tutora: Dra. Begoña Carrascosa Moliner

Cotutor: Dr. José Antonio Madrid García

Con la ayuda de José Manuel Melchor Montserrat y el grupo Paleolab

Valencia, 2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Museu Arqueològic
Borriana

Título:

Estudio y análisis de paleopatologías con técnicas no invasivas en el ámbito de la conservación y restauración de materiales óseos.

Resumen del trabajo:

El siguiente trabajo trata sobre el análisis, estudio y manipulación de piezas óseas con paleopatologías en humanos para su investigación mediante técnicas no invasivas de Rayos X. Con los resultados obtenidos y el contexto de las piezas se puede conseguir información etnográfica, social, cultural e histórica del estilo de vida y tipo de alimentación.

Todo este proceso se realizará bajo el punto de vista de la restauración y conservación de materiales arqueológicos, elaborando informes de las piezas con los datos obtenidos, la ficha técnica y medidas conservativas para su correcto almacenamiento y exposición, dependiendo de la ubicación y destino de la pieza. Además, se llevará a cabo la recopilación de la documentación del yacimiento arqueológico, lugar de procedencia, método de extracción de las piezas y cualquier dato que pueda ser relevante para el estudio.

También se procederá a realizar el análisis organoléptico para asignar el estado de conservación. A partir de toda la información obtenida se elaborará una propuesta de catalogación donde aparecerán el lugar de procedencia, las medidas, la datación, la descripción, el siglado, el número de piezas, información de los sujetos, así como edad, altura o asignación de género, las paleopatologías identificadas y el registro fotográfico.

El estudio de Rayos X se realizará mediante un equipo de técnica radiográfica digital desarrollada, optimizando la calidad de las radiografías y apto para diversos formatos. Este método está adaptado para obras de arte en el ámbito de la restauración y conservación de bienes culturales, aportando grandes ventajas en el estudio e interpretación de las piezas, debido a la calidad que ofrece.

El papel de los restauradores y su correcto criterio en la manipulación de piezas arqueológicas y las necesidades de cada material es esencial para garantizar la estabilidad de la pieza y su perdurabilidad en el tiempo.

Palabras clave:

Paleopatología, Conservación y Restauración, Hueso arqueológico, Rayos X, Catalogación.

Títol:

Estudi i anàlisi de paleopatologies amb tècniques no invasives en l'àmbit de la conservació i restauració de materials ossis.

Resum del treball:

El següent treball tracta sobre l'anàlisi, estudi i manipulació de peces òssies amb paleopatologies en humans per a la seua recerca mitjançant tècniques no invasives de RAIGS X. Amb els resultats obtinguts i amb el context de les peces es pot aconseguir informació etnogràfica, social, cultural i històrica de l'estil de vida i del tipus d'alimentació.

Tot aquest procés es realitzarà des del punt de vista de la restauració i conservació de materials arqueològics, elaborant informes de les peces amb les dades obtingudes, la fitxa tècnica i mesures conservatives per al seu correcte emmagatzematge i exposició, depenent de la ubicació i destinació de la peça. A més és dura a terme la recopilació de la documentació del jaciment arqueològic, lloc de procedència, mètode d'extracció de les peces i qualsevol dada que pugui ser rellevant per a l'estudi.

També es procedirà a realitzar l'anàlisi organolèptic per assignar l'estat de conservació. A partir de tota la informació obtinguda s'elaborarà una proposta de catalogació on apareixeran el lloc de procedència, les mesures, la datació, la descripció, el ciclats, el nombre de peces, informació dels subjectes així com edat, altura o assignació de gènere, les paleopatologies identificades i el registre fotogràfic.

L'estudi de RAIGS X es realitzarà mitjançant un equip de tècnica radiogràfica digital desenvolupada, optimitzant la qualitat de les radiografies i apte per a diversos formats. Aquest mètode està adaptat per a obres d'art en l'àmbit de la restauració i conservació de béns culturals, aportant grans avantatges en l'estudi i interpretació de les peces, a causa de la qualitat que ofereix.

El paper dels restauradors i el seu correcte criteri en la manipulació de peces arqueològiques i les necessitats de cada material és essencial per a garantir l'estabilitat de la peça i la seua perdurabilitat en el temps.

Paraules clau:

Paleopatologia, Conservació i Restauració, Os arqueològic, RAIGS X, Catalogació.

Title:

Paleopathologies study and analysis with non-invasive techniques in bone materials conservation and restoration field.

Work summary

The following work is about the analysis, study and manipulation of bone pieces through the use of paleopathologies in humans for its investigation using non-invasive X-ray techniques. Based on the results obtained and the context of the pieces we can obtain ethnographic, social, cultural and historical information regarding to lifestyle and feeding.

All this process will be carried out in accordance with the restoration and conservation of archaeological materials principles by writing reports of the pieces with the obtained information, their technical specific sheet and conservative measures for correct storage and exposure according to the piece location and destination. Moreover, a document compilation related to the archaeological site, origin place, pieces extraction method and any data that may be relevant for the study will also be carried out.

It will also be included an organoleptic analysis in order to determine the conservation state. With all the obtained information, will be made a cataloging proposal to classify data related to the place of origin, the measurements, the dating, the description, the stamping, the pieces number, the fellows information as well as the age, the gender's height, the identified paleopathologies and the photographic record.

The study of X-ray techniques will be made through a digital radiographic equipment that will optimize the radiographs quality, being suitable for different formats. This method is adapted to art works within the field of restoration and conservation of the cultural heritage, providing great advantages in the study and interpretation of pieces due to the quality it offers.

The restorer's role and the correct judgment in the handling of archaeological pieces and the needs of each material is essential to guarantee the stability of the piece and its durability over time.

Key words

Paleopathology, Conservation and Restoration, Archaeological bone, X-rays, Cataloging.

○ Índice general

Presentación del tema	7
Introducción	8
Objetivos	9
Metodología	10
Parte teórica	11
Material óseo humano	12
<i>Naturaleza y estructura</i>	12
<i>Alteraciones más comunes del material óseo arqueológico</i>	15
<i>Agentes de deterioro del material óseo arqueológico</i>	20
<i>Parámetros para la conservación del material óseo arqueológico</i>	24
Extracción arqueológica del material óseo	25
<i>Manipulación del material óseo arqueológico</i>	27
<i>Criterios a seguir con el material paleopatológico</i>	29
<i>El papel del restaurador y conservador</i>	31
Estudio y caso práctico	32
Restos arqueológicos óseos en Burriana	33
<i>Piezas procedentes del Museo arqueológico de Burriana</i>	33
<i>Paleopatologías diagnosticadas en dos necrópolis medievales de Burriana: Portal de Valencia e Iglesia del Salvador</i>	34
<i>Descripción del estudio</i>	34
<i>Excavación arqueológica en Burriana</i>	36
<i>Búsqueda de paleopatologías y estudio de las piezas</i>	37
Análisis no invasivos.....	38
<i>Técnica de análisis no invasiva: Rayos X</i>	38
<i>Rayos X aplicados a la restauración y conservación</i>	40
<i>Rayos X en material óseo</i>	42
<i>Rayos X aplicados a los restos arqueológicos de La Necrópolis Islámica de portal de Valencia por unidades estratigráficas</i>	43
<i>Microscopía óptica</i>	68
<i>Paleopatologías detectadas</i>	71

Propuesta de catalogación	73
<i>Propuesta de catalogación</i>	73
Propuesta de almacenamiento	85
<i>Condiciones de embalaje, almacenamiento y exposición</i>	85
Conclusiones	90
Bibliografía	91
Listado de imágenes	95
Agradecimientos	97
Anexos	98
<i>Anexo nº I: Ficha antropológica de excavación</i>	99
<i>Anexo nº II: Informe radiológico</i>	102
<i>Anexo nº III: Resultados paleopatológicos observados en los resultados de los rayos X</i>	106
<i>Anexo nº IV: Glosario</i>	118

Presentación del tema

- Introducción
- Objetivos
- Metodología

La elección del tema surgió por el interés en las técnicas no invasivas que resultan tan novedosas y prácticas en el estudio de los bienes culturales, en concreto por los Rayos X, que proporcionan una información detallada y útil para analizar detalles que son imperceptibles a simple vista.

Todo esto sumado a la restauración y conservación de materiales arqueológicos permite obtener una información más exacta y detallada acerca del modo de vida de los individuos estudiados, su clase social, la alimentación, su estado de salud, el contexto en el que se desarrolla su historia (lo cual condiciona el tipo de enterramiento) y por último la causa de la muerte.

Además el hecho de que en la mayoría de los casos haya un vacío de la figura del restaurador y conservador en los procesos arqueológicos desde que la pieza se extrae del yacimiento en el que se encuentran hasta que llega al laboratorio supone un problema para garantizar la estabilidad de la pieza, ya que el restaurador y conservador está capacitado para aplicar un correcto criterio de manipulación e intervención, evitando así perjudicar la pieza y eliminar información en la superficie que pueda resultar útil para su estudio.

De esta manera, se pretende llevar a cabo el trabajo desde el punto de vista de la restauración y la conservación de los bienes culturales en colaboración con los arqueólogos y paleopatólogos, aplicando y unificando los conocimientos de cada ámbito para poder llegar a conclusiones que faciliten la comprensión del estilo de vida que tuvieron las poblaciones que habitaron en la tierra hace miles de años.

Introducción

El siguiente Trabajo Final de Master se va a centrar en el análisis no invasivo de restos óseos con presencia de paleopatologías en huesos humanos mediante Rayos X, con la ayuda de un equipo digital especializado en el ámbito de la investigación en conservación y restauración de bienes culturales. Además, se realizarán análisis mediante microscopía óptica como refuerzo visual.

Los huesos estudiados pertenecen al Museo Arqueológico de Burriana, formando parte de una Necrópolis Islámica del Portal de Valencia y de cuatro huesos expuestos en el museo pertenecientes a la Necrópolis de la Iglesia del Salvador. El estudio se basará en los resultados reflejados por un equipo de paleopatólogos y arqueólogos en la publicación "*Bioantropología y paleopatología de tres necrópolis medievales de Burriana: El Palau, Portal de Valencia, Iglesia el Salvador*" llevados a cabo por Elisa García-Prósper y Manuel Polo Cerdá del Grupo Paleolab de Valencia en el libro "*la arqueología de la Burriyana islámica a la borriana cristiana*".¹

Con todo ello se pretende introducir el papel del restaurador/conservador en los procesos de extracción y manipulación de materiales arqueológicos mediante la investigación del estado de conservación y de la información obtenida de los individuos estudiados.

¹ GARCÍA PRÓSPER, E; POLO CERDÁ, M. Bioantropología y paleopatología de tres necrópolis medievales de Burriana: El Palau, Portal de Valencia, Iglesia el Salvador. En: MELCHOR MONTSERRAT, J.M.; BENEDITO NUEZ, J. et. al. *La arqueología de la Burriyana islámica a la Borriana cristiana*. Burriana, Consellería de Governació de la Generalitat Valenciana, 2011.

Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo Final de Máster es el estudio de restos óseos llevando a cabo análisis no invasivos mediante rayos X y microscopía óptica desde el punto de vista conservativo para la elaboración de una propuesta de catalogación y de almacenamiento.

Además, se pretende que este estudio sirva como refuerzo a anteriores investigaciones en el ámbito de la paleopatología, ya que todas las piezas tienen en común la presencia de enfermedades o marcas ocupacionales en el registro óseo que aportan información acerca del tipo de vida de los individuos estudiados en su contexto histórico.

Los objetivos específicos:

- Conocer la **estructura del material óseo y su composición** microscópica y macroscópica para comprender su comportamiento en función de los agentes de deterioro y las alteraciones que puedan sufrir. Para ello se tendrá en cuenta la extracción arqueológica llevada a cabo y las características del propio material.
- Resaltar la importancia del **restaurador/conservador** en las tareas de:
 - o Extracción arqueológica e intervenciones in situ en caso de necesidad
 - o Documentación
 - o Manipulación
 - o Análisis
 - o Catalogación
 - o Almacenamiento y/o exposición
- Conocer los **criterios** a seguir con el material paleopatológico.
- Analizar **mediante rayos X** los huesos humanos para conocer mejor el estado de conservación y profundizar en los estudios paleopatológicos, mostrando los resultados obtenidos.
- Analizar con **microscopía óptica** como refuerzo visual de los rayos X.
- Elaborar un **sistema de catalogación** que contenga la ficha técnica con la documentación de las piezas, acompañado de un registro fotográfico, estudio anatómico con los datos del individuo, contexto de la pieza con información de la excavación, dibujo arqueológico con las medidas, resultados de las analíticas de rayos X con las paleopatologías detectadas, una ficha del estado de conservación acompañado de mapas de daños y las pautas recomendadas para la correcta conservación de la pieza.
- Propuesta de almacenamiento del material óseo.

Metodología

El trabajo se divide en una parte teórica y otra práctica, por lo que la metodología llevada a cabo en cada una es distinta:

La metodología teórica se ha llevado a cabo mediante:

- Búsqueda y recopilación bibliográfica
- Búsqueda web
- Asesoramiento y aportación bibliográfica por parte del profesorado y de especialistas en el campo arqueológico y paleopatológico
- Estudio anatómico y de introducción a la paleopatología

La metodología práctica se ha llevado a cabo en el siguiente orden mediante:

- Identificación visual de paleopatologías en el material óseo cedido por el Museo Arqueológico de Burriana con ayuda de los estudios publicados.
- Traslado de los huesos elegidos para el estudio analítico a la Universidad Politécnica de Valencia.
- Análisis mediante Rayos X en el laboratorio de la Facultad de Bellas Artes de la UPV.
- Interpretación de los análisis obtenidos para el estado de conservación y del estudio del registro óseo con ayuda de paleopatólogos.
- Análisis mediante microscopía óptica.
- Documentación fotográfica.
- Medición de las piezas.
- Elaboración de dibujo arqueológico y de mapas de daños de las piezas seleccionadas.
- Creación de una propuesta de catalogación con toda la información de la pieza y los datos obtenidos de los análisis.
- Creación de una propuesta de almacenamiento del material óseo.

Parte teórica

- Material óseo humano
 - Naturaleza y estructura
 - Alteraciones más comunes del material óseo arqueológico
 - Agentes de deterioro del material óseo arqueológico
 - Parámetros para la conservación del material óseo arqueológico
- Extracción arqueológica del material óseo
 - Manipulación del material óseo arqueológico
 - Criterios a seguir con el material paleopatológico
 - El papel del restaurador y conservador

Material óseo humano

Naturaleza y estructura

El esqueleto humano adulto está formado aproximadamente por 206 huesos, que están unidos entre sí a través de las articulaciones.² Sobre estos se disponen los músculos, creando el aparato locomotor que permite la movilidad del cuerpo.

El hueso es el principal componente calcificado³ del esqueleto de los vertebrados, teniendo propiedades mecánicas que aportan rigidez, dureza y resistencia debido a su composición.

El material óseo va a depender de su formación, y con ello hablamos de la edad del individuo. En el caso de un esqueleto humano adulto va a haber tres tipos de huesos: el denso y el esponjoso y el membranoso.

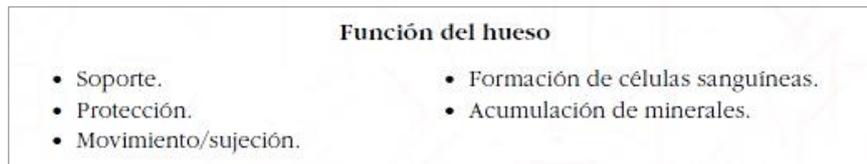


Imagen 1: Funciones del Hueso

² Unión de un hueso u órgano esquelético que puede ser fijo o móvil, permitiendo en este segundo el movimiento entre ellos.

³ Depósito de sales de calcio sobre tejidos.

- Hueso denso: también se le conoce como hueso compacto, laminar o cortical. El hueso denso forma la corteza ósea, la porción principal del cuerpo o tallo que rodea la cavidad medular.⁴
- Hueso esponjoso: Conocido como canceloso o trabecular, presenta finas trabéculas⁵ que crean un entramado compuesto de grandes espacios irregulares formando esa apariencia esponjosa.
- Hueso membranoso: En este caso no se va a encontrar en el esqueleto adulto sano, pero si en el embrionario o hueso en vías de curación.⁶

Clasificación:

- Huesos largos: Son tubulares⁷ y constan de hueso compacto en la diáfisis⁸ y hueso esponjoso en la epífisis.⁹
- Huesos cortos: Son cuboidales,¹⁰ con tejido esponjoso excepto en la superficie.
- Huesos planos: Huesos delgados compuestos por placas casi paralelas de tejido óseo compacto que envuelve a otra de hueso esponjoso.
- Huesos irregulares: De forma compleja.
- Huesos sesamoideos: Se encuentran en algunos tendones,¹¹ a los que protegen del uso y desgarrar excesivo.¹²

⁴ Una de las muchas cavidades naturales del organismo con forma cilíndrica, la cual se encuentra en el interior de todos los huesos largos (a excepción de la clavícula) protegiendo la médula ósea.

⁵ Cada una de las pequeñas prolongaciones óseas entrecruzadas que crean una malla ósea, limitando las cavidades medulares del tejido esponjoso.

⁶ RAMEY BURNS, K. *Antropología forense*. Ilustraciones de Joanna Wallington. Barcelona: BELLATERRA, 2008, p. 45.

⁷ Con forma de tubo.

⁸ Cuerpo o parte media de los huesos largos, que en los individuos que no han terminado su crecimiento está separado de la epífisis por sendos cartílagos.

⁹ Cada uno de los extremos de los huesos largos, separado del cuerpo de estos durante los años de crecimiento por una zona cartilaginosa, cuya osificación progresiva produce el crecimiento del hueso en longitud.

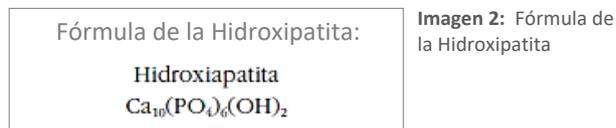
¹⁰ Con forma de cubo.

¹¹ Haces de tejido fibroso que unen por lo común los músculos a los huesos.

¹² *Ibíd*em, p. 52.

El hueso es un material orgánico de naturaleza mixta, compuesto por una parte mineral y otra orgánica:

- el porcentaje aproximado de componente **orgánico** es de un 35% de la materia ósea y está compuesto de células, fibras de colágeno¹³ y sustancia de base, siendo este un material amorfo con elementos estructurales compuesto de polisacáridos proteínicos, lípidos y metabolitos¹⁴ que le aportan al hueso forma y elasticidad.
- En el caso del compuesto **inorgánico**, se trataría de un 65% y está compuesto de sales minerales que aportan dureza, rigidez y resistencia. Estas sales son esencialmente fosfato de calcio, carbonato cálcico y fluoruro cálcico que forman diminutos cristales y se acumulan densamente en la matriz extracelular¹⁵ de las fibras de colágeno aportando flexibilidad y resistencia. Este material cristalino recibe el nombre de hidroxapatita.¹⁶



En cuanto a la arquitectura y resistencia, los huesos experimentan compresión por el peso que soportan y tensión por los tirones que aplican los músculos. Dada la desigual resistencia el hueso tiende a incurvarse bajo una carga diferente, efecto que comprime uno de los lados y estira el otro. La compresión y tensión son máximas en las partes externas del hueso y mínimas en las internas.

Por tanto, el tejido óseo resistente y compacto es necesario en la periferia, y el esponjoso basta para las regiones internas.

Las regiones internas de los huesos parecen débiles dada su naturaleza porosa y esponjosa. Las trabéculas del hueso esponjoso se alinean a lo largo de las líneas de esfuerzo y proporciona refuerzos de poco peso que acolchan el hueso y aumentan su resistencia. Al mismo tiempo crean un espacio bien protegido por la médula ósea.¹⁷ En el caso de huesos calcinados, al haber eliminado la materia orgánica, son extremadamente frágiles y quebradizos aunque conserven la estructura mineral.¹⁸

¹³ Proteína fibrosa del tejido conjuntivo, de los cartílagos y los huesos.

¹⁴ Producto del metabolismo.

¹⁵ Entidad estructuralmente compleja que rodea y soporta las células que se encuentran en los tejidos de los mamíferos.

¹⁶ Constituyente inorgánico de huesos y dientes.

¹⁷ Tejido esponjoso que se encuentra en el interior de algunos de la mayoría de los huesos del cuerpo, produciendo glóbulos blancos, rojos y plaquetas.

¹⁸ RAMEY BURNS, K. Op. cit., p. 50.

Alteraciones más comunes del material óseo arqueológico

Los materiales óseos enterrados sufren una serie de alteraciones características y dependerán de varios factores las condiciones en las que se encuentre el material óseo, por ejemplo, algunas de las más importantes son:

- El origen
- La antigüedad del material
- La edad del individuo
- La salud del individuo
- El pH¹⁹ del terreno:
 - o Suelos básicos: determinará condiciones de perdurabilidad
 - o Suelos ácidos: Son más perjudiciales
- Dependiendo del medio, su yacimiento y los movimientos de aguas subterráneas
- Aparición de microorganismos
- Las condiciones climáticas
- Patologías propias de la extracción

El hueso no es inerte, es un material **higroscópico**²⁰ y poroso que absorbe y pierde agua de forma relativamente rápida. También el hueso se caracteriza por ser **anisotrópico**²¹, se puede expandir y contraer en las tres direcciones del espacio de forma distinta.

Con estas características, para que un hueso se conserve durante un largo tiempo, el material óseo debe llegar a un equilibrio estable y las condiciones ambientales deben ser favorables, en caso de que esto no suceda se degradará hasta desaparecer como en el caso de los tejidos blandos.

Si permanecen en un ambiente subterráneo también sufren una serie de transformaciones pudiendo destruirse, pero los plazos de tiempo son más prolongados que si se tratase del exterior. Solo se conservará durante un tiempo prolongado si el material llega a un equilibrio con el medio, por ello influye la importancia del tipo de suelo, sus características físico- químicas y las condiciones medioambientales.²²

¹⁹ Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución.

²⁰ Capacidad de un material de ceder o absorber humedad dependiendo de la HR y la temperatura.

²¹ Capacidad de un material al reaccionar frente a la humedad ambiental, determinando su crecimiento en húmedo o su decrecimiento en seco.

²² LINARES SORIANO, M.A. *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]. Máster Restauración & Conservación de Bienes Culturales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2017, p.33.

Durante el enterramiento el hueso puede sufrir transformaciones físicas tales como deformaciones o fracturas, debido a la presión ejercida por el peso de los sedimentos y los movimientos tectónicos del terreno. Los factores que influyen en estos fenómenos son el tamaño relativo de los granos de roca y sedimento, así como el grado de compactación del terreno.²³

En condiciones estables la sustancia orgánica se mantiene intacta. Desde el momento de la exhumación se rompe el equilibrio en que ha permanecido y comienza a sufrir una serie de cambios degenerativos. Debido a la composición y su estructura, los materiales óseos son menos susceptibles al deterioro que otros objetos orgánicos, pero aun así se desarrollan una serie de alteraciones.

En terrenos húmedos el oxígeno no penetra en la zona de sepultura y las alteraciones de carácter químico y biológico se ralentizan. En suelos con drenaje, con menor humedad y mayor oxigenación facilitan la degradación de los materiales.

En suelo arcilloso su matriz producirá corrosión por acidez, pero en caso de que el subsuelo sea de marga²⁴ podrá asegurar una buena conservación.

En el suelo de arena, al igual que las gravas, varían en el nivel de acidez y pH. Si son calcáreas²⁵ y tienen un pH elevado la conservación de los huesos será buena. Tanto las arenas calientes de Sudamérica como las de Egipto, han proporcionado una óptima desecación en la sepultura, conservándose en buenas condiciones huesos y tejidos.²⁶

Las principales alteraciones que van a aparecer en el material óseo:

- **Alteraciones bioquímicas:**

Se desarrollan rápidamente cuando el hueso no está descarnado, es la fase de putrefacción donde actúan los microorganismos.

En suelos húmedos la fracción orgánica se degrada por vía enzimática liberando espacios de fracción mineral, y según la zona de enterramiento éstos pueden saturarse de agua. Se van a caracterizar porque estas aguas van a tener sales de naturaleza metálica que van a cristalizar en los

²³ *Ibíd*em, p. 30.

²⁴ Roca sedimentaria compuesta de arcilla y caliza.

²⁵ Que contiene calcio.

²⁶ MALGOSA, A.; ISIDRO, A. *Paleopatología: La enfermedad no escrita*. Barcelona: MASSON, 2003, p. 19.

huecos, reforzando la parte mineral del hueso. Si esto se produce durante mucho tiempo se va a desarrollar la mineralización del hueso hasta llegar a fosilizarse.²⁷

Las sales solubles de carácter higroscópico hacen que se hinche y después cristalice creando fisuras, grietas... en caso de que la evaporación sea rápida.

Lo que va a provocar la putrefacción y destrucción del material orgánico van a ser las infiltraciones de soluciones ácidas y los microorganismos.

En el caso de los suelos ácidos, va a surgir un rápido desencadenamiento del proceso de putrefacción, si además se encuentra en un ambiente húmedo esta fracción mineral se va a deshacer, dejando la fracción orgánica del hueso. Al perder la parte dura del hueso el material se va a volver quebradizo. Si el suelo está bien drenado y aireado se realizará una degradación de la parte orgánica, con lo que en suelos ácidos y excesivamente húmedos el hueso corre el riesgo de desintegrarse.²⁸

- **Alteraciones térmicas**

Los restos óseos pueden ser incinerados por un rito funerario o por un desastre natural, si se dan estas circunstancias se produce un proceso de transformación del material a causa de las altas temperaturas a las que está expuesto provocando fisuras y cambios cromáticos.

- **Alteraciones físico mecánicas**

Se pueden generar a causa de las presiones o movimientos del terreno, variaciones de humedad, temperatura o la erosión del suelo.

Son agentes que pueden provocar roturas o deformaciones por anisotropía.

²⁷ Acción mediante la cual una sustancia de origen orgánico, o de un resto de organismo que se ha petrificado mediante procesos químicos y geológicos se encuentra por causas naturales en la corteza terrestre.

²⁸ *Ibíd*em, p. 26.

- Alteraciones durante la exhumación

La excavación supone un fuerte traumatismo para los restos arqueológicos ya que van a tener unas condiciones distintas a las que se han encontrado durante mucho tiempo viéndose expuestas a:

- Nuevas condiciones mecánicas: pérdida de inmovilización.
- Nuevas condiciones físicas: exposición a la luz, migración de sales solubles, cambio de temperatura y humedad.
- Contaminación química: Exposición a la atmósfera con presencia de oxígeno y dióxido de carbono.
- Contaminación biológica.
- Situaciones de riesgo durante la excavación.

- Patologías que pueden sufrir

Las patologías más comunes que se pueden encontrar en el material óseo enterrado son:

- **Deformación:** provocadas por la anisotropía o la higroscopicidad.
- **Descomposición:** la acción prolongada del agua produce la hidrólisis²⁹ de la oseína deshaciendo la parte orgánica.
- **Manchas:** provocadas por la condición porosa del material y el color claro, por lo que el material se ensucia con facilidad.
- **Fisuras, fracturas y grietas:** Por cambios bruscos de temperatura y humedad.
- **Quebradizos:** se deben a la exposición de luz solar o a una fuente de calor, perdiendo además el color.
- **Quemados:** en este caso el hueso se vuelve gris, negruzco o azulado negruzco.
- **Hueso blando:** el material se ablanda por incrustación salina o agua.
- **Manchas de herrumbre o cobre:** durante el enterramiento en caso de tener contacto con otros materiales de tipo metálico y en un medio propicio para su oxidación pueden encontrarse manchas de color rojo (óxido de hierro) o verde (carbonato de cobre).
- **Manchas de uso:** como es en el caso de grasas o aceites.
- **Suciedad superficial y concreciones terrosas:** En su gran mayoría de tierra y polvo.
- **Eflorescencias³⁰ salinas:** Por presencia de sales, las cuales aumentan y disminuyen su tamaño en función de la presencia o falta de humedad, pudiendo generar fisuras. Marcas de vegetación: Se puede dar el caso de que se encuentren raíces adheridas al material.
- **Marcas longitudinales o vermiculadas:** Por la manufactura humana o por los carroñeros.

²⁹ Desdoblamiento de una molécula por la acción del agua.

³⁰ Conversión en polvo de diversas sales al perder el agua de cristalización.

Todas estas alteraciones se deben tener en cuenta a la hora de desenterrar el material óseo, ya que supone un verdadero riesgo para la pieza no comprender su comportamiento frente al nuevo medio y los factores de riesgo que se pueden desencadenar de carácter irreversible y dañino.

Es por ello que todo el personal que vaya a participar en la extracción de piezas arqueológicas conozca las características del material a desenterrar y esté concienciado sobre las pautas a seguir para evitar poner en riesgo cualquier objeto arqueológico.

- **Antiguas restauraciones o incorrectos sistemas expositivos**

En este caso no se trataría de una patología propia del material enterrado, pero es un factor a tener en cuenta ya que supone un nuevo riesgo para la pieza del mismo modo que las alteraciones mencionadas anteriormente. Algunos de los materiales irreversibles y perjudiciales que se pueden encontrar en el material óseo fruto de antiguas restauraciones o sistemas expositivos son:

- **Colas:** de tipo natural.
- **Estucos:** de escayola o yeso.
- **Estuco con epoxi:** resina derivada del epoxi con carga,³¹ masilla para reparar la carrocería de los coches, fibra de vidrio...
- **Etiquetas antiguas:** Las etiquetas empleadas no deben afectar a la naturaleza del material.
- **Limpiezas incorrectas o presencia de polvo:** Una limpieza incorrecta y la presencia prolongada de polvo sobre el material puede dar a lugar a daños irreparables para la pieza.
- **Anclajes:** para montar la estructura ósea, dependiendo de la época. Un sistema incorrecto de exposición puede crear patologías a la pieza como erosión o cambio de color por la oxidación producida a causa del contacto. Se suele emplear sobre todo en museos como sistemas expositivos.
- **Siglas directamente sobre el objeto:** de carácter irreversible.

A pesar del daño causado por estas intervenciones, bien es cierto que gracias a ellas el material ha podido llegar hasta nuestros días.

³¹ Como cemento, por ejemplo.

Agentes de deterioro del material óseo arqueológico

Teniendo en cuenta la estructura del hueso compuesta por colágeno revestido de sales minerales, según la cantidad y el tipo de sales que hayan, determinará las características del hueso. Se deberá tener especial cuidado en la extracción y los tratamientos aplicados del material óseo para su correcta conservación.

Los huesos se van a ver expuestos durante su enterramiento principalmente por factores climáticos, biológicos y químicos como el ataque de los carroñeros y la acción producida por otros animales o insectos. La acción de ácido húmico que altera la superficie del hueso le hace vulnerable a otros ataques químicos y físicos, e incluso por el efecto de las raíces vegetales que forman ácido carbónico al desprender CO₂ antes del entierro definitivo.

Si los granos son gruesos los huesos de gran tamaño se conservarán bien, pero los más pequeños y frágiles se destruirán. De forma contraria, una compactación el terreno destruirá las piezas de gran tamaño, pero las pequeñas se conservarán mejor, sobre todo las de forma plana.³²

A continuación, se mencionarán los principales agentes o causas de deterioro del material óseo arqueológico:

- **La textura del terreno** influirá en el grado de velocidad de penetración de los gases atmosféricos, de modo que un suelo arenoso resulta más aeróbico³³ que uno arcilloso.

Cuanto menos oxígeno tenga un terreno, mejor se conservará la materia orgánica.

- El **pH** del suelo es importante para la conservación o destrucción de los restos óseos. Los terrenos ácidos (pH menor de 7)³⁴ disuelven la fracción mineral de los huesos, por lo que se conservan mejor en terrenos alcalinos (pH superior a 7). Los suelos extremadamente alcalinos atacan los componentes orgánicos del hueso.³⁵
- La **salinidad** el terreno también es importante, pues las sales presentes pasado un tiempo penetran en los huesos y cuando se producen cambios en la humedad relativa dichas sales se cristalizan en la superficie del hueso, y al ser un material poroso y no inerte, se tiñe del

³² LINARES SORIANO, M.A. Op. cit., p. 31.

³³ Que se produce con la utilización de oxígeno libre.

³⁴ MALGOSA, A; ISIDRO, A. Op. cit., p. 25.

³⁵ LIANRES SORIANO, M.A. Op. cit., p. 32.

color de las sales del centro (verde, por ejemplo, en el caso de estar cerca de sales de cobre por un ajuar de bronce o cobre).

Cuando se desentierran los huesos se rompe el medio en el que se encontraban, modificando las condiciones de conservación estables para pasar a un medio de condiciones variables, suponiendo un potencial traumático para la pieza, por lo que a la hora de extraer los huesos y sobre todo en la manipulación, embalaje, transporte y almacenamiento deben mantenerse lo más fielmente posible las condiciones iniciales en las que se encontraban los huesos.

De no mantener una temperatura constante los huesos pueden sufrir dilataciones o contracciones que ocasionan fisuras. Además, permite reacciones químicas que dañan el material y dan paso a ataques biológicos.

Si aumenta la humedad de un hueso seco se dilata, y en caso de que disminuya su humedad se contrae, por lo que puede sufrir fisuras, grietas, roturas...

- **El polvo** es otro agente de deterioro y está formado por micropartículas que resultan abrasivas para el material óseo, y en caso de que absorba la humedad ambiente en interacción con el agua de la atmósfera, produce abrasiones químicas y transporta ácaros.
- Otro factor a tener en cuenta es el **biodeterioro**, causado por ácaros, hongos y el ataque de insectos o roedores. Las piezas deben tratarse para evitar este tipo de daños, pero puede haber casos en los que se encuentren piezas ya tratadas y se introduzcan nuevos ejemplares infectados que puedan contaminar. También puede suceder que a través del sistema de ventilación puedan introducirse estos biodeterioros, es por ello que se debe tener un control de las piezas y del lugar en el que se encuentran.

Se necesitan unas condiciones especiales para su germinación y proliferación con temperaturas superiores a los 20 grados centígrados y con una humedad relativa más alta de lo recomendado.

- **La contaminación atmosférica:** El aire transporta partículas en suspensión químicas y biológicas, entre ellas el polvo, esporas y hongos, los cuales se han mencionado con anterioridad.

Estas partículas mezcladas con el vapor de agua de la atmósfera se convierten en agentes químicos.

- **Rayos UV e IR:** Los rayos infrarrojos aceleran los procesos de deterioro del propio material y de los productos aplicados en la conservación y restauración de éstos. En el caso de los efectos del ultravioleta produce serios daños de decoloración del material. Es por ello que se debe evitar la entrada de luz natural o incandescente.

La luz también puede ser lesiva para los huesos, si es lo suficientemente intensa como para elevar la temperatura y disminuir la humedad relativa.³⁶

- La **humedad relativa**³⁷ es un agente físico importante.

Por ejemplo, la humedad relativa en el suelo donde se encuentra enterrada la pieza es importante, conservándose los huesos mejor en suelos secos. La humedad permite el crecimiento de microorganismos y vegetales multicelulares que degradan el material óseo. La humedad también hidroliza la porción orgánica de los huesos.

En el caso de un terreno excesivamente seco no favorece, puesto que aparecen fisuras y grietas. La materia vegetal viva en los huesos durante su crecimiento también generará grietas y fisuras, además de producir degradaciones biológicas, generar marcas en la superficie, etc.

En caso de exposición a altas temperaturas podrá dar paso al ya mencionado biodeterioro y su aceleramiento. En caso de tratarse de bajas temperaturas se puede producir histéresis,³⁸ deshidratando y secando el material óseo que puede convertirse de este modo en extremadamente frágil. Un contraste de estas temperaturas también puede suponer un riesgo para las piezas.³⁹

Como también se ha mencionado en apartados anteriores, la humedad sumada al polvo cuando se deposita encima de la pieza puede producir una reacción de ataque químico sobre la superficie, y en caso de sufrir contrastes de humedad relativa puede afectar a los tratamientos aplicados en la conservación y restauración de estos materiales.

- **Temperatura:** Las fluctuaciones de temperatura actúan de la misma manera que las variaciones en la degradación de humedad, acentuando sus efectos.

³⁶ MALGOSA, A; ISIDRO, A. Op. cit., p. 26.

³⁷ Cantidad de agua o vapor de agua presente en el interior de un cuerpo o su superficie, o en el aire.

³⁸ Fenómeno en el que el estado de un material depende de su historia previa y que se manifiesta por el retraso del efecto sobre la causa que lo produce.

³⁹ LINARES SORIANO, M.A. Op. cit., p. 33.

- **Humedad y temperatura** están estrechamente relacionadas, ya que las temperaturas elevadas suelen disminuir la humedad relativa y viceversa. Los cambios de humedad y temperatura pueden provocar la aparición de eflorescencias salinas (sulfato de calcio, cloruro de sodio y nitrato de sodio) y en caso de cristalizar tras penetrar disueltas en la matriz por la porosidad del material, pueden aflorar con la evaporación del agua generando microfisuras y favoreciendo la descohesión del material.
- **Eflorescencias salinas y recristalización:**⁴⁰ Los materiales calcáreos absorben agua con sales disueltas en su enterramiento, como cloruros, sulfuros o nitratos. Esto no supone un problema si pierden poco a poco el agua que contienen, siempre y cuando haya una humedad relativa que sea adecuada y constante, pero en caso de que haya fluctuaciones se producen eflorescencias salinas, recristalizándose en superficie y dando lugar a descamaciones, microfisuras y desprendimientos en la superficie.
- **Intervenciones anteriores:** Se pueden ver casos en los que como sistema expositivo se atraviesa con varillas de hierro el material óseo, esto puede causar la oxidación en un ambiente húmedo, favoreciendo la formación de sales y dañando la pieza. Además de varillas de hierro también hay casos en los que se emplean de madera, y como consecuencia, al ser un material higroscópico, se hincha teniendo efectos negativos sobre la pieza.

Otros tratamientos que se han utilizado a lo largo del tiempo en la restauración y conservación del material óseo son lacas y barnices que con el paso del tiempo se cuarteán, así como adhesivos que pierden sus propiedades o generan pátinas brillantes. El uso de colas orgánicas, ceras... también pueden tener con el paso del tiempo, y sin un control con su respectiva sustitución, resultados perjudiciales.

Quitar estos antiguos tratamientos en algunos casos puede resultar difícil, y su correcta eliminación puede suponer un riesgo para la obra. Por todo ello, se debe tener claro los efectos que puede haber en los distintos tratamientos usados a largo plazo y en distintas circunstancias ambientales a las que vaya a estar sometido el material mediante análisis previos y llevando a cabo un seguimiento de manera puntual, siendo un especialista quien se encargue de todo este proceso. También se debe garantizar siempre que los tratamientos empleados sean reversibles.

⁴⁰ Volver a tener la forma y estructura del cristal.

- **Factores antrópicos:** Provocado por el ser humano, siendo el caso de vandalismo, hurto, intervenciones incorrectas, abandono de las piezas...

Parámetros para la conservación del material óseo arqueológico

Este punto es muy importante, ya que la estabilidad del material dependerá de que las condiciones ambientales sean constantes y adecuadas. El material óseo puede encontrarse expuesto o almacenado, como se mencionará más adelante, pero en cualquiera de los casos se deben seguir los parámetros recomendados para garantizar la perdurabilidad y correcta conservación del material, debiendo ser los valores constantes y sin presencia de fluctuaciones.

Los parámetros recomendados para la correcta conservación de los materiales óseos, bien sea en almacenamiento, exposición o en investigación serán los siguientes:

Temperatura	18/20° C
Humedad relativa	46/55%
Iluminación	150 luxes de máximo

Tabla 1: Tabla con los parámetros recomendados para el material óseo

En caso de que las piezas hayan sido intervenidas se indicará el tipo de tratamientos realizados, ya que dependiendo de los productos empleados se necesitarán distintas necesidades ambientales.

Hay sistemas de control ambiental que ayudan a mantener estas condiciones, es el caso de luxómetros, termohigrómetros, indicadores de temperatura y humedad, etc...

También es conveniente llevar un seguimiento de la estabilidad de la pieza que se refleje en las fichas técnicas.⁴¹

⁴¹ *Ibíd*em, p. 39.

Extracción arqueológica del material óseo

Como se ha mencionado en apartados anteriores el hueso es un material dúctil con diversos grados de durezas compuesto mayormente por sales minerales.

Cuando se descubre en un yacimiento material esquelético las posiciones en la que se puede encontrar el individuo tras la exhumación son:

- **Decúbito prono:** Con el cráneo hacia abajo
- **Decúbito supino:** Con el cráneo hacia arriba
- **Decúbito lateral:** Se debe especificar el lado, izquierdo o derecho
- **Flexionado:** Posición excesivamente forzada
- **Posición fetal**
- **Fosa común**

Durante la excavación se debe valorar qué tipo de extracción es la más correcta, en función del medio, del tipo de suelo y el estado de los huesos. Se debe analizar visualmente la compactación de la tierra y su dureza.

Se llevará a cabo la documentación fotográfica de todo el proceso de extracción empleando los jalones o escalímetros para indicar la extensión del hallazgo, pudiendo además usar pizarras en donde figure el nombre de la excavación y el año de realización.

Además, el proceso debe ir acompañado de un cuaderno de campo en el que figuren todos los procesos de la excavación y las intervenciones realizadas.

Se medirán las piezas y se asignará un número de inventario, apareciendo todos los datos relevantes de las piezas extraídas en las fichas arqueológicas y en fichas antropológicas de excavación, donde se recogerán los datos paleopatológicos (Anexo nº I).

El método de extracción más común y el empleado en la excavación de los huesos estudiados es el **Método Harris**, mediante el cual se excava por unidades estratigráficas realizando topografías y planos altimétricos, llevando a cabo una cuadrícula alfanumérica del yacimiento, de tal manera que en una coordenada se asignan números y en el resto letras, apuntando de ese modo lo que aparece en cada sitio. Dependiendo del terreno y su profundidad se realizan sondeos⁴² o catas para desenterrar los

⁴² Remoción de tierra puntual para comprobar la existencia de un yacimiento arqueológico, delimitándolo.

distintos niveles de la excavación, asignando así las distintas unidades estratigráficas en donde se indica la cronología y los materiales encontrados.

Uno de los métodos más aconsejados en la excavación de materiales arqueológicos es la **extracción en bloque**, ya que protege la pieza del suelo. Se trata de un método de excavación mediante el cual se crea un bloque de tierra y se protege para poder aislar las piezas del contraste de temperaturas, extrayendo el conjunto y transportándolo al laboratorio para trabajar más cómodamente.

Otro método de extracción recomendado es la **forma exenta de extracción**, proceso mediante el cual se inmoviliza la pieza y se elimina la tierra de alrededor protegiendo el conjunto para la extracción.⁴³

En los procesos de excavación arqueológica es necesario la presencia de un restaurador/conservador que supervise en todo momento la extracción y el comportamiento de los materiales. Además, deberá transmitir al resto del equipo las pautas a seguir para desenterrar las piezas y mostrar los procesos y materiales a emplear en según qué casos.

Se deberá determinar el estado en el que se encuentran las piezas y prevalecerá el criterio de mínima intervención y manipulación, excepto en el caso de necesidad para asegurar la estabilidad de la pieza.

En caso de necesitar realizar una consolidación in situ del material para garantizar su integridad se dejará una parte sin contaminar para futuras investigaciones, consolidando en primer lugar las zonas de mayor riesgo de desprendimiento.

Con todo ello el restaurador/conservador realizará una ficha técnica en donde se especificarán los procesos realizados.



Imagen 3: Proceso de extracción en bloque

⁴³ CARRASCOSA MOLINER, B; PÉREZ LASTRAS, M. Tratamientos de extracción in situ de materiales óseos Mayas. En: *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Guatemala: Ed. Museo Nacional de Arqueología y Etnografía de Guatemala, 2009, p. 2.

Manipulación del material óseo arqueológico

Para la extracción de los huesos se deben emplear instrumentos que no dañen la pieza. Una vez descubiertos se deben documentar mediante fotografías y mapas estratigráficos. Se debe intentar actuar con la mayor rapidez posible para evitar que los huesos sufran las reacciones anteriormente comentadas. Si el hueso lo permite, se pueden realizar procesos de limpieza y consolidación in situ, retirando los sedimentos antes de que endurezcan.

Si los huesos están secos se limpiarán con pinceles o cepillos suaves o incluso con peras de goma. En caso de haber restos de sedimentos adheridos se reblandecerán previamente con hisopos empapados en alcohol o acetona, para no aportar humedad y así poder retirarlos con algún material blando.

Una vez se extraigan los huesos deberán embalarse en las condiciones adecuadas, evitando que los huesos queden expuestos a la intemperie. Si se decide consolidar in situ antes del levantamiento se deberán conservar zonas sin consolidar para que no interfiera e invalide cualquier investigación, como en el caso de las determinaciones de ADN.

Se debe etiquetar y documentar el material óseo para evitar su confusión y para el transporte de las piezas se embalarán en recipientes rígidos y del tamaño adecuado. Una vez en el laboratorio se registrará el contenido, se realizarán informes acerca del estado de conservación y los tratamientos a los que se le haya sometido durante la excavación.

Tras concluir las pruebas de investigación necesarias por el personal especializado (así como las ya mencionadas pruebas de ADN) se podrán realizar los análisis de Rayos X previos a la intervención de limpieza para averiguar si hay existencia de marcas postmortem, detalles o evidencias de patologías sufridas ya que las concreciones terrosas no impedirán ver la imagen. De esta manera también se podrá aplicar un criterio de limpieza más respetuoso con la pieza, ya que al conocer qué hay en el registro óseo el criterio de limpieza será más adecuado y se actuará con más precisión.

Para realizar la limpieza de los huesos se hará de forma mecánica mediante pinceles, brochas y cepillos suaves con la ayuda de espátulas y catas de limpieza con agua, acetona y alcohol por separado y en combinación, elaborando una tabla de resultados para saber qué disolvente ha dado mejor resultado. Se procurará no usar únicamente agua para no aportar humedad a la pieza, por ello se combinará con alcohol o acetona para contrarrestar esa humedad con la volatilidad de los disolventes. En caso de combinación se aplicarán a un 50/50 mediante hisopos.

En el caso de que los huesos estén húmedos deben secarse en el laboratorio de forma controlada y lenta, reduciendo la humedad relativa de 5% en 5% sin que llegue a estar por debajo del 45%. Una vez secos se procederá a la limpieza.

Se consolidará en caso de necesidad las zonas de los huesos más frágiles y después se podrán realizar las intervenciones que se crean oportunas según la necesidad de la pieza.



Imagen 4: Proceso de engasado

Criterios a seguir con el material paleopatológico

Para la identificación de enfermedades en el registro óseo se debe conocer la estructura del hueso, y para ello se deberá distinguir entre:

- 1) las marcas que pueda dejar una enfermedad manifestada en el hueso
- 2) Las marcas de patologías en función del estado de conservación
- 3) Las propias marcas del hueso debido a su naturaleza morfológica, que dependerá del tipo de hueso

Esta distinción nos permitirá clasificar de qué se trata en función de las distintas marcas a la hora de analizar las piezas e interpretar los análisis.

El hueso tendrá en su estructura una serie de marcas y formas propias en función del tipo de hueso que, como se ha mencionado, se deberán conocer. Entre ellas las más destacadas y fáciles de identificar son:

- **Cóndilo:** zona articular redondeada
- **Cresta:** borde del hueso
- **Epicóndilo:** eminencia de un cóndilo
- **Carilla:** zona suave y lisa cubierta por cartílago donde el hueso se articula con otro
- **Orificio:** paso óseo
- **Fosa:** zona hueca
- **Surco:** depresión alargada o acanalada
- **Línea:** elevación lineal
- **Maléolo:** prominencia redondeada
- **Escotadura:** indentación en el borde de un hueso
- **Protuberancia:** prominencia o elevación
- **Espina:** prolongación en forma de aguja
- **Apófisis espinosa:** parte que se proyecta en forma de espina
- **Trocánter:** gran elevación
- **Tubérculo:** pequeña eminencia elevada y redondeada
- **Tuberosidad:** gran elevación redondeada

Se debe tener además muy en cuenta la distinción entre los efectos tafonómicos, la degradación del propio material y de la presencia de paleopatologías. Dependiendo del medio en el que se encuentre enterrada la pieza se podrá confundir una alteración con una posible enfermedad marcada en el registro óseo.

Por lo que corresponde a la manipulación se aplica lo mencionado en el apartado anterior de manipulación del material óseo, y se le añade de la misma manera la precaución previa a los sistemas de limpieza y extracción incorrectas que puedan eliminar información que resulte importante para futuras investigaciones.

La integridad del objeto dependerá del criterio a seguir, pudiendo posponer los procesos de limpieza en el laboratorio para realizar primero los análisis no invasivos, como los ya mencionados rayos X.

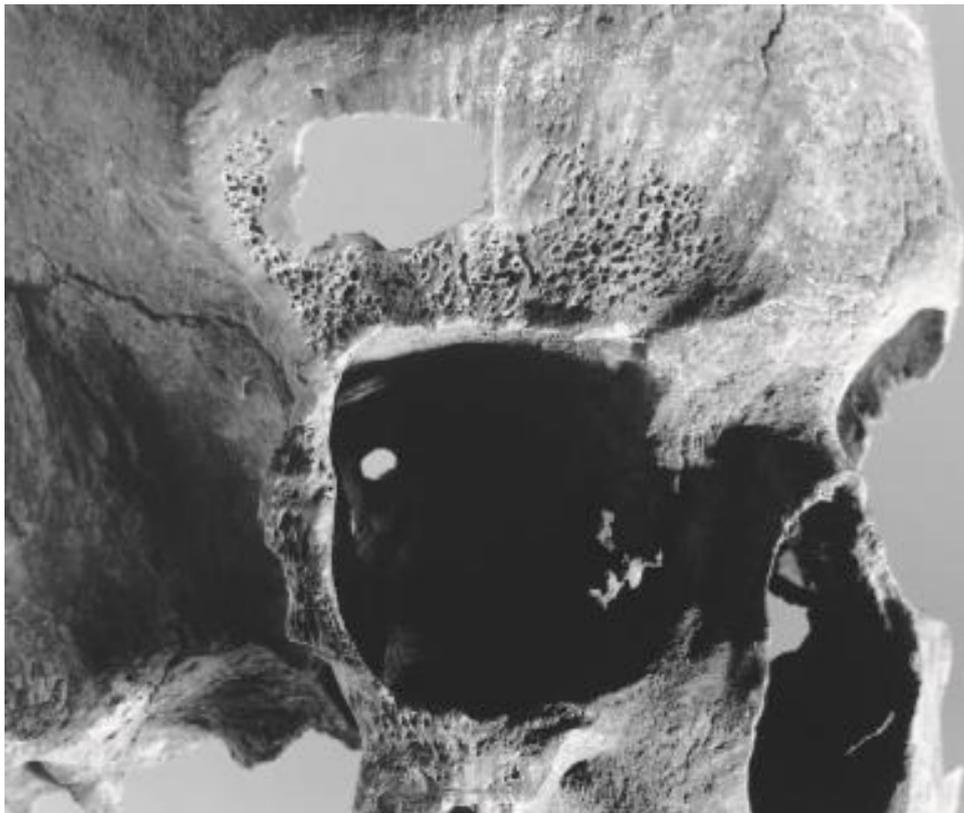


Imagen 5: Cráneo prehistórico mostrando marcas de un roedor mediante sus incisivos

El papel del restaurador y conservador

En este trabajo se pretende hacer hincapié en el papel tan fundamental que tiene el **restaurador/conservador en la extracción y manipulación del material óseo**, siendo consciente de que la información que aporta la superficie del material es fundamental para el estudio e investigación del individuo, junto con su estado de salud y lo que su contexto histórico y social supone. Por lo que una manipulación e incorrecta limpieza sin un estudio previo puede suponer la eliminación de dichos datos de forma irreversible.

Por ese motivo, todos los profesionales que tengan contacto con material arqueológico deben ser conocedores de la importancia de lo mencionado, ya que concierne a todo el personal involucrado en el proceso de excavación, manipulación y tratamiento posterior de las piezas el bienestar de éstas y su integridad física.

Es por ello, que en este trabajo se investiga el campo de técnicas no invasivas y asequibles, tratando así de facilitar la labor de los profesionales con ayuda y colaboración de restauradores y conservadores, ya que en muchos casos esta figura está ausente en los procesos arqueológicos mencionados.

Por último, resaltar la importancia del trabajo en equipo y de poder contar con un personal multidisciplinar que sea capaz de transmitir sus conocimientos.



Imagen 6: Extracción del material óseo inmovilizado

Estudio y caso práctico

Restos arqueológicos óseos en Burriana

- Piezas procedentes del Museo Arqueológico de Burriana
- Paleopatologías diagnosticadas en dos necrópolis medievales de Burriana: Portal de Valencia e Iglesia del Salvador
 - Descripción del estudio
 - Excavación arqueológica en Burriana
 - Búsqueda de paleopatologías y estudio de las piezas

Análisis no invasivos

- Técnica de análisis no invasiva: Los Rayos X
 - Rayos X aplicados a la restauración y conservación
 - Rayos X en material óseo
 - Rayos X aplicados a los restos arqueológicos de la Necrópolis Islámica del portal de Valencia por unidades estratigráficas
 - Microscopía óptica
 - Paleopatologías detectadas

Propuesta de catalogación

- Propuesta de catalogación
 - Índice de propuesta de catalogación
 - Ficha de catalogación

Propuesta de almacenamiento

- Condiciones de embalaje, almacenamiento o exposición

Restos arqueológicos óseos en Burriana

Piezas procedentes del Museo arqueológico de Burriana

El estudio llevado a cabo en este trabajo se va a llevar a cabo con restos óseos procedentes del Museo Arqueológico de Burriana, Castellón. Cuatro de los huesos analizados proceden de la exposición permanente y el resto de los almacenes.

Estas piezas han sido estudiadas por historiadores, arqueólogos y lo que más concierne en este caso: por paleopatólogos, los cuales han realizado publicaciones indicando los datos pertinentes al estudio llevado a cabo y de los cuales se hará mención a lo largo de este trabajo, ya que uno de los objetivos es lograr métodos de análisis que refuercen estos estudios y faciliten la labor llevada a cabo a la hora de conseguir información que, en muchos casos, no se va a percibir a simple vista.



Imagen 7: Fotografía tomada en el Museo Arqueológico de Burriana. Se muestra la vitrina en la que se encuentran cuatro de los huesos analizados mediante rayos X con presencia de Paleopatologías

Paleopatologías diagnosticadas en dos necrópolis medievales de Burriana: Portal de Valencia e Iglesia del Salvador

Descripción del estudio

La información para llevar a cabo este trabajo se sustrajo de los estudios realizados en la publicación *“Bioantropología y paleopatología de tres necrópolis medievales de Burriana: El Palau, Portal de Valencia, Iglesia el Salvador”* llevados a cabo por Elisa García-Prósper, Manuel Polo Cerdá del Grupo Paleolab de Valencia en el libro *“la arqueología de la Buriyyana islámica a la burriana cristiana”*⁴⁴ han permitido aportar datos de interés sobre la demografía y del estado de salud y enfermedades en la sociedad de Burriana durante la Edad Media.

El objetivo principal del estudio ha sido realizar una síntesis desde la perspectiva bioantropológica y paleopatológica de los restos humanos encontrados realizando un análisis demográfico y paleopatológico, exponiendo los resultados de forma individualizada y contextualizada. Para ello se analizó la composición y estructura de cada grupo poblacional siguiendo la cronología y las pautas del ritual funerario o de inhumación, los caracteres físicos morfológicos y antropométricos de los grupos poblacionales, los indicadores para conocer las patologías que padecieron y los indicadores de salud dental y nutricional.

Con ayuda de este estudio se consiguió detectar las paleopatologías con las referencias marcadas por cada unidad estratigráfica gracias a las conclusiones descritas y a la documentación fotográfica, resultando así más sencilla la identificación.⁴⁵

En cada necrópolis se han analizado evidencias de paleopatologías, permitiendo documentar enfermedades que se manifiestan en el registro óseo, pero el porcentaje de identificación es de un 10/20% de las enfermedades.

El método de diagnóstico en paleopatologías se fundamenta en ubicar cronoculturalmente y demográficamente los casos de estudio, para hacer una primera descripción de la lesión elemental según la morfología macroscópica, ubicarla según la anatomía topográfica, cotejarla con la imagen médica, descartar la alteración tafonómica postmortem, y tras un diagnóstico diferencial, inferir un diagnóstico médico de presunción.⁴⁶

⁴⁴ GARCÍA PRÓSPER, E; POLO CERDÁ, M. Op. cit.

⁴⁵ *Ibíd.*, p. 64.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 65.

Según mencionan en la publicación, los protocolos empleados para llevar a cabo la metodología bioantropológica han sido distintos según los diferentes criterios de investigación: ⁴⁷

- Para el análisis básico de identificación se han empleado los “*Standards for Data Collection for Human Skeletal Remains de Buikstra & Ubelaker (1994)*”.⁴⁸
- Para las estimaciones de sexo y edad se han consultado las propuestas del “*Worksop of European Anthropologist (1980)*”.⁴⁹ En el caso de restos fragmentarios se ha empleado el método de análisis discriminante sexual en cremaciones de “*Gejvall (1980)*”.⁵⁰
- Para el análisis antropométrico se ha usado los “*Data collection procedures for forensic skeletal material de la University of Tennessee de Moore-Jansen, Ousley & Jantz (1994)*”.⁵¹
- Para el estudio de restos óseos infantiles se ha empleado el manual de “*Fazekas y Kosa (1978)*”.⁵²
- Para el cálculo de la estatura se han usado las “*tablas de Maouvrier (1893)*”⁵³ y de “*Trotter-Glesser (1958)*”.⁵⁴
- Para el estudio odontológico se ha efectuado una ficha modificada del protocolo propuesto por “*Chimenos y cols (1999)*”.⁵⁵

⁴⁷ Ídem.

⁴⁸ BUIKSTRA, J.; UBELAKER, D. *Standars for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas: Archeological Survey Research, 1994.

⁴⁹ WORKSOP OF EUROPEAN ANHTROPOLOGISTS. Recomendations for abe and sex determination. En: *Journal of Human Evolution*. 1980.

⁵⁰ GEIVALL, N. G. “*Cremaciones*” en *ciencia en Arqueología*. Fondo de Cultura Económica, 1980.

⁵¹ MOORE, P.; OUSLEY, S. et. al. *Data colelction procedures for forensic skeletal material*. Tennessee: 1994.

⁵² FAZEKAS, I; KOSA, F. *Forensic fetal osteology*. Budapest: Akadémia Kiado, 1978.

⁵³ MANOUVRIER, L. La détermination de la taille d'apres les grands os des membres. En: *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. Paris: 1893.

⁵⁴ TROTTER, M.; GLESER, G. A re-evaluation of estimation of stature base don measurements of stature taken during life and of long bones after death. En: Universidad Politécnica de Valencia. 1958.

⁵⁵ CHIMENOS, E.; COLS. Propuesta de protocolo de valoración de parámetros en paleodontología. En: *Gaceta Dental*. 1999.

Excavación arqueológica en Burriana

En este estudio bioantropológico y paleopatológico de las tres necrópolis medievales, Burriana (Castellón) aparece como amal o cabeza de distrito, teniendo así importancia estratégica y siendo reforzada por su proximidad con la “Marca Hispánica”, la frontera con la cristiandad representada por Carlomagno. Burriana así sería junto con Sagunto o Valencia parte del sistema defensivo de la zona.

En la búsqueda de las paleopatologías presentes en los huesos de las tres Necrópolis, el estudio se centra en dos de ellas, siendo una la **Necrópolis islámica del Portal de Valencia**. La excavación se llevó a cabo en 2004 en el solar nº 26 de la Calle Mayor, esquina con el solar del nº2 de la calle Forn de la Vila y se data entre los siglos XI-XIII, estudiando un total de 14 enterramientos designados por unidades estratigráficas (UE).

Todos estos esqueletos estudiados fueron enterrados con el característico ritual islámico: tumba en fosa simple, estrecha y ajustada a la anatomía del cadáver dispuesto en posición de decúbito lateral derecho. El material antropológico presenta un buen estado de conservación.

Los cuatro huesos procedentes de la vitrina pertenecen a una tumba colectiva del Absidiolo 2 de la segunda necrópolis estudiada, **la Necrópolis de la iglesia del Salvador**, datando los restos óseos entre los siglos XVII-XVIII.

Durante 2008 y 2009, se pudo excavar parcialmente la necrópolis asociada a la iglesia y situada alrededor el ábside. Cabe señalar que los restos recuperados presentaban en general un deficiente estado de conservación como consecuencia de los múltiples cambios de pavimentos o refuerzos estructurales que afectaron directamente las sepulturas bajo el pavimento.

El número de esqueletos recuperados corresponde a 49, distribuidos en enterramientos individualizados y tumbas colectivas. Se han estudiado 8 tumbas simples excavadas en la tierra de carácter primario y 7 conjuntos con restos pertenecientes a varios individuos en su interior (tumbas colectivas).

En las fosas colectivas la fragmentación es muy grande y ha sido imposible establecer una individualización esquelética y por falta de información no se ha podido determinar edad, sexo o altura.⁵⁶

⁵⁶ GARCÍA PRÓSPER, E; POLO CERDÁ, M. Op. cit., p. 11.

Búsqueda de paleopatologías y estudio de las piezas

La **parte práctica** del trabajo comenzó con la búsqueda de las paleopatologías en el almacén del Museo Arqueológico de Burriana con ayuda del estudio llevado a cabo por Paleolab y el arqueólogo Jose Manuel Melchor, director del museo.

Para ello hubo un estudio previo de las enfermedades manifestadas en el registro óseo mediante un curso de iniciación a la paleopatología y traumas óseos. Con ello se llevó a la práctica lo aprendido para, en cada unidad estratigráfica, detectar las paleopatologías publicadas. Todo ello fue **reforzado** por expertos previamente a los análisis y posteriormente tras obtener los resultados con los rayos X, dando así mayor rigor al estudio.

Tras estudiar en profundidad las unidades estratigráficas con paleopatologías se escogieron las de mayor interés y variedad siendo, como se ha mencionado previamente, las de la Necrópolis islámica del Portal de Valencia y de la Necrópolis de la Iglesia del Salvador.

Las Unidades estratigráficas seleccionadas de **la Necrópolis islámica del Portal de Valencia** para el estudio mediante métodos no invasivos con rayos X y microscopía óptica fueron las UE 1069, 1071, 1038, 1040 y 1074 y también se analizaron los cuatro huesos expuestos en vitrina en el Museo Arqueológico de Burriana, procedentes del **Absidiolo 2 en la Necrópolis de la Iglesia del Salvador**.

Para llevar a cabo el estudio analítico se trasladaron los huesos a la Universidad Politécnica de Valencia. Una vez allí se estudiaron en un aula las piezas individualmente mediante documentación fotográfica de anverso y reverso, toma de mediciones, elaboración de dibujo técnico y valoración del estado de conservación. Con todo ello se realizó una **ficha técnica** por pieza con todos los datos relevantes.

Tras realizar todos los estudios pertinentes de las piezas se trasladaron al Laboratorio de Rayos X de la Universidad Politécnica de Valencia donde se procedió a llevar a cabo los análisis, realizando posteriormente la microscopía óptica como refuerzo visual.

Análisis no invasivos

Técnica de análisis no invasiva: Rayos X

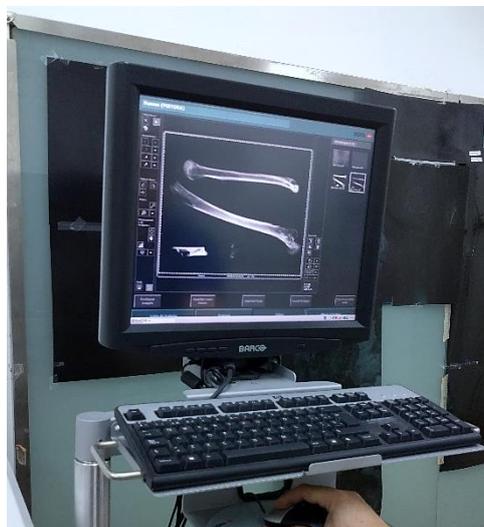
La técnica radiológica es un método analítico de fácil accesibilidad y de menor coste, gracias a la tecnología digital, en relación a otros métodos de diagnóstico no invasivo, permitiendo la observación de lesiones internas que no se aprecian a simple vista. Uno de los puntos a destacar en este trabajo es acerca de la alta resolución conseguida, ya que la radiología convencional no permite detectar detalles tan sutiles. En el caso de la técnica radiológica aplicada la calidad resulta excepcional.

No obstante, para realizar el análisis de rayos X se debe tener claro que no se necesitarán muestras de ADN y se deberá valorar el análisis, porque a pesar de ser no invasivo para la integridad física de la pieza los rayos X tienen efectos negativos sobre la preservación del ADN en la realización de análisis moleculares.

El estudio de rayos X que se aplicará en este trabajo se realizará mediante un equipo de técnica radiográfica digital desarrollada, la cual optimiza la calidad de las radiografías. Este equipo se utiliza en el estudio de bienes culturales para su preciso análisis, diagnóstico e interpretación.

Este método resulta respetuoso para la integridad de la obra y nos aporta información muy útil que no se percibe a simple vista. La aplicación de rayos X en el campo de la conservación y la restauración de bienes culturales es, de las técnicas no invasivas visuales, la que mayor información aporta. Se trata de una superposición de imágenes proyectadas de las diferentes capas que se manifiestan en distintas tonalidades de grises en función de la absorción y espesor de los materiales que la componen. Las aplicaciones más habituales de los rayos X vienen dadas de la industria o de la medicina para diagnóstico y tratamiento.

Imagen 8: Fotografía realizada durante el proceso de aplicación de Rayos X en el laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia



Las características de los rayos X se resumen en:

- No son perceptibles por el ojo humano.
- Propagación realizada en línea recta y a la velocidad de la luz.
- No se pueden desviar por medios ópticos (lentes o prismas) pero si por medio de una red cristalina mediante difracción.
- Los rayos X atraviesan la materia, dependiendo de su naturaleza y de la energía propia de los rayos X empleada.
- El poder de penetración de los rayos X depende de la tensión del tubo que los genera, siendo la radiación emitida heterogénea.
- Los rayos X son ionizantes, por lo que desprenden electrones de la materia.
- Los rayos X pueden destruir o deteriorar células vivas.

En función del tipo de material con el que se quiera trabajar se deberá conocer los tipos de interacciones de la radiación con la materia que existen para de ese modo poder aplicar la correcta energía que proporcione la información necesaria.⁵⁷



Imagen 9: Vértebras sobre la placa radiográfica para llevar a cabo el análisis no invasivo

⁵⁷ MADRID GARCÍA, J. Aplicación de la técnica radiográfica en la conservación y restauración de bienes culturales. En: *Revista Asociación Española de ensayos no destructivos*. 2012, Núm. 61, p. 17.

Rayos X aplicados a la restauración y conservación

Para realizar este trabajo se ha **contado con la unidad de rayos X del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universidad Politécnica de Valencia.**

Los rayos X empleados en la conservación y restauración de bienes culturales nos darán información en cada rama del arte dependiendo de su material y condiciones.

Rango de potenciales utilizados en función de las características del objeto.	
5 - 30 kV.	Estampas, billetes, papeles, dibujos, acrílico y pintura pastel, ambos sobre cartón, lino o soporte de lona, con capa preparatoria de gesso. La radiografía de estos objetos necesitan generadores que tengan ventana de Berilio en el tubo.
30 - 80 kV.	Pintura de caballete con soporte leñoso con estrato preparatorio espeso, escultura sobre madera, cerámica, momias, etc... Con 80 kV se pueden atravesar espesores de 40 cm.
80 - 350 kV.	Piezas de madera con altos espesores, así como piezas de metal.

Imagen 10: Imagen de tabla de los rangos potenciales empleados en análisis de rayos X en función del objeto

El resultado obtenido nos dará información de su estado de conservación y en este caso, para aclarar las marcas del registro óseo que nos dan información acerca de la salud del sujeto.

En cuanto a la aplicación de la técnica radiográfica **en el campo de la conservación y la restauración de objetos arqueológicos** es muy útil para radiografiar bloques sacados en una excavación, para de esa manera minimizar el riesgo de pérdida de los objetos o la posibilidad de dañar piezas frágiles.

Para la misión de la radiografía se debe establecer el tipo de objetos que tiene en su interior el **bloque** para la diferenciación de las piezas, conociendo el estado en el que se encuentran éstas en su interior. También se pueden usar técnicas fotogramétricas para obtener un mapa del bloque.

En caso de que existan piedras de densidad elevada dentro del bloque dificultará la identificación de los objetos de menor densidad, como en el caso del material a tratar en este trabajo: los huesos. En este caso se solucionaría con la técnica de la tomografía computarizada por ordenador.

En investigaciones **paleontológicas** los análisis radiográficos aportan datos antes de aplicar limpieza sobre el material que pueda alterarlo. Ayuda a localizar detalles que necesiten ser analizados sin tener que tocar la pieza.

Incluso en caso de dudar acerca de la originalidad del material óseo **pueden datarse** científicamente de forma directa usando el **isótopo de radiocarbono**.

Con el avance de las nuevas tecnologías en la aplicación de rayos X se han empleado **ecógrafos** que resultan menos lesivos, y en cuanto al desarrollo de la radiografía digitalizada incorpora nuevas aplicaciones útiles como:⁵⁸

- **Sistema de digitalización de película**
- **Radiografía digital por luminiscencia**
- **Radiografía digital directa**
- **Escáner de rayos X**
- **Tomografía computerizada**



Imagen 11: Fotografía del equipo empleado en el análisis de rayos X en La Universidad Politécnica de Valencia. Véase en el anexo nº II las características

⁵⁸ *Ibíd*em, p. 64.

Rayos X en material óseo

La radiología convencional es la técnica más usada en el estudio de restos esqueléticos, posibilitando la comprobación de la estructura esquelética, aportando datos sobre el sexo y edad del individuo.

Esta técnica, como se ha mencionado en apartados anteriores es bidimensional, por lo que se deberá tener en cuenta la superposición de las imágenes de diferentes estructuras en un único plano.

No es aconsejable radiografiar conjuntos de huesos de distintos tamaños y densidades radiológicas, ya que precisarán distintas exposiciones. En este caso práctico se radiografiaron piezas en conjunto de tamaños y densidades similares.

En este estudio se empleó la radiografía digital, quedando registrado el resultado en un soporte digital en vez de una placa radiográfica. Lo que diferencia la radiografía digital de la convencional es que en la digital se podrán usar haces de rayos X atenuados, donde el equipo registrará la intensidad de las diversas atenuaciones sufridas por las estructuras atravesadas en forma numérica, posibilitando reducir las interferencias ocasionadas por la superposición de estructuras en una misma proyección. También es posible almacenar muchas imágenes en un espacio más reducido.

Una técnica radiológica complementaria para el diagnóstico de paleopatologías en la dentadura es la **ortopantomografía**, la cual puede visualizarse de forma panorámica en ambas arcadas dentarias, superior e inferior, apreciando así el grado de desgaste dentario, la posible existencia de malposiciones, inclusiones dentarias, tumores, abscesos... e incluso estimar la edad en individuos adultos.

La **Tomografía computerizada** se convierte en un código numérico que, procesado por un ordenador, permite construir imágenes de planos tomográficos del objeto investigado. Con esto se evita la superposición de estructuras, permitiendo visualizar objetos y detalles que se escaparían en otras técnicas.

A estas técnicas se les suma el **análisis de imagen computerizado**, tratándose de ordenadores diseñados para medir dimensiones especiales y densidades de grises en imágenes tomadas mediante un dispositivo periférico. Las imágenes obtenidas serán analizadas mediante un software especialmente diseñado para estos fines. Una vez que la imagen ha sido discriminada posee una naturaleza binaria que permite cuantificarla generando distintos parámetros.

De este modo se pueden estudiar lesiones óseas y aproximarse a la edad cronológica de un individuo en el momento de su muerte, estudiando los huesos largos e incluso su sexo.

En sujetos juveniles pueden realizarse estudios **histomorfométricos** en su cresta ilíaca, lo que permitirá conocer su edad.

Rayos X aplicados a los restos arqueológicos de La Necrópolis Islámica de portal de Valencia por unidades estratigráficas

La instalación utilizada para realizar las radiografías en los restos arqueológicos de La Necrópolis Islámica del portal de Valencia por unidades estratigráficas se llevó a cabo en el Laboratorio de Inspección Radiológica del Instituto Universitario para la Restauración de Patrimonio, en La Universidad Politécnica de Valencia con la ayuda del Dr. José Antonio Madrid García.

El informe radiológico se encuentra en el **anexo nº II**, y los datos del equipo que figuran son:

- Marca **TRANSPORTIX 50**, de la empresa *General Electric*
- Tubo de Rayos X de 3 kW
- Foco de 2,3 con sólo una filtración total de 2 mm de aluminio, lo cual permite trabajar con voltajes muy bajos en un rango de 20 a 110 kV
- Chasis radiográfico CR MDT4.0T O (Agfa), en sistema digital
- Digitalizador CR 30-X (Agfa)

En el informe se ven reflejados los datos del equipo y los datos de ejecución de la radiografía, en donde aparecerá el número de piezas, el voltaje empleado, la intensidad del disparo, la distancia del objeto y el tiempo de exposición. La fecha de ejecución de los rayos X se realizó el 9 de mayo del 2018.

A la hora de analizar las imágenes se utilizó un programa de edición de imagen para modificar los contrastes de grises destacando las zonas menos visibles en los resultados iniciales, pudiendo así interpretar mejor los resultados.

A continuación, se expondrán los distintos huesos estudiados por unidades estratigráficas y las cuatro piezas de vitrina acompañado de las referencias radiográficas indicadas mediante números a cada pieza y con asignación de nombre, la descripción paleopatológica recogida en el estudio llevado a cabo por el grupo Paleolab, las imágenes radiográficas y las fotografías del anverso y reverso de cada pieza. La descripción de las paleopatologías y del lenguaje técnico empleado se aclarará en el **anexo nº III** mediante un glosario.

El orden en el que se van a mostrar es el siguiente:

- 1) Huesos de vitrina
- 2) UE 1069
- 3) UE 1071
- 4) UE 1038 y 1040
- 5) UE 1074

1) Huesos en vitrina

Referencia radiográfica:

Huesos vitrina:

- 1- V1
- 2- V2
- 3- V3
- 4- V4

Se trata de cuatro huesos que se encuentran en exposición en el Museo Arqueológico de Burriana, desconociendo muchos datos debido a que se encontraron en una fosa común en el absidiolo 2 de la iglesia.

Paleopatologías detectadas por referencias de imagen:

- **1:** Húmero con ejercicio de piernas moderado en sus actividades laborales u ocupacionales.
- **2:** Línea áspera marcada en fémur que indica una biomecánica relacionada con posiciones de acuclillamiento y ejercicio de piernas moderado en sus actividades laborales y ocupacionales.
- **3:** Segunda vértebra cervical con artrosis de la apófisis odontoides.
- **4:** Fragmento femoral con periostitis.



Imagen 12: Referencia de radiografía frontal en Huesos de vitrina

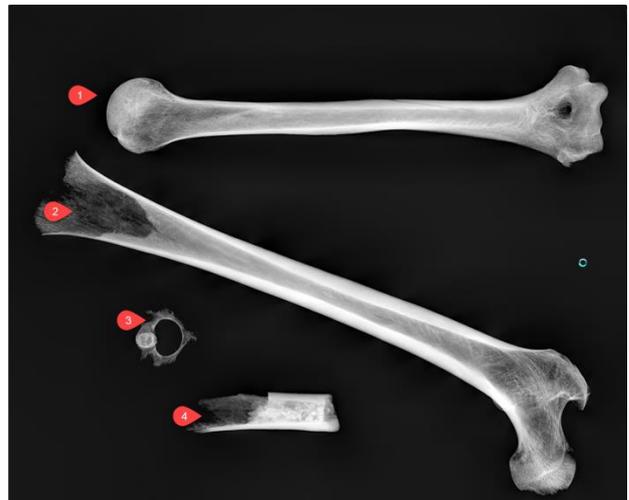


Imagen 13: Referencia de radiografía lateral en Huesos vitrina

Radiografías huesos vitrina:



Imagen 14: Radiografía frontal de Huesos vitrina



Imagen 15: Radiografía lateral de Huesos Vitrina

Imágenes de anverso y reverso V1, V2, V3 y V4:



Imagen 16: Fotografía de anverso de V1



Imagen 17: Fotografía de reverso de V1



Imagen 18: Fotografía de anverso de V2



Imagen 19: Fotografía de reverso de V2



Imagen 20: Fotografía de anverso de V3



Imagen 21: Fotografía de reverso de V3



Imagen 22: Fotografía de anverso de V4



Imagen 23: Fotografía de reverso de V4

2) Unidad Estratigráfica 1069

Referencia radiográfica:

Vértabras UE 1069:

- 1- UE69V1
- 2- UE69V2
- 3- UE69V3
- 4- UE69V4
- 5- UE69V5
- 6- UE69V6
- 7- UE69V7
- 8- UE69V8
- 9- UE69V9
- 10- UE69V10
- 11- UE69V11

Salud dental y otitis UE 1069:

- 1- UE69-1C
- 2- UE69-2C
- 3- UE69-3C
- 4- UE69-4C
- 5- UE69-5C
- 6- UE69-6C

Cráneo con perostosis UE 1069:

- 1- UE69-1R
- 2- UE69-2R
- 3- UE69-3R
- 4- UE69-4R
- 5- UE69-5R
- 6- UE69-6R
- 7- UE69-7R

El estado de conservación de los huesos es casi completo, siendo de un 90% y permitiendo la estimación de edad, sexo y estatura con mayor precisión.

Se trata de un individuo adulto joven enterrado en posición de decúbito lateral derecho, del cual se conservan las regiones anatómicas del esqueleto.

Los restos óseos están fragmentados, pero en buen estado de conservación (no se han podido medir los principales huesos largos). El rango de edad es de 30-35 años según los métodos de estimación de edad aplicado.

Esqueleto normoconformado, grácil y de lateralidad derecha. Entre la patología ósea destaca **cribra orbitalia tipo porótico leve e hiperostosis porótica parietal que llega a tener hasta 8 mm de espesor, reacción perióstica en oído medio (otitis), hernias de Schmorl en D10-D11, ligera artrosis glenohumeral, fractura desplazada de la última vértebra coxígea y periostitis media tibial.**

No hay variantes anatómicas epigenéticas observables y en cuanto a los indicadores de estrés ocupacional se han documentado una retroversión de meseta tibial derecha asociada a entesopatía del músculo sóleo, entesopatía de la sínfisis del pubis, entesopatía del ligamento redondo y corredera bicipital marcada.⁵⁹

⁵⁹ GARCÍA PRÓSPER, E.; POLO CERDÁ, M. Op. cit., p, 74.

Referencia radiográfica Unidad Estratigráfica 1069:

Vértebras UE 1069:

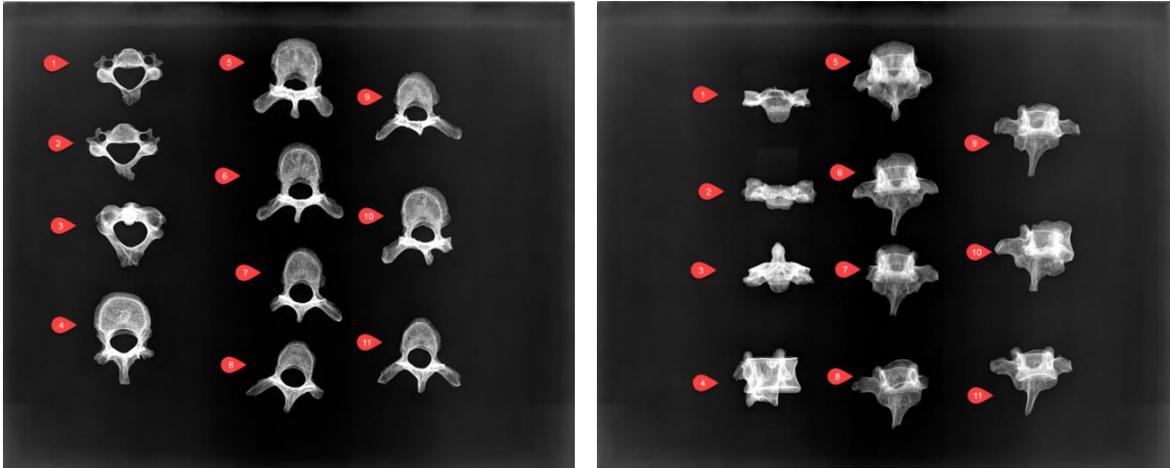


Imagen 24 y 25: Referencia de radiografía frontal y lateral en vértebras de la UE 1069

Salud dental y otitis UE 1069:

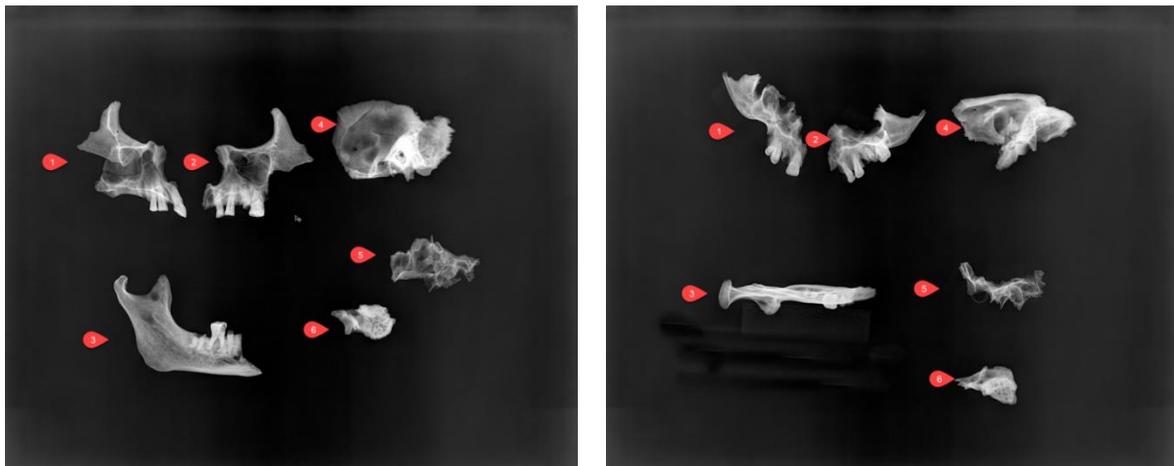


Imagen 26 y 27: Referencia de radiografía frontal y lateral en salud dental y otitis de la UE 1069

Cráneo con perostosis UE 1069:

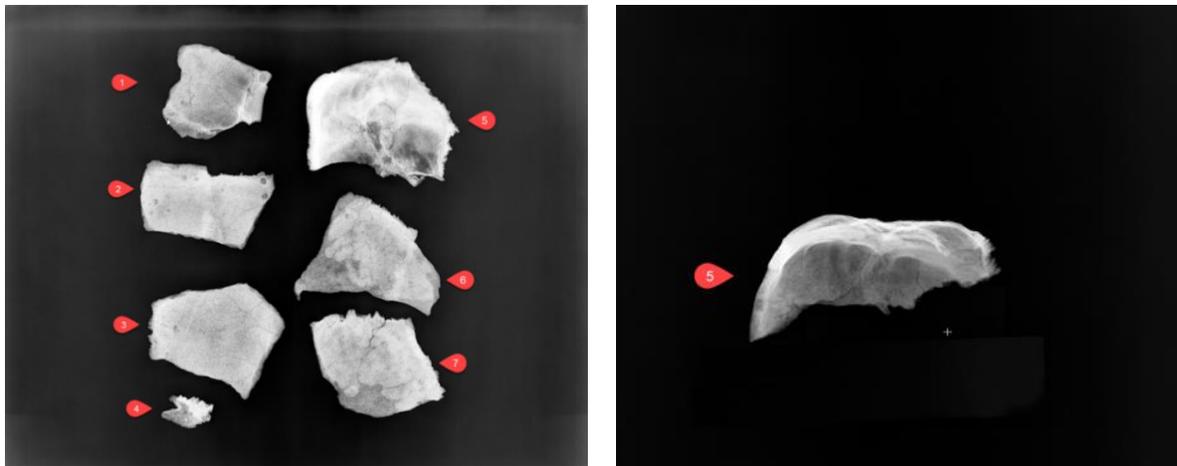


Imagen 28 y 29: Referencia de radiografía frontal y lateral de cráneo con perostosis de la UE 1069

Radiografías vértebras UE 1069:

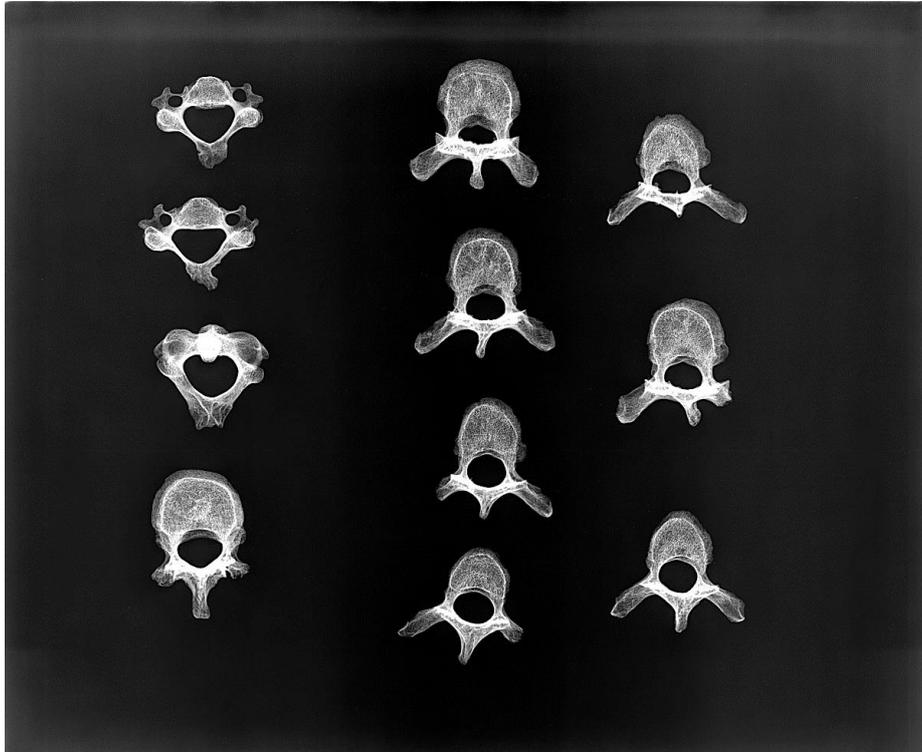


Imagen 30: Radiografía frontal de vértebras de la UE 1069

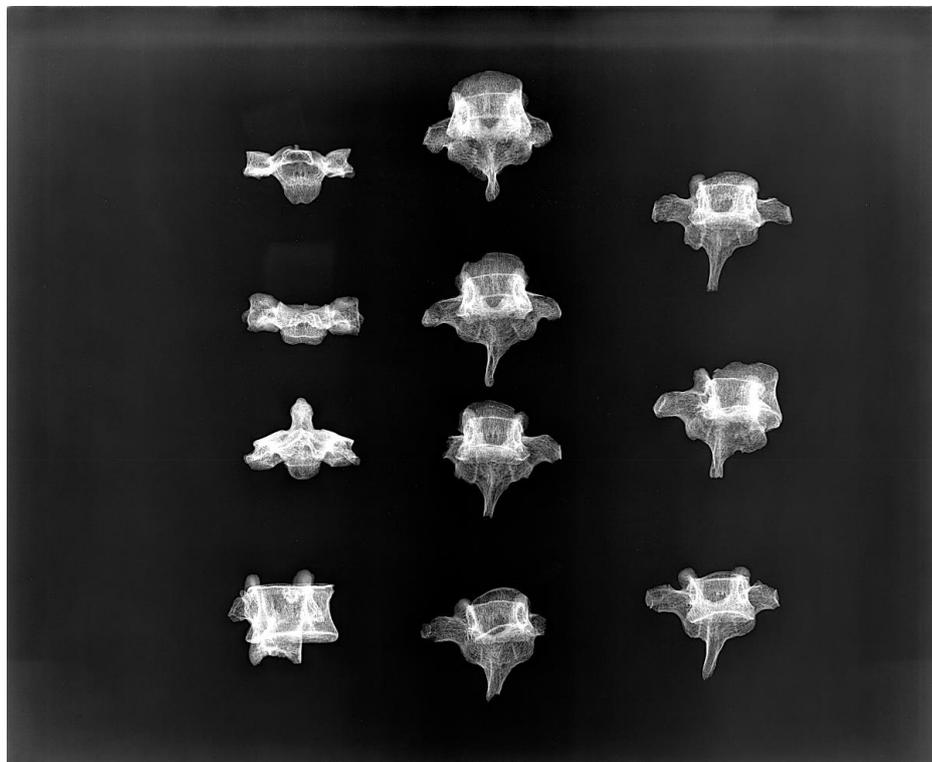


Imagen 31: Radiografía lateral de vértebras de la UE 1069

Imágenes anverso y reverso vértebras UE 1069:



Imagen 32: Fotografía de anverso de vértebras (UE 1069)



Imagen 33: Fotografía de reverso de vértebras (UE 1069)

Radiografías salud dental y otitis UE 1069:

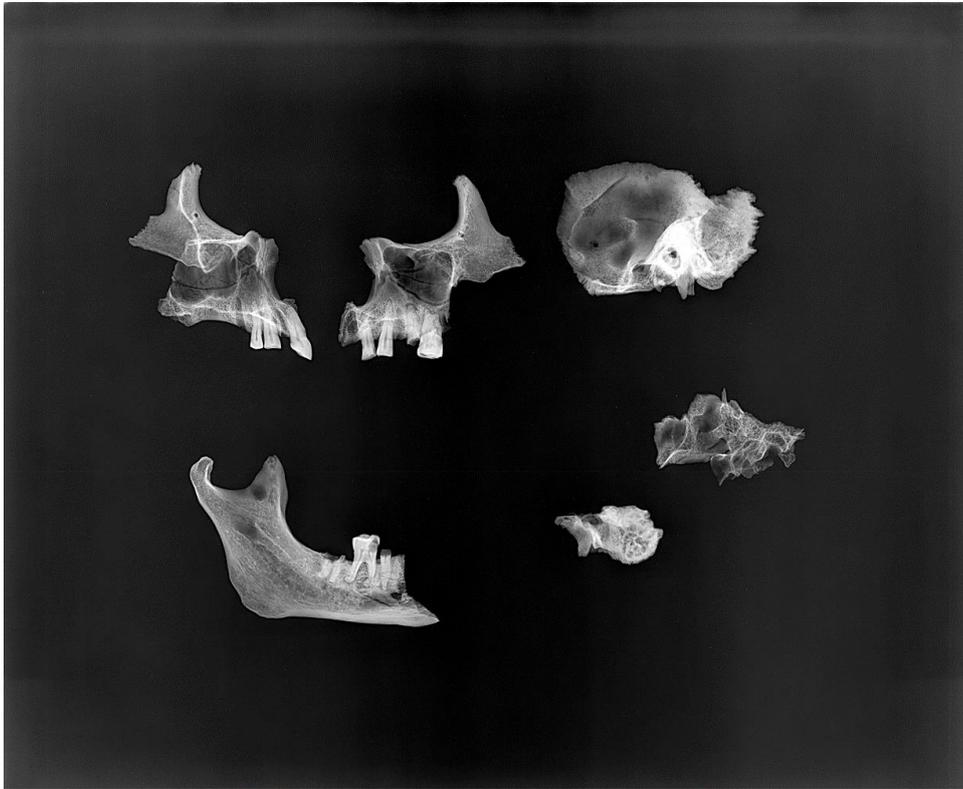


Imagen 34: Radiografía frontal de salud dental y otitis de la UE 1069



Imagen 35: Radiografía lateral de salud dental y otitis de la UE 1069

Imágenes salud dental y otitis UE 1069 anverso y reverso:

- **Salud dental:**



Imagen 36: Fotografía de anverso de salud dental (UE 1069)



Imagen 37: Fotografía de reverso de salud dental (UE 1069)

- **Otitis:**



Imagen 38: Fotografía de anverso de otitis (UE 1069)

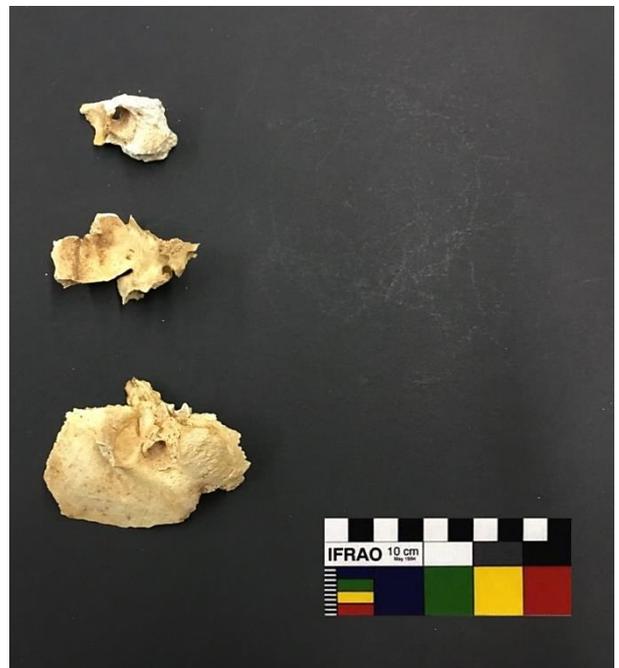


Imagen 39: Fotografía de reverso de otitis (UE 1069)

Radiografías cráneo con perostosis UE 1069:



Imagen 40: Radiografía frontal de cráneo con perostosis de la UE 1069

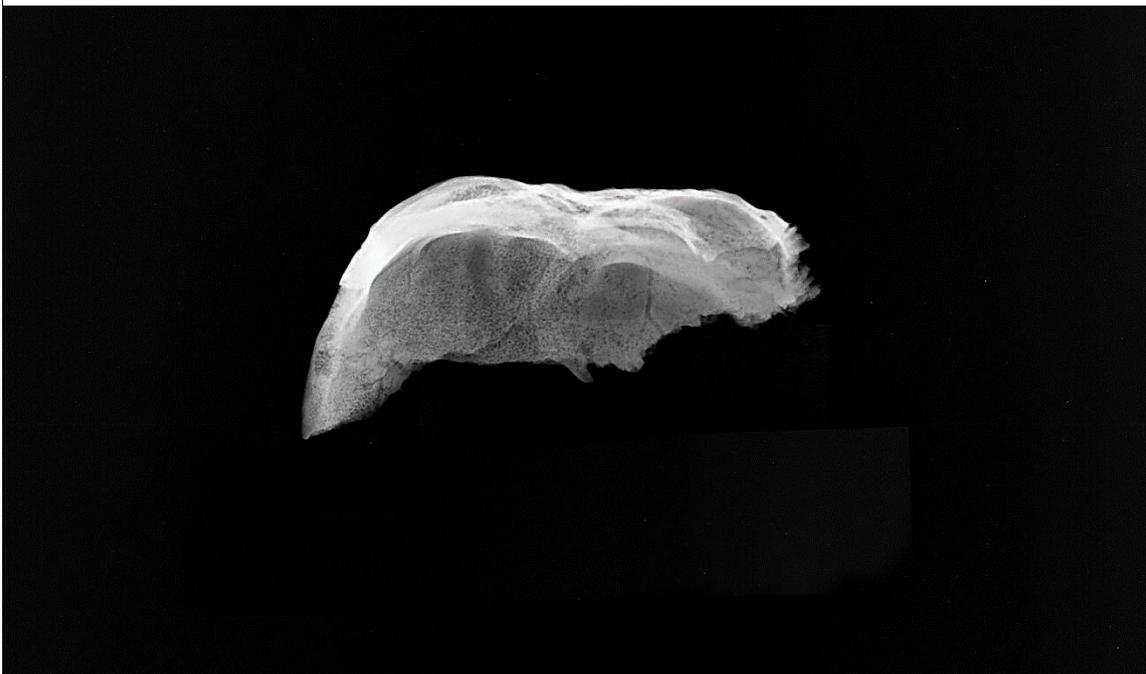


Imagen 41: Radiografía lateral de cráneo con perostosis de la UE 1069

Imágenes de cráneo con perostosis UE 1069 anverso y reverso:

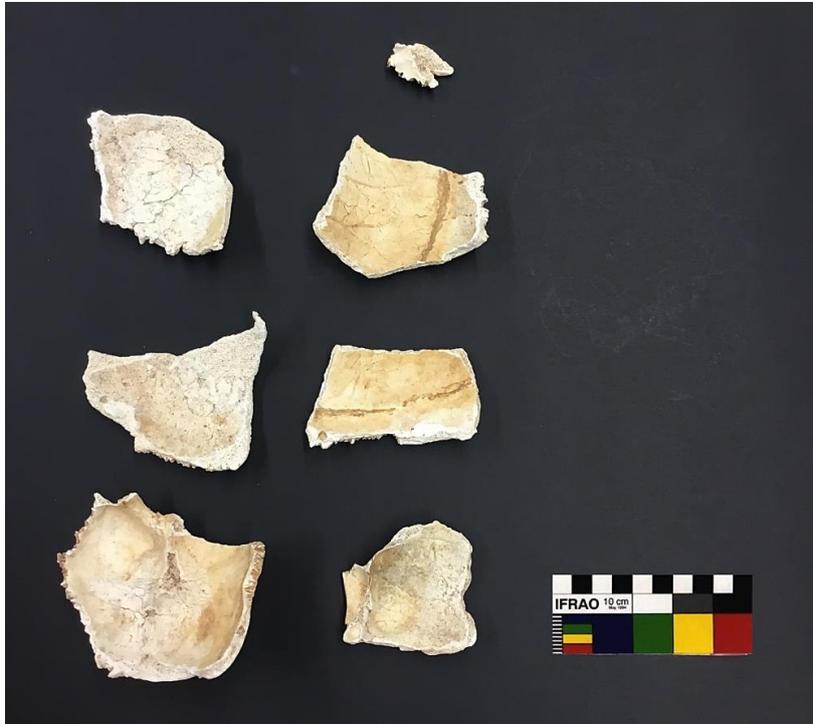


Imagen 42: Fotografía de anverso de cráneo con perostosis (UE 1069)

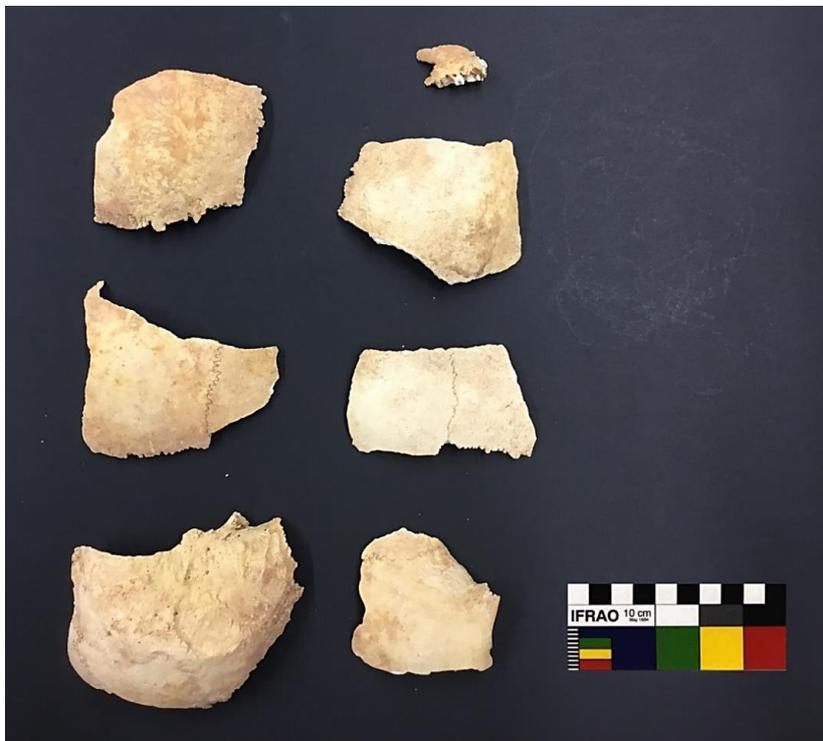


Imagen 43: Fotografía de reverso de cráneo con perostosis (UE 1069)

3) Unidad Estratigráfica 1071

Referencia radiográfica:

Parte de pubis, cráneo, vértebras y rótula UE 1071:

- 1- UE71-1
- 2- UE71-2
- 3- UE71-3
- 4- UE71-4
- 5- UE71-5
- 6- UE71-6
- 7- UE71-7
- 8- UE71-8
- 9- UE71-9
- 10- UE71-10
- 11- UE71-11
- 12- UE71-12
- 13- UE71-13
- 14- UE71-14
- 15- UE71-15
- 16- UE71-16
- 17- UE71-17
- 18- UE71-18

Cráneo UE 1071:

- 1- UE71-1C
- 2- UE71-2C
- 3- UE71-3C
- 4- UE71-4C
- 5- UE71-5C
- 6- UE71-6C
- 7- UE71-7C
- 8- UE71-8C
- 9- UE71-9C
- 10- UE71-10C
- 11- UE71-11C
- 12- UE71-12C

El estado de conservación de los restos óseos documentados en este enterramiento es casi completo, lo que ha permitido la estimación de la edad, sexo y estatura con mayor precisión. Corresponden a un individuo adulto maduro enterrado en posición de decúbito lateral derecho, del cual se conserva todas las regiones anatómicas.

El índice de conservación esquelética es de un 85%. El rango de edad es adulto maduro de 50 a 55 años. El sexo es femenino a partir de la anatomía craneal y postcraneal.

Esqueleto normoconforado, grácil y de lateralidad derecha. Con respecto a la patología ósea se ha documentado: **osteoporosis, hiperostosis parietal y patología degenerativa de raquis**. Con respecto a la salud bucodental, presenta una mandíbula edéntula.⁶⁰

⁶⁰ *Ibidem*, p. 75

Referencia radiográfica, Unidad Estratigráfica Unidad Estratigráfica 1071:

Parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas UE 1071:

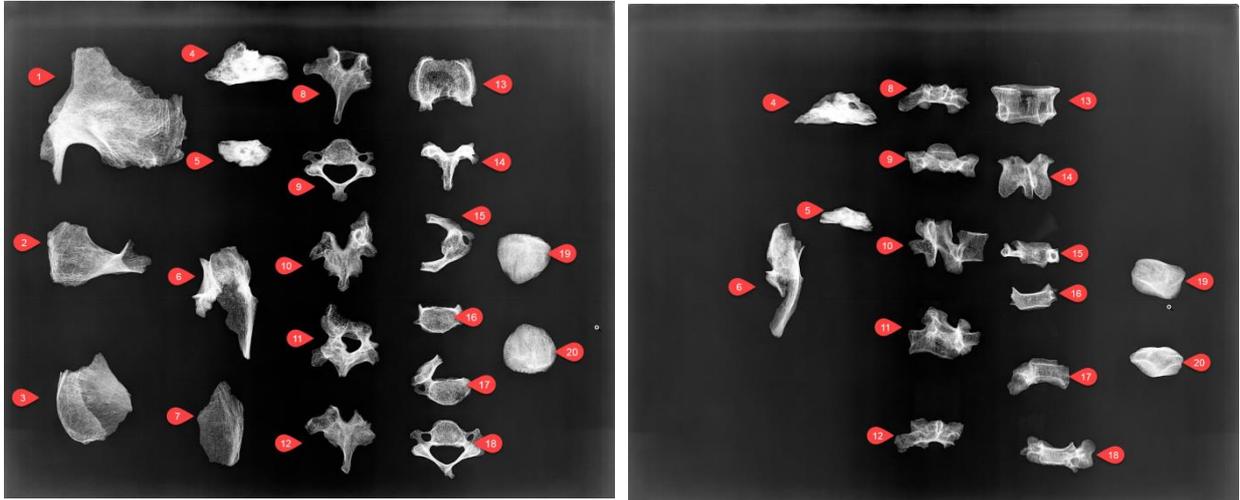


Imagen 44 Y 45: Referencia de radiografía frontal y lateral de parte del pubis, cráneo, vértebras y rótulas de la UE 1071

Cráneo UE 1071:

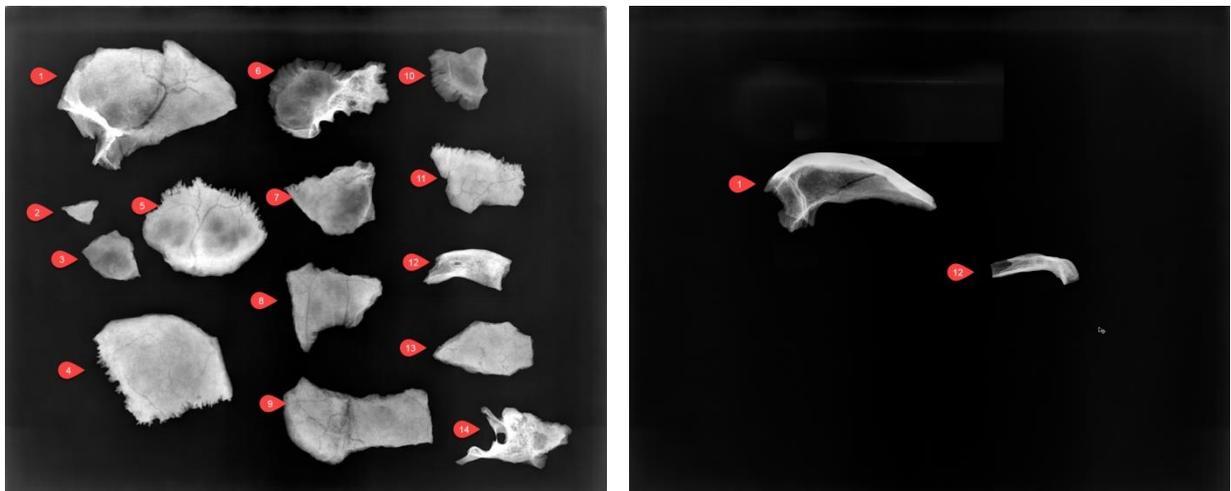


Imagen 46 y 47: Referencia de radiografía frontal y lateral de cráneo de la UE 1071

Radiografías parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas UE 1071:



Imagen 48: Radiografía frontal de parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas de la UE 1071

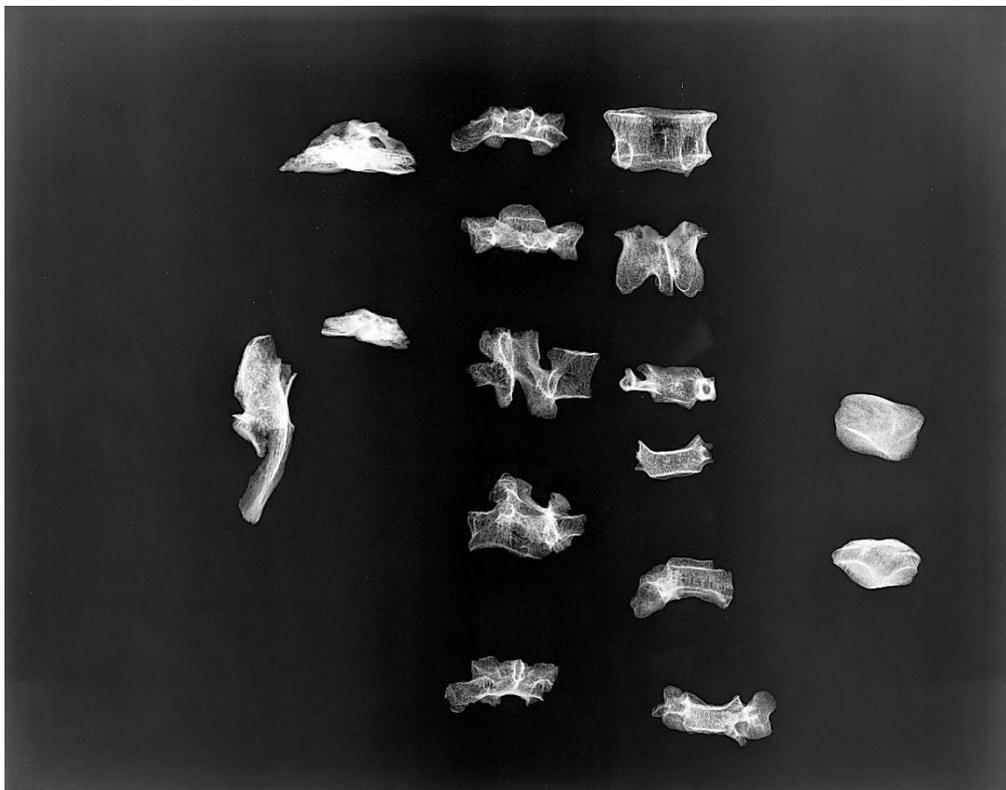


Imagen 49: Radiografía lateral de parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas de la UE 1071

Imágenes parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas UE 1071 anverso y reverso:



Imagen 50: Fotografía anverso de parte de pubis (UE 1071)



Imagen 51: Fotografía reverso de parte de pubis (UE 1071)



Imagen 52: Fotografía de anverso de cráneo (UE 1071)



Imagen 53: Fotografía de reverso de cráneo (UE 1071)



Imagen 54: Fotografía de anverso de vértebras (UE 1071)



Imagen 55: Fotografía de reverso de vértebras (UE 1071)



Imagen 56: Fotografía de anverso de rótulas (UE 1071)



Imagen 57: Fotografías de reverso de rótulas (UE 1071)

Radiografías cráneo UE 1071:



Imagen 58: Radiografía frontal de cráneo de UE 1071



Imagen 59: Radiografía lateral de cráneo de UE 1071

Imágenes cráneo UE 1071 anverso y reverso:

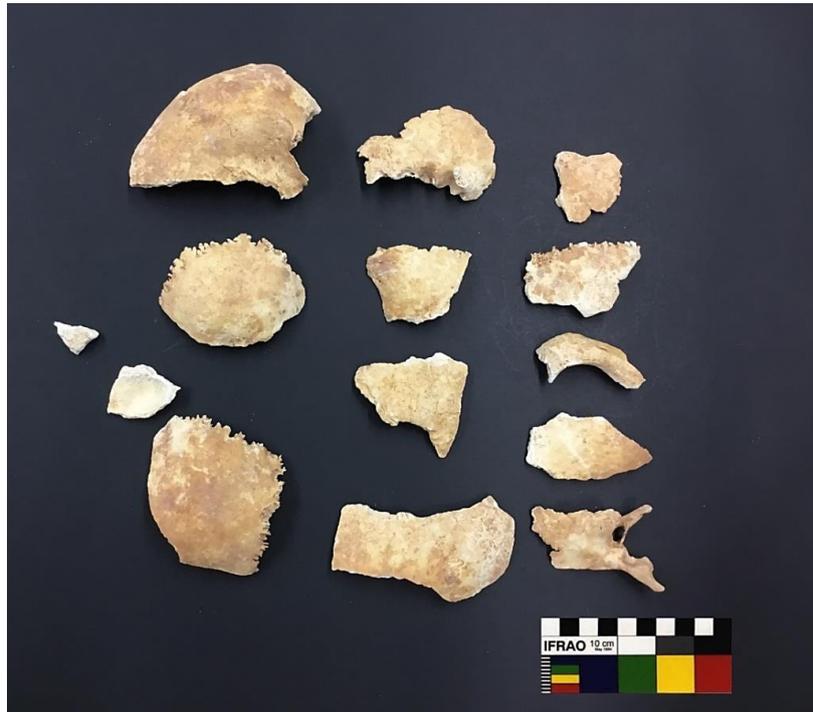


Imagen 60: Fotografía de anverso de cráneo (UE 1071)

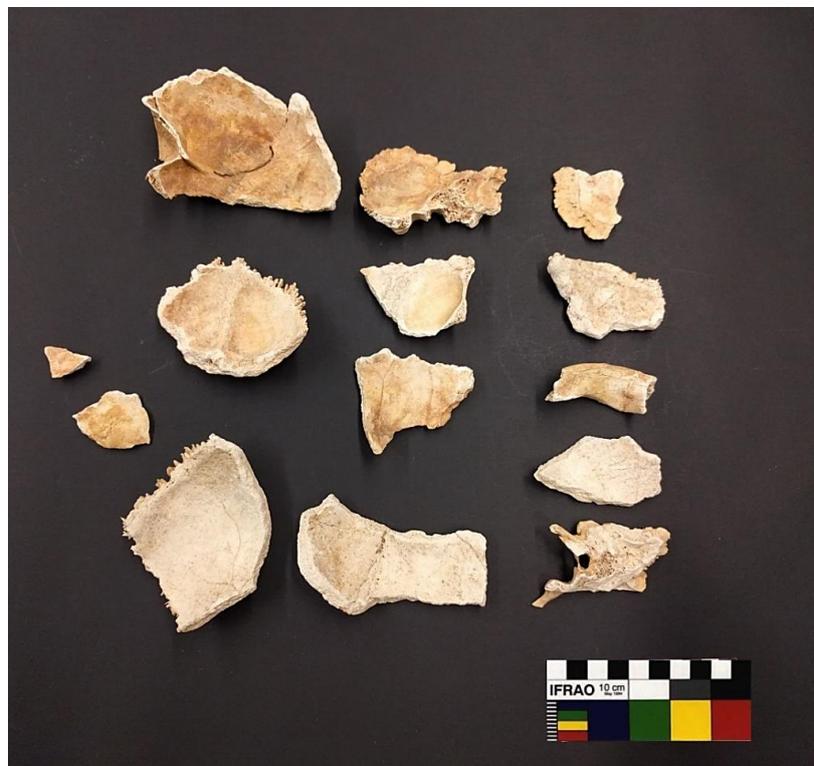


Imagen 61: Fotografía de reverso de cráneo (UE 1071)

4) Unidad Estratigráfica 1038 y 1040

Referencia radiográfica:

Cribrá orbitalia UE 1038:

- 1- UE38-1
- 2- UE38-2
- 3- UE38-3
- 4- UE38-4

Vértebra 1040:

- 5- UE40

Cribrá orbitalia UE 1038:

El estado de conservación de los restos óseos en este enterramiento es incompleto, lo que ha dificultado el estudio. Corresponden a un individuo infantil enterrado en posición de decúbito lateral derecho, del cual solo se observa el cráneo, siendo el índice de conservación esquelética de un 11%. El rango de edad es infantil de 4-5 años + 16 meses de sexo indeterminado.

En cuanto a paleopatología ósea se ha documentado **cribrá orbitalia tipo trabecular-activa e hiperostosis parietal con hiperplasia e hipertrofia medular.**⁶¹

Vértebra 1040:

El estado de conservación de los restos óseos documentados es casi completo correspondiendo a un adulto joven enterrado en posición de decúbito lateral derecho, siendo el índice de conservación esquelética de un 90%.

Los restos óseos están fragmentados, pero en buen estado de conservación.

El rango de edad es de adulto joven (25-30 años) de sexo probablemente mujer con estatura baja inferior a 150 metros. Constitución anatómica hipergrácil y con lateralidad izquierda.

No se aprecian paleopatologías óseas reseñables.

Como variante anatómica epigenética **se ha observado un doble canal transversal para la arteria paravertebral.**⁶²

⁶¹ *Ibidem*, p. 72.

⁶² *Ídem*.

Referencia radiográfica, Unidad Estratigráfica UE 1038 Y 1040:

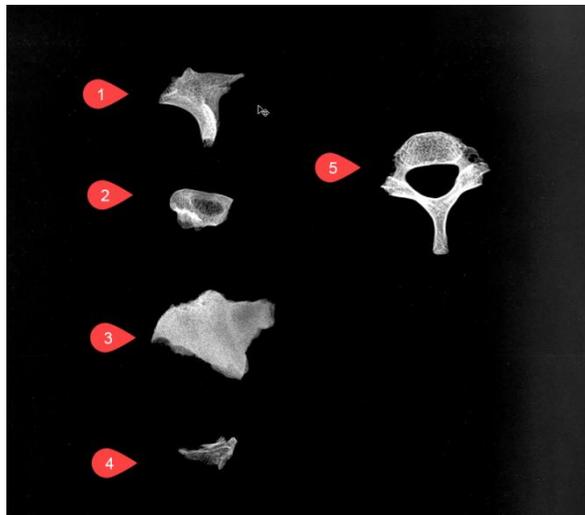


Imagen 62: Referencia radiográfica frontal de UE 1038 y UE 1040

Radiografías UE 1038 Y UE 1040:

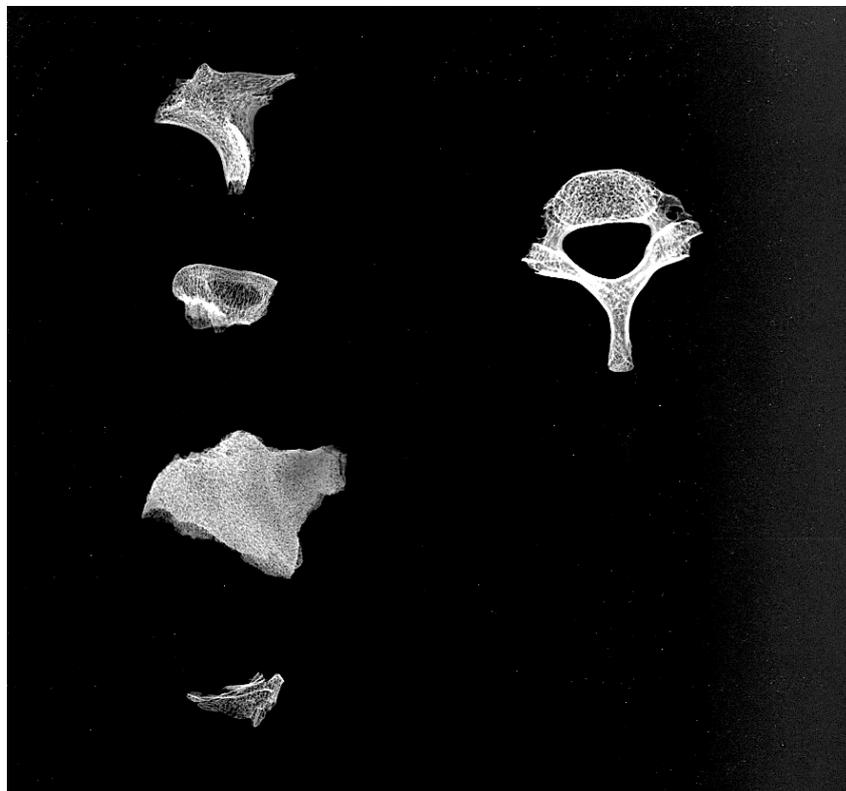


Imagen 63: Radiografía frontal de UE 1038 y UE 1040

Imágenes UE 1038 anverso y reverso:

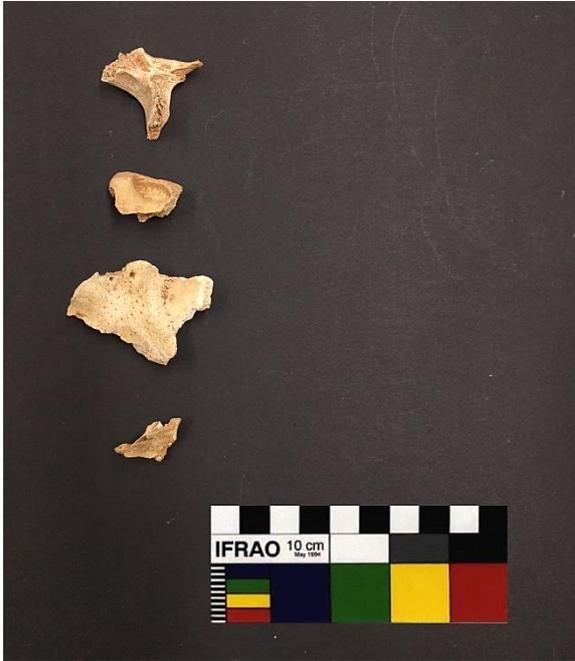


Imagen 64: Fotografía de anverso (UE 1038)



Imagen 65: Fotografía de reverso (UE 1038)

Imágenes UE 1040 anverso y reverso:



Imagen 66: Fotografía de anverso (UE 1040)



Imagen 67: Fotografía de reverso (UE 1040)

5) Unidad Estratigráfica 1074

Referencia radiográfica:

Cráneo UE 1074:

- 1- UE74-1
- 2- UE74-2
- 3- UE74-3
- 4- UE74-4
- 5- UE74-5

UE 1074:

El estado de conservación de los restos óseos documentados en este enterramiento es incompleto, lo que no ha permitido la estimación de sexo, edad y estatura con precisión. Corresponden a un individuo adulto joven enterrado en posición de decúbito lateral derecho, del cual se conserva el cráneo, siendo el índice de conservación del esqueleto de un 11%.

El rango de edad es adulto joven (25-35 años). El sexo corresponde a mujer sin poder valorar la talla. Con respecto a la patología ósea se ha documentado hiperostosis frontal porótica pero ausencia de cribra orbitalia.

Con respecto a las variantes anatómicas epigenéticas se ha documentado un **hueso Worniano sagital**.⁶³

Referencia radiográfica, Unidad Estratigráfica 1074:



Imagen 68: Referencia radiográfica frontal de UE 1074

⁶³ *Ibidem*, p. 76

Radiografía cráneo UE 1074:

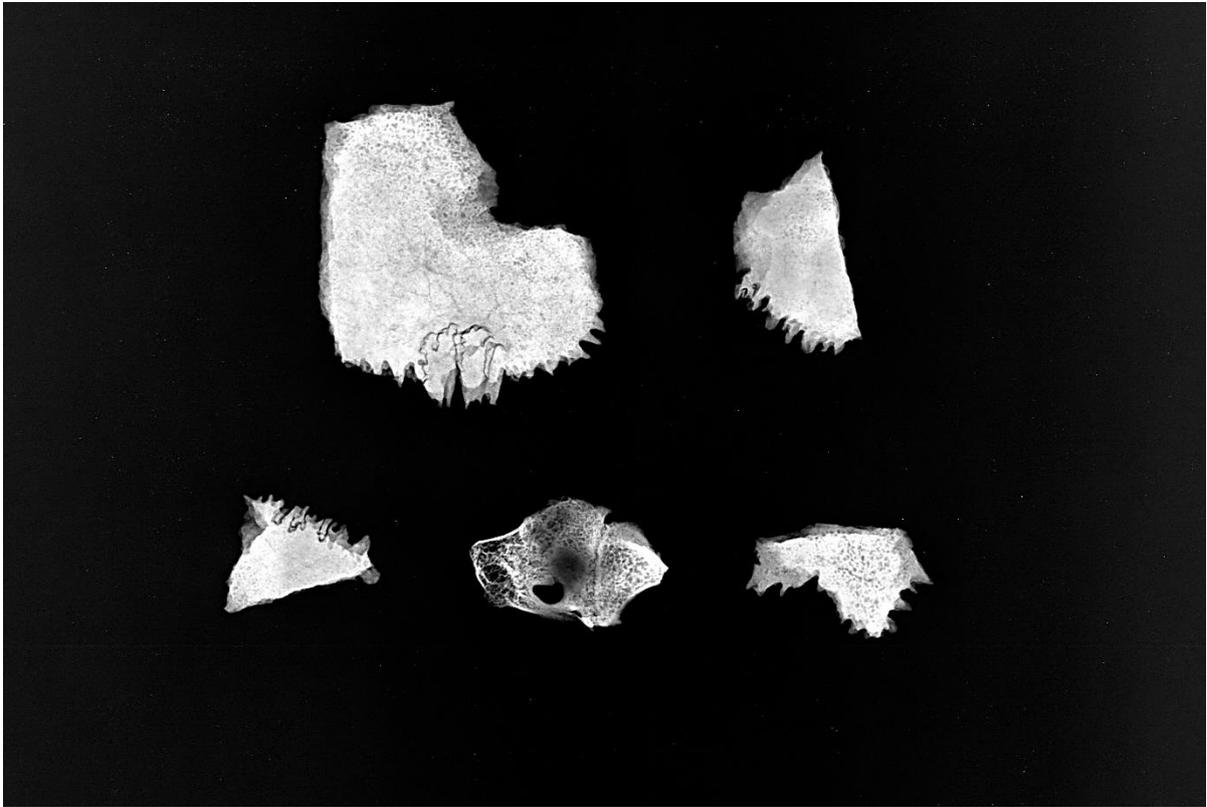


Imagen 69: Radiografía frontal de UE 1074

Imágenes cráneo UE 1074 anverso y reverso:



Imagen 70: Fotografía de anverso (UE 1074)

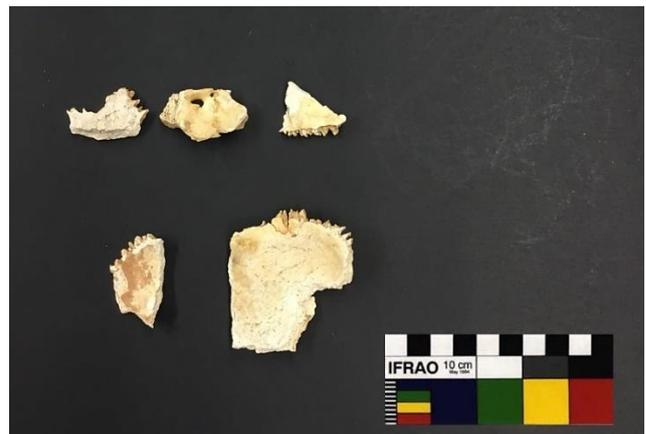


Imagen 71: Fotografía de reverso (UE 1074)

Microscopía óptica

Como técnica complementaria no invasiva se procedió, tras la realización de los rayos X, a examinar las piezas mediante un microscopio digital con distintos aumentos para analizar las marcas presentes en el registro óseo. De ese modo se examinó en profundidad y se pudo ver el estado en el que se encontraban las zonas más débiles del hueso, como es el caso del hueso esponjoso. Este paso facilitó la parte de diagnóstico en el ámbito paleopatológico mediante estudio y en el caso de patologías presentes en el propio material a nivel conservativo/restaurativo.

Se trata de un microscopio digital con luz directa provisto de varios aumentos.

Marca: *Jiusion Digital Microscope*. Aumentos: X40-1000X.

A continuación, a pesar de realizar análisis de microscopía a todas las piezas, se mostrarán algunas de las imágenes tomadas en tres huesos como refuerzo de los análisis no invasivos de rayos X:



Imagen 72: Imagen al microscopio de V3

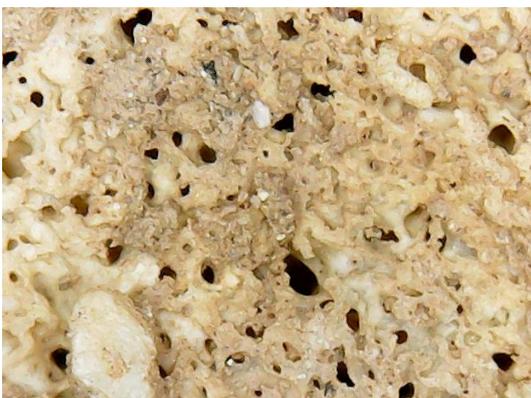


Imagen 73: Imagen al microscopio con concreciones de V3

Hueso vitrina: V3

En las siguientes imágenes tomadas de la segunda vértebra cervical se puede ver el estado en el que se encuentra el hueso esponjoso en la parte del cuerpo de la vértebra.

Además, se aprecia cómo los depósitos terrosos han penetrado en las porosidades del hueso.



Imagen 74: Pieza V3

UE 1038 Cribra orbitalia

En las siguientes imágenes se puede ver al microscopio óptico la cribra orbitalia, la cual indica un déficit alimenticio. Este tipo de manifestación en el registro óseo es apreciable a simple vista, pero los análisis no invasivos permiten ver la profundidad que alcanzan, sabiendo así de qué modo afectó al individuo y cómo influye en el estado de conservación de la pieza.

Además, se puede observar en qué estado se encuentra la estructura ósea interna.



Imagen 75: Imagen al microscopio de UE 1038



Imagen 76: Imagen al microscopio de Cribra orbitalia de UE 1038



Imagen 77: Imagen al microscopio de hueso esponjoso UE 1038



Imagen 78: Huesos UE 1038

Hueso vitrina: V4

Las siguientes imágenes pertenecen a uno de los huesos expuestos en vitrina, tratándose de un fragmento femoral con periostitis.

En este caso se puede observar la enfermedad diagnosticada en el individuo a simple vista, por lo que en este caso se utiliza la microscopía óptica para ver el alcance de las fisuras (imagen 80) y del estado en el que se encuentra la estructura interna del hueso.



Imagen 79: Imagen al microscopio de la estructura interna de V4



Imagen 80: Imagen al microscopio de fisura en V4



Imagen 81: Imagen al microscopio de fisura en el costado de V4



Imagen 82: hueso v4

Paleopatologías detectadas

La paleopatología investiga la evolución de las enfermedades en el pasado y las formas en las cuales las sociedades humanas se adaptan a ellas y a su medio ambiente.⁶⁴

No todas las enfermedades se manifiestan en el registro óseo, algunas tardan más tiempo que otras ya que pueden empezar por tejido orgánico y después progresivamente colonizar el tejido osteológico, e incluso casos en los que las enfermedades no se manifiestan en el hueso. También dependerá de la evolución de la enfermedad, si es directa o indirecta, siendo más o menos visible.

Para que las enfermedades se manifiesten en el registro óseo se necesita un tiempo, al contrario que en el tejido blando. Si la enfermedad causa la muerte inmediata del individuo no se verá reflejado a no ser que sea por signos de violencia o traumas óseos.

En este apartado lo que se pretende es mediante la influencia de factores biológicos, socioeconómicos y culturales ofrecer aportes sobre la salud del ser humano en escala individual y poblacional.

La medicina clínica y la biomecánica junto con la información de la antropología forense y la traumatología pretenden averiguar si las fracturas son **antemortem, perimortem y postmortem**. Las disciplinas que más aportan a este campo son la medicina (Más concretamente la ya citada forense) y la odontología.

Las enfermedades que se van a ver manifestadas en el registro óseo van a ser:

- **Congénitas:** Aquellas que nacen con el individuo, manteniéndose dentro de él. Son propias del genoma.
- **Metabólicas:** Va a darse por falta o exceso de nutrientes.
- **Infeciosas:** Por colonización de virus o parásitos.
- **Articulares:** Se manifiestan y nacen en las articulaciones, afectará al movimiento y al sobreuso.
- **Dentales:** Pueden tratarse del propio desgaste, que sean infecciosas o metabólicas.
- **Enfermedades transmitidas por vía cancerígena, osteoclásticas⁶⁵ u osteoblásticas.⁶⁶**

⁶⁴ ZUCKERMAN, M; TURNER, B. *Evolutionary thought in paleopathology and the rise of the biocultural approach*, p. 34.

⁶⁵ Célula multinucleada que degrada, reabsorbe y remodela los huesos.

⁶⁶ Células del hueso involucradas en el desarrollo y crecimiento de los huesos.

Además de las enfermedades ya mencionadas se podrán reconocer:

- Intervenciones médicas
- Traumas óseos
- Causa de la muerte

En el caso de **traumas o signos de violencia** Las alteraciones observadas en el registro óseo permiten conocer el mecanismo de lesión, características del instrumento, dirección de la trayectoria y la posible intencionalidad, todo ello acompañado de los factores sociales, políticos y económicos.

Es fácil confundir efectos tafonómicos sobre el hueso con paleopatologías. Por ejemplo, si el hueso está enterrado en un medio muy ácido se podría deducir erróneamente que el individuo pueda tener una osteoporosis u osteopenia, cuando en realidad no es así. También depende de los hábitos culturales de las poblaciones humanas con el trato que daban a los cadáveres.

Va a depender de la cantidad y calidad de la información que den los restos óseos, que en algunos casos será limitado.

Una vez explicado de forma general y resumida el tipo de enfermedades que se manifiestan en el registro óseo se va a desarrollar en el **anexo nº III** cada caso por unidades estratigráficas, fruto del estudio de las piezas analizadas tras la **elaboración de los rayos X, la microscopía óptica y el examen visual** que sirven como refuerzo a las investigaciones realizadas por los paleopatólogos del estudio del material óseo de la Necrópolis Islámica del Portal y de la Necrópolis de la Iglesia del Salvador de Burriana, Castellón.

Propuesta de catalogación

Propuesta de catalogación

Tras haber realizado la ficha técnica y reunir los datos de la pieza, como es el caso de la excavación, el contexto histórico, el estudio anatómico, el estado de conservación y los resultados de los análisis no invasivos, se llevará a cabo una **propuesta de catalogación** para que los restos arqueológicos óseos con paleopatologías queden documentados de la forma más completa para futuros análisis o estudios etnográficos y antropológicos, ayudando además a conocer el estado de conservación del material y las medidas que se deberán tomar en caso de manipulación, exposición o almacenamiento. De ese modo, se tendrán las piezas localizadas con un número de inventariado y se podrán añadir nuevas intervenciones o estudios que queden reflejados para futuras investigaciones.

Para llevar a cabo este sistema de catalogación se ha seleccionado uno de los huesos estudiados como ejemplo práctico, pudiendo aplicarse al resto de las piezas. Es por ello, que se mostrará en este caso el dibujo arqueológico llevado a formato digital y los mapas de daños correspondientes a la pieza.

ORDEN DE LA FICHA DE CATALOGACIÓN

- 1) Ficha técnica
- 2) Fotografía
- 3) Contexto de la pieza
 - a. Anatomía
 - b. Lugar de enterramiento
- 4) Dibujo técnico
- 5) Análisis no invasivos
 - a. Rayos X
 - b. Microscopía óptica
- 6) Estado de conservación
 - a. Patologías
 - b. Intervenciones anteriores
 - c. Mapa de daños
- 7) Pautas de conservación

Ficha de Catalogación



Trabajo de Fin de Máster

Estudio y análisis de Paleopatologías con técnicas no invasivas en el ámbito de la conservación y restauración de materiales óseos

Iris Librada Llobregat

Universidad Politécnica de Valencia

Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Tutora: Dra. Begoña Carrascosa Moliner

Cotutor: Dr. José Antonio Madrid García

Con la ayuda de José Manuel Melchor Montserrat y el grupo Paleolab



Ficha técnica

Nº de inventario	V2	 <p><i>Imagen 83: Fotografía de la pieza</i></p>			
Material	Hueso humano				
Medidas	40 x 9,5 cm				
Peso	Por estimar				
Cronología	XVII-XVIII				
Procedencia	Burriana				
Propietario/Museo	Museo de Burriana				
Tipología	Fémur derecho				
Ubicación actual	Museo de Burriana			Exposición: Permanente	Sala: 01
Estado de conservación	Regular				
Fecha de entrada al laboratorio:	09/05/18	Fecha de salida del laboratorio:	25/05/18		
Intervenciones anteriores	Limpieza	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">Observaciones</div> <p>La pieza se encuentra expuesta en vitrina junto con otros tres huesos debido al interés etnográfico aportado por las investigaciones paleopatológicas.</p>			
Posición de enterramiento	Fosa común, desconocida				
Lugar de la excavación	Ábside Iglesia del Salvador, Burriana				
Fecha de la excavación	1995				
Estudios realizados	Estudios llevados a cabo por arqueólogos y paleopatólogos				
Análisis realizados	Rayos X y microscopía óptica digital				
Encargado de análisis no invasivos	Iris Librada Llobregat				
Responsable de la pieza	Director del Museo: José Manuel Melchor Montserrat				
Paleopatologías detectadas	Marcas de acuchillamiento				
Nº de piezas	1				
Nº de fragmentos	Sin fragmentos				

Fotografía

Anverso



Imagen 84: Fotografía de anverso de fémur (V2)

Reverso



Imagen 85: Fotografía de reverso de fémur (V2)

Contexto de la pieza

Anatomía

Fémur derecho

Datos Biológicos del individuo (No se pudo obtener por falta de información)

Sexo: No se pudo obtener

Edad: No se pudo obtener

Altura: No se pudo obtener

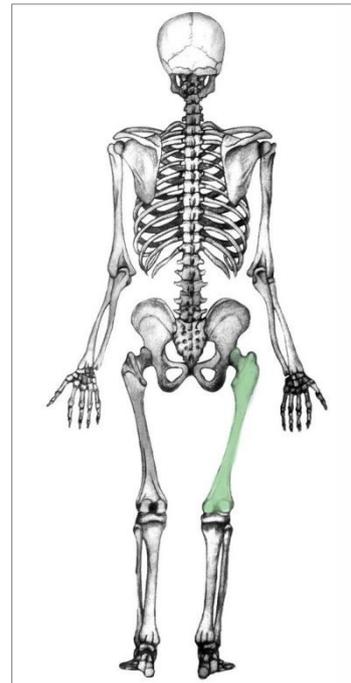
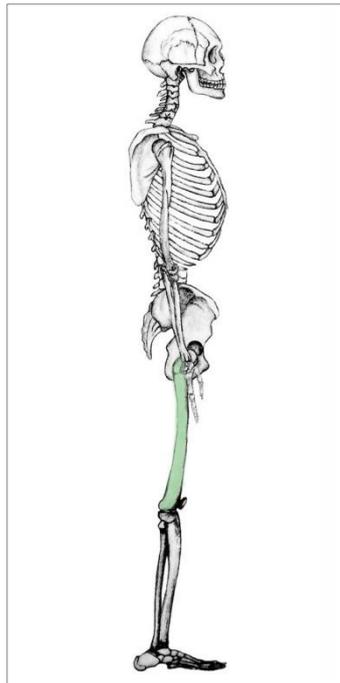
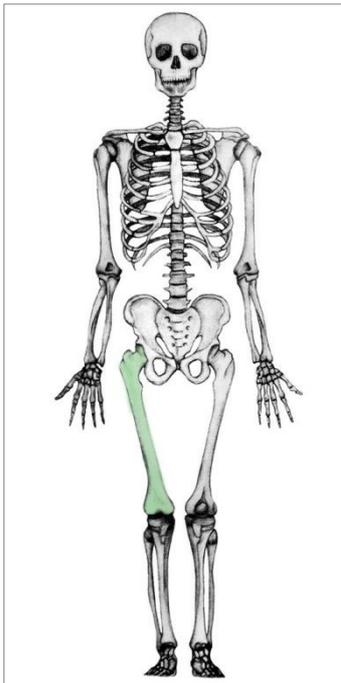


Imagen 86, 87 y 88: Imagen de esqueleto vista frontal, lateral y trasera

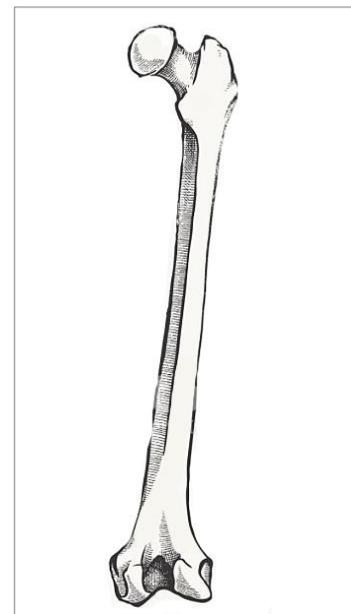
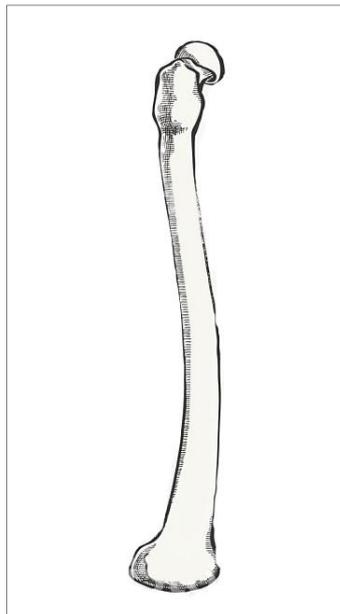
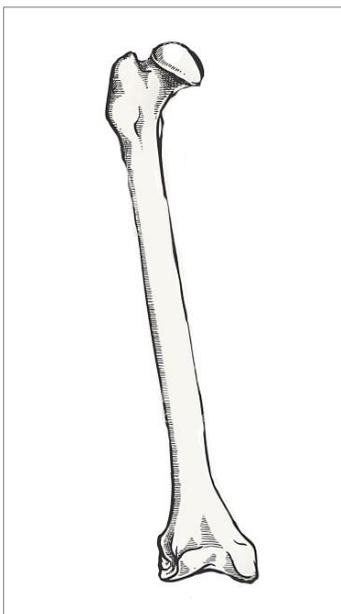


Imagen 89, 90 y 91: Imagen de fémur vista frontal, lateral y trasera

Contexto de la pieza

Lugar de enterramiento



Imagen 92: Burriana

Los restos óseos se encontraron en una fosa común, situada en el **Absidiolo 2 de la Necrópolis de la Iglesia del Salvador**, tras las excavaciones arqueológicas que se llevaron a cabo en 2008-2009.

Los restos arqueológicos datan entre los siglos XVII y XVIII.

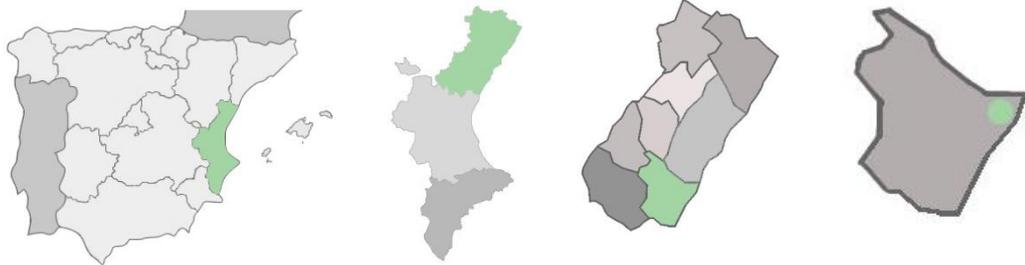


Imagen 93: Mapas realizados para la localización de Burriana, Castellón

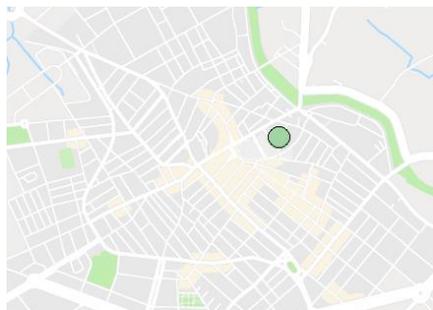


Imagen 94: Mapa de Burriana

La ciudad de **Burriana** se encuentra dentro de la Comunidad Valenciana en la Provincia de Castellón, España.

La Iglesia del Salvador de Burriana se encuentra en el núcleo del casco antiguo de la ciudad y es de interés cultural.

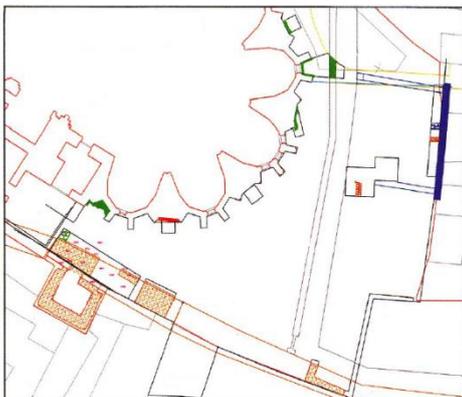
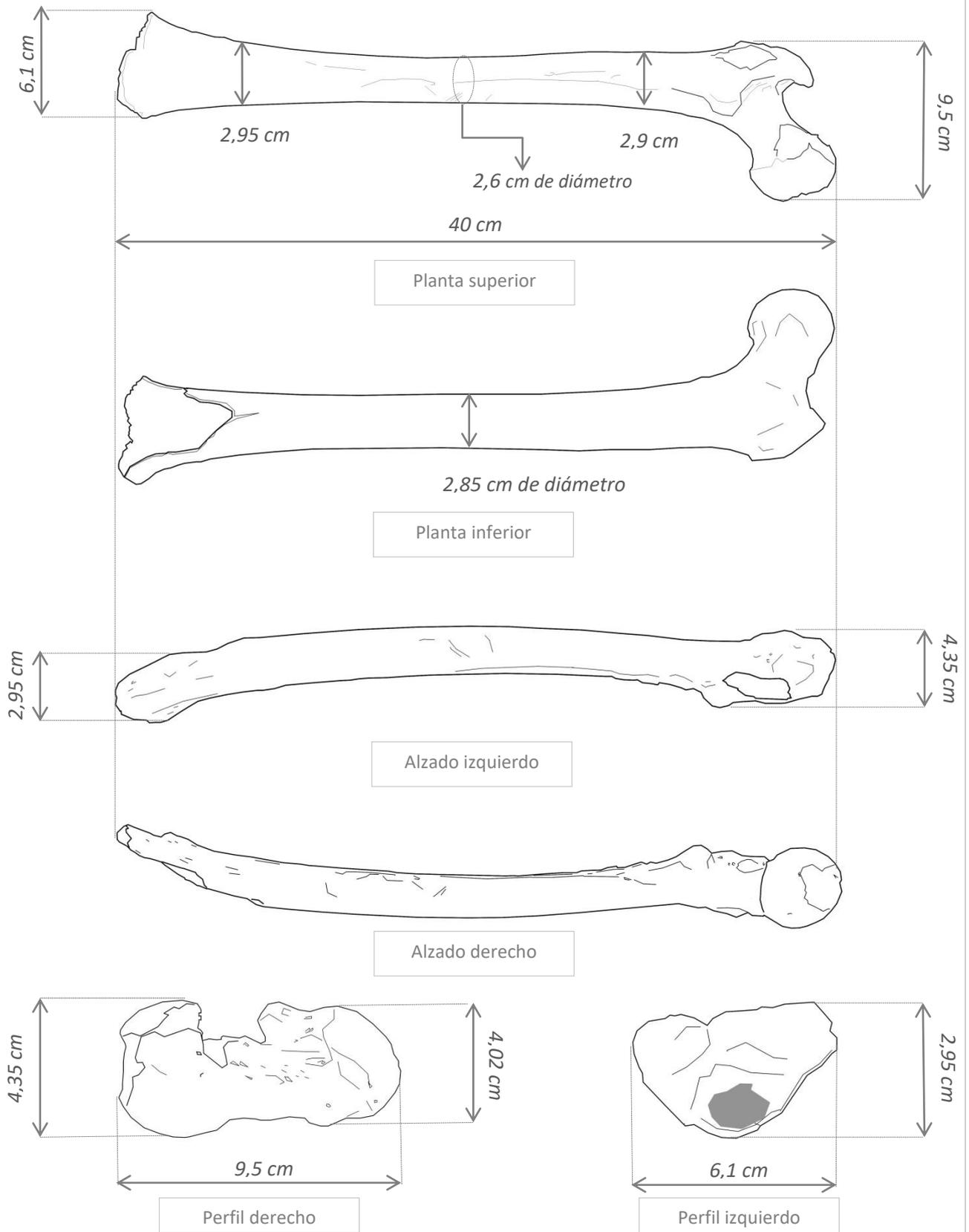


Imagen 95: Plano de La Iglesia del Salvador, Burriana

Las zonas marcadas en azul están datadas en el siglo XV, las zonas en verde datan del siglo XIV-XV y las zonas rojas son de época musulmana.

Dibujo técnico



Dibujo 1: Dibujo técnico de la pieza

Análisis no invasivos

Estudio de Rayos X y Microscopía Óptica

Paleopatologías detectadas: Línea áspera marcada en fémur que indica una biomecánica relacionada con posiciones de acucillamiento y ejercicio de piernas moderado en sus actividades laborales y ocupacionales.

Imágenes Rayos X



Imagen 96: Radiografía frontal de fémur (V2)



Imagen 97: Radiografía lateral de fémur (V2)

Imágenes Microscopía óptica



Imagen 98: Imagen al microscopio de fémur V2, estructura

La parte interior esponjosa del hueso.



Imagen 100: Hueso fémur V2

En este caso se puede observar la línea áspera del fémur.



Imagen 99: Imagen al microscopio de línea áspera del fémur V2

Estado de conservación

Patologías

Estado general de conservación	Bueno <input type="checkbox"/>	Regular <input checked="" type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>
Suciedad	Barro <input type="checkbox"/>	Manchas <input type="checkbox"/>	Otros:
	Polvo <input checked="" type="checkbox"/>	Vegetación <input type="checkbox"/>	
	Tierra <input checked="" type="checkbox"/>	Adhesivos <input type="checkbox"/>	
	Óxidos <input type="checkbox"/>	Insectos <input type="checkbox"/>	Tipo:
	Ataque biológico/hongos <input type="checkbox"/>	Tipo:	
Fragmentación	Sí <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	
	Nº de fragmentos:		
Fisuras	Sí <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Pérdida de volumen	Sí <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Quemado	Sí <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	
Erosión	Sí <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	
Abrasión/arañazos	Sí <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Tipo de Hueso	Denso <input checked="" type="checkbox"/>	Esponjoso <input type="checkbox"/>	
	Corto <input type="checkbox"/>	Largo <input checked="" type="checkbox"/>	
Estado	Húmedo <input type="checkbox"/>	Seco <input checked="" type="checkbox"/>	

Estado de conservación

Patologías

Estado de pulverulencia	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Grado de Pulverulencia: Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>
Proceso tafonómico	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Color	Zonas verdes <input type="checkbox"/> Decoloración <input checked="" type="checkbox"/> Aclaración: <i>Leve</i> Otros:
Eflorescencias salinas	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Decoración	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Siglado de la pieza	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Etiquetado	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Sistemas expositivos aplicados	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Análisis realizados	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tipos: <i>Rayos X y Microscopía óptica digital</i> Invasivo <input type="checkbox"/> No invasivo <input checked="" type="checkbox"/>

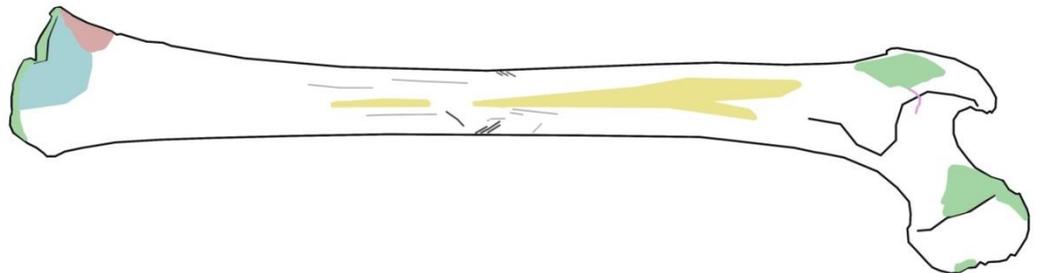
Intervenciones anteriores

Intervenciones	Si	No
Limpieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consolidación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reintegración volumétrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reintegración cromática	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones	<i>Expuesto en vitrina</i>	

Estado de conservación

Mapas de daños

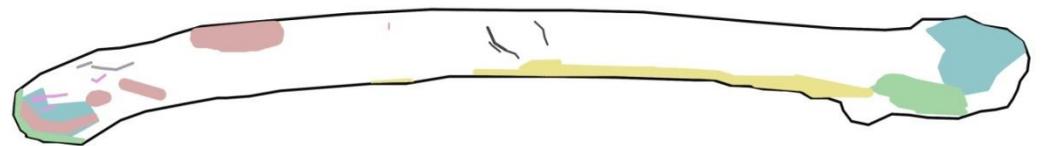
Planta superior



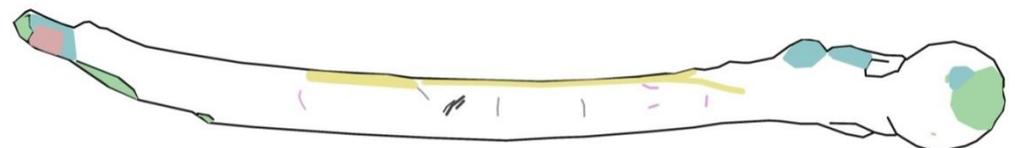
Planta inferior



Alzado izquierdo



Alzado derecho



Leyenda



Pérdida de volumen



Abrasión



Fisuras



Arañazos



Marcas



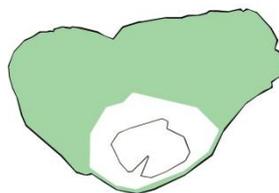
Abrasión de la línea áspera



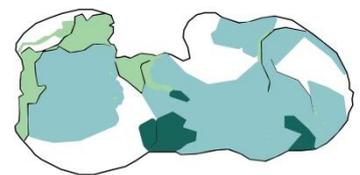
Suciedad superficial: Polvo



Concreciones terrosas



Perfil izquierdo



Perfil derecho

Dibujo 2 Dibujo realizado para la ilustración del estado de conservación de la pieza

Pautas de Conservación

Los parámetros recomendados para la correcta conservación de los materiales óseos, bien sea en almacenamiento, exposición o en investigación serán los siguientes:

Temperatura	18/20° C
Humedad relativa	46/55%
Iluminación	150 luxes de máximo

Tabla 2: Tabla con los parámetros recomendados para el material óseo, referido a las pautas de conservación

Estos valores deberán ser constantes y sin fluctuaciones.

Propuesta de almacenamiento

Condiciones de embalaje, almacenamiento y exposición

Embalaje

Para embalar las piezas se deberá seguir un criterio de protección a nivel físico, químico y biológico. Los soportes deben ser químicamente inertes y se debe evitar el contacto directo con las piezas.

Se debe inventariar y catalogar cada pieza asignándole un número de inventariado indicándolo adecuadamente, ya sea mediante etiquetas, siglado o cualquier método que se considere preciso.

Además, se debe indicar en el embalaje el número de inventariado, fechas, procedencia, los datos de la excavación, la unidad estratigráfica, el número de fragmentos que hay, el estado de conservación de la pieza, medidas, fotografías para reconocer las piezas, y, por último, se alertará de las pautas de prevención que se encontrarán a la vista en la caja de embalaje, así como la dirección y posición en la que debe ir la caja e indicar en caso de que sea inflamable o frágil. Mediante el número de inventariado se podrá acceder a la ficha de catalogación de la pieza.

El diseño del embalaje dependerá de las características de cada caso en particular y no se valorará el proceso de la misma manera en piezas intervenidas que en piezas sin intervención o que se encuentren húmedas, por ejemplo.

Los sistemas más comunes de embalaje son:

- **Bolsas y films plásticos de polietileno:** Se caracterizan por ser aislantes y proteger las piezas. Además, tienen una elevada resistencia ante los ataques microbiológicos, productos químicos y corrosivos.
- **Cajas de poliespán:** Son los más aconsejables para almacenaje de materiales tridimensionales. El objeto se envuelve en papel celulósico tissue libre de ácidos que lo aíslan de la contaminación química y evita que la pieza sufra abrasiones. Además, se puede añadir a la caja relleno de amortiguación.

Otra de las ventajas es que son inocuos, impermeables y tienen poca retención de humedad. Estas cajas se pueden confeccionar dándole forma. Los inconvenientes de este tipo de embalaje es que son materiales inflamables y no son resistentes a productos químicos.

- **Plantillas de espuma rígida o “caja nido”:** Se recortan con el perfil y medida justa del objeto y se vacía el contorno marcado en uno o varias plantillas (las que sean necesarias según la pieza). Inmoviliza perfectamente la pieza. Las planchas se unen con cola caliente. Estas cajas se realizan con espuma de polietileno reticulado, que es de mayor costo. También se puede usar el plastazote, siendo más económico y cumpliendo con la misma función que el anterior.

Se embalará en un mismo contenedor un individuo, dividiendo cada plancha en distintas zonas del cuerpo, siendo bien clasificada cada una.

Para unificar el conjunto tras el primer embalaje se podrá usar cajas de cartón que, a pesar de ser higroscópicas, las piezas estarán bien protegidas evitando problemas.

También se puede optar por el uso de embalajes de madera o polietileno. Estas cajas pueden ir provistas de sistemas de cierre, asas, ruedas, sistema de amortiguación, mecanismos de resortes o muelles... El modelo más sencillo es de una doble caja con un material de relleno entre ellas.

Las desventajas de las cajas de madera es que son inflamables, vulnerables al ataque biológico y con alta retención de humedad. No obstante, tienen la ventaja de ser resistentes, soportando tres niveles de almacenaje (evitar apilamientos y sobrecargas). Si se usan cajas de madera se deben aislar en su interior con plastazote y amortiguar al máximo las posibles vibraciones y choques en el transporte.

Se deben controlar los cambios ambientales con geles de sílice (cuando cambie de color según la saturación de humedad existente se debe desecar en una estufa caliente, pudiendo así reutilizarse), cartones indicadores de temperatura y humedad relativa. Se debe tener cuidado con las piezas que han sido recién extraídas y con elevados niveles de humedad, ya que el embalaje debe garantizar estabilidad.

Para materiales de relleno se utilizan productos cuya composición no suponga un riesgo, así como periódicos, revistas, accesorios de metales oxidables... Deberán ser naturales o sintéticos celulósicos libres de ácidos como es el caso de forro de polifeltro blanco o papel tissue.

Almacenamiento

Para el correcto almacenamiento de las piezas se deberá seguir un criterio según las condiciones de cada pieza, en el caso de piezas restauradas:

- Se seguirán las normas de seguridad: evitar el deterioro provocado por la temperatura, la humedad o la iluminación.
- Deberá cumplir la exigencia de localización, catalogación y siglado.
- Deben garantizar el control de condiciones ambientales en el caso de la humedad, temperatura e iluminación, siendo más recomendable la de intensidad regulable.
- También control de sistemas de anti-polución y aire acondicionado.

El método de almacenamiento se realizará mediante estanterías de material inoxidable, armarios acristalados poco profundos y sistemas de módulos compactos, los cuales permiten almacenar más cantidad en menor espacio.

Los almacenes deben estar limpios, aseados y con fácil localización de los objetos que alberga. Con los materiales óseos se pueden usar cartones libres de ácido con piezas poco pesadas o usar cajas de plástico, siempre marcadas con etiquetas que contengan la información del objeto.

Control ambiental:

Para asegurar la estabilidad conviene reflejar en fichas técnicas la compatibilidad de materiales, condiciones de humedad, temperatura, ventilación, luz e incluso sobre a estética del ambiente expositivo.

Se debe tener en cuenta que una pieza intervenida debe estar indicada con los materiales que se le han añadido en el proceso de intervención, qué tipo de luz altera los fijativos y los pigmentos, el calor que podría modificar las colas o ceras y los microorganismos que pueden atacar algunas de las resinas sintéticas.

Los niveles recomendados de temperatura y humedad relativa en materiales orgánicos están entre el **45/55%**. En caso de que se trate de objetos altamente sensibles a la humedad con problemáticas específicas o alto contenido en sales los niveles se mantendrán entre **20 y 40%**. En cualquiera de los casos la temperatura ideal deberá estar entre **18/20** grados centígrados.

Para medir la intensidad de la luz se empleará un luxómetro o ultraviómetro. Las luces serán de tipo alógeno o leds de forma indirecta sobre el material. No se deben exponer las piezas a la luz natural, si la pieza se va a **exponer los luxes ideales son 150 luxes**, y en caso de piezas decoradas **50 luxes**. Para garantizar la integridad de la pieza se pueden emplear termohigrómetros o papeles indicadores de temperatura y humedad para mayor garantía.⁶⁷

Exposición

Cualesquiera de los agentes de deterioro mencionados anteriormente, pueden afectar tanto en el proceso de almacenamiento como en el de exposición, pero en este último se suman los malos sistemas expositivos y la exposición directa a la luz.

Se deben seguir los parámetros ambientales constantes mencionados, garantizando una correcta exposición que no influya en la naturaleza de la pieza y que, en caso de compartir espacio, se trate de materiales compatibles y respetuosos con el material óseo. Cualquier montaje empleado en la exposición de los huesos deberá utilizar materiales reversibles. La iluminación no será directa y se mantendrá en un límite de 150 luxes.

En la sala donde se expongan las piezas deberá estar provista de una serie de sistemas que garanticen los parámetros ambientales recomendados:

- **Termómetros**
- **Higrógrafos** para medir la Humedad Relativa
- **Termohigrógrafo**
- **Humificadores** para regular la humedad
- **Deshumificadores**
- **Materiales tampón** para reducir el nivel de humedad en zonas puntuales
- **Aparatos de aire acondicionado**
- **Aparatos de control de polución o contaminación ambiental y sistemas de filtros de carbonato activo**

⁶⁷ LINARES SORIANO, M.A. Op. cit.

También habrá supervisiones mensuales por personal cualificado que documenten los valores recogidos, realicen tareas de inspección, limpieza y mantenimiento. Cualquier tipo de manipulación o traslado de la pieza será realizado por personal específico con las medidas de prevención necesarias, avisando a todo el personal y registrando cualquier movimiento que realicen los huesos. Las piezas siempre estarán localizadas y relacionadas con su ficha técnica y catalogación por medio del número de inventario.

Por último, el museo donde se expongan deberá tener controles de seguridad para evitar robos o vandalismo, sistemas de control de fuego, de plagas, de contaminantes y un plan de evacuación.



Imagen 101: Manipulación del material óseo con guantes de protección

Sistema de etiquetado para el almacenaje de material óseo



Museu Arqueològic
Borriana

Museo Arqueológico de Burriana



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Nº de inventario	V2
Material	Hueso humano, Fémur derecho
Medidas	40 x 9,5 cm
Nº de piezas	Una única pieza
Cronología	XVII-XVIII
Procedencia	Burriana, Castellón
Estado de Conservación	Regular
Fecha de entrada al museo	2004
Datos de la excavación	Excavación Necrópolis Islámica del Portal de Valencia
Unidad Estratigráfica	Fosa común



Imagen 102: Fotografía anverso de fémur (V2)

Condiciones de almacenamiento

Temperatura	18/20° C
Humedad relativa	50%
Iluminación	150 luxes de máximo

Tabla 3: Tabla con los parámetros recomendados para el material óseo, referido a la etiqueta de embalaje



Imagen 103, 104 y 105: Señales de peligro de fuego, frágil y direccional

Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- **La figura del restaurador/conservador** debe estar presente en las tareas de extracción, manipulación y análisis del material óseo arqueológico, realizando las intervenciones pertinentes en caso de necesidad y elaborando informes del estado de conservación de las piezas.
- Conocer y estudiar las características del material y su entorno, sus alteraciones y agentes de deterioro permite actuar ante posibles riesgos de carácter irreversible y aplicar los métodos más convenientes, según en qué circunstancias, con el correcto criterio de actuación.
- **El análisis no invasivo** mediante rayos X y microscopía óptica respeta la integridad física de la obra, permitiendo la obtención de datos no perceptibles a simple vista.
Además, los análisis no invasivos ayudan a determinar el estado de conservación como apoyo del estudio visual y, como es en el caso de este trabajo, refuerzan los estudios paleopatológicos para obtener mayor información precisa acerca de las enfermedades o traumas manifestados en el registro óseo.
- El sistema de aplicación de **rayos X** diseñado para el análisis de bienes culturales en este estudio ha permitido demostrar la calidad ofrecida, siendo mucho más precisa la información digital de alta resolución empleada que los sistemas radiológicos convencionales.
- La **interpretación de los resultados radiológicos** en el ámbito de la paleopatología con ayuda de expertos en la materia permite conocer el tipo de vida de los individuos estudiados, aportando información etnográfica y antropológica.
- Un nuevo **sistema de catalogación** adaptado a la pieza estudiada permite de forma clara y ordenada conocer toda la información del material a tratar, así como la de los estudios y análisis realizados.
- Un correcto **sistema de almacenamiento** garantiza el buen estado de conservación de las piezas y por lo tanto su perdurabilidad en el tiempo, estando además vinculado mediante el número de inventario a toda la información de la pieza, lo cual permite trabajar con más facilidad y precisión.
- Los **correctos parámetros de conservación** empleados en el material óseo permiten la estabilidad de las piezas, evitando así daños de carácter irreversible.

Bibliografía

- BORGONINI, S. PACCIANI, E. *I resti imanu nello scavo archeologico metodiche di recupero e studio*. Roma: BULZONI, 1993.
- BOSCATO, P. *Consolidamento e prelievo del material osseo nella paleosuperficie di Isernia la Pineta*. Firenze: NARDIDNI, 1993.
- BOWMAN, J. Anthropology: From bones to the human genome. En: *ANNALS*. 2000.
- BROTHWELL, D.R. *Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1981.
- BUIKSTRA, J.; UBELAKER, D. *Standars for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas: Archeological Survey Research, 1994.
- BUIKSTRA, J. Paleopathology: a contemporary perspective. En: *Larens CS*. Oxford: 2010.
- CAMPILLO, D. *Paleopatología: Los primeros vestigios de la enfermedad*. Barcelona: Fundación Uriach, 1993.
- CAMPILLO, D.; SUBIRÀ, M. E. *Antropología física para arqueólogos*. Barcelona: Ariel, 2004.
- CARRASCOSA MOLINER, B.; ANGEL PERIS, A. et. al. La extracción de materiales arqueológicos in situ. Yacimientos de Torre la Sal y Costamar, Cabanes (Castellón). En: *Arché*. 2010.
- CARRASCOSA MOLINER, B. *La conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos*. Madrid: Tecnos, 1998.
- CARRASCOSA MOLINER, B.; LASTRAS PÉREZ, M. Tratamientos de extracción in situ de materiales óseos Mayas. En: *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Guatemala: Ed. Museo Nacional de Arqueología y Etnografía de Guatemala, 2009.
- CAÑETE, M.; FONTOIRA, M. E. et. al. Osteocondroma: Diagnóstico radiológico, complicaciones y variantes. En: *Revista chilena de radiología*. [consulta: 2018-04-18]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082013000200006
- CHARGOY LACIMA, M. C.; GARCÍA ARANDA, R. L. et. al. Estudio comparativo de la distorsión de la longitud de trabajo en imágenes obtenidas con radiografías convencionales y radiovisiografía. En: *División de estudios de posgrado e investigación*. [consulta: 2018-06-07]. Disponible en: http://es.slideshare.net/Estomatologia_Cientifica_del_Sur/comparacin-de-la-eficienciade-dos-diferentes-sistemas-de-instrumentacin-rotatoria-protaper-retratamiento-y-mtworetratamiento-en-la-desobturacin-de-conductos-radiculares
- CHIMENOS, E; SAFONT, S. et. al. *Propuesta de protocolo de valoración de parámetros en paleodontología*. 1999.

- CIRUJANO GUTIÉRREZ, C.; LABORDE MERQUEZE, A. La conservación arqueológica. En: *Revista Arbor CLXIX*. 2001.
- CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. *Diccionario médico*. [consulta 2018-02-06]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico>
- DOMENÈC, C.; SUBIRÀ, M.E. *Antropología física para arqueólogos*. Barcelona: Ariel, 2004.
- DOMINGO, L.; DOMINGO, S. et. al. (eds.), *XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología Cercedilla, 2015*.
- FAZEKAS, I; KOSA, F. *Forensic fetal osteology*. Budapest: Akadémia Kiado, 1978.
- GARCÍA FRANCÉS, E. *Arqueología de la muerte en la ciudad de Calatayud*. [Tesis Doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2016.
- GARCÍA PRÓSPER, E.; POLO CERDÁ, M. Bioantropología y paleopatología de tres necrópolis medievales de Burriana: El Palau, Portal de Valencia, Iglesia El Salvador. En: MELCHOR MONTSERRAT, J.M.; BENEDITO NUEZ, J. et. al. *La arqueología de la Burryana islámica a la Borriana cristiana*. Burriana, Consellería de Governació de la Generalitat Valenciana, 2011.
- GEIVALL, N. G. "Cremaciones" en ciencia en *Arqueología*. Fondo de Cultura Económica, 1980.
- GINIER-GILLET, A.; HIRON, X. et. al. *Les matieres organiques, Consertation-restauration du mobilier archeologique*. Saint-Denis: VERRON, 1987.
- GÓMEZ GONZÁLEZ, S. *Paleopatología dental de poblaciones históricas (siglos III-XIII) en la provincial de Alicante: Estudio de la variabilidad como como respuesta a factores de hábitat y dieta*. [Tesis Doctoral]. Alicante: Universidad de Alicante, 2012.
- *Google Maps*. [consulta 2018-06-03]. Disponible en: <https://www.google.es/maps>
- HUNTER, J. COX, M. *Forensic Archaeology: Advances in theory and practice*. New York: Routledge, 2005.
- LINARES SORIANO, M.A. *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]. Máster Restauración & Conservación de Bienes Culturales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2017.
- MACÍAS LÓPEZ, M. *Aportación antropológica y paleopatológica a la arqueología funeraria gaditana del siglo II a.C.* [Proyecto de investigación]. Máster de Patrimonio Histórico Arqueológico. Alicante: Universidad de Alicante, 2007.
- MADRID GARCÍA, J.A. Aplicación de la técnica radiográfica en la conservación y restauración de bienes culturales. En: *Revista Asociación Española de ensayos no destructivos*. 2012, Núm. 61.
- MALLEGNI, F.; RUBINI, M. *Recupero dei materiali scheletrici umani in archeologia*. Roma: CISU, 1994.
- MALGOSA, A; ISIDRO, A. *Paleopatología: La enfermedad no escrita*. Barcelona: MASSON, 2003.

- MALGOSA, A.; ISIDRO, A. et. al. *Vetera corpora morbo offlicta: Actas del XI Congreso Nacional de Paleopatología*. Barcelona: Edición de La Universidad Autónoma de Barcelona, 2013.
- MANOUVRIER, L. La détermination de la taille d'après les grands os des membres. En: *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. Paris: 1893.
- MELCHOR MONTSERRAT, J.M. *L'art de restaurar el patrimoni*. Borriana: Generalitat Valenciana, 2009.
- MIQUEL FEUTCH, M.J.; POLO CERDÁ, M. et. al. El síndrome criboso: criba femoral Vs criba orbitalia. En: *Actas V congreso Nacional de Paleopatología*. Valencia: Ed. Universidad de Valencia, 2001.
- MOORE, P.; OUSLEY, S. et. al. *Data collection procedures for forensic skeletal material*. Tennessee: 1994.
- ORTNER, D.; PUTCHAR, W. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Washington: SMITHSONIAN, 1981.
- PAÍSES OVIEDO, T. Los trabajos de conservación/restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: Problemáticas de las antiguas intervenciones. En: *PH Investigation*. [consulta: 2018-03-25]. Disponible en: <http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/62#.W0njQUxuKM9>
- *Paleopatología humana*. [consulta 2018-04-05]. Disponible en: http://ficem.es/wp-content/uploads/2013/04/PALEOPATOLOGIA-2013_03_26-1.pdf
- RAMEY BURNS, K. *Antropología forense*. Ilustraciones de Joanna Wallington. Barcelona: BELLATERRA, 2008.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. RAE. [consulta 2018-10-07]. Disponible en: <http://www.rae.es/>
- REVERTE COMA, J. Medicinas primitivas, paleomedicina y paleopatología. En: *MUNIBE*. San Sebastián, 1992, núm. 8.
- RÍOS RUIZ, H. *La conservación y restauración aplicadas al estudio antropológico sobre restos óseos no fosilizados*. [Trabajo final de Máster]. Máster Restauración & Conservación de Bienes Culturales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
- RODRÍGUEZ CUENCA, J.V. *Las enfermedades en las condiciones de vida prehistórica de Colombia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Humanas Departamento de Antropología, 2006.
- RUS DINA, R.; SHAHURL, Z. Molecular Mitochondrial DNA and Radiographic Approaches for Human Archaeology Identification. En: *Sains Malaysiana*. 2014.
- SCHAEFER, M.; BLACK, S. *Juvenile osteology. A Laboratory and Field Manual*. Illustrations by Angela Christie. London: ELSEVIER, 2009.
- SPIGELMAN, M.; SHIN, D. et. al. The promise, the problems, and the future of DNA analysis in paleopathology studies. En: *Grauer A*. 2012.

- SUBY, J.; LEANDRO HERNÁN, L. et. al. Paleopatología: Interpretaciones actuales sobre la salud del pasado. En: MADRIGAL DÍAZ, L.; ROLANDO GONZÁLEZ, J. *Introducción a la antropología biológica*. Buenos Aires: ALAB, 2016.
- TROTTER, M.; GLESER, G. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. En: Universidad Politécnica de Valencia. 1958.
- UBELAKER, D. La contribución de las alteraciones patológicas a la interpretación en Antropología forense. En: *Revista Jangwa Pana*.
- UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. *Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico*. [consulta 2018-17-04]. Disponible en: <<https://dicciomed.usal.es/>>
- VEGAS ARAMBURU, J.I. Presente y futuro de las relaciones entre Arqueología y Paleopatología-Antropología. En: *MUNIBE*. San Sebastián: 1992.
- VERANO, J.; CHAVEZ, B. La bioarqueología del sacrificio humano en Mesoamérica y los Andes prehispánicos: Restos en su identificación e interpretación. En: *Luna LH, Aranda CM*. Buenos Aires: 2014.
- VILLADÓNIGA GARCÍA, M. *El conocimiento de las poblaciones del pasado a través de los restos óseos: determinación del sexo en individuos subadultos a partir de los caracteres morfológicos de la mandíbula en la población de San Nicolás*. [Trabajo de Fin de Grado]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2005.
- VILLALAIN BLANCO, J. *La medicina, la antropología y la paleopatología*. En: *Actas del VII Congreso Nacional de Paleopatología*. Menorca: Ed. Universitat de les Illes Balears, 2003.
- WALDRON, T. *Paleopathology*. Cambridge: University of Cambridge, 2009.
- WHITE, D.; FOLKENS, P. *The human bone manual*. London: ELSEVIER, 2005.
- WILLIAMS, E.; CREWS, J. From dust to dust: ethical and practical issues involved in the location, exhumation, and the identification of bodies from mass graves. En: *Croatian Medical Journal*. Virginia: 2003.
- WORKSHOP OF EUROPEAN ANTHROPOLOGISTS. Recommendations for age and sex determination. En: *Journal of Human Evolution*. 1980.
- ZUCKERMAN, M.; TURNER, B. *Evolutionary thought in paleopathology and the rise of the biocultural approach*. California: ,2012.

Listado de imágenes

A continuación, se expondrá las fuentes donde se han obtenido las imágenes empleadas a lo largo del trabajo, no obstante, las imágenes no citadas en este apartado pertenecen al autor.

Imagen 1: Funciones del Hueso: RAMEY BURNS, K. <i>Antropología forense</i> . Barcelona: BELLATERRA, 2008, p. 45	12
Imagen 2: Fórmula de la Hidroxipatita: Ibídem, p. 46	14
Imagen 3: Proceso de extracción en bloque: CARRASCOSA MOLINER, B.; LASTRAS PÉREZ, M. Tratamientos de extracción in situ de materiales óseos Mayas. En: <i>XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala</i> . Guatemala: Ed. Museo Nacional de Arqueología y Etnografía de Guatemala, 2009, p. 9	26
Imagen 4: Proceso de engasado: Ibídem, p. 8	28
Imagen 5: Cráneo prehistórico mostrando marcas de un roedor mediante sus incisivos: WHITE, D.; FOLKENS, P. <i>The human bone manual</i> . London: ELSEVIER, 2005, p. 58	30
Imagen 6: Extracción del material óseo inmovilizado: CARRASCOSA MOLINER, B.; LASTRAS PÉREZ, M. Op. Cit., p. 12	31
Imagen 10: Imagen de tabla de los rangos potenciales empelados en análisis de rayos X en función del objeto: MADRID GARCÍA, J.A. Aplicación de la técnica radiográfica en la conservación y restauración de bienes culturales. En: <i>Revista Asociación Española de ensayos no destructivos</i> . 2012, Núm. 61, p. 41. ..	40
Imagen 86: Imagen de esqueleto vista frontal, lateral y trasera: RAMEY BURNS, K. Op. cit., p. 54	77
Imagen 87: Imagen de esqueleto vista frontal, lateral y trasera: Ídem	77
Imagen 88: Imagen de esqueleto vista frontal, lateral y trasera: Ídem	77
Imagen 89: Imagen de fémur vista frontal, lateral y trasera: Ibídem, p. 198.....	77
Imagen 90: Imagen de fémur vista frontal, lateral y trasera: Ídem	77
Imagen 91: Imagen de fémur vista frontal, lateral y trasera: Ídem	77
Imagen 92: Burriana: MELCHOR MONTSERRAT, J.M. <i>L'art de restaurar el patrimoni</i> . Borriana: Generalitat Valenciana, 2009, p. 100	78

Imagen 94: Mapa de Burriana: <i>Google Maps</i> . [consulta 2018-06-03]. Disponible en: https://www.google.es/maps	78
Imagen 95: Plano de La Iglesia del Salvador, Burriana: MELCHOR MONTSERRAT, J.M. Op. cit., p. 113 .	78
Imagen 103: Señales de peligro de fuego, frágil y direccional: CARRASCOSA MOLINER, B. <i>La conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos</i> . Madrid: Tecnos, 1998, p. 70	89
Imagen 104: Señales de peligro de fuego, frágil y direccional: Ídem	89
Imagen 105: Señales de peligro de fuego, frágil y direccional: Ídem	89
Imagen 106: Hoja 1 de ficha antropológica para proceso de excavación: MALGOSA, A; ISIDRO, A. <i>Paleopatología: La enfermedad no escrita</i> . Barcelona: MASSON, 2003, p. 21	99
Imagen 107: Hoja 2 de ficha antropológica para proceso de excavación: Ibídem, p. 22	100
Imagen 108: Hoja 3 de ficha antropológica para proceso de excavación: Ibídem, p. 23	101

Agradecimientos

Los huesos analizados e información bibliográfica sobre éstos se facilitaron por Don José Manuel Melchor Montserrat, director del Museo Arqueológico de Burriana. Agradecer su disponibilidad, amabilidad y atención.

Para la elaboración de los análisis no invasivos mediante rayos X se ha contado con un equipo radiológico digital desarrollado en el laboratorio de Inspección Radiológica del Instituto Universitario para la Restauración del Patrimonio en La Universidad Politécnica de Valencia con ayuda del Dr. José Antonio Madrid García. Agradecer su constante disponibilidad, amabilidad y profesionalidad, haciendo del trabajo un proceso didáctico y con buenos resultados.

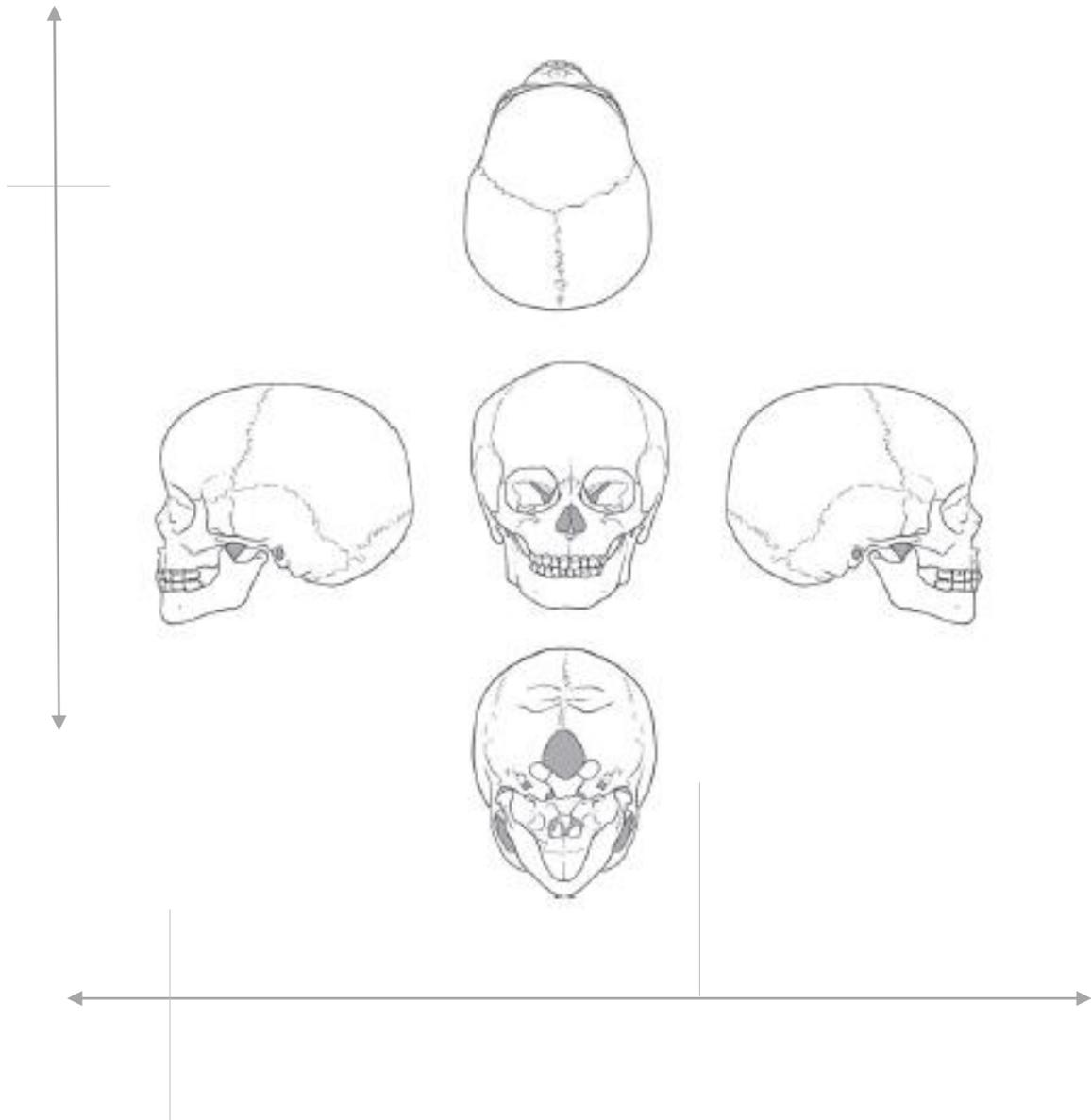
En el caso del estudio de las piezas, en cuanto a documentación fotográfica, mediciones, dibujo arqueológico, examen visual y análisis microscópico se contó con la ayuda de un espacio cedido en La Facultad de Bellas artes de la UPV por la tutora del trabajo, la Dra. Begoña Carrasosa Moliner, contribuyendo a facilitar la obtención de los huesos, información bibliográfica, estructuración y seguimiento del estudio mediante tutorías y aportación de ideas. Agradecer la confianza e interés en el trabajo, la disponibilidad inmediata, la profesionalidad y el buen trato personal, siendo con todo ello un gran apoyo.

También agradecer haber podido contar con el equipo de Paleolab, el cual realizó los estudios paleopatológicos de las piezas analizadas, más concretamente con Manuel Polo Cerdá y Elisa García-Prósper por su amabilidad, profesionalidad y disponibilidad, siendo de mucha ayuda la interpretación de las radiografías por Manuel Polo Cerdá, involucrándose en la revisión de las radiografías, la explicación de los resultados obtenidos y la transmisión de nuevos conceptos, entendiendo de esa manera mucho mejor el estudio.

Agradecer a Ricardo Ortega Ruiz por la bibliografía y conocimientos facilitados en el campo de la paleopatología y por su disponibilidad inmediata para resolver dudas.

Finalmente agradecer a mis padres, familia y amigos todo el apoyo moral y cariño que han aportado, habiendo sido un pilar fundamental en todo este proceso.

Anexos



Anexo nº I: Ficha antropológica de excavación

A continuación, se mostrarán las fichas antropológicas realizadas durante la excavación arqueológica para de ese modo documentar cada una de las paleopatologías detectadas. La ficha consta de tres hojas:

Información general			
Yacimiento	Fecha		
Cronología	Observador		
N.º individuo			
N.º tumba			
Información estratigráfica			
Recorte	<input type="text" value="UE-"/>	Cortado por	<input type="text" value="UE-"/>
Cubierta	<input type="text" value="UE-"/>	Se apoya en	<input type="text" value="UE-"/>
Caja	<input type="text" value="UE-"/>	Cubierto por	<input type="text" value="UE-"/>
Otros individuos	<input type="text" value="UE-"/>		
Relleno	<input type="text" value="UE-"/>		
Información sobre el terreno			
Características físicas y químicas			
Características biológicas			
Información arqueológica			
Tipo de enterramiento	Individual <input type="checkbox"/>	Múltiple <input type="checkbox"/>	N.º indiv. <input type="checkbox"/>
Estructura funeraria			
Tipo de depósito	Primario <input type="checkbox"/>	Secundario <input type="checkbox"/>	
Ritual	Inhumación <input type="checkbox"/>	Creación <input type="checkbox"/>	Cal <input type="checkbox"/>
Preservación	Pobre <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>
Ajuar	No <input type="checkbox"/>	Sí <input type="checkbox"/>	Descripción
Restos de fauna	No <input type="checkbox"/>	Sí <input type="checkbox"/>	Descripción
Orientación del esqueleto	Cabeza		Pies
Posición de la cara			
Posición del cuerpo	Desarticulado <input type="checkbox"/>	Removido <input type="checkbox"/>	Articulado <input type="checkbox"/>
			Decúbito lateral D <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/>
			Decúbito supino <input type="checkbox"/>
Situación espacial en el yacimiento	<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>		

Imagen 106: Hoja 1 de ficha antropológica para proceso de excavación

Información antropológica

Sexo probable Masculino Femenino No determinable

Edad probable Feto Adulto indeterminado

 Infantil Subadulto indeterminado

 Juvenil

 Adulto

 Maduro

 Senil

Longitud esqueleto

Longitud húmero

Longitud radio

Longitud fémur

Longitud tibia

Patologías observables

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tratamiento de conservación *in situ* No Si

Descripción

.....

.....

.....

.....

.....

Fotografías

Completo

Detalle

Descripción

.....

.....

.....

Imagen 107: Hoja 2 de ficha antropológica para proceso de excavación

Tafonomía		Conexiones	Laxas	Estrictas	Desplazados
		Cráneo-atlas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Atlas-axis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Temporomandibular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		CV cervical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		CV dorsal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		CV lumbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cavidad torácica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Escapulohumeral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Codo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Carpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Metacarpo + falanges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Coxofemoral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Rodilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tarso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Metatarso + falanges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Abierta	Semiabierta	Cerrada
		Cintura pelviana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cavidad torácica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Rotación	No rotación	
		Fémures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tibias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Rótulas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descomposición	Espacio colmatado	<input type="checkbox"/>	Espacio vacío	<input type="checkbox"/>	Mixta <input type="checkbox"/>
Efecto pared	No	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	Dónde.....
Posición extremidades					
Húmero	Abducción	<input type="checkbox"/>	Aducción	<input type="checkbox"/>	
Cúbito-radio	Extensión	<input type="checkbox"/>	Flexión	<input type="checkbox"/>	
	Sobre el hombro	<input type="checkbox"/>	Sobre el tórax	<input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
	Sobre el abdomen	<input type="checkbox"/>	Sobre el pubis	<input type="checkbox"/>	
	Sobre el coxal	<input type="checkbox"/>	Bajo el coxal	<input type="checkbox"/>	
Manos	Visión palmar	<input type="checkbox"/>	Visión dorsal	<input type="checkbox"/>	Vertical <input type="checkbox"/>
Esquema de la posición de brazos y piernas	<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>				

Imagen 108: Hoja 3 de ficha antropológica para proceso de excavación

Anexo nº II: Informe radiológico

En los datos de ejecución del informe de Rayos X realizado por José Antonio Madrid García las referencias de las radiografías son distintas a las mencionadas en el trabajo, por lo que a continuación se aclararán las correspondientes del informe con las del estudio.

Ref-742 y Ref-743: Huesos vitrina

Ref-744 y Ref- 745: Vértebras UE 1069

Ref-746 y Ref- 747: Parte de pubis, cráneo, vértebras y rótulas UE 1071

Ref-748 y Ref-749: Cráneo UE 1071

Ref-750: UE 1038 y 1040

Ref-751 y 752: salud dental y otitis UE 1069

Ref-753 y 754: cráneo con perostosis UE 1069

Ref-755: UE 1074

En el informe se verá reflejado los datos del equipo y los datos de ejecución de la radiografía, en donde aparecerá el número de piezas, el voltaje empleado, la intensidad del disparo, la distancia del objeto y el tiempo de exposición.

Los datos de las radiografías son los siguientes:

1. Instalación

- Laboratorio de Inspección Radiológica, del Instituto Universitario para la Restauración del Patrimonio, en la Universitat Politècnica de València.

2. Equipo

- TRANSPORTIX 50, de la empresa General Electric, con un tubo de rayos X de 3 kW y un foco de 2,3 con sólo una filtración total de 2 mm de aluminio, características que le permiten trabajar en voltajes muy bajos con un rango de 20 a 110 kV.
- Chasis radiográfico CR MDT4.0T (Agfa), en sistema digital.
- Digitalizador CR 30-X (Agfa).
- Fecha de ejecución: 9 de mayo de 2018.

3. Datos de ejecución de la radiografía

- Ref.- 742. Composición huesos I (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 4.
 - Voltaje empleado de 50 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".
- Ref.- 743. Composición huesos I (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 4.
 - Voltaje empleado de 50 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".
- Ref.- 744. Composición huesos II (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 11.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

INFORME
José Antonio Madrid García

- Ref.- 745. Composición huesos II (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 11.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 746. Composición huesos III (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 18.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 747. Composición huesos III (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 16.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 748. Composición huesos IV (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 12.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 749. Composición huesos IV (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 2.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 750. Composición huesos V
 - Nº de piezas: 5.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3".

- Ref.- 751. Composición huesos VI (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 6.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3”.
- Ref.- 752. Composición huesos VI (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 6.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3”.
- Ref.- 753. Composición huesos VII (Vista Frontal)
 - Nº de piezas: 7.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3”.
- Ref.- 754. Composición huesos VII (Vista Lateral)
 - Nº de piezas: 1.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3”.
- Ref.- 755. Composición huesos VIII
 - Nº de piezas: 5.
 - Voltaje empleado de 45 kV.
 - Intensidad en cada uno de los disparos de 20 mA.
 - Distancia entre fuente y objeto de 100 cm.
 - Tiempo de exposición de 3”.

4. Bibliografía

- MADRID, J.A. (2015) “Catálogo radiográfico del Servicio de Rayos X del Laboratorio de Documentación y Registro”. En *ARCHÉ*, Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Núm. 8, pp 87–98.
- MADRID, J.A. (2014) “Dos décadas de inspección radiográfica en España: retrospectiva y horizontes futuros en un contexto de cambio tecnológico”. En *Intervención. Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología*, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía-INAH. Año 5. Núm. 10, Julio-diciembre de 2014. pp 87–95.

Anexo nº III: Resultados paleopatológicos observados en los resultados de los rayos X

A continuación, se hará un breve resumen de los resultados más destacados obtenidos en los análisis de las enfermedades manifestadas en el registro óseo, para así entender la lectura e interpretación de las imágenes. Este apartado ha sido realizado con ayuda de Manuel Polo Cerdá del grupo Paleoplab, pudiendo así comprender mejor las patologías médicas óseas reflejadas en los análisis.

Se marcarán en azul las zonas a destacar en las imágenes para de ese modo localizarlas, tanto en las imágenes de rayos X como en las fotografías.

La **descripción** de las enfermedades y lenguaje técnico empleado pueden consultarse en el **anexo nº IV**.

Para el análisis de las paleopatologías durante el estudio del diagnóstico se procedió a realizar **contrastes de las imágenes obtenidas** en los rayos X, de ese modo se pudieron resaltar las zonas de mayor interés para su examen visual (imagen 112).

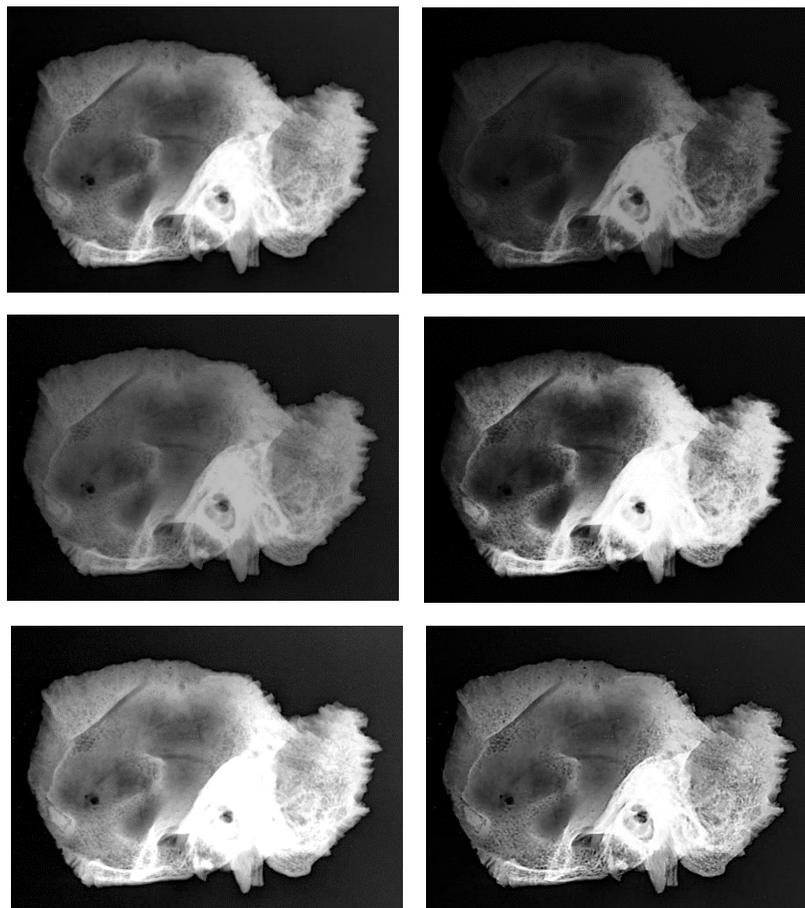


Imagen 112: Comparación de distintos contrastes empleado en el estudio paleopatológico de los resultados obtenidos en los análisis de rayos X mediante un programa de edición de imagen.

Húmero expuesto en vitrina (V1): En la proyección ante-posterior del hueso en el tejido compacto se puede ver una **fisura** de tercio medio cortical, podría deberse a un proceso tafonómico. Para averiguarlo se podría realizar un diagnóstico diferencial por fracturas post-mortem. Además, se aprecia que se trata de un hueso robusto con hipertrofia del músculo, fruto de la actividad realizada por el individuo.

En este caso se aprecia únicamente con ayuda de las imágenes obtenidas mediante Rayos X.

Imagen mediante Rayos X:



Imagen 113: Imagen de rayos X de húmero (V1) para el estudio de paleopatologías

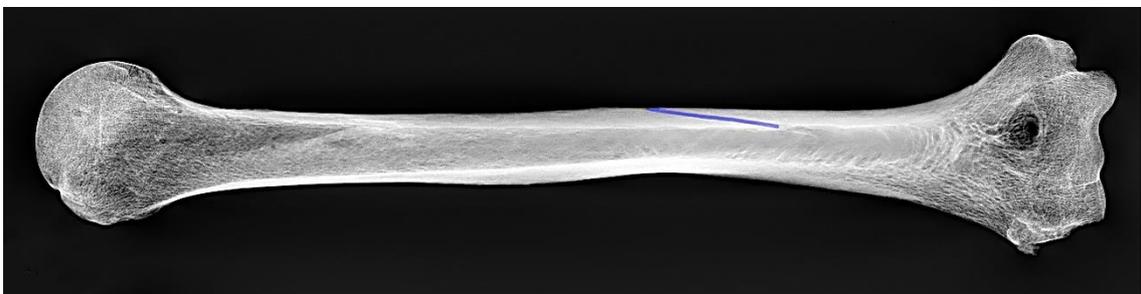


Imagen 114: Imagen de rayos X de húmero (V1) indicando la fisura

Fotografía:



Imagen 115: Fotografía de anverso en húmero (V1) para la localización de la fisura visible en los rayos X

Fémur derecho en vitrina (V2): En este caso se puede apreciar mejor mediante examen visual en la proyección postero-anterior del hueso la línea áspera donde se puede ver el **squatting** o señales de **acucillamiento**. En el caso del uso de los rayos X se podría analizar la robustez del individuo, llegando así a la conclusión de que se trata de un individuo joven.

Imagen mediante Rayos X:

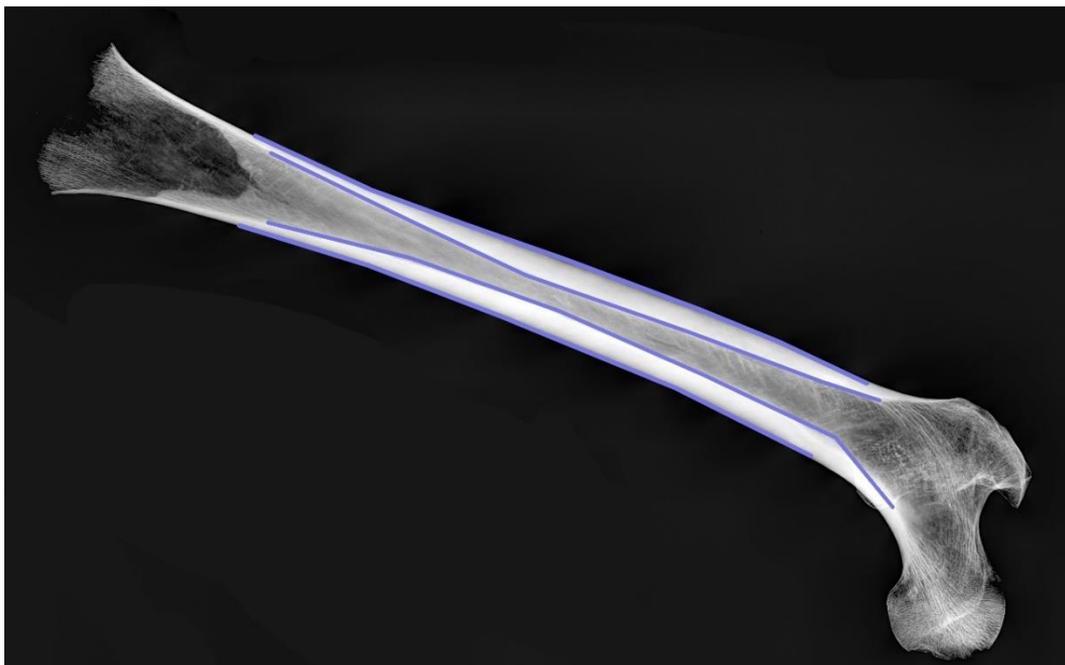


Imagen 116: Imagen de rayos X en fémur (V2) para reconocimiento de paleopatología donde se puede apreciar la robustez del individuo

Fotografía:



Imagen 117: Fotografía anverso de fémur (V2) en donde se puede apreciar la línea áspera

Segunda vértebra cervical en vitrina (V3): Se puede ver tanto de forma visual como por rayos X una **artrosis** de la apófisis odontoides, sobre todo visible en las zonas de apoyo del peso en el hueso.

Imagen mediante Rayos X:

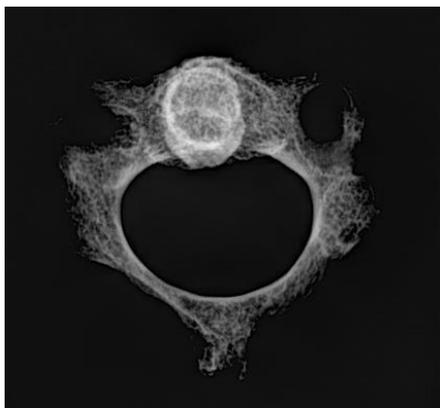


Imagen 118: Imagen de rayos X de vértebra (V3) para reconocimiento paleopatológico

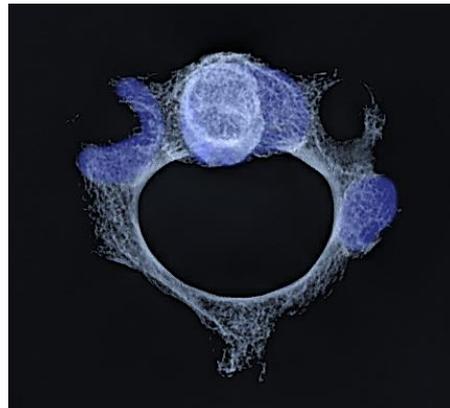


Imagen 119: Imagen de rayos X de vértebra (V3) para reconocimiento paleopatológico en donde se aprecia las zonas marcadas con artrosis

Fotografía:



Imagen 120: Fotografía de reverso de vértebra (V3) en donde se marcan las zonas afectadas por la artrosis

Fragmento femoral (V4): Posición del periostio⁶⁸ del hueso en la capa inferior. Se puede ver mejor en las radiografías mediante contraste de imagen. **La periostitis** se puede ver tanto por examen visual como por radiografías.

Imagen mediante Rayos X:

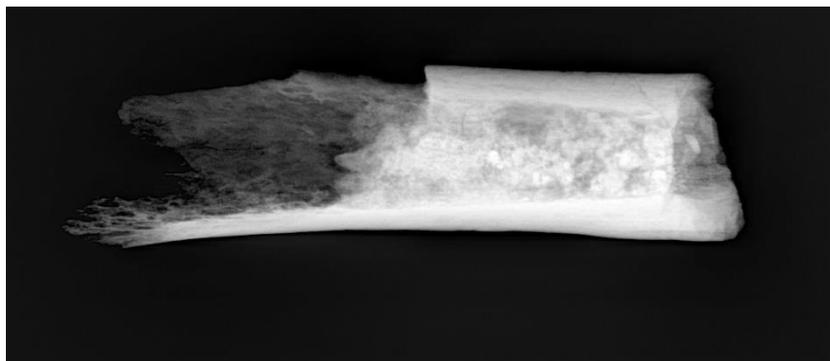


Imagen 121: Imagen de rayos X para el estudio paleopatológico de fragmento femoral (V4)

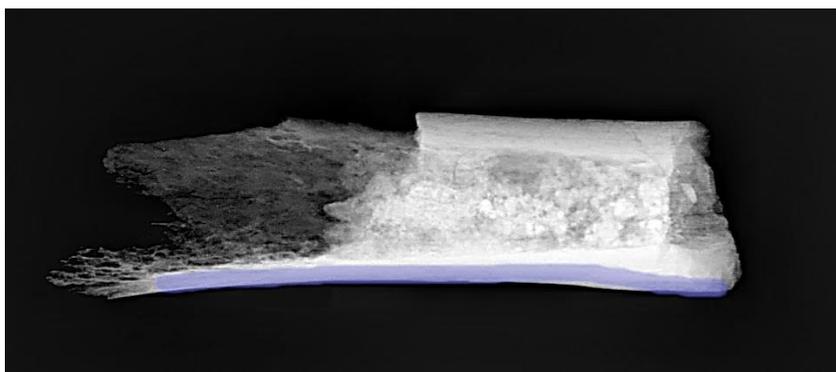


Imagen 122: imagen de rayos X para el estudio paleopatológico de fragmento femoral (V4) donde se puede apreciar periostitis

Fotografía:



Imagen 123: Fotografía de anverso de fragmento femoral (V4) donde se puede ver mediante examen visual periostitis en la capa inferior

⁶⁸ Capa externa del hueso

Unidad Estratigráfica 1069:

Vértebras (UE69V4 y UE69V5): Se aprecia el **Nódulo de Schmorl** en una de las vértebras, pudiendo verse además a nivel macroscópico. No se ve el desarrollo de hernias discales.

En este caso se puede observar mejor en la fotografía.

Imagen mediante Rayos X:

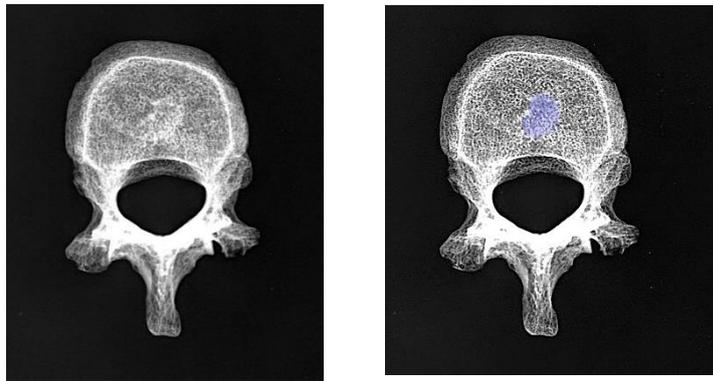


Imagen 124 y 125: Imagen de rayos X de vértebra (UE69V4) con Nódulo de Shmorld

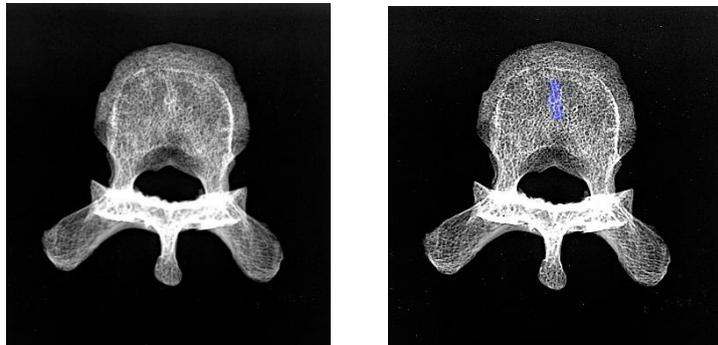


Imagen 126 y 127: Imagen de rayos X de vértebra (UE69V5) con Nódulo de Shmorld

Fotografía:



Imagen 128 y 129: Fotografía de reverso de vértebra (UE69V4) con Nódulo de Shmorld

Otitis (UE69-4C): Se puede ver un proceso inflamatorio por **otitis**, que en este caso se puede apreciar mejor mediante examen visual debido a un exceso de tejido óseo causado por la infección.

Imagen mediante Rayos X:

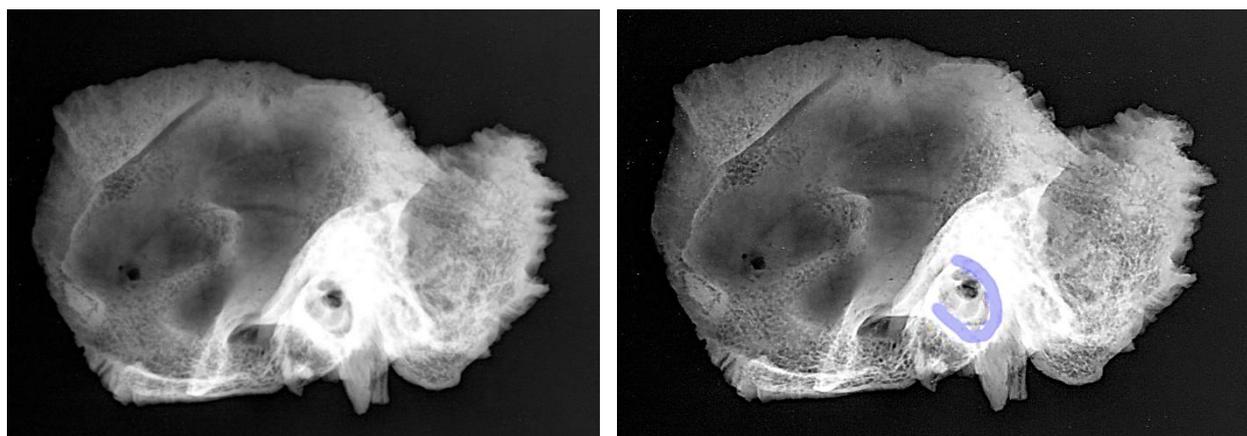


Imagen 130 y 131: Imagen de rayos X para estudio de paleopatologías de otitis en UE69-4C, en este caso apreciable en examen visual

Fotografía:

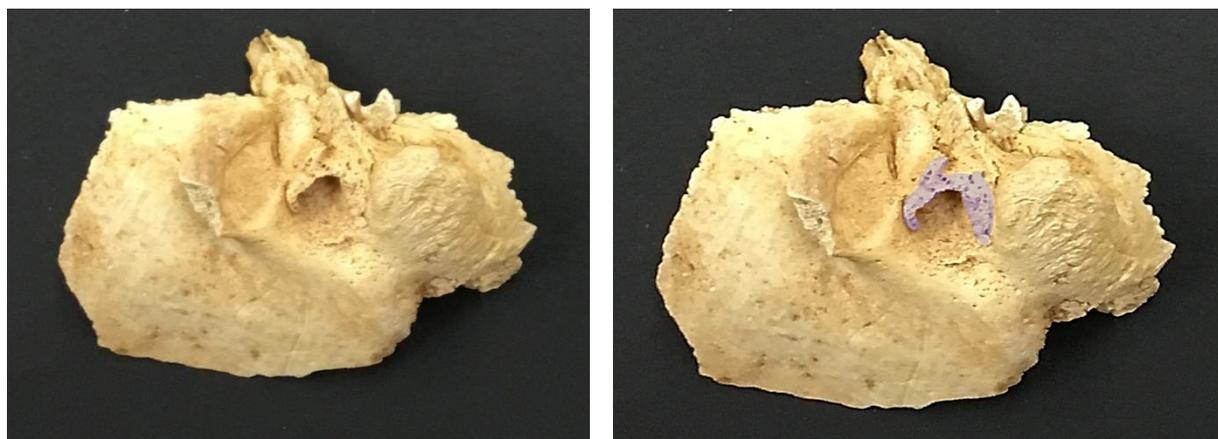


Imagen 132 y 133: Fotografías de reverso de UE69-4C en donde se puede apreciar un exceso de tejido óseo causado por otitis

Periostosis (UE69-3R, UE69-R4 y UE69-R5): En la parte parietal del cráneo se puede ver **periostosis** con un engrosamiento, observándose mejor con la pieza al lateral.

Imagen mediante Rayos X:

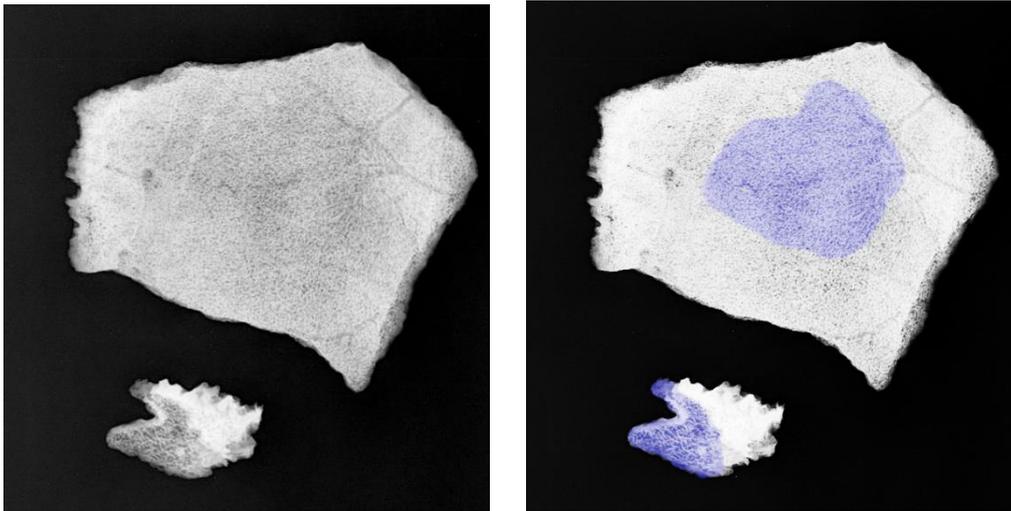


Imagen 134 y 135: Imagen de rayos X para estudio paleopatológico en UE69-3R (superior) y UE69-R4 (inferior) donde se puede ver periostitis debido a un engrosamiento del tejido óseo

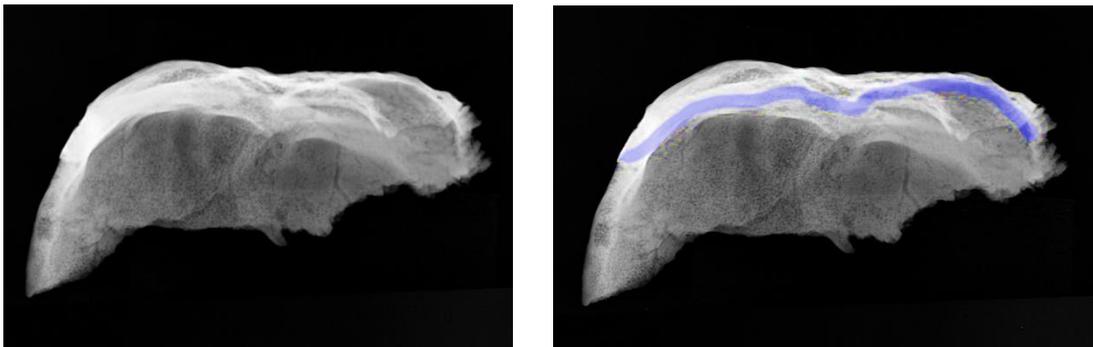


Imagen 136 y 137: Imagen de rayos X para estudio paleopatológico en UE69-R5 donde se puede ver en la vista lateral parte de la periostitis, aunque es más apreciable mediante examen visual

Unidad Estratigráfica 1071 (UE71-13 y UE71-15): Se puede apreciar **osteoporosis** en el tejido esponjoso transparente. Además, se aprecia artrosis en la vértebra cervical, siendo un proceso degenerativo. Se aprecia debido a que las celdas del tejido se ven más aumentadas, siendo en los rayos X más transparente cuando en realidad debería verse más blanco.

Imagen mediante Rayos X:

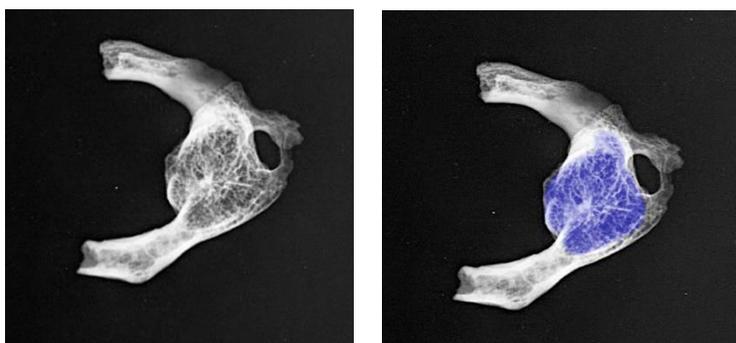


Imagen 138 y 139: Imagen de rayos X para estudio paleopatológico de la vértebra UE71-15 donde se marca la zona de osteoporosis

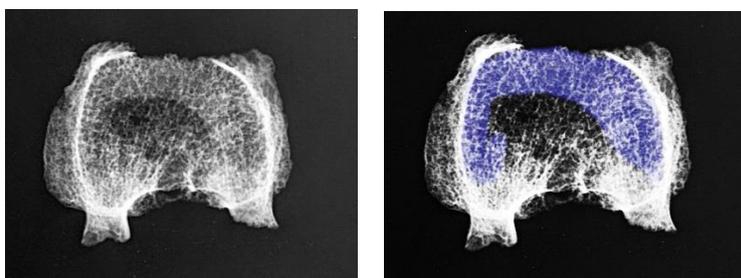


Imagen 140 y 141: Imagen de rayos X para estudio paleopatológico de la vértebra UE71-13 donde se marcan zonas de osteoporosis

Fotografía:

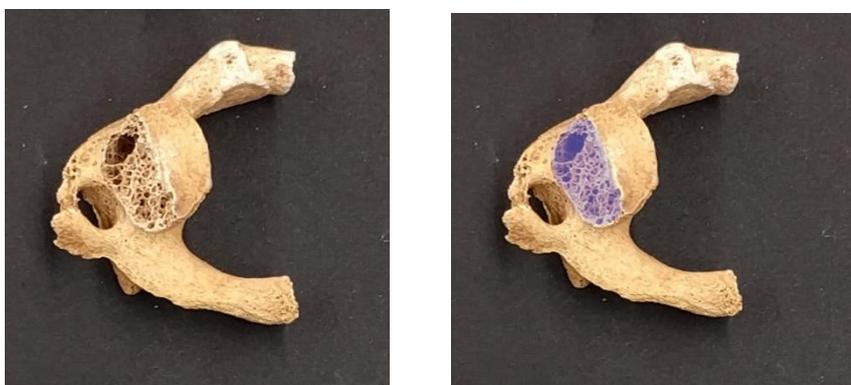


Imagen 142 y 143: Fotografía de reverso de la vértebra UE71-13 donde se puede ver mediante examen visual presencia de osteoporosis

Unidad Estratigráfica 1038 (UE38-4): Se ha encontrado una **cribra orbitalia**, signo de falta de alimentación. Se puede observar en los rayos X el grado de profundidad de las oquedades producidas por esta enfermedad. No obstante, se diagnostica mediante examen visual.

Imagen mediante Rayos X:

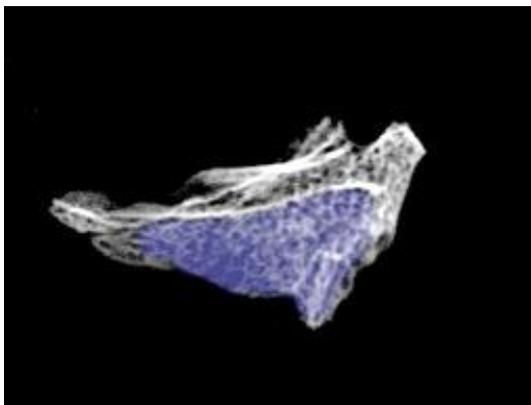
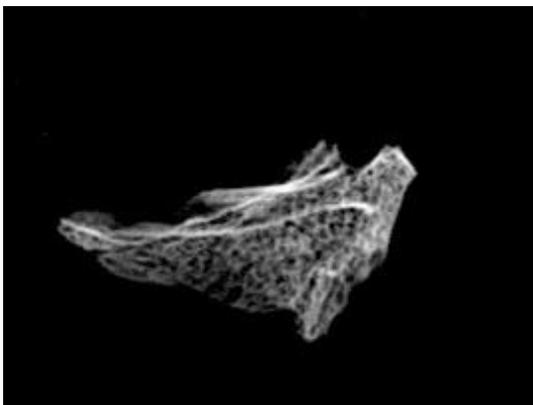


Imagen 144 y 145: Imagen de rayos X para estudio paleopatológico de UE38-4 con presencia de cribra orbitalia

Fotografía:



Imagen 146 y 147: Fotografía de anverso de UE38-4 con presencia de cribra orbitalia

Unidad Estratigráfica 1040 (UE40): Variante anatómica epigenética con un doble canal transverso para la arteria paravertebral. Se puede observar a simple vista.

Imagen mediante Rayos X:

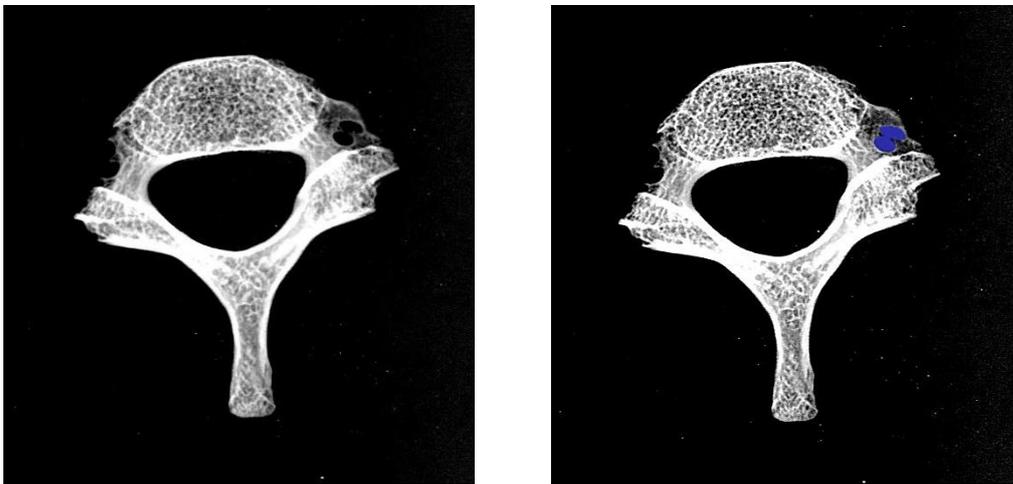


Imagen 148: Imagen de rayos X de UE40 para estudio paleopatológico donde se puede observar una variante epigenética con doble canal transverso

Fotografía:



Imagen 149: Fotografía de reverso de UE40 donde se puede ver mediante examen visual la variante epigenética

Unidad Estratigráfica 1074 (UE74-1): Se ha documentado una variante anatómica epigenética, tratándose de un **hueso Worniano sagital**. En este caso se observa a simple vista.

Imagen mediante Rayos X:

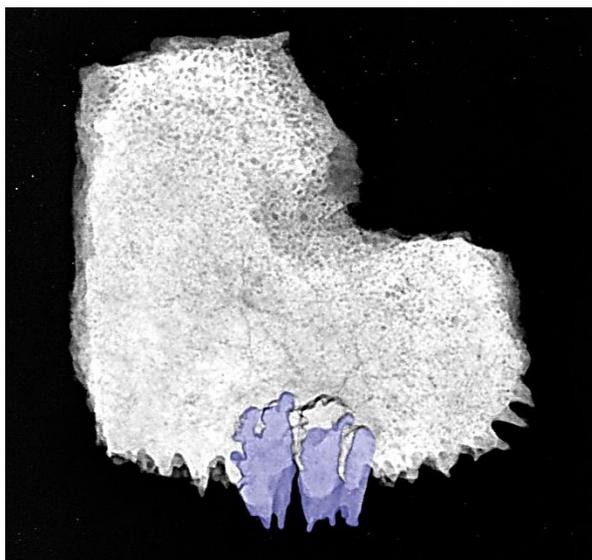


Imagen 150: Imagen de rayos X para estudio paleoatómico de UE74-1 donde se puede observar el hueso Warniano sagital

Fotografía:



Imagen 151: Fotografía de anverso de UE74-1 donde se puede ver mediante examen visual el hueso Warniano sagital

Anexo nº IV: Glosario médico referente a las paleopatologías diagnosticadas

- **Antropométrico:** Referido a la antropometría, siendo así el estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano.
- **Apófisis:** Excrecencia, parte saliente del hueso para articulación o inserción muscular.
- **Apófisis odontoides:** Apófisis de la segunda vértebra cervical, del axis, que permite la articulación con la vértebra atlas. Dicha articulación posibilita la rotación de la cabeza respecto al cuello.
- **Arteria paravertebral:** arteria situada en uno de los lados de la columna vertebral o de una vértebra.
- **Artrosis:** Alteración patológica de las articulaciones, de carácter degenerativo y no inflamatorio.
- **Cribra orbitaria:** Es una pérdida de densidad ósea que forma canales o formaciones porosas. Se produce principalmente por falta de hierro, manifestándose en las cuencas oculares.
- **Epigenética:** Estudio de todos aquellos factores no genéticos que intervienen en la determinación de la ontogenia.
- **Hernias de Schmorl:** Enfermedad de la columna vertebral que se caracteriza por la existencia de una protrusión del disco intervertebral que se desplaza al interior del cuerpo de la vértebra situada inmediatamente encima o debajo.
- **Hiperostosis porótica o parietal:** Formación excesiva de tejido óseo, especialmente en el cráneo.
- **Hiperplasia:** Excesiva multiplicación de células normales en un órgano o tejido.
- **Hipertrofia medular:** Aumento excesivo del volumen de un órgano, en este caso en relación a la médula espinal.
- **Hueso Wormiano Sagital:** Pequeño hueso supernumerario que se encuentra en las suturas y fontanelas del cráneo causado por una variante anatómica. Puede ser un marcador en el diagnóstico de desórdenes genéticos.
- **Mandíbula edéntula:** Sin dientes.
- **Odontológico:** Referido al estudio de la odontología, tratándose así de las enfermedades referentes a los dientes y la boca.
- **Ontogenia:** Desarrollo del individuo, referido en especial al periodo embrionario.
- **Osteopenia:** Carencia o disminución de masa ósea.
- **Osteoporosis:** Pérdida de la masa ósea por falta de densidad y aumento de los espacios en los huecos del hueso. Produce porosidad y fragilidad, provocada por un menor aporte en cantidad de componentes minerales.

- **Patología degenerativa de Raquis:** Enfermedad causada por la degeneración de la columna vertebral asociado, entre otros factores, a la edad.
- **Periostio:** Membrana fibrosa adherida a los huesos que sirve para su nutrición y renovación.
- **Periostitis:** Inflamación aguda o crónica del periostio.
- **Periostosis:** Neoformación del tejido óseo de carácter tumoral que aparece en la periferia del hueso a partir del periostio.
- **Reacción perióstica provocada por otitis:** Inflamación del órgano del oído. En este caso la inflamación genera la reacción perióstica, creando nuevo hueso por respuesta reactiva del periostio.
- **Squatting:** Se refiere a la colocación de acucillamiento, dejando en este caso marcas debido a posiciones laborales u ocupacionales.
- **Tejido osteológico:** Tejido del sistema óseo.
- **Tipo de artrosis glenohumeral:** Artrosis del hombro.
- **Trabecular:** Cada una de las pequeñas prolongaciones óseas entrecruzadas que forman una malla ósea y que limitan, compartimentando, las cavidades medulares del tejido esponjoso.
- **Vértebra coxígea:** Referido al coxis.