



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS ALTOIMPERIALES EN EL MEDIO RURAL.

Estudios físico-mecánicos de morteros hidráulicos para la conservación
in situ en intervenciones sostenibles

Katia Santos Sánchez



DIRECTORAS:

Dra. Begoña Carrascosa Moliner

Dra. Asunción Martínez Valle



departamento
Conservación
Restauración
Bienes
Culturales



INSTITUTO DE
RESTAURACIÓN
DEL PATRIMONIO
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN

Valencia, febrero de 2018

YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS ALTOIMPERIALES EN EL MEDIO RURAL.

Estudios físico-mecánicos de morteros hidráulicos para la
conservación *in situ* en intervenciones **sostenibles**

TESIS DOCTORAL PRESENTADA

POR:

Katia Santos Sánchez

DIRECTORAS:

Dra. Begoña Carrascosa Moliner

Dra. Asunción Martínez Valle

Valencia, febrero de 2018.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y
RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES



INSTITUTO DE
RESTAURACIÓN
DEL PATRIMONIO
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN

A mis aítas,

A Juanjo.

“Para nosotros, la cultura ni proviene de energía que se degrada al propagarse, ni es caudal que se aminore al repartirse; su defensa, obra será de actividad generosa que lleva implícitas las dos más hondas paradojas de la ética: sólo se pierde lo que se guarda, sólo se gana lo que se da”.

Antonio Machado

AGRADECIMIENTOS

Una Tesis Doctoral sale a la luz gracias a la colaboración desinteresada de personas y entidades, ya sea de forma directa, indirecta o una mezcla de ambas. Gracias a vosotros este trabajo ya es real y no tengo más que palabras de gratitud.

En primer lugar debo mostrar mi más sincero agradecimiento a Begoña Carrascosa por ser mi guía, por su esfuerzo y dedicación durante todo este tiempo, y a Asunción M. Valle por su confianza. Gracias a las dos por ofrecerme la oportunidad de trabajar en este maravilloso proyecto.

A los miembros del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y al personal del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. En especial a Laura Osete por ser tan atenta y colaboradora, y a Jose Luis Regidor y a Xavi Mas por su tiempo y facilitarme el instrumental necesario. De igual forma extender mi agradecimiento a M. Ángel Morilla del Departamento de ingeniería del Terreno, a Elías Medel del Departamento de Transportes y al personal del Servicio de Microscopia Electrónica por su colaboración y disponibilidad. A Rafa M. Valle y a Livio Ferraza del Departamento de Materiales de la Subdirección de Conservación, Restauración e Investigación del IVC+R por sus consejos e involucración en este proyecto.

Al Ayuntamiento de Requena en general y al área de Cultura en particular. Gracias a Chelo, a Nacho, Pepe y Fermín por vuestra colaboración desinteresada, tanto en el Museo Municipal de Requena, como en el Archivo Municipal.

A mi compañera y amiga Fran. Gracias por tu ayuda tan generosa y por compartir tantos buenos momentos en las campañas de Requena y en el laboratorio. Como no, también expresar toda mi gratitud a Amparo, Carmen y Cristina del Instituto de Restauración del Patrimonio. Gracias por ayudarme a resolver las dudas que iban surgiendo durante el camino. Entre todas hemos formado un gran equipo.

A los alumnos de las Campañas de C&R de La Calerilla. Gracias a Ana, Fanny, Laura, Carla, Jose, Jorge, María, Teresa, Roberto, Paula, Marina, Valeria, Catia y Patri. Habéis sido unos alumnos maravillosos. Con vuestro esfuerzo y entusiasmo por la profesión habéis hecho que los madrugones fueran apenas perceptibles, el trabajo de campo adictivo, y las tertulias realmente enriquecedoras.

A mis amig@s de Leioa, Valencia y Yecla por vuestros ánimos y comprensión. Gracias por los buenos momentos en los instantes en los que más los necesitaba. A los que me habéis recibido con los brazos abiertos cuando volvía a casa y a los que me habéis ayudado a sobrellevar esa añoranza cuando estaba fuera.

A mi familia, que de una forma u otra todos y cada uno de vosotros habéis colaborado animándome y trasmitiéndome vuestra energía y alegría. Gracias a mis tías Coral, Cruz y Estrella; a Porfirio, Rosa y Rosa M^a; y a mis otros tí@s, prim@s, cuñad@s y sobrin@s por vuestro apoyo incondicional y muestras de cariño.

Llegados a este punto únicamente tengo palabras de agradecimiento para las dos personas que siempre han velado por mí. Me refiero a vosotros, mis aitas, Juan y Paz, que me lo habéis facilitado todo en esta carrera de fondo. Gracias por darme fuerzas para seguir adelante y mostrarme cada día lo importante que es la ilusión. Esta tesis en buena parte es vuestra, porque sin vuestro esfuerzo nunca hubiera llegado hasta aquí.

Finalmente a ti Juanjo, mi compañero de viaje. Gracias por regalarme todo tu afecto durante tantos años haciéndome cada día más feliz. Esta investigación tampoco la hubiera terminado sin ti. Gracias por sujetarme en los momentos en los que estaba a punto de caer y ayudarme a mirar hacia adelante. Ahora sé que el esfuerzo ha merecido la pena.

A todos vosotros ¡Gracias! ¡Gracias! ¡Gracias!

Valencia, 30 de enero de 2018.

RESUMEN

La puesta en valor de yacimientos arqueológicos de época altoimperial en España, a menudo ha sido realizada mediante el empleo de materiales modernos procedentes del área de la construcción (como el cemento, el hormigón armado, el acoplamiento de estructuras metálicas, etc.), sin que su efecto haya sido estudiado previamente. Con el tiempo, ello ha originado no solo consecuencias negativas en su integridad, especialmente a partir de las incompatibilidades físico-químicas y mecánicas entre los materiales originales y los añadidos; sino que, además, el uso de materiales actuales también ha facilitado la descontextualización de los yacimientos, y una consecuyente y progresiva desvinculación de la sociedad. Por ello, ante la variedad de formas de intervención documentadas y con el fin de evitar el deterioro de las estructuras arqueológicas, surge la necesidad de definir un tipo de intervención sostenible con fines sociales, que permita la conservación a largo plazo de este patrimonio en las mejores condiciones posibles.

Para el desarrollo de la presente tesis doctoral se ha escogido como objeto de estudio el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas (Requena, Valencia). Se trata de una villa rústica de época altoimperial (siglos I-IV d.C.), localizada en el medio rural, cuyo deterioro se debe fundamentalmente a los agentes atmosféricos y biológicos que inciden directamente sobre las estructuras sin protección, desde que en el año 2000 concluyeran los trabajos arqueológicos. La situación que padece el inmueble, hace que sea necesaria una intervención sostenible mediante materiales respetuosos que garanticen la salvaguarda de este bien patrimonial.

La metodología empleada se centra en la experimentación y elaboración de diferentes tipos de morteros de restitución, basados en tres líneas de actuación y con sus respectivas variantes: morteros experimentales de obra (fabricados mediante cal hidráulica y áridos procedentes del sector de la construcción); morteros experimentales afines (elaborados a partir de materiales comúnmente utilizados en intervenciones de puesta en valor,

conservación y/o restauración de yacimientos arqueológicos en la Comunidad Valenciana); y morteros experimentales tradicionales (elaborados mediante materiales basados en la caracterización previa de los morteros originales del yacimiento arqueológico de La Calerilla y en el estudio del tipo de arquitectura del periodo altoimperial). Así, mediante la producción de probetas, cada variante ha sido sometida a los distintos tipos de ensayos físico-mecánicos seleccionados, lo que ha permitido determinar las propiedades de cada mortero y seleccionar el más idóneo para la futura puesta en valor del enclave de La Calerilla.

Con los resultados obtenidos, se muestra cómo a través de técnicas de intervención sostenibles es posible garantizar la salvaguarda a largo plazo de yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie en mejores condiciones y, favorecer además, la contextualización de los restos y su interpretación.

ABSTRACT

The enhancement of archaeological sites from the high imperial period in Spain, has often been carried out by using modern materials from the construction sector (such as cement, reinforced concrete, the assembly of metal structures, etc.) without its effect having been previously studied. Over time, this has caused not only negative consequences in its integrity, especially from the physical-chemical and mechanical incompatibilities between the original materials and the posterior additions; but also the use of current materials has facilitated the decontextualization of the archaeological site, and a consequent and progressive disengagement from society. Therefore, given the variety of documented forms of intervention and in order to avoid the deterioration of archaeological structures, there is a need to define a type of sustainable intervention under a social purpose, which allows the long-term conservation of this heritage in the best possible conditions.

For the development of the present PhD thesis, the archaeological site of La Calerilla de Hortunas (Requena, Valencia) has been chosen as an object of study. It is a rustic village of the high imperial period (centuries I-IV AD) located in a rural area, whose deterioration is mainly due to the atmospheric and biological agents that directly affect the unprotected structures, since the archaeological works were ended in the year 2000. The current state of the site makes it imperative to develop a sustainable intervention through respectful materials that ensure the safeguarding of this heritage.

The methodology used focuses on the experimentation and development of different types of restitution mortars, based on three lines of action and their respective variables: construction experimental mortars (manufactured with hydraulic lime and sand aggregates from the construction sector); related experimental mortars (made from materials commonly used in interventions of conservation and/or restoration actions of archaeological sites in the Valencian Community); and traditional experimental mortars (made by using materials based on the previous characterization of the original mortars from the

archaeological site of La Calerilla and on the study of the type of architecture of the high imperial period). Thus, through the production of samples, each variable has been subjected to the different types of physical-mechanical tests selected, which has allowed to determine the properties of each mortar and to select the most suitable one for the future enhancement of the enclave of La Calerilla.

With the results obtained, this PhD thesis shows how through sustainable intervention techniques it is possible to guarantee the long-term safeguarding of archaeological sites in the open sky in better conditions and, in addition, to favor the contextualization of the remains and their interpretation.

RESUM

La posada en valor de jaciments arqueològics d'època altimperial a Espanya, sovint ha sigut realitzada per mitjà de l'ocupació de materials moderns procedents de l'àrea de la construcció (com el ciment, el formigó armat, l'acoblament d'estructures metàl·liques, etc.), sense que el seu efecte haja sigut estudiat prèviament. Amb el temps, això ha originat no sols conseqüències negatives en la seua integritat, especialment a partir de les incompatibilitats fisicoquímiques i mecàniques entre els materials originals i els afegits; sinó que, a més, l'ús de materials actuals també ha facilitat la descontextualització dels jaciments, i una conseqüent i progressiva desvinculació de la societat. Per això, davant de la varietat de formes d'intervenció documentades i a fi d'evitar el deteriorament de les estructures arqueològiques, sorgeix la necessitat de definir un tipus d'intervenció sostenible amb fins socials, que permeta la conservació a llarg termini d'aquest patrimoni en les millors condicions possibles.

Per al desenvolupament de la present tesi doctoral s'ha triat com a objecte d'estudi el jaciment arqueològic de La Calerilla d'Hortunas (Requena, València). Es tracta d'una vila rústica d'època altimperial (segles I-IV d.C.), localitzada en el medi rural, el deteriorament del qual es deu fonamentalment als agents atmosfèrics i biològics que incideixen directament sobre les estructures sense protecció, des que l'any 2000 concloueren els treballs arqueològics. La situació que pateix l'immoble, fa que siga necessària una intervenció sostenible per mitjà de materials respectuosos que garantisquen la salvaguarda d'aquest bé patrimonial.

La metodologia emprada se centra en l'experimentació i elaboració de diferents tipus de morters de restitució, basats en tres línies d'actuació i amb les seues respectives variants: morters experimentals d'obra (fabricats per mitjà de calç hidràulica i àrids procedents del sector de la construcció); morters experimentals afins (elaborats a partir de materials comunament utilitzats en intervencions de posada en valor, conservació i/o restauració de jaciments arqueològics a la Comunitat Valenciana); i morters experimentals tradicionals

(elaborats per mitjà de materials basats en la caracterització prèvia dels morters originals del jaciment arqueològic de La Calerilla i en l'estudi del tipus d'arquitectura del període altimperial) . Així, per mitjà de la producció de provetes, cada variant ha sigut sotmesa als distints tipus d'assajos físicomecànics seleccionats, la qual cosa ha permès determinar les propietats de cada morter i seleccionar el més idoni per a la futura posada en valor de l'enclavament de La Calerilla.

Amb els resultats obtinguts, es mostra com a través de tècniques d'intervenció sostenibles és possible garantir la salvaguarda a llarg termini de jaciments arqueològics exposats a la intempèrie en millors condicions i, afavorir a més, la contextualització de les restes i la seua interpretació.

Índice general

Agradecimientos

Resumen

Introducción	29
Objeto de estudio, motivación e hipótesis de la investigación	31
Objetivos y metodología	37
Organización del documento	43

Capítulo I. Definición, estado de la cuestión y punto de partida: hacia una intervención social y sostenible del patrimonio arqueológico	47
I.1. Definición y problemática del Patrimonio Arqueológico en el medio rural	49
I.2. Patrimonio arqueológico y sociedad: valor y vínculo según la herencia recibida	55
I.3. Intervenciones sociales y sostenibles	63
I.3.1. Vertiente analítica	65
I.3.2. Vertiente aplicativa	71
Capítulo II. Puesta en valor de yacimientos arqueológicos ibero- romanos en España. Tipos de intervención y presentación <i>in situ</i>	77
II.1. Orígenes y evolución.	79
II.1.1. Siglos XVII y XVIII: en busca de la belleza y el hallazgo del romanticismo	79
II.1.2. Siglo XIX: el comienzo de una nueva era.	82
II.1.3. Segunda mitad del siglo XX: la eclosión del turismo en España y su influencia en el patrimonio arqueológico.	85
II.2. Presentación tradicional: concepto de ruina	89
II.2.1. Los procesos de consolidación.	94
II.2.2. Estructuras de protección.	97
II.2.3. Infraestructuras para la interpretación.	105
II.3. Híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales.	117
II.3.1. Los procesos de anastilosis y reconstrucciones volumétricas parciales	123
II.3.2. Estructuras de protección.	130

II.3.3. Infraestructuras para la interpretación.	135
II.4. Reconstrucciones volumétricas integrales.	143
II.4.1. Los procesos de reconstrucción.	160
II.4.2. Reconstrucciones volumétricas <i>in situ</i> sobre restos originales	164
II.4.3. Reconstrucciones volumétricas <i>ex situ</i>	171
II.4.4. Reconstrucciones volumétricas traslado	175
II.4.5. Estructuras de protección.	178
II.4.6. Infraestructuras para la interpretación.	180
 Capítulo III. El yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas	 191
III.1. Marco de referencia: la ocupación romana en la Meseta de Requena-Utiel.	193
III.1.1. Aspectos historiográficos y trayectoria en intervenciones del patrimonio arqueológico.	193
III.1.1.1. Siglos XVII-XX: primeras alusiones.	194
III.1.1.2. Segunda mitad del siglo XX: investigaciones arqueológicas.	199
III.1.1.3. Década de los 90 hasta la actualidad: Intervenciones de puesta en valor y aplicaciones sociales	203
III.1.2. Siglos I-IV d.C. en la Meseta de Requena-Utiel.	213
III.1.2.1. Las vías de comunicación	216
III.1.2.2. El surgimiento de las <i>Villae</i>	222
III.2. Análisis histórico-arqueológico.	227
III.2.1. Marco geográfico	227
III.2.2. Estructuras arquitectónicas y técnicas de ejecución	230
III.2.2.1. La necrópolis	234
III.2.2.1.1. El monumento funerario de <i>Domitia Iusta</i>	234

III.2.2.1.2. Las estructuras de cierre.	245
III.2.2.1.3. El <i>ustrinum</i>	247
III.2.2.1.4. El pozo votivo.	248
III.2.2.1.5. Las tumbas de incineración.	251
III.2.2.1.6. Las tumbas de inhumación	254
III.3. Análisis técnico.	257
III.3.1. Caracterización de los morteros constituyentes.	258
III.3.1.1. Inspección visual <i>in situ</i> y extracción de muestras.	259
III.3.1.2. Examen visual <i>ex situ</i>	267
III.3.1.3. Análisis mineralógico	271
III.3.2. Análisis climatológico	277
III.3.2.1. Niveles pluviométricos	278
III.3.2.2. Regímenes térmicos	280
III.3.2.3. Índices de humedad	282
III.3.2.4. Acción de los vientos.	285
III.3.2.5. Niveles de insolación.	286
III.3.3. Análisis del suelo.	288
III.3.3.1. PH.	293
III.3.3.2. Salinidad	294
III.3.3.3. Humedad.	295
III.3.4. Análisis del estado de conservación y diagnóstico.	297
III.3.4.1. Factores de deterioro	297
III.3.4.1.1. Factores físicos.	298
III.3.4.1.2. Factores biológicos	303
III.3.4.1.3. Factores antrópicos.	308

III.3.4.2. Diagnóstico general	309
Capítulo IV. Proceso experimental	315
IV.1. Introducción y fundamentos.	317
IV.2. Materiales y técnicas de construcción altoimperiales.	323
IV.2.1. Los morteros hidráulicos	323
IV.2.1.1. Los materiales	327
IV.2.1.1.1. La cal.	327
IV.2.1.1.2. Los áridos.	331
IV.2.1.1.3. Las adiciones puzolánicas	333
IV.2.1.2. Fabricación y puesta en obra.	336
IV.3. Variables estudiadas	341
IV.3.1. Elección de los materiales	342
IV.3.2. Elaboración de probetas.	346
IV.3.3. Series de probetas	348
IV.3.4. Trabajabilidad de los morteros experimentales y primeras impresiones.	376
IV.4. Caracterización físico-mecánica.	379
IV.4.1. Procedimiento <i>ex situ</i>	379
IV.4.1.1. Propiedades hídricas.	381
IV.4.1.1.1. Determinación de la absorción de agua por capilaridad.	381
IV.4.1.1.1.1. Procedimiento.	381
IV.4.1.1.1.2. Resultados y discusión.	383
IV.4.1.1.1.3. Conclusiones.	386
IV.4.1.1.2. Determinación de la absorción de soluciones salinas por capilaridad	387

IV.4.1.1.2.1. Procedimiento.	388
IV.4.1.1.2.2. Resultados y discusión.	389
IV.4.1.1.2.3. Conclusiones.	393
IV.4.1.1.3. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.	394
IV.4.1.1.3.1. Procedimiento.	395
IV.4.1.1.3.2. Resultados y discusión.	396
IV.4.1.1.3.3. Conclusiones.	399
IV.4.1.1.4. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua.	399
IV.4.1.1.4.1. Procedimiento.	400
IV.4.1.1.4.2. Resultados y discusión.	404
IV.4.1.1.4.3. Conclusiones.	407
IV.4.1.2. Propiedades mecánicas	407
IV.4.1.2.1. Determinación de la dureza superficial.	407
IV.4.1.2.1.1. Procedimiento.	408
IV.4.1.2.1.2. Resultados y discusión.	410
IV.4.1.2.1.3. Conclusiones.	412
IV.4.1.2.2. Determinación de la resistencia a la adherencia	413
IV.4.1.2.2.1. Procedimiento.	414
IV.4.1.2.2.2. Resultados y discusión.	417
IV.4.1.2.2.3. Conclusiones.	422
IV.4.1.3. Estabilidad frente a agentes de degradación.	423
IV.4.1.3.1. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales	423
IV.4.1.3.1.1. Procedimiento.	424
IV.4.1.3.1.2. Resultados y discusión.	425
IV.4.1.3.1.3. Conclusiones.	429

IV.4.1.3.2. Determinación de la resistencia a la heladicidad.	430
IV.4.1.3.2.1. Procedimiento.	432
IV.4.1.3.2.2. Resultados y discusión.	434
IV.4.1.3.2.3. Conclusiones.	439
IV.4.1.3.3. Envejecimiento acelerado por humidificación y secado.	440
IV.4.1.3.3.1. Procedimiento.	441
IV.4.1.3.3.2. Resultados y discusión.	442
IV.4.1.3.3.3. Conclusiones.	444
IV.4.1.3.4 Envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.	444
IV.4.1.3.4.1. Procedimiento.	445
IV.4.1.3.4.2. Resultados y discusión.	447
IV.4.1.3.4.3. Conclusiones.	450
IV.4.1.3.5. Envejecimiento térmico acelerado por variaciones de temperatura y humedad relativa	450
IV.4.1.3.5.1. Procedimiento.	451
IV.4.1.3.5.2. Resultados y discusión.	451
IV.4.1.3.5.3. Conclusiones.	453
IV.4.2. Procedimiento <i>in situ</i> : ensayo de envejecimiento natural.	453
IV.4.2.1. Procedimiento.	453
IV.4.2.2. Resultados y discusión.	459
IV.4.2.3. Conclusiones.	471
IV. 5. Conclusiones	473
IV.5.1. Valoración de la eficiencia e idoneidad de los morteros experimentales.	473
IV.5.1.1. Valoración del comportamiento <i>ex situ</i>	474
IV.5.1.2. Valoración del comportamiento <i>in situ</i>	479

Índice general

IV.5.2. Valoración final.	480
Capítulo V. Conclusiones finales y futuras líneas de investigación	483
V.1. Conclusiones.	485
V.2. Futuras líneas de investigación.	495
Bibliografía	499

Introducción

Objeto de estudio, motivación e hipótesis de la investigación

Desde sus inicios la visión anticuarista ha predominado en el campo arqueológico dando prioridad a aquellos materiales y objetos considerados bellos y valiosos por su antigüedad, capacidad de legitimación y valor económico, frente a las estructuras arqueológicas *in situ* que aparentemente, carecían de importancia. Esta dicotomía se ha observado claramente en los hallazgos de época altoimperial romana, donde a los objetos se les atribuía gran relevancia frente a la mayoría de los yacimientos, abandonados tras sufrir constantes expolios. Como consecuencia, hasta hace poco más de tres décadas,

la oferta del Patrimonio Arqueológico en España se limitaba prácticamente a los bienes muebles expuestos en museos y a un número muy reducido de enclaves arqueológicos dotados de los medios necesarios para su visita.

Los objetos arqueológicos extraídos indiscriminadamente de los enclaves y separados de su contexto original, únicamente adquirirían la finalidad de ser exhibidos. Mientras, las estructuras arqueológicas permanecían abandonadas a la intemperie, a menudo sin protección y sin ser documentadas adecuadamente. El efecto más directo de esta situación ha sido la pérdida de gran parte de nuestra cultura material, en el marco de una arqueología elitista y de culto a los objetos-reliquia, donde el conocimiento y el valor de los materiales difícilmente han podido transmitirse al público.

El hecho que realmente marcó un antes y un después en materia patrimonial en España, fue la aprobación de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, y la consecuente descentralización y transferencia de competencias en materia cultural a las Comunidades Autónomas. Ello supuso el origen de la intensificación de trabajos arqueológicos y el comienzo de la gestión de los yacimientos. A partir de entonces, fue posible brindar una oferta de Patrimonio Arqueológico más variada, pero en este caso y según lo ha ido demostrando el paso del tiempo, mediante el uso de técnicas de intervención y presentación no sostenibles a largo plazo.

Hasta el momento, la realidad muestra un importante desequilibrio en lo que a patrimonio arqueológico inmueble de época altoimperial romana se refiere. Por un lado, se distingue una cantidad ingente de enclaves arqueológicos investigados y, por otro, un pequeño porcentaje de los mismos que han sido valorizados y acondicionados para su visita. Por si fuera poco, aún son menos los yacimientos incluidos en protocolos de conservación preventiva a largo plazo y los enclaves visitables mencionados, además, se localizan en su mayoría en las áreas más antropizadas y estrechamente relacionadas con el turismo de masas.

La realidad oculta es que el grueso de los yacimientos arqueológicos se mantiene a la espera en el medio rural, donde las oportunidades y políticas de desarrollo mediante medios culturales son mínimas.

En relación con lo expuesto, las técnicas de intervención y presentación desarrolladas en España, con frecuencia han incluido una rápida transformación en los yacimientos arqueológicos en áreas antropizadas fundamentalmente. Los esfuerzos por generar atractivos culturales se centran en ambiciosos proyectos arquitectónicos, mediante el uso de materiales modernos y sin una planificación dirigida especialmente a cuestiones como su futuro uso, mantenimiento, deterioro, etc., llegando a poner en serio peligro el patrimonio arqueológico inmueble albergado. La consecuencia más directa de este tipo de planificación y el empleo de materiales y técnicas modernas ha sido la incompatibilidad físico-química entre materiales originales y materiales actuales que, con el paso del tiempo, ha generado serios daños y pérdidas irreparables en los enclaves.

En este sentido, de entre los yacimientos puestos en valor y visitables, hemos observado cómo en aquellos enclaves donde no se han utilizado técnicas sostenibles, hoy día también muestran altos índices de degradación. Esto confirma que a pesar de tratarse de recursos no renovables, la importancia de los enclaves arqueológicos como documentos mudos, fuentes históricas y elementos de memoria histórica colectiva y de aprendizaje, efectivamente continúa sin ser reconocida.

Asimismo, si comparamos las técnicas de intervención y presentación desarrolladas en España con las de los países del norte de Europa, como Alemania, Dinamarca, Polonia o Suecia entre otros, se observan grandes diferencias. En estos países se localizan los ejemplos más relevantes de museos al aire libre (*Archaeological sites in the open sky*) de época altoimperial, ejecutados a partir de técnicas sostenibles y partiendo de la base de que los yacimientos arqueológicos no se conservarán en las mejores condiciones posibles, si no es mediante el empleo de técnicas y materiales originales, y dotándolos de un uso

social. Además, debe tenerse en cuenta el esfuerzo que allí realizan en planificar protocolos de conservación preventiva y reposición de materiales mediante un continuo mantenimiento durante todo el año, al tratarse de lugares donde las condiciones climáticas son más adversas que en España.

Para alcanzar los fines sociales y hacer frente a los factores de degradación, en los países nórdicos entienden que es fundamental consolidar y reconstruir los enclaves volumétricamente de manera parcial o total, mediante el empleo de metodologías basadas en técnicas y materiales originales y/o afines a las utilizadas por los antiguos pobladores. Así es como consiguen una mejor conservación de los restos originales y su contextualización sin amplios contrastes, lo que facilita considerablemente la interpretación por parte del público. El uso de técnicas y materiales basadas en la arquitectura altoimperial, además, está estrechamente relacionado con la educación patrimonial porque contribuye a la asimilación de conceptos a partir del método hipotético-deductivo. Ello permite establecer vínculos de forma más sencilla entre sociedades del presente y del pasado. Así es como el patrimonio arqueológico inmueble, además de ser autofinanciable en estas áreas, funciona como elemento de cohesión y contribuye al desarrollo, empoderamiento y bienestar de la sociedad.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que en el caso de los yacimientos, la forma de intervenir y presentar difiere considerablemente de la de los objetos arqueológicos. Además, en el caso de los enclaves tampoco existe una metodología concreta en España, lo que ha derivado en una diversidad de formas de intervención y presentación. En el área de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, la problemática de los enclaves arqueológicos y su puesta en valor no ha sido tan ampliamente investigada en comparación con otros ámbitos. En este sentido, los motivos pueden ser varios: la falta de monumentalidad y belleza de los restos, y su consecuente falta de valor y vinculación con la sociedad; escasa especialización en este campo, lo que conlleva a la ausencia de una metodología de intervención específica; o el conflicto que se produce en el cruce de caminos entre profesionales de distintas áreas y especialidades.

Centrándonos en el tema de la presente tesis y partiendo de la base de que el patrimonio arqueológico es irrenovable, opinamos que es necesario definir una metodología de intervención sostenible tomando como punto de partida la definida en los países nórdicos, así como la adquisición de criterios firmes que permitan la justificación del empleo de estrategias adecuadas, dirigidas exclusivamente a la salvaguarda de los enclaves arqueológicos y bienestar social. Solo de esta forma los yacimientos arqueológicos podrán constituirse como lugares que evoquen al pasado, estar adecuadamente contextualizados y formar parte de la oferta educativa.

Siendo así, esta investigación se basa en la aplicación de técnicas y materiales afines y sostenibles con los que poder intervenir y poner en valor yacimientos arqueológicos de época altoimperial, es decir, mediante el empleo de los mismos materiales o lo más similares posible a los originales y su aplicación mediante técnicas de ejecución promovidas por los antiguos romanos. Asimismo, para el desarrollo de este planteamiento se ha escogido como objeto de estudio un enclave arqueológico que reúne las condiciones mencionadas: un yacimiento de época altoimperial, localizado en el medio rural, investigado durante la década de los años '90 y que ha permanecido desde entonces a la intemperie, sin protección y a la espera de su puesta en valor. Se trata de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia), una villa rústica con necrópolis propia (siglos I-IV d.C.), que presenta un estado de conservación de avanzado deterioro. Este enclave fue excavado e investigado al igual que muchos otros a lo largo de la década de los años '90, hasta que en el año 2000 los trabajos cesaron definitivamente y el enclave permaneció a la intemperie hasta la actualidad, sin haber estado sujeto a protocolos de conservación preventiva regulares.

Para definir este proyecto ha resultado indispensable el estudio exhaustivo del enclave arqueológico a poner en valor en el futuro, donde las técnicas de intervención en las que basar el proyecto se han diseñado en función de los resultados obtenidos en la fase analítica. A partir del año 2014, coincidiendo con el inicio de esta investigación, se realizó un exhaustivo análisis

del enclave y del paraje que lo rodea, con el fin de determinar un diagnóstico y poder aplicar el tipo de metodología sostenible mencionada. Para el desarrollo de esta labor, nos hemos centrado en la experimentación y fabricación de morteros hidráulicos a partir de la caracterización de los morteros originales del yacimiento de La Calerilla; y también se han investigado las metodologías originales, con el fin de fabricar morteros de reposición susceptibles de ser utilizados en la futura puesta en valor del enclave, que no interfieran negativamente con los originales *in situ*.

Puesto que la caracterización química y mineralógica de los morteros no es suficiente para escoger y valorar entre las posibles alternativas, nos hemos basado en el estudio de las propiedades físico-químicas y mecánicas de los morteros experimentales fabricados. Así, los morteros han sido sometidos a diferentes ensayos con el fin de poder caracterizarlos, evaluarlos y demostrar su idoneidad para ser susceptibles de ser empleados en las futuras intervenciones que tendrán lugar en el yacimiento de La Calerilla de Hortunas de Requena dirigidas a su puesta en valor.

Con ello, lo que se pretende es demostrar la eficiencia e idoneidad del empleo de metodologías y técnicas antiguas y tradicionales, que desde el siglo XIX han ido sustituyéndose de manera progresiva. En el caso del patrimonio arqueológico inmueble, conociendo previamente los materiales constructivos originales y su estado de conservación, la metodología utilizada es extrapolable a cualquier caso. De este modo es posible realizar una intervención con materiales y técnicas afines, reversibles que garanticen su adecuada conservación a largo plazo y un consecuente mantenimiento sostenible previa comprobación tanto *ex situ* (en laboratorio) como *in situ*. De esta forma, garantizando tanto la salvaguarda de los enclaves, como su adecuada contextualización, se contribuye a facilitar la interpretación de una cultura material como son los yacimientos arqueológicos localizados en las áreas rurales fundamentalmente, dirigida a un uso y disfrute colectivo.

Objetivos y metodología

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

El objetivo general de la presente investigación es definir una adecuada puesta en valor *in situ* y sostenible de yacimientos arqueológicos de época altoimperial romana, mediante el empleo de materiales y técnicas tradicionales y afines a las originales, para así poder contribuir a una mejor conservación preventiva, contextualización e interpretación de los restos arqueológicos de este periodo.

Objetivos específicos

- Analizar los tipos de intervención y presentación *in situ* ejecutados hasta el momento sobre yacimientos arqueológicos íbero-romanos en España, desde un contexto europeo.
- Realizar un análisis completo del objeto de estudio (el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas de Requena, Valencia), y en base a sus características histórico-arqueológicas y su estado de conservación, seleccionar aquellos materiales y técnicas de ejecución que resulten más idóneos para la materialización en un futuro de su puesta en valor.
- Potenciar el uso de materiales y técnicas constructivas originales y afines a las empleadas por los antiguos romanos, en la conservación y restauración de enclaves arqueológicos del mismo periodo.
- Elaborar distintas familias y variantes de morteros hidráulicos experimentales y comprobar sus propiedades físico-mecánicas mediante la realización de ensayos tanto *in situ*, como *ex situ* (en laboratorio).
- Valorar la idoneidad del uso de los materiales seleccionados como alternativa sostenible a los métodos y materiales modernos utilizados hasta el momento.

Metodología

Para el desarrollo del Capítulo I y responder a la pregunta de ¿Dónde nos encontramos?, se ha llevado a cabo una minuciosa revisión bibliográfica que ha permitido elaborar una síntesis del estado de la cuestión, y un punto de partida acerca de las intervenciones de puesta en valor sociales y sostenibles desde un marco europeo.

En el Capítulo II, donde se define el *modus operandi* de las intervenciones y presentaciones *in situ* ejecutadas en yacimientos arqueológicos altoimperiales¹ de España, también ha sido necesaria una intensa labor de compilación bibliográfica. Pero ello, no ha sido suficiente debido a la problemática que nos hemos encontrado en la elaboración de este capítulo, que viene dada por las escasas publicaciones realizadas en este campo. Por un lado, son muchas las intervenciones que se han quedado en el tintero sin ser publicadas; y por otro, la labor del conservador-restaurador, concretamente en el campo de patrimonio arqueológico inmueble, no ha sido valorada adecuadamente. Es más, la puesta en valor de estructuras arqueológicas se ha realizado en incontables ocasiones mediante la contratación de empresas provenientes del área de la construcción. Por este motivo, para completar el vacío existente, ha sido necesario acudir a diferentes enclaves arqueológicos repartidos por la geografía española y el extranjero², objetos de distintos tipos de intervención para así interpretar, evaluar su trayectoria, situación actual e idoneidad de las técnicas de puesta en valor y presentación escogidas. Ello ha permitido recopilar una amplia documentación fotográfica y confeccionar una panorámica de la situación que atraviesan los yacimientos arqueológicos en un camino en el que en España solo se detecta un atisbo en la aplicación social y sostenible.

En el Capítulo III, donde se analiza el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, se ha realizado un trabajo de campo exhaustivo que ha permitido redactar un triple análisis dirigido a la elaboración del marco de referencia histórica, el análisis histórico-arqueológico y el análisis técnico:

¹ En el Capítulo II, se abarcan los tipos de intervención ejecutados sobre yacimientos que incluyen un periodo altoimperial, lo que quiere decir que ha sido necesario incluir enclaves cuya trayectoria se inició en periodos anteriores y por ello este capítulo se centra fundamentalmente en el espacio temporal ibero-romano.

² Ejemplo de ello es la visita realizada al enclave *LVR-RömerMuseum - Archäologischer Park Xanten* (Renania-Westfalia, Alemania) en marzo de 2017, donde se pudieron analizar los diversos tipos de intervención de tipo social y sostenible que muestra la *Colonia Ulpia Traiana*.

- Análisis histórico: la confección de este apartado ha sido posible mediante la consulta de fondos documentales tanto del Archivo Municipal de Requena, como del Museo Municipal de Requena (objetos y materiales arqueológicos conservados y restaurados), así como la visita a enclaves arqueológicos dentro del marco geográfico de la comarca Requena-Utiel.
- Análisis histórico-arqueológico: en este caso se ha compaginado la labor descrita en el apartado anterior con el trabajo de campo *in situ* en el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas a lo largo de estos cuatro años. Se ha llevado a cabo un estudio íntegro de las estructuras arquitectónicas mediante técnicas no invasivas que han permitido la adquisición de datos relevantes respecto a la arquitectura romana altoimperial y las características del enclave.
- Análisis técnico: primeramente se han extraído muestras de los morteros originales de las estructuras constituyentes y se han caracterizado mediante la técnica de Difracción de Rayos X (DRX) en el Departamento de Materiales del *Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals* (IVC+R). En segundo lugar se ha recurrido a la consulta de datos meteorológicos históricos facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología del Gobierno de España para confeccionar el análisis climatológico del lugar en el que se expone el enclave en un transcurso de diez años. En tercer lugar se han realizado diferentes pruebas y mediciones de las condiciones del terreno para determinar datos tan relevantes como son el pH, la salinidad y la humedad. Finalmente, con todo lo expuesto, ha sido posible la identificación de los factores de degradación y patologías que sufre el enclave, así como la redacción del estado de conservación y diagnóstico general. En este apartado la documentación fotográfica ha resultado una técnica muy valiosa para detectar el paso del tiempo y el proceso de degradación experimentado en el enclave en los últimos cuatro años.

Para la parte experimental, se ha utilizado como referencia el estudio de los morteros en la arquitectura de época altoimperial, las características del yacimiento de La Calerilla de Hortunas, su estado de conservación y situación, y sobre todo los datos de caracterización del mortero original. A partir de aquí se ha elaborado un plan de acción para fabricar un mortero experimental de reposición susceptible de ser empleado en la puesta en valor de las estructuras arqueológicas del yacimiento de La Calerilla, de manera respetuosa, afín y sostenible.

A partir de aquí se ha procedido a la selección de materiales y la elaboración de familias de morteros experimentales basados en tres líneas principales: morteros experimentales de obra, morteros experimentales afines y morteros experimentales tradicionales. Para poder evaluar y caracterizar las propiedades e idoneidad de los morteros y sus respectivas variantes, ha sido necesaria la fabricación de probetas, con el fin de exponerlas a las acciones degradativas de doce tipos de ensayos de naturaleza físico-mecánica. La selección de los ensayos a realizar se ha basado en las condiciones del enclave, su estado de conservación, diagnóstico y su situación de exposición a la intemperie en el medio rural³. Los ensayos seleccionados son los siguientes:

- Determinación de la absorción de agua por capilaridad
- Determinación de la absorción de soluciones salinas por capilaridad
- Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica
- Determinación de la permeabilidad al vapor de agua
- Determinación de la resistencia a la cristalización de sales
- Determinación de la resistencia a la heladicidad

³ El enclave arqueológico, siguiendo las pautas de los museos de sitio al aire libre internacionales miembros de EXARC (*International Organisation of Archaeological Open Air Museums and Experimental Archaeology*), continuará a la intemperie pero contará con una mayor protección mediante los materiales experimentales que mejor resultado ofrezcan. Por esta razón los ensayos seleccionados adquieren una importancia esencial en esta investigación.

- Determinación de la dureza superficial
- Determinación de la resistencia a la adherencia
- Envejecimiento acelerado por humidificación y secado
- Envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta
- Envejecimiento térmico acelerado por variaciones de temperatura y humedad relativa
- Envejecimiento natural *in situ*

Finalmente, la elaboración de los resultados, conclusiones y materialización de la tesis ha sido fruto de un estudio comparativo de la información que se ha ido recabando en el transcurso de la investigación. Ello ha permitido determinar qué grupo de morteros resulta el más idóneo para su empleo en la puesta en valor sostenible del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas.

Organización del documento

De acuerdo con la presentación del objeto de estudio, motivaciones e hipótesis de la investigación, objetivos y metodología la presente tesis doctoral queda organizada en los siguientes capítulos:

- **INTRODUCCIÓN.** Este capítulo de carácter introductorio responde a las cuestiones generales que plantea un trabajo de investigación académica: por qué, para qué y de qué manera, o lo que es lo mismo: objeto de estudio, hipótesis de la investigación, objetivos y metodología.
- **CAPÍTULO I.** El capítulo ofrece una dimensión general y definición del Patrimonio Arqueológico en el medio rural y su problemática en

- España para, a continuación, presentar el estado de la cuestión y punto de partida hacia intervenciones de tipo social y sostenible.
- **CAPÍTULO II.** Identifica los distintos *modus operandi* en la puesta en valor de yacimientos arqueológicos de época ibero-romana en España, así como la metodología empleada hasta el momento para su intervención y presentación *in situ*.
 - **CAPÍTULO III.** Analiza y determina la naturaleza del objeto de estudio, el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia). Se ofrece una aproximación al enclave y la justificación de su relevancia científica como conjunto histórico-artístico y, para ello, el capítulo se divide en tres apartados fundamentales: marco de referencia, donde se presenta el contexto histórico; el análisis del complejo arqueológico; y el análisis técnico, donde se incluye la caracterización de los materiales constructivos, las condiciones del medio en el que se localiza el enclave, su estado de conservación y diagnóstico.
 - **CAPÍTULO IV.** Se corresponde con el proceso experimental de la presente tesis. Tras describir los procesos constructivos y las técnicas originales empleadas en la arquitectura altoimperial romana, se presenta la selección de materiales y las distintas variables de morteros experimentales estudiadas. A continuación, se exponen los procesos desarrollados tanto *ex situ* (en el laboratorio) como *in situ* (en el yacimiento), para la caracterización físico-mecánica de los distintos morteros experimentales fabricados mediante ensayos, así como los resultados y conclusiones de este proceso.
 - **CAPÍTULO V.** Presenta las conclusiones finales de la presente investigación y el planteamiento de las posibles futuras líneas de investigación, que permitirán continuar en esta línea, hacia una intervención social y sostenible del patrimonio arqueológico inmueble de época altoimperial.

*Porque no vive el alma entre las cosas
sino en la acción audaz de descifrarlas,
Yo amo la luz hermana que alienta mis sentidos.*

Mil veces he deseado averiguar quién soy.

Contigo. Raquel Lanseros.

Capítulo I

Definición, estado de la cuestión y punto de
partida:

Hacia una intervención social y sostenible del
patrimonio arqueológico

I.1. Definición y problemática del Patrimonio Arqueológico en el medio rural

Si algo ha caracterizado al ser humano en el transcurso de la Historia, ha sido la capacidad de producir objetos con los medios del entorno para su subsistencia y un mayor bienestar. La búsqueda de seguridad, alimentación y, en definitiva, cubrir las necesidades humanas, se han procurado mediante la modificación del entorno y la fabricación de artefactos. Así pues, los espacios creados y los objetos que han perdurado hasta nuestros días susceptibles de ser estudiados mediante una metodología arqueológica, forman parte de lo que se denomina Patrimonio Arqueológico.

Son un buen número de profesionales los que han tratado de definir a lo largo de la segunda mitad del siglo XX lo que este tipo de patrimonio implica. A continuación, se muestran algunos ejemplos en los que se puede apreciar la transición que este concepto ha experimentado con el paso del tiempo. Como se verá, la conclusión que extraemos es que, se trata de un concepto en constante movimiento mientras que la sociedad avanza, debido a su carácter abstracto. Se aprecia claramente cómo el destino de la Arqueología y el Patrimonio Arqueológico es el de una unión inseparable basada en lo que el autor D. Barreiro plantea como una Arqueología Aplicada (BARREIRO, 2010: 48).

Comenzamos por las autoras M. De La Torre y M. Mac Lean que definen el Patrimonio Arqueológico como una expresión material heredada de culturas del pasado, cuyos restos materiales de sociedades desaparecidas son finitos y vulnerables (DE LA TORRE, MAC LEAN, 1997: 6-9). Por este motivo, los restos arqueológicos no pueden ser reestablecidos si su evidencia tangible del pasado se borra. Por otro lado, Ruiz Zapatero extiende la definición a una doble dimensión de este patrimonio afirmando que, por un lado, posee una dimensión estática, pero que para ser interpretado adecuadamente también necesita de una dimensión dinámica, que debe estar presente para facilitar su interpretación (RUIZ ZAPATERO, 1998: 8).

Seguidamente, si se analiza el contenido de la Ley 16/1985 de 25 de junio, del patrimonio histórico español, en su artículo 40.1, se establece que “el patrimonio arqueológico son los bienes muebles e inmuebles de carácter histórico o susceptibles de ser estudiados con la metodología arqueológica”. A partir de aquí, con la descentralización en materia patrimonial y la creación de la legislación propia de cada autonomía, según López-Menchero son pocas las modificaciones realizadas; de ello, se debe extraer el carácter acomodaticio de la definición sin apenas cambios ya existente en la Ley de Patrimonio Histórico Español (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 34). Cabe destacar la Ley de Patrimonio de Andalucía de 2007 que matiza que los bienes arqueológicos no tienen por qué encontrarse necesariamente enterrados, sino simplemente ser susceptibles de ser estudiados a través de la metodología arqueológica, ya recogido en 1990 en

la Carta de Lausana o Carta Internacional para la gestión del Patrimonio Arqueológico por el ICOMOS (*International Council of Monuments and Sites*):

Forman parte del Patrimonio arqueológico los bienes muebles o inmuebles de interés histórico, susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie o en el subsuelo, en las aguas interiores, en el mar territorial o en la plataforma continental. *Artículo 47.1., Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía, 2007.*

El "patrimonio arqueológico" representa la parte de nuestro patrimonio material para la cual los métodos de la arqueología nos proporcionan la información básica. Engloba todas las huellas de la existencia del hombre y se refiere a los lugares donde se ha practicado cualquier tipo de actividad humana, a las estructuras y los vestigios abandonados de cualquier índole, tanto en la superficie, como enterrados, o bajo las aguas, así como al material relacionado con los mismos. *Artículo 1., Carta Internacional para la gestión del Patrimonio Arqueológico por el ICOMOS (Carta de Lausana).*

Si recurrimos a lo expuesto en El Convenio Europeo para la Protección del Patrimonio Arqueológico de 1992 firmado en *La Valetta* (Malta), éste se basa en lo mencionado hasta ahora, pero el trato es diferente al insistir en cualquier tipo de huella que permita reconstruir la historia de la humanidad:

[...] se considerarán elementos del patrimonio arqueológico todos los restos y objetos y cualquier otra huella dejada por la humanidad en épocas pasadas cuya conservación y estudio ayuden a reconstruir la historia de la humanidad y su relación con el entorno natural y cuyas principales fuentes de información sobre dichos restos y huellas sean la realización de excavaciones o descubrimientos y otros métodos de investigación de la humanidad y su entorno [...]. *Artículo 1º.1. CONVENIO Europeo sobre la protección del Patrimonio Arqueológico, La Valetta, 1992.*

Respecto a la definición técnica de “yacimiento arqueológico”, según M^a A. Querol se trata de un “lugar en el que se encuentran, en cualquier posición, restos de actividad o de presencia humanas cuyo estudio con determinadas metodologías permite reconstrucciones de interés histórico y social” (QUEROL, 2010: 205). Pero, a decir verdad, no se trata de simples lugares que cuentan con restos de otras culturas, sino que se trata, a nuestro entender, de la clave para la contextualización de estructuras objetos en su lugar original de procedencia y, en definitiva, lo que establece el tipo de relación/interacción con la sociedad o comunidades que lo rodean.

Cada yacimiento tiene su historia, una historia diferente de la de los demás, aunque su origen provenga de un mismo periodo. La cuestión es que los yacimientos arqueológicos por sí solos, no pueden mostrar contenidos al tratarse de testigos y documentos mudos de la historia. Éstos necesitan de un medio para ser presentados y facilitar su interpretación al público, que es lo que marcará el tipo de relación con un mayor o menor valor para la sociedad y, consecuentemente, el establecimiento de unos lazos más o menos fuertes. Hasta nuestros días, tan solo ha llegado parte de una cultura material —los restos arqueológicos que componen los yacimientos arqueológicos—, mientras que la parte inmaterial —la historia que encierran los restos— debe ser investigada y transmitida. Pero, paradójicamente, en España el desarrollo no planeado e incontrolado en técnicas de intervención y presentación no ha sido capaz de transmitir ese conocimiento científico y establecer vínculos identitarios lo suficientemente fuertes con la sociedad que les rodea (DE LA TORRE, MAC LEAN, 1997: 6-7). Según opina Barreiro, toda Arqueología que no se oriente a la gestión y socialización del Patrimonio Arqueológico es una arqueología incompleta (BARREIRO, 2010: 22), pero para ello no resulta idónea cualquier tipo de gestión, sino una que sea social y sostenible.

Por otro lado, la localización de los yacimientos arqueológicos en un medio rural o urbano, y su tipo de intervención y gestión más o menos social y sostenible, influye considerablemente en el establecimiento de vínculos con la población. Así, mientras que en las áreas más antropizadas la integración de

este patrimonio ha supuesto grandes quebraderos de cabeza, los yacimientos localizados en el medio rural han experimentado procesos menos costosos al no contar con la multitud de factores que entran en juego en las zonas urbanas (RICO, 2010: 11). Esa relación entre arqueología y sociedad, como norma general deriva de un choque de órdenes que hacen que economía y cultura se contrapongan, desde intereses particulares e intereses generales (BARREIRO, 2010: 96).

Aun así, en España, la localización de enclaves arqueológicos en unas zonas u otras no ha implicado de por sí una mejor o peor contextualización de los restos arqueológicos. Aunque, habitualmente, aquellos enclaves que más sufren contrastes que dificultan la interpretación de los restos son los urbanos (Figura 1.1). Más adelante, en el Capítulo II, podrá apreciarse que existen excepciones, como por ejemplo el yacimiento arqueológico de la Ciudadela de Calafell (Tarragona) localizado en medio urbano, donde la puesta en valor y el modelo de presentación mediante reconstrucciones volumétricas integrales, ha permitido la conservación de los restos *in situ*.



Figura 1.1. Yacimiento arqueológico de la ciudad romana de *Lucentum* en el solar del Tossal de Manises (Alicante). Apreciable contraste entre los restos arqueológicos consolidados o reconstruidos parcialmente y los edificios actuales.

En este sentido los yacimientos arqueológicos en el medio rural están definidos por una serie de factores positivos al ser zonas remotas con un hábitat disperso y mínimamente antropizadas. La integración de los restos arqueológicos resulta más armoniosa en el paisaje y además su interpretación resulta más sencilla. Paralelamente, existe un menor grado de contaminación que permite una mejor conservación de los restos y, además, pueden constituir una buena oportunidad para espacios de ocio y disfrute al aire libre.

Como factores negativos puede influir la ubicación de los yacimientos arqueológicos, que pueden ser de accesibilidad física limitada, especialmente los de periodos pertenecientes a la prehistoria y protohistoria ubicados en cuevas, abrigos, atalayas, simas, etc. No ocurre lo mismo en el caso que nos ocupa, el periodo altoimperial, donde la accesibilidad no suele ser un problema, ya que las *villae* ocupaban las vegas más fértiles en terrenos llanos.

Otro aspecto a tener en cuenta es la situación de crisis en el medio rural, donde se ha dado un éxodo multitudinario hacia las ciudades. En este sentido, el autor F. Rico afirma lo siguiente: “ante el peligro inminente de que se produzca una segunda crisis rural y otro fuerte éxodo de la población rural hacia la ciudad, se ha de promocionar y poner en valor el patrimonio cultural y natural” (RICO, 2010: 28). De esta forma el Patrimonio Arqueológico, constituye un gran recurso para impulsar el desarrollo tanto social, científico como económico que contribuye al enriquecimiento de estas áreas. Un ejemplo es el poblado íbero de la Bastida de les Alcusses de Moixent (Valencia), que supone un gran atractivo en este municipio y contribuye a su dinamización.

I.2. Patrimonio arqueológico y sociedad: valor y vínculo

La diversidad de ámbitos culturales, y las distintas formas de intervenir y crear vínculos entre sociedad y patrimonio arqueológico local, influye directamente en el significado que adquiere este patrimonio para cada colectivo social. Las técnicas de ejecución originales y los materiales utilizados por los creadores del patrimonio arqueológico, así como las tradiciones y trayectorias de cada lugar, influyen considerablemente en la forma de valorar y crear vínculos. Ello implica diferentes comportamientos en las generaciones herederas, donde se aprecia claramente cómo no se mantiene la misma vinculación con el patrimonio arqueológico o patrimonio arquitectónico

vernáculo, construido a partir de materiales perecederos (adobes, madera, caña, junco, etc.), que con el patrimonio erigido a partir de materiales no perecederos (elementos pétreos, estructuras con morteros etc.) (GARCÍA CUETOS, 2009: 44).

Paradójicamente, la relación de las sociedades actuales con el patrimonio construido a base de *materiales perecederos* (tratándose de un patrimonio más frágil), puede afirmarse que es más sólida y que posee un valor fundamentalmente simbólico (GARCÍA CUETOS, 2009: 1-30)⁴. Esto es debido, en buena parte, a las sucesivas reposiciones-reparaciones y/o reconstrucciones realizadas a lo largo de los siglos que permiten un establecimiento de contacto directo y duradero con la comunidad más próxima. De esta forma, el patrimonio pasa a convertirse en símbolo identitario para la comunidad que vela por su integridad. Por esta razón, además, su identidad se encuentra ampliamente reforzada. Buena parte de estos ejemplos los encontramos en culturas orientales, como por ejemplo sucede en Japón: la *arquitectura de madera* japonesa, basada en la técnica milenaria de la reconstrucción cíclica de los edificios y su recuperación como símbolo cultural. A diferencia de lo que ocurre en Europa, la perfección de esta técnica se fundamenta en la repetición y transmisión del conocimiento, y la fijación de esa cultura constructora y de la forma obtenida sobre una larga experiencia (GARCÍA CUETOS, 2009: 131). No ocurre lo mismo en el viejo continente, donde el concepto europeo de la autenticidad con el patrimonio arqueológico, al igual que las técnicas de restauración y reconstrucción empleadas, son complejas y difíciles de asimilar porque no existe una continuidad temporal. Esa interrupción temporal en el uso de los antiguos edificios es lo que hace que los vínculos y la identidad se pierdan y el patrimonio recién hallado carezca de valor. Por esta razón son tan necesarios en nuestro caso los denominados proyectos de puesta en valor.

⁴ Recordemos que el patrimonio arqueológico no tiene porqué encontrarse sepultado o en estado ruinoso para formar parte de esta modalidad. Lo que hace que un objeto o sitio forme parte de este patrimonio es la aplicación de la “metodología arqueológica”; si se le aplica forma parte, sino no (QUEROL, 2010: 202).

Otro ejemplo totalmente diferente al de Japón, se encuentra en el sur de Marruecos. La *arquitectura de barro o de tierra* mantiene una tradición ancestral, donde los *Ksary* y las *Kasbahs* son los edificios más característicos. Lo que ocurre es que, a diferencia del ejemplo de Japón, estas estructuras han ido abandonándose paulatinamente debido a los cambios sociales y económicos que se van experimentando, así como a la falta de uso del patrimonio como estrategia de desarrollo. En la actualidad, este patrimonio se encuentra en un estado de fragilidad cada vez más alarmante que amenaza su integridad. Especialistas como V. Soriano Alfaro, argumentan que es posible que se mantengan en pie en estas condiciones tan sólo por dos siglos más. Este autor señala que, al igual que ocurrió en Japón, estas estructuras seguramente terminarán por ser reemplazadas y posiblemente conservadas, reforzando lo que sobre materiales perecederos se entiende como autenticidad (citado en GARCÍA CUETOS, 2009: 238). En consecuencia, se observa cómo las arquitecturas vernáculas mantienen un constante sentimiento de vinculación personal, prácticamente ininterrumpido entre los colectivos sociales cercanos y su patrimonio arquitectónico local.

A diferencia del significado que tiene el patrimonio vernáculo en otros países y culturas, en el caso de Europa el sentido de la autenticidad varía completamente. En lo que concierne al patrimonio arqueológico de época romana erigido fundamentalmente a partir de *materiales no perecederos*, se ha perpetuado prácticamente “intocable” hasta nuestros días sobre todo en los países mediterráneos. La clave que ofrece esa visión romántica tan valorada hasta ahora en los materiales perecederos es la acción del tiempo y la huella que va quedando en ellos. Esa huella es la que define la autenticidad en el viejo continente (GONZÁLEZ-VARAS: 2015: 113-116). En cambio, para el patrimonio erigido mediante materiales no perecederos en otros países, la reutilización de los mismos es lo que garantiza este criterio. Según argumenta M^a P. García Cuetos, la reposición de la materia para evitar su pérdida en todos los sentidos hace que entendamos que lo que esta arquitectura vernácula pretende, no es otra cosa sino hacer perdurable el elemento sin alterar sus

valores de forma sustancial. Es la transmisión de la técnica y de las tradiciones lo que muestra un legado auténtico (GARCÍA CUETOS, 2009: 43-51). Estas afirmaciones se recogen en la Carta de Brasilia de 1995, donde se especifica que: “[...] la renovación de las prácticas evolutivas en continuidad cultural como la sustitución de algunos elementos con técnicas tradicionales, resulta una respuesta auténtica” (apartado de *Autenticidad y Materialidad*).

En relación con lo expuesto, los derechos culturales y el valor social atribuido también depende de dónde se localicen los enclaves arqueológicos, la sociedad que lo rodea y el grado de desarrollo de los derechos humanos en esa población. El derecho a la cultura no está plenamente desarrollado en un buen número de países a nivel mundial, y la accesibilidad y la democratización cultural siguen siendo asignaturas pendientes en pleno siglo XXI, a pesar de que en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, en el Artículo 27º, se especifica el derecho a disfrutar de la vida cultural de la comunidad: “Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y participar en el proceso científico y en los beneficios que de él resulten”.

A nivel individual o colectivo la identificación con el patrimonio arqueológico local puede darse por diversas razones: la co-presencia, porque el patrimonio es del mismo lugar de procedencia; la producción, porque el bien de interés cultural fue creado por los antepasados; el sentido de la propiedad, porque se trata de una posesión heredada de los antepasados; también puede tener un contenido religioso o simbólico; o simplemente estético. Siendo así, el sentimiento puede ser emocional, estético, económico o simbólico, pero para que se dé una o varias de estas formas de interacción y se culmine el proceso de empoderamiento y apropiación social del patrimonio, previamente debe existir una vinculación. Según I. Hodder, con la democratización cultural y el acceso a la cultura “el derecho a participar en la actividad cultural que emerge de los municipios, terminará siendo tan fundamental que los intereses de los arqueólogos y de los turistas terminarán por pasar a un orden secundario” (HODDER, 2010: 872-874).

En este sentido es necesario afirmar cómo el patrimonio arqueológico y su disfrute también es capaz de generar bienestar y estabilidad en las sociedades, especialmente en procesos de pacificación/reconciliación tras conflictos bélicos y situaciones de inestabilidad. En Europa se cuenta, entre otros, con el ejemplo de superación de Polonia tras la II Guerra Mundial, donde se llevó a cabo reconstrucción de su patrimonio e identidad. En este país cuentan con numerosos ejemplos de ello, como es el caso del yacimiento arqueológico de *Biskupin* (*Kujawsko-pomorskie*, Polonia). Este enclave de la cultura *lusaciana* de finales del Bronce-principios de la Edad del Hierro, fue descubierto en 1933 y, tras varios años de excavaciones arqueológicas, el sitio se convirtió en un icono nacional para los polacos tal y como sucedió con Pompeya para los italianos. En 1939, las excavaciones se detuvieron debido a la invasión alemana; esta región pasó a estar integrada dentro de *Warthegau*, anexionada al *Reich* alemán. Las excavaciones estuvieron bajo el mando de H. *Himmler* y las *SS-Ahnenerbe* y la supervisión del arqueólogo clásico H. *Schleiff*, quienes, en vez de destruir el trabajo llevado a cabo hasta entonces, decidieron continuarlo y utilizar los resultados de las investigaciones como arma de legitimación para reclamar Polonia. De esta forma es como los alemanes trataron de integrar la identidad polaca en la suya propia. Las excavaciones lideradas por los alemanes se mantuvieron así hasta 1942, cuando abandonaron el lugar a causa de su derrota (MASRIERA, 2007: 196; PAARDEKOOOPER, 2012: 43). Una vez terminada la guerra, a partir de 1946 y hasta 1974 se retomaron las excavaciones de nuevo con arqueólogos polacos, y se inició todo un proyecto de reconstrucción integral del enclave y musealización al aire libre. El proyecto mantuvo un carácter social y sostenible con el fin de contribuir a la reconstrucción de la identidad de los polacos al convertirse *Biskupin* nuevamente en su símbolo nacional (PIOTROWSKA, 1997; AYÁN, 2001: 57) (ver Figura 2.32).

A pesar de no ser ejemplo de enclave arqueológico, creemos conveniente incluir también la reconstrucción llevada a cabo en la ciudad de Varsovia tras la invasión alemana, incluida en 1980 en la Lista de patrimonio Mundial. En

este caso, la capital quedó reducida a escombros y no se trataba únicamente de levantarla de nuevo y reconstruirla. El objetivo principal fue devolverle la identidad a todo un país inmerso en la posguerra constituyendo de esta forma un valor simbólico, al igual que se hizo con el enclave arqueológico de *Biskupin*. El proyecto de restauración pretendía restituir la forma, el cromatismo y la ornamentación originales (SALAS, 2008: 73). De este modo, la verdadera repriminación y proceso de valorización de Varsovia radicó en la decidida voluntad de los habitantes de asumir como auténtica la ciudad nacida de la reconstrucción. Todos los valores intangibles de la vieja ciudad se recuperaron mediante un proceso que acompañó al de la repriminación material y que no es en sí mismo material, sino social (GARCÍA CUETOS, 2009: 65-66, LOWENTHAL, 1998: 84-86) (ver Figuras 1.2 y 1.3).



Figura 1.2. Centro histórico de Varsovia tras la II. Guerra Mundial. Fuente: SALAS, 2008: 72.



Figura 1.3. Reconstrucción del centro histórico de Varsovia e imagen actual de la ciudad. Fuente: SALAS, 2008: 72.

Estrechamente relacionado con el valor simbólico, el valor de uso también sirve para satisfacer necesidades humanas. Una de las necesidades más valiosas que se esconden detrás de este valor, es el de la utilidad inmaterial, en este caso, la generación del conocimiento. Los objetos y materiales del pasado son una fuente de conocimiento práctico con potenciales efectos multiplicadores a medio y largo plazo (BALLART, 2002: 66-73). Dentro de los márgenes de una sociedad del consumo, los encargados de gestionar este patrimonio a menudo no son especialistas en la materia, ni conscientes de lo que ello supone y, mayormente, se ven interesados por los criterios físicos de la belleza y la monumentalidad. Pero acercar el patrimonio a sociedades actuales, o más bien tratar de establecer puentes entre comunidades del pasado y sociedades del presente, no puede realizarse de otra forma que no sea a través de la otorgación de un valor social al patrimonio arqueológico. El valor estético aislado, sin el resto de valores, no garantiza la supervivencia de los bienes culturales. Un patrimonio arqueológico, por tanto, en muchos casos lejos de alcanzar un gran valor estético, no podrá ser preservado a largo plazo si no existe el valor social.

I.3. Intervenciones sociales y sostenibles

Según las autoras de la Torre y Mac Lean, una intervención social y sostenible es aquella que consigue un desarrollo y produce beneficios para la economía local, favoreciendo la pervivencia en este caso del patrimonio arqueológico y otorgándole un valor social. La forma de asegurar su supervivencia consiste en idear y emplear formas de preservar los sitios arqueológicos cuidadosamente y sin agotarlos, como recursos únicos y no renovables, ya que inevitablemente se consumirán si los planteamientos no son a largo plazo (DE LA TORRE, MAC LEAN, 1997: 5).

Uno de los criterios fundamentales que hacen posible que las intervenciones puedan ser sociales y sostenibles es la interdisciplinariedad. Mientras que en los trabajos multidisciplinarios las disciplinas trabajan por separado y colaboran entre ellas, la interdisciplinariedad supone la cooperación entre diferentes disciplinas que persiguen objetivos comunes. La situación actual que atraviesa el Patrimonio Arqueológico ha hecho que su relación con la Arqueología se haya modificado, entrando en juego la cooperación entre disciplinas que permiten la creación de proyectos plurales. El paso de la multidisciplinariedad a la interdisciplinariedad hace posible que los yacimientos arqueológicos puedan ser tanto investigados como transmitidos al público en las mejores condiciones, gracias a la aportación de cada una de las disciplinas integrantes. En este sentido, se debe tener en cuenta cómo los materiales constructivos arqueológicos son elementos arquitectónicos, a su vez son susceptibles de ser puestos en valor y/o restaurados y, además, con los medios adecuados, son interpretables por el público y contribuyen a su conocimiento y enriquecimiento social y económico fundamentalmente.

Diferenciamos así lo que hasta el momento han sido dos líneas de actuación separadas dentro del ámbito arqueológico: por un lado, están las actuaciones llevadas a cabo desde aquellas disciplinas dirigidas al análisis técnico y puesta en valor de los materiales y objetos arqueológicos; y, por otro, las actuaciones desde especialidades con base social encargadas de transmitir el conocimiento a la sociedad. Sin embargo, en España y los países mediterráneos, a diferencia de los países del norte de Europa, la vertiente analítica ha predominado sobre la aplicada, donde existe una gran cantidad de publicaciones analíticas y un número considerablemente inferior de investigaciones aplicativas. Sea como fuere, ambas vertientes han permanecido separadas hasta prácticamente la actualidad, aunque bien es cierto que ya se cuenta con varios ejemplos de proyectos que integran ambas líneas⁵.

⁵ Estos proyectos se desarrollan en el Capítulo II. Puesta en valor de yacimientos arqueológicos ibero-romanos en España. Tipos de intervención y presentación *in situ*, en los apartados II.3. Híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales y II.4. Reconstrucciones volumétricas integrales.

Dentro del panorama que acontece en el camino hacia la accesibilidad y el enriquecimiento cultural, ambas líneas se integran surgiendo así nuevos proyectos de doble vertiente analítica y social, donde se aplica inicialmente una metodología de análisis o vertiente analítica, para después, en función de los resultados obtenidos, continuar con la metodología de aplicación o vertiente aplicativa.

I.3.1. Vertiente analítica

Entre las disciplinas relacionadas directamente con el patrimonio arqueológico que analizan y estudian los materiales arqueológicos y su relación con el paisaje, se encuentran la Arqueometría, la Arqueología de la Arquitectura y la Restauración Arqueológica.

El estudio de los materiales constructivos y estructuras arqueológicas, así como su relación con el entorno se ha enmarcado originalmente dentro de la Arqueología; más concretamente en la “Arqueometría” que, a su vez, se incluye dentro de la especialidad de “Arqueología de la Arquitectura” (GUERRA GARCÍA, 2015: 29). La aparición del término “Arqueometría” está vinculada al nombre de la revista *Archaeometry*, fundada en 1958 por el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford; su definición ha ido precisándose cada vez más en función de los contenidos de la revista y con el transcurso del tiempo (MONTERO RUIZ *et al.*, 2007: 24). Mientras, la Arqueología de la Arquitectura nació en Italia a partir de 1975 y se define como la aplicación de la arqueología al estudio analítico de las construcciones históricas. Diferentes grupos de investigadores de Génova, Siena y Venecia comenzaron a crear diversas herramientas conceptuales susceptibles de analizar la diacronía del paso del tiempo sobre edificios de procedencia arqueológica, con el fin de poder comprender tanto su trayectoria histórica, como las técnicas y materiales de construcción empleados por los antiguos (SERRANO POZUELO, 2013: 121). Sin embargo, la andadura de esta especialidad en España comenzó a desarrollarse años después, entre 1985 y 1992, con la aplicación del método estratigráfico y la lectura de los paramentos

(GUERRA GARCÍA, 2015: 37). También son de gran interés los estudios realizados en las disciplinas del área de Arquitectura, como son la Arquitectura Vernácula, la Arqueología de Tierra o Arquitectura Tradicional, donde se realiza una minuciosa lectura de los paramentos. En definitiva, se trata de una metodología aplicada a edificaciones arqueológicas.

Por su parte, la Restauración Arqueológica se encarga de intervenir y velar por la salvaguarda de los bienes arqueológicos. Como tal, queda integrada dentro de la Conservación (prevención o preservación de objetos y materiales) y Restauración de Bienes Culturales (reparación del daño causado como consecuencia de falta de medios preventivos), donde la ciencia y la tecnología también juegan un papel fundamental en los estudios previos de estado de conservación de los bienes y en la analítica de muestras. El nuevo marco tecnológico ofrece además el acceso a nuevos métodos de estudio que permiten un mayor conocimiento específico de los materiales, así como su caracterización, desvelando una información que hasta ahora resultaba inaccesible. Por otro lado, esta disciplina es una de las excepciones, ya que posee la doble vertiente analítica-social al velar no solo por la integridad física y material de los bienes, sino también por contribuir a la transmisión de todos los valores de tanto elementos muebles como inmuebles (CALVO, 1997: 63).

En las tres disciplinas mencionadas se estudian los estilos constructivos y los materiales constituyentes del patrimonio arqueológico inmueble, donde se incluyen tanto estudios analítico-descriptivos, como la caracterización de los materiales y técnicas originales empleadas. Para ello, el soporte de disciplinas procedentes de campos tan dispares como son la biología, geología, química o la ingeniería de la construcción, son determinantes en la calidad de los resultados.

En este sentido, cada vez son más comunes las investigaciones interdisciplinarias y las publicaciones con autores de campos tan dispares como los mencionados que se integran en un mismo proyecto.

Ejemplo de ello, son las publicaciones de P. Degryse, J. Elsen, M. Waelkens del *Afdeling Fysico-chemische Geologie, Katholieke Universiteit*

Leuven (Bélgica), donde los autores realizaron un exhaustivo estudio acerca de la caracterización de morteros romanos. Este estudio de morteros originales altoimperiales en distintos puntos territoriales fue dirigido a la elaboración de morteros afines para la restauración de yacimientos arqueológicos romanos como el de *Sagalassos* (Turquía), donde se utilizó un mortero de cal con adiciones puzolánicas procedentes de objetos cerámicos triturados y roca volcánica de procedencia local (DEGRYSE *et al.*, 2002, ELSEN *et al.*, 2001).

Es destacable el trabajo realizado por autores como R. Hanley y S. Pavía del *Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, Trinity College* de Dublín, mediante técnicas como el análisis petrográfico. Ello ha permitido conocer datos acerca de la calcinación de la cal y su apagado, así como de la composición y origen de las materias primas, adiciones puzolánicas de cerámica e hidraulicidad, cotejando esta información con la bibliografía propia de la tecnología romana, donde práctica y teoría coinciden (HANLEY, PAVÍA, 2008).

De igual forma deben tenerse en cuenta las investigaciones de Maravelaki-Kalaitzaki en la investigación de morteros históricos de cal aérea especialmente, para la puesta en valor de edificios históricos. La elaboración de morteros experimentales y su comprobación mediante ensayos físico-mecánicos y su análisis previo a su aplicación *in situ*, han sido un referente para esta investigación (MARAVELAKI-KALAITZAKI *et al.*, 2003; MARAVELAKI-KALAITZAKI, 2007; MARAVELAKI-KALAITZAKI *et al.*, 2011).

En la caracterización de morteros también son interesantes las publicaciones de S. Sánchez Moral, del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Entre sus publicaciones sobre materiales de época romana se deben mencionar los estudios realizados sobre la carbonatación de morteros experimentales de cal y caracterización de morteros originales, que han permitido conocer y comprender las técnicas antiguas y la

estabilidad físico-química de monumentos de este periodo (SANCHEZ-MORAL *et al.*, 2004, 2005).

En este sentido, también han resultado un punto de partida las investigaciones realizadas desde los Departamento de Ingeniería Civil y Geociencias de las Universidades de Aveiro y Lisboa, acerca de las propiedades físicas y microestructurales de morteros con adiciones puzolánicas. En primer lugar, realizan la caracterización de los morteros antiguos de forma exhaustiva a través de análisis térmicos y mineralógicos mediante técnicas como Fluorescencia de Rayos X (XRF) y Difracción de Rayos X (XRD) de morteros hidráulicos de época romana, permitiendo una adecuada puesta en valor del enclave arqueológico de *Conímbriga* (VELOSA *et al.*, 2007). En segundo lugar, mediante los resultados obtenidos fabrican morteros con los que restaurar y poner en valor el patrimonio histórico. Cuentan con buen número de publicaciones acerca de la verificación del comportamiento de los morteros en distintas dosificaciones y adiciones puzolánicas como el metakaolin, la betonita, o la puzolona natural entre otras, mediante ensayos mecánicos que resultan de gran importancia para una adecuada aplicación *in situ* (VEIGA *et al.*, 2009; VELOSA *et al.*, 2009; GRILO *et al.*, 2014; ANDREJKOVICOVÁ *et al.*, 2010; ANDREJKOVICOVÁ *et al.*, 2015).

Por otro lado, el estado de conservación y el grado de deterioro que experimentan los morteros hidráulicos a la intemperie también ha sido objeto de estudio en centros de investigación tan relevantes como el *National Research Council* de Roma. El uso de técnicas de Microscopía Óptica (OM), Difracción de Rayos X (XRD), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX) y Cromatografía de Iones (IC), ha permitido determinar en qué manera los procesos de sulfatación afectan a los morteros hidráulicos (SABBIANI *et al.*, 1999; 2002).

En España son relevantes las publicaciones de M. González Cortina del Departamento de Construcción y Tecnología arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid, sobre la recuperación de morteros romanos de cal y

chamota, en este caso para aplicaciones actuales. Se estudiaron morteros hidráulicos elaborados a base de chamota cocida a distintas temperaturas y en los resultados es visible un mejor comportamiento mecánico de aquellos morteros elaborados con chamota de granulometría más fina cocida en torno a los 1000 °C (GONZÁLEZ CORTINA, 2000, 2002).

Por otro lado, las publicaciones de A. Sepulcre Aguilar del Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control de la misma universidad, también merecen ser mencionadas. El autor se centra en el estudio de las adiciones puzolánicas para ser empleadas en la restauración de fábricas. En este caso, aquellas adiciones que mejores resultados ofrecen junto a materiales originales son las chamotas de cerámicas de baja temperatura de cocción entre 650 °C y 750 °C (el metacaolín y la sepiolita) (SEPULCRE, 2003: 35; SEPULCRE, 2005; SEPULCRE, HERNÁNDEZ OLIVARES, 2012; ARCONES *et al.*, 2016).

Desde la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la misma Universidad, destaca un equipo interdisciplinar de profesionales que desarrollan trabajos de investigación sobre patrimonio arqueológico romano. Ejemplo de ello, es la tesis doctoral de P. Guerra García, *Sola romani: morteros hidráulicos romanos en la Península Ibérica* (2015), continuación de las investigaciones llevadas a cabo por J. Inghman, *Geomaterials under the microscope* (INGHMAN, 2010). El tema fundamental es el análisis de muestras de morteros extraídos de diversos enclaves arqueológicos de época altoimperial localizados en España, mostrando especial interés por las adiciones puzolánicas y los anillos de coloración estrechamente relacionados con la hidraulicidad de los morteros (GUERRA GARCÍA, 2015; GUERRA GARCÍA *et al.*, 2017).

El Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada ha realizado una destacada labor en el empleo de morteros hidráulicos y ladrillos macizos para la restauración del patrimonio, sometidos previamente a ensayos de carácter físico-químicos y mecánicos. Las publicaciones de O. Cazalla, G. Cultrone y A. Arizzi, entre otras, han resultado un punto de

referencia para la presente tesis (CAZALLA, 2002; CULTRONE, 2001; PORTERO *et al.*, 2004; COLETTI *et al.*, 2016; ARIZZI, 2012; ARIZZI *et al.*, 2012; PIZZO *et al.*, 2016).

Otro trabajo digno de mención es el realizado por el Departamento de Química de la Universidad de las Islas Baleares, mediante la analítica de muestras de morteros del yacimiento arqueológico de *Pollentia* (Baleares). Los resultados revelaron el uso de distintos tipos de morteros (hidráulicos y no hidráulicos), para cada tipo de estancia del enclave, así como el uso de los mismos materiales durante cuatro siglos (GENESTAR *et al.*, 2006).

En el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla también se ha dado un paso más en la datación de morteros históricos, así como en su caracterización, restauración y aplicación *in situ*. El estudio histórico de los edificios y materiales constituyentes, así como la caracterización físico-química para la determinación de propiedades, permitieron la elaboración y recuperación de morteros tradicionales susceptibles de ser utilizados en la restauración de monumentos de la comarca sevillana de Los Alcores (ALEJANDRE, 1997; ALEJANDRE, 1998; ALEJANDRE, FLORES, 1998; ALEJANDRE, 2002).

Otro ejemplo de la línea de caracterización de materiales son las investigaciones procedentes del Instituto de Ciencia de Materiales-CSIC de la propia Universidad de Sevilla. La caracterización en este caso de morteros hidráulicos procedentes de la Casa del Mitreo de Mérida mediante el uso de diferentes técnicas como la Difracción de Rayos X (DRX), Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) y la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX), han permitido detectar entre otras características, la presencia de adiciones puzolánicas de *cocciopesto*. Se trata de datos que resultan relevantes para la fabricación de morteros tradicionales y afines a los originales, y susceptibles de ser empleados en la puesta en valor de las estructuras arqueológicas (FRANQUELO *et al.*, 2008). Por otro lado, estas investigaciones completan y corroboran las realizadas desde el Instituto de

Arqueología de Mérida, de donde se deben tener en cuenta los trabajos teóricos sobre la arquitectura romana desarrollados por autores como S. Camporeale, H. Dessaler y A. Pizzo, referentes en el estudio arqueométrico de estructuras arquitectónicas y técnicas constructivas de época altoimperial (CAMPOREALE *et al.*, 2008; PIZZO, 2008; PIZZO, 2009; PIZZO, 2010; PIZZO, 2011).

Finalmente, el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio la Universitat Politècnica de València, destaca por la aplicación de metodologías multitécnica para la investigación y elaboración de materiales susceptibles de ser utilizados tanto en la restauración de bienes muebles como inmuebles, donde destacan las investigaciones dirigidas por las doctoras B. Carrascosa Moliner y T. Doménech Carbó. Ejemplo de ello, son los trabajos desempeñados por las investigadoras T. Pasíes, F. Lorenzo y N. Guasch, en la restauración de mosaicos, caracterización, y fabricación de estucos y morteros de reposición respectivamente (CARRASCOSA, PASÍES, 2004; PASÍES, 2004; LORENZO, CARRASCOSA, 2011, 2014; GUASCH, 2016).

I.3.2. Vertiente aplicativa

Esta vertiente queda estrechamente vinculada a aquellos procedimientos mediante los cuales se ejecuta la puesta en valor, presentación y musealización e interpretación de los yacimientos arqueológicos⁶. Especialmente nos referimos a las intervenciones de consolidación y reconstrucción volumétrica ya sean parciales o totales, ya que sin un análisis arqueométrico previo no tendrían razón de ser. La ejecución de estos trabajos, especialmente los basados en materiales afines y/u originales, son la aplicación práctica de los resultados obtenidos en las disciplinas analíticas mencionadas previamente.

El contenido social en esta vertiente cada vez tiene más peso y las disciplinas que lo integran persiguen intereses comunes como la apropiación social del patrimonio o el desarrollo social, científico y económico de las

⁶ Estos conceptos se desarrollan ampliamente en el Capítulo II. Puesta en valor de yacimientos arqueológicos ibero-romanos en España. Tipos de intervención y presentación *in situ*, en los apartados II.3. Híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales y II.4. Reconstrucciones volumétricas integrales.

comunidades y municipios. En esta materia destacan las áreas de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y su gestión⁷, la Arqueología Pública, la Arqueología Experimental y la Didáctica y Educación Patrimonial.

La Arqueología Pública (*Public Archaeology*), comenzó su andadura en 1972 para denominar lo que hoy se conoce en el mundo anglosajón como *Cultural Resource Management*, lo que aquí conocemos como gestión integral del patrimonio arqueológico (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 1). Según el autor J. Almansa, la Arqueología Pública estudia todas las relaciones entre dicha arqueología y la sociedad contemporánea con el ánimo de mejorar la coexistencia entre ambos y lograr un entendimiento generalizado del valor y uso de la arqueología (ALMANSA, 2010: 1-3, 2011: 87-102, 2013: 1-12).

Dentro del área de Arqueología Experimental, son numerosas las publicaciones a nivel internacional y cada vez van siendo más en el ámbito nacional. Esta disciplina estudia los procesos de comportamiento y las tecnologías del pasado mediante una reconstrucción experimental bajo condiciones científicas controladas, para obtener hipótesis que puedan ser contrastadas con datos arqueológicos. La reproducción de tecnologías y procesos de construcción y trabajo pretende un acercamiento a las condiciones, problemas, inversión de energía y resultados de antaño (ALCINA, 1998). Se configura además como un recurso didáctico eficaz para facilitar la comprensión e interpretación a través de demostraciones *in situ* mediante el método hipotético-deductivo.

La organización más relevante en este ámbito es *EXARC*, la *International Organisation of Archaeological Open Air Museums and Experimental Archaeology*, red de profesionales involucrados en cerca de noventa museos arqueológicos internacionales al aire libre dedicados a la Arqueología Experimental. A diferencia de lo que se entiende por museos tradicionales, donde como norma general las tareas principales son la recogida, conservación

⁷ Su trayectoria se analiza ampliamente en el apartado II.1. Orígenes y evolución.

y presentación de bienes muebles, en los museos arqueológicos al aire libre se priorizan la educación patrimonial, presentación, experimentación e historia viviente (*Living History*) (PAARDEKKOPER, 2015: 6; REYNOLDS, 1999).

A nivel internacional destacan los yacimientos arqueológicos al aire libre miembros de EXARC que se encuentran consolidados, y buena parte de ellos reconstruidos parcial o totalmente sobre los restos arqueológicos mediante el empleo de técnicas originales. Del *LVR-RömerMuseum - Archäologischer Park Xanten* (Renania-Westfalia, Alemania), destacan, entre otras, las publicaciones acerca de las investigaciones previas y la reconstrucción de las casas de los tres artesanos a base de materiales y técnicas originales (REHM-BERBENNI *et al.*, 2005; KIENZLE, 2016). Por otro lado, un caso de especial atención resulta el poblado *Biskupin (Kujawsko-pomorskie, Polonia)*, que fue objeto de trabajos de investigación acerca de la restauración y análisis químicos de la degradación de la madera arqueológica (SANDAK *et al.*, 2014; TAMBURINI *et al.*, 2015; BABINSKI, 2011, 2015; BABINSKI *et al.*, 2014), trabajos que han permitido la puesta en valor y reconstrucción del enclave basándose en los mismos materiales originales. Por otro lado, el enclave de *Eketorp (Ölland, Suecia)*, otra de las reconstrucciones destacables con recreaciones estrechamente relacionadas con la didáctica y la educación patrimonial, cuenta con publicaciones acerca de dichos procesos (PETERSSON, 2003; NÄSMAN, 2013), estudiados y debatidos en España por autores tan relevantes como J. Santacana (SANTACANA, MASRIERA 2012; MASRIERA, 2008, 2007). También se debe mencionar el *Romerstadt Carnuntum* (Bratislava, Austria), con investigaciones acerca de morteros y pintura mural que igualmente han permitido la reconstrucción volumétrica parcial y total de estructuras arqueológicas, y el empoderamiento cultural del público que acude a este centro (WEBER *et al.*, 2009).

En España el ejemplo más relevante es el de la Ciudadela de Calafell que desde 2007 es miembro de EXARC; se trata del primer yacimiento arqueológico reconstruido del país que está dotado de las herramientas didácticas necesarias

que permiten la socialización patrimonial del contenido (POU *et al.*, 1996; POU *et al.*, 2001; SANTACANA, MASRIERA, 2012; LLONCH, SANTACANA, 2011).

En este sentido, desde 2006, la Asociación Española de Arqueología Experimental cada vez ha ido adquiriendo una mayor trascendencia internacional; prueba de ellos son los cinco congresos que se han promovido dedicados exclusivamente a esta disciplina⁸. Las publicaciones realizadas por investigadores como J. Baena, M. Luque y F. Cuartero de la Universidad Autónoma de Madrid en el ámbito de la prehistoria, M^a L. Ramos de la Universidad de Santander de época romana son un claro ejemplo de ello (RAMOS, 2003; RAMOS, 2007; RAMOS, 2007b; RIPOLLES *et al.*, 2007; RAMOS, 2008).

En esta vertiente aplicativa merecen una especial mención los trabajos de V. M. López-Menchero de la Universidad de Castilla-La Mancha y Co-director de Sociedad Española de Arqueología Virtual. Su labor por acercar el patrimonio arqueológico al público y facilitar su interpretación pasa por los tipos de gestión y la realización de proyectos de reconstrucción volumétrica de yacimientos arqueológicos de época romana, como por ejemplo el desarrollado en la villa de La Ontavia (Terrinches, Ciudad Real) (CEREZO, *et al.* 2011; BENÍTEZ DE LUGO *et al.*, 2011; LÓPEZ-MENCHERO, 2011; LÓPEZ-MENCHERO, 2012; LÓPEZ-MENCHERO, 2013).

También es elogiada la trayectoria del Laboratorio de *Arqueoloxía da Paisaxe*-CSIC, que realizan una intensa labor en la puesta en valor y socialización de la arqueología mediante la propuesta de nuevas metodologías de intervención, formulación de teorías de gestión y trabajos de reconstrucción volumétrica concretamente de los castros celtas (AYÁN, 2001; CRIADO-BOADO, 2001; BARREIRO, 2010; PORTO, AYÁN, 2012; AYÁN *et al.* 2012).

⁸ I Congreso de Arqueología Experimental celebrado en Santander (2005); II Congreso Internacional de Arqueología experimental celebrado en Ronda (2008); III Congreso Arqueología Experimental celebrado *Banyoles* (Girona); IV Congreso de Arqueología Experimental celebrado en Burgos (2015); y el V Congreso de Arqueología Experimental promovido en Tarragona (2017).

Dentro del ámbito de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, es relevante la labor desarrollada en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio La Universitat Politècnica de València. Cabe mencionar la interdisciplinariedad de los proyectos internacionales desarrollados para la gestión del patrimonio arqueológico, llevados a cabo como desde el Fórum UNESCO-Universidad y Patrimonio, con la firma del Protocolo de acuerdo entre la UPV y la UNESCO, y junto con la Agencia Española de Cooperación Internacional al desarrollo (AECID). Entre ellos destacan las labores ejecutadas en el proyecto de Investigación Arqueológica de la Villa romana de *l'Enova* (Valencia); y en el proyecto de Cooperación al Desarrollo Cultural y Formativo para la Puesta en Valor de las Pirámides Preincaicas de Cochasquí, Ecuador (CARRASCOSA, MEDINA, 2012; NIETO PÉREZ, 2013). En ellos se compaginan los trabajos de actuación arqueológica con los de actuación social destinada a la concienciación, al empoderamiento y a la capacitación profesional de los habitantes del lugar (MONTALVÁ *et al.*, 2006: 130,137).

*En otro tiempo hubo un río aquí,
donde ahora hay bancos y losetas.
Hay más de una docena de ríos bajo la ciudad,
si hacemos caso a los más viejos.
Ahora es sólo una plaza en un barrio obrero.
Y tres chopos son la única señal
de que el río sigue ahí abajo.*

El río. Kirmen Uribe

Capítulo II

Puesta en valor de yacimientos arqueológicos
ibero-romanos en España.

Tipos de intervención y presentación *in situ*

II.1. Orígenes y evolución

II.1.1. Siglos XVII y XVIII: en busca de la belleza y el hallazgo del romanticismo

En el caso de España, antes de que la Arqueología fuera constituida como ciencia y la disciplina de Conservación y Restauración de Bienes Culturales fuera siquiera mencionada, se podría decir que los que sentaron las bases para intervenir en patrimonio cultural fueron la Ilustración y, naturalmente, el Romanticismo. De aquéllos, se gestaron la Erudición y el Anticuarismo, fuertemente influenciados por el criterio de la antigüedad y los valores de lo auténtico, la belleza y la monumentalidad. Estas condiciones priorizaron

recuperar objetos-reliquia de gran valor y belleza, mientras que el propósito de conocer el origen de la humanidad no tomó fuerza hasta la configuración de la Arqueología como ciencia a finales del siglo XIX (DOMÍNGUEZ, 2008).

El interés por las antigüedades se incrementa a partir del siglo XV, aunque naturalmente, esa inquietud no era de carácter científico. Con un afán de prestigio, las familias reales y las nobles justificaban un pasado heroico y remoto para poder reivindicar derechos históricos. Una tradición que se inició en tiempos de los Reyes Católicos, donde la finalidad de los anticuaristas era contribuir a la elaboración de una “Historia Nacional”. Así, la incorporación de documentos no literarios como epígrafes y monedas, en este caso sirvió para apoyar esta nueva concepción de la nación. Puede decirse que los anticuarios de entre los siglos XVI y XVII favorecieron en buena parte el avance de ese interés incipiente por los bienes arqueológicos. No fue hasta el siglo XVIII cuando realmente se realizaron las primeras excavaciones arqueológicas con el propósito explícito de hallar los orígenes de la humanidad (DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009:19; MORA *et al.*, 2004: 17-18).

Por otro lado, las ruinas arqueológicas formaban parte del paisaje de España, testimonios de la presencia o dominación de otros pueblos, cuya importancia ya entonces se intentaba minimizar; de ahí el tratamiento despectivo de los cronistas a la presencia de fenicios, griegos y romanos. Ejemplo de ello son los cinco libros primeros de la Crónica general de España, donde Florián de Ocampo aludía al paso de fenicios, griegos y romanos por España como meros accidentes en la Historia de la nación, seguramente queriendo remontar el origen de la Monarquía a antepasados bíblicos (DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 20). Ese abandono prematuro por parte de las instituciones y el consecuente desconocimiento de la población, hicieron que en el mejor de los casos las ruinas permanecieran en pie siendo ignoradas; y, en el peor de los casos y lo más común, destruidas con el fin de reutilizar los materiales constituyentes para la construcción de viviendas (DE LA TORRE, MAC LEAN, 1997: 5).

Paulatinamente se produjo la introducción del patrimonio arqueológico en el paisaje, con yacimientos tan bellos y relevantes como *Segóbriga*, *Sagunto*, *Itálica*, *Mérida*, *Numancia*, *Clunia*, *Munigua*, *Illici*, etc. Debido al valor de la belleza y monumentalidad primaban, por tanto, los yacimientos de época clásica, que al estar constituidos por materiales inorgánicos y no perecederos perduraban en mejores condiciones ofreciendo esa visión romántica progresiva, que pronto llamó la atención de las instituciones (ver Figura 2.1).

Fue Fernando IV quien impulsó los estudios anticuarios a través de dos líneas de actuación: por un lado la creación de la Real Academia de la Historia (1737), la Real Academia Sevillana de las Buenas Letras (1751) y la Real Academia de las Letras de Barcelona (1752), dedicadas a la elaboración de una Historia nacional. Y por otro, la financiación de los llamados “viajes literarios” que continuaron Felipe II, Carlos III y Carlos IV con el fin de recoger documentos de toda clase que legitimasen su posición (DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 21). La creación paulatina de estas instituciones también contribuyó en cierto modo a evitar que los hallazgos terminaran en manos de particulares, tratando de acaparar el mayor número de descubrimientos posibles.

Los hallazgos arqueológicos estaban ligados a una “romántica aventura en la que se involucraban viajeros, eruditos, comerciantes y megalómanos” (Aventura del saber, Canal UNED, 2004: minuto 12). Los arqueólogos, cazatesoros o anticuarios de época romántica (imagen que ha llegado hasta nuestros días), a diferencia de los



Figura 2.1. Recuerdos y bellezas de España bajo la Real Protección de SS. MM. la reina y el Rey. Obra destinada a dar a conocer sus monumentos y antigüedades, en láminas dibujadas del natural y litografiadas por F. J. Parcerisa, escrita y documentada por D. P. Piferrer y D F. Pi y Margall. (Cataluña, 1850).

historiadores del momento valoraban los objetos, especialmente la escultura como elemento estético e ideológico (DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 15). Bajo el predominio del concepto de la belleza, los poseedores de estos materiales representaban el poder social e intelectual de la cúspide aristocrática. Lo que quiere decir que el criterio era muy selectivo, situando siempre por encima objetos-reliquia frente a las estructuras arqueológicas. En Europa, como norma general, el valor atribuido a las estructuras arquitectónicas era prácticamente inexistente, prevaleciendo la importancia en los objetos-reliquia que de ellas eran extraídos. Es por esta razón por la que el valor social y los fines culturales para los que fueron edificados los monumentos considerados hoy nuestro patrimonio arqueológico local, pasarían inadvertidos. Se puede afirmar así que la Arqueología y la salvaguarda del patrimonio arqueológico nacieron vinculados a los restos del pasado (dependiendo de su monumentalidad) y no a la cultura popular.

II.1.2. Siglo XIX: el comienzo de una nueva era

Con Carlos IV como monarca se redactó la primera norma legal relativa a la conservación del patrimonio antiguo, la Real Cédula del Consejo de Carlos IV de 1803, por la que se mandaba observar la “instrucción formada por la Real Academia de la Historia sobre el modo de recoger y conservar los monumentos antiguos descubiertos o que se descubrían en el Reyno”. Esta iniciativa tuvo poco efecto debido a la inestabilidad socio-política, ya que con José Bonaparte y el absolutismo de Fernando VII se paralizó toda acción relacionada en este campo (DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 24). A pesar de estos intentos, se conocieron un sinnúmero de modificaciones de formas y tamaños, alteraciones de la imagen y descontextualización del patrimonio que dificultaba proseguir con la profesionalización de la Conservación y Restauración de Bienes Culturales (MACARRÓN, 2013: 81-101).

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando prolongó su acción de tutela durante el siglo XIX, pero pronto se vio impotente para afrontar la precaria situación del patrimonio artístico eclesiástico, ante la exclaustación y

la venta de patrimonio religioso como consecuencia de la Desamortización de Mendizábal, donde también se incluían bienes de procedencia arqueológica. Los decretos de desamortización vinieron acompañados de medidas para articular la transmisión de los objetos artísticos e históricos desamortizados a los museos y bibliotecas provinciales (GONZÁLEZ-VARAS, 2008: 174). Las fundaciones de la Comisión Central de Monumentos y las comisiones provinciales fundadas por la Real Orden de 13 de junio de 1844 sirvieron para la tutela del patrimonio histórico en España. Su acción principal fue la de promover el inventario y catalogación, además de desarrollar una tarea de denuncia frente a abusos y atentados contra el patrimonio histórico-artístico, donde también se hacía referencia al patrimonio arqueológico. A partir de entonces, se fue definiendo un marco administrativo en el que se encuadró la práctica de la restauración monumental. De momento, lejos de ocuparse de la conservación de monumentos arqueológicos, la prioridad se centraba en la restauración de monumentos fundamentalmente medievales y de carácter religioso (GONZÁLEZ-VARAS, 2008: 174).

Este panorama comenzó a cambiar a partir de 1860 cuando en Europa se inició la Arqueología Prehistórica. En España, su momento más importante llegó de la mano de los descubrimientos de las cuevas de la cordillera cantábrica, especialmente con el hallazgo de la cueva de Altamira. Esta forma tan diferente de trabajar dio paso a la Arqueología como ciencia interesada en descubrir los orígenes de la humanidad, donde quedaron integrados los diferentes ámbitos: prehistoria, culturas prerromanas o protohistóricas y mundo clásico. El hallazgo de las primeras manifestaciones de culturas prerromanas en el área mediterránea, a través de enclaves tan relevantes como El Argar (Antas, Almería), el Cerro de los Santos (Montealegre del Castillo, Albacete) o La Alcudia (Elche, Alicante), también contribuyó a cambiar el panorama. El concepto de ciencia se detectó al pasar de los expolios generales a la aplicación de técnicas provenientes de otras disciplinas como la biología, la geología o la paleontología, con el análisis de los estratos de dónde eran extraídos los objetos arqueológicos. Esta profesionalización contribuyó a la

definitiva configuración de una ciencia con método propio. Se pasó de funcionar desde el valor estético a funcionar a través del valor histórico, utilizando los hallazgos como documentos y no sólo como imágenes. El patrimonio arqueológico se controlaba mejor y con las nuevas técnicas de extracción y la evolución de las herramientas, llegaba en mejores condiciones a manos de personas cada vez más especializadas (Aventura del saber, Canal UNED, 2004).

Ya en 1912 se promulgó el reglamento de la primera Ley de Excavaciones Arqueológicas en España de 1911 y junto con el reglamento, se creó la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, que fue el órgano que gestionaba y controlaba la arqueología española. Con esta ley también se evitó en gran medida que los hallazgos llegasen a parar a colecciones privadas de países vecinos, como sucedía hasta entonces. Asimismo, se trató de controlar la dispersión de los materiales y también de limitar las oportunidades a falsificadores, expoliadores y oportunistas que a través de grandes y pequeñas tramas habían manipulado el valor de la Historia (Aventura del saber, Canal UNED, 2004: minuto 3).

Una vez la Arqueología fue instaurada como nueva disciplina científica, la conservación y restauración fue también profesionalizándose y especializándose en técnicas para la salvaguarda de objetos arqueológicos. Sin embargo los yacimientos arqueológicos no corrieron la misma suerte hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando comenzaron a valorarse de forma comedida. Esta situación difiere considerablemente con lo acontecido en los países nórdicos, donde aquellos enclaves arqueológicos que evocaban al pasado heroico, fueron estrechamente vinculados a la población utilizándolos inicialmente con carácter propagandístico. En el caso de Alemania, ya existía

en el siglo XIX una tradición arquitectónica de reconstrucciones⁹ volumétricas con voluntad de ser popular y de ser comprendida por las distintas clases sociales. El primer ejemplo fue el campamento romano de *Saalburg* en *Bad Homburg (Darmstadt, Alemania)* bajo el impulso del *Káiser* Guillermo II (ver Figura 2.27); y en Italia sucedió algo parecido en torno a Pompeya (Nápoles, Italia) (MASRIERA, 2007: 191; SANTACANA MASRIERA, 2012: 102-103). Sin embargo, fue con yacimientos de periodos históricos anteriores al romano y, sobre todo, sobre restos no tan espectaculares, cuando comenzó a mostrarse una clara vocación pedagógica a través de las reconstrucciones, tal y como sucedió desde 1922 con el conjunto palafítico de *Pfahlbauten* en *Unteruhldingen (Baden-Wurtemberg, Alemania)*.

II.1.3. Segunda mitad del siglo XX: la eclosión del turismo en España y su influencia en el patrimonio arqueológico

Esta situación inicial tan dispar en cuanto a objetivos y criterios de intervención entre el norte y el sur de Europa, evolucionó hacia direcciones totalmente opuestas. Mientras en el norte europeo, esas intervenciones reconstructivas con fines políticos y propagandísticos dieron un importante giro y fueron enfocadas hacia un desarrollo social y sostenible, en el sur el concepto de ruina evolucionó tomando otra dirección de espíritu más mercantilista y asociada al turismo de masas. Asimismo, en España, a partir de la década de los años 80 y fundamentalmente en los 90 se generó rápidamente todo un fenómeno de transformación cultural, con gran capacidad de acogida en torno al patrimonio arqueológico inmueble. Naturalmente este proceso también se dio

⁹ Se trata de un término que origina cierta ambigüedad. Diferentes autores como Reynolds (REYNOLDS, 1999) o más recientemente Paardekooper (PAARDECOOPER, 2012), corroboran que el concepto conlleva cierto grado de “apariencia”. No ocurre lo mismo con el término “restitución” que significa sin lugar a dudas *restablecer o poner algo en el estado que antes tenía* (RAE). Hasta el momento la única forma de aproximarse a la reconstrucción de una estructura original, es a través de la Arqueología Experimental formulando una serie de hipótesis de trabajo hasta que, finalmente, después de probar con las diferentes posibilidades, es posible decantarse por una de ellas. Las reconstrucciones *in situ* y la Arqueología Experimental tienen una estrecha relación ya que no se comprende la Arqueología Experimental sin su aplicación a través de la reconstrucción; pero al contrario, una (re)construcción puede tener otros fines que no incluyan la experimentación.

en otros países mediterráneos, pero en el caso de España tuvo más incidencia, ya que la economía española fue de las primeras en hallar en el turismo una fuerte base de financiación y de entrada de divisa (MARTÍN PIÑOL, 2013: 11-20). Hay que destacar la exuberancia del sector de la construcción como factor que ha impulsado el crecimiento de intervenciones arqueológicas, especialmente de las grandes infraestructuras en los últimos años (PARGA-DANS *et al.*, 2012: 154).

Tras esa rápida transformación, donde los esfuerzos por generar atractivos culturales se centraron en grandes proyectos arquitectónicos, el patrimonio arqueológico sufrió un deterioro considerable. Para este periodo contamos con el ejemplo de la generación masiva de centros de interpretación por toda la geografía española sin ninguna legislación vigente que los regule. Este proceso no se gestionó bajo una óptica sostenible, planificando un uso y teniendo en cuenta su futuro mantenimiento, deterioro, etc., llegando a formar parte de la “burbuja inmobiliaria” (MARTÍN PIÑOL, 2013: 49; MARTÍN PIÑOL, 2011: 482; PARGA-DANS *et al.*, 2012: 141). En España se llegó a un punto en el que la mayoría de estos centros se convirtieron en auténticos bienes de consumo evocadores del futuro, en vez de a la propia memoria histórica.

Debido a la falta de un plan de manejo inicial, y basados en diseños atrayentes para las masas, los centros de interpretación han supuesto un alto desembolso y un buen número de ellos se han declarado insostenibles (SULLIVAN, 1997: 16). En efecto, Aragón es una de las comunidades autónomas con mayor índice de fracaso en la gestión de Centros de Interpretación, con un 62% de los mismos “cerrados bajo limitaciones horarias”, teniendo por causa general la falta de afluencia de visitantes (MARTÍN PIÑOL, 2011: 418; MARTÍN PIÑOL, 2013: 93). Lamentablemente, el estado de abandonado de los centros de interpretación influye considerablemente en el patrimonio que albergan, donde no es posible ofrecer unas condiciones de conservación adecuadas que velen por su salvaguarda. Aun así, tras ese impulso experimentado en el patrimonio arqueológico en España, la realidad es que tan sólo un 5% de los yacimientos arqueológicos excavados se han hecho visitables.

Las comunidades autónomas que más yacimientos visitables mantienen abiertos son Cataluña, seguida de Andalucía, Castilla y León y Castilla-La Mancha; comunidades por un lado de gran afluencia turística y, por otro, de mayor superficie (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 15-16).

Desde el año 2008, la disminución del empuje del sector de la construcción ha hecho que la actividad arqueológica se haya visto perjudicada y las empresas, para adaptarse a este nuevo escenario, hayan apostado por la diversificación de sus servicios. La oferta de servicios integrales abarca campañas arqueológicas y conservación y restauración de enclaves arqueológicos, pero también la puesta en valor y difusión de patrimonio arqueológico. En este último punto se incluyen actividades orientadas hacia la educación, divulgación y turismo cultural, procurando desligarse cada vez más del sector inmobiliario (PARGA-DANS *et al.*, 2012: 154).

Por otro lado, dentro de este panorama de cambio, en los últimos años el público ha manifestado en reiteradas ocasiones su interés por obtener una libre accesibilidad a la cultura y disfrutar de su patrimonio arqueológico. Son numerosos los colectivos propatrimonio como: asociaciones de amigos de los museos, asociaciones de amigos de yacimientos arqueológicos o asociaciones en defensa del patrimonio histórico, creadas sin ánimo de lucro para velar por el patrimonio arqueológico (RUIZ ZAPATERO, 2007; LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 17).

En este sentido en España actualmente existe una confluencia de hábitos y formas de intervenir en yacimientos arqueológicos muy dispares, que en determinados casos resulta difícil de clasificar. Las cartas internacionales, recomendaciones y la legislación establecen unos márgenes dentro de los cuales se deben plantear los proyectos de intervención, aunque también es cierto que existen algunos casos en los que se han traspasado esos límites. Por ello, digamos que siguiendo la teoría, quedan establecidas las bases para una investigación arqueológica, puesta en valor y musealización, que garantizan la integridad y salvaguarda del patrimonio arqueológico, así como permitir la

interpretación y disfrute del público en las mejores condiciones posibles. En este sentido, se han diferenciado las siguientes vías de intervención: en primer lugar, la que hemos denominado “presentación tradicional: concepto de ruina”, donde se muestran los restos arqueológicos prácticamente tal cual fueron hallados. En segundo lugar, existe una modalidad intermedia llamada “híbridos” o “reconstrucciones parciales”, la más valorada en la actualidad y que responde a un consenso de criterios. Finalmente, en tercer lugar, a raíz de los resultados tan positivos mostrados en los museos al aire libre del norte de Europa, las “reconstrucciones volumétricas integrales”, que queda subdividida a su vez en: “Reconstrucciones volumétricas *in situ* sobre restos originales”, “Reconstrucciones volumétricas *ex situ*” y “Reconstrucciones volumétricas traslado”.

Como tónica general, se puede observar que en aquéllos yacimientos que han sido intervenidos en el medio rural, su tratamiento no ha resultado ser tan drástico como en los enclaves localizados en los espacios urbanos. En las zonas antropizadas, como ya se adelantaba en el capítulo I, los hallazgos deben coexistir junto con los edificios actuales implicando hasta el momento una adaptación y/o transformación de los mismos. En este sentido, a pesar de que esta investigación está dirigida a la intervención de yacimientos en el medio rural, hemos considerado oportuno incluir también ciertos casos localizados en zonas fuertemente antropizadas, con el fin de ofrecer una panorámica de los tipos de intervención llevados a cabo en patrimonio arqueológico inmueble dentro de la geografía española. Asimismo, para la definición de cada tipología identificada, se ha partido de las investigaciones previas realizadas por V. M. López-Menchero y C. Masriera especialmente, para así profundizar y ofrecer un punto de vista desde el campo de la Conservación y Restauración Arqueológica.

II.2. Presentación tradicional: concepto de ruina

Esta es, sin duda, la modalidad más desarrollada y extendida en países europeos mediterráneos y, posiblemente se trate de la mejor valorada y aceptada hasta la actualidad por un gran número de profesionales. Su esencia hace referencia a una intervención mínima, donde las estructuras arquitectónicas únicamente son consolidadas y se muestran al público prácticamente tal cual fueron halladas en las campañas arqueológicas. Asimismo, los enclaves arqueológicos puestos en valor y musealizados bajo esta tipología, muestran una imagen nostálgica y romántica a través del estado de ruina que evoca un deseo por conocer un pasado heroico (LOWENTHAL, 1998:

31). El estímulo de la imaginación hace que los visitantes traten de iniciar un viaje al pasado y poder visualizar a través los restos arqueológicos, edificios que constituyeron una parte esencial de la vida pública o privada de nuestros antepasados. En el fondo, estos enclaves hoy día cumplen el papel que anteriormente les fue atribuido a los “objetos reliquia”: permiten la veneración del pasado y lo mantienen presente e interpretable (SANTACANA, MASRIERA, 2012: 82). El problema viene dado cuando con el paso del tiempo, el valor y el significado original se van perdiendo. J. Santacana y C. Masriera introducen aquí el concepto de “fossilización” de los yacimientos que sucede cuando los enclaves permanecen atrapados en el tiempo y son observados por el público desde una perspectiva actual (SANTACANA, MASRIERA, 2012: 57-90).

De esta forma, en las intervenciones de tipo ruina se perciben claramente los criterios internacionales de autenticidad y rigurosidad histórica como documento de fuente primaria, oponiéndose de manera clara a la “Restauración en estilo”, tal y como se expresa en las cartas de Atenas de 1931 y en la carta de Venecia de 1964:

“[...] En los casos en los que la restauración aparezca indispensable después de degradaciones o destrucciones, recomienda respetar la obra histórica y artística del pasado, sin menospreciar el estilo de ninguna época [...]”. *Artículo 2º, Carta de Atenas, 1931.*

“Los aportes de todas las épocas evidentes en la edificación de un monumento, deben respetarse, ya que la unidad de estilo no es el fin que se pretende alcanzar en el curso de una restauración [...]”. *Artículo 11º, Carta de Venecia, 1964.*

En España, en la Ley Nacional de Patrimonio Histórico-Artístico Español de 1933¹⁰ se describió un tipo de intervención de estricta conservación, ante un

¹⁰ Ley que se promulgó en el periodo republicano y se mantuvo vigente durante más de medio siglo, durante la dictadura franquista y la transición, hasta que en 1985 vio la luz la Ley de Patrimonio Histórico 16/1985.

contexto de disputa entre la “escuela restauradora” y la “escuela conservadora”, donde se aprecia definitivamente el pensamiento moderno de L. Torres Balbás presente en la redacción de la Carta de Atenas (GONZÁLEZ-VARAS, 2008: 514):

“Se proscribe todo intento de reconstrucción de los monumentos, procurándose por todos los medios de la técnica su conservación y consolidación, limitándose a restaurar lo que fuera absolutamente indispensable y dejando siempre reconocibles las adiciones”. *Artículo 19º, Ley Nacional de Patrimonio Histórico-Artístico Español de 1933.*

En esta línea, en la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, la idea del Artículo 19º de la Ley Nacional de Patrimonio Histórico-Artístico Español de 1933 se desarrolla en el artículo 39º, matizando la aceptación de los procesos de anastilosis haciendo referencia a las técnicas de “conservación y consolidación”, evitando los intentos de reconstrucción “salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad”. Naturalmente, se incluye el criterio de autenticidad y discernibilidad donde “las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas”.

“1. Los poderes públicos procurarán por todos los medios de la técnica la conservación, consolidación y mejora de los Bienes declarados de Interés Cultural, así como de los bienes muebles incluidos en el Inventario General a que alude el artículo 26 de esta Ley. Los Bienes declarados de Interés Cultural no podrán ser sometidos a tratamiento alguno sin autorización expresa de los Organismos competentes para la ejecución de la Ley.

2. En el caso de bienes inmuebles, las actuaciones a que se refiere el párrafo anterior irán encaminadas a su conservación, consolidación y rehabilitación y evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o

mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas.

3. Las restauraciones de los bienes a que se refiere el presente artículo respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes. La eliminación de alguna de ellas sólo se autorizará con carácter excepcional y siempre que los elementos que traten de suprimirse supongan una evidente degradación del bien y su eliminación fuere necesaria para permitir una mejor interpretación histórica del mismo. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas”. *Artículo 39º, Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 29 de junio de 1985).*

Por otro lado, en cuanto a la fase de musealización de los inmuebles arqueológicos, los criterios internacionales que han guiado las intervenciones y la puesta en valor de este tipo de inmuebles arqueológicos, son considerablemente modificados. Esta afirmación queda patente a través de la inserción de elementos actuales y no vinculantes que distorsionan considerablemente esa imagen de ruina romántica. Elementos que, como norma general, son introducidos sobre los restos originales inicialmente con el fin de facilitar, en primer lugar, su adecuada conservación y, en segundo lugar, su interpretación por parte del público. Las acciones conservativas realizadas sobre los restos arqueológicos expuestos a la intemperie no perduran eternamente, por lo que su integridad depende naturalmente de los programas de conservación preventiva o indirecta planificados y de los elementos de protección e infraestructuras de interpretación indirecta. Se cuenta con infraestructuras donde destacan cubiertas, elementos de contención, de dirección y cercados/vallados o cerramientos. De esta forma, el proceso de habilitación de espacios arqueológicos en forma de ruina, se basa en buena parte en proyectos arquitectónicos que incluyen la implantación de edificios y cubiertas de estilos arquitectónicos modernos y postmodernos sobre los hallazgos, generando una evidente descontextualización del paisaje arqueológico (HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, 2012: 251) (ver Figuras 2.2-2.6 Y

2.8). Afirmamos que se trata además, de enclaves en los que la interpretación de los restos por parte del público, depende totalmente de la eficacia de las infraestructuras directas e indirectas instaladas a tal fin. Entre las técnicas de interpretación directa más utilizadas se encuentran los centros de interpretación adjuntos que en su interior recogen la mayor parte de los recursos explicativos (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 48) (ver Figuras 2.10-2.13).

Cabe mencionar también aquellos aspectos referidos a la gestión de este tipo de proyectos que afectan directamente a su planteamiento. En la redacción de sus bases se observa cómo, a menudo, se han intercambiado los fundamentos que conforman estos proyectos y su enfoque. Hemos observado que generalmente en España se ha definido como objetivo principal lo que entendemos por estrategia. Esto es: “preservar”, “conservar”, “valorizar”, “musealizar” etc., han sido hasta ahora los objetivos principales, en lugar de cumplir el papel de estrategia. De este modo, encontramos la respuesta al porqué el patrimonio arqueológico no ha sido utilizado como elemento que contribuye a un empoderamiento social, cumpliendo exclusivamente una función de atractivo turístico. Sin embargo, en los proyectos de cooperación internacional, podemos ver una clara diferencia entre la gestión tradicional y una gestión más democrática donde el enfoque del planteamiento de los objetivos, estrategias y finalidad varían significativamente. En ellos “la puesta en valor de un yacimiento arqueológico” se convierte en la estrategia más valiosa para “contribuir al empoderamiento social de las comunidades”, su objetivo principal. En España, los proyectos han sido comúnmente creados para poder integrar el patrimonio arqueológico como elementos de atractivo turístico, dentro de los servicios ofrecidos por los distintos municipios. No se ha identificado como una necesidad plantear proyectos como herramientas de democratización, accesibilidad cultural, cohesión social y desarrollo en general. Este cambio de estrategia se verá en los proyectos de reconstrucción parcial y, sobre todo, en los de reconstrucción volumétrica, inspirados en los modelos nórdicos constituidos como centros de investigación y de educación no formal.

II.2.1. Los procesos de consolidación

Uno de los objetivos principales de este tipo de intervenciones es la protección de los restos para evitar así su futura degradación. De acuerdo con ello, las acciones directas sobre las estructuras son muy puntuales, permitiendo mejorar su presentación, con el fin de atraer visitantes. Las intervenciones, más que en la restauración, se centran en acciones conservativas como la limpieza, consolidación y adecuación de los sitios arqueológicos y tan sólo en los casos de evidencias muy claras, puede permitirse algún tipo mínimo de reintegración volumétrica. En el hipotético caso de la ejecución de una acción reintegrativa, los esfuerzos se centrarían exclusivamente en las estructuras murarias, siempre bajo causa muy justificada. Aunque en estos casos, se trataría más bien de restituciones específicas o consolidaciones, donde se sabe perfectamente la situación original de los elementos a recolocar, como sucede con los derrumbes puntuales.

Hasta el momento, las intervenciones en patrimonio arqueológico de tipo ruina no han formado parte de proyectos en los que definitivamente se investigue y se intervenga con materiales reversibles, sostenibles y afines a los originales, cuyos fines estén estrechamente relacionados con la apropiación social. Generalmente la ejecución de estos trabajos no los han realizado grupos interdisciplinarios de especialistas de distintas áreas, sino más bien grupos muy específicos o empresas contratadas carentes de personal *in situ* especializado, a pesar de las recomendaciones internacionales. En este sentido, en la Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico de 1990, también conocida como Carta de Lausana, se expresa lo siguiente:

“La protección del patrimonio arqueológico debe basarse en una colaboración efectiva entre especialistas de múltiples y diversas disciplinas”. *Introducción, Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico de 1990.*

En relación con lo expuesto, las acciones de intervención directa más comunes encaminadas a la conservación y puesta en valor de las estructuras arqueológicas son las siguientes:

- Limpieza: las estructuras arqueológicas compuestas por materiales inorgánicos necesitan de tratamientos de limpieza que eliminen desde la suciedad superficial como concreciones terrosas, polvo y vegetación; así como eflorescencias y subeflorescencias salinas, restos de contaminación y de actividad biológica. Se trata de un proceso sumamente importante e irreversible que debe realizarse de forma controlada, gradual y selectiva, examinando adecuadamente cada una de las partes para evitar incurrir en la pérdida de cualquier tipo de información. Existen diferentes sistemas de limpieza que se dividen en limpieza mecánica, físico-mecánica y química:
- Limpieza mecánica: eliminación de suciedad y elementos adheridos superficialmente mediante la ayuda de cepillos, brochas, bisturíes, escalpelos y espátulas fundamentalmente¹¹.
- Limpieza físico-mecánica: eliminación de incrustaciones mediante disolventes y de un tratamiento mecánico de apoyo. El empleo de disolventes como agua desionizada, acetona o alcohol etílico (ya sea individualmente o en combinación) es una de las prácticas más comunes. Su aplicación en empacos, así como lavados en agua y tensoactivos o mediante soluciones desinfectantes (si el estado de conservación de la estructura lo permite) también es habitual (PASÍES, 2004: 74; GARCÍA FORTES, 2008: 162).
- Limpieza química: Si los medios físico-mecánicos no logran disolver las concreciones, como última opción se hace uso de la limpieza química, siempre que la situación lo permita. Se realiza mediante

¹¹ Proceso a menudo realizado por arqueólogos con el fin de extraer cualquier tipo de información relevante.

reacciones y transformación de los compuestos insolubles en solubles o volátiles, donde el tratamiento de empacos actúa como medio soportante (pastas de papel, sepiolita, atapulgita, sílice micronizado, geles, etc.). Los productos más comunes en este campo son los carbonatos o bicarbonatos de amonio y sodio, la sal bisódica EDTA y combinaciones de ambos (papeta AB-57), siempre desde las concentraciones más bajas y de ahí en aumento y con su final neutralización (PASÍES, 2004: 75-76; GARCÍA FORTES, 2008: 162).

- Consolidación de estructuras murarias: dentro de los tratamientos para reestablecer la cohesión de estructuras deterioradas, tan sólo en casos evidentes se ha realizado la restitución de elementos pétreos reubicándolos en su lugar de origen y en pocos casos su recrecido hasta la cota conservada. En el caso de los recrecidos hasta la cota conservada con materiales originales y en seco, es común pero no sistemática la colocación de elementos separadores para cumplir con el criterio de discernibilidad. El uso de elementos discernibles que faciliten la identificación entre originales y “añadidos”¹² no es propio de esta modalidad, sino de los “Híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales” principalmente (apartado II.3).
- Relleno de espacios perimetrales a partir de diferentes tipos y colores de áridos: esta acción favorece la protección y conservación de las estructuras evitando así su contacto directo con agentes atmosféricos y antrópicos. Es un recurso muy valorado ya que permite mitigar a medio plazo el crecimiento y propagación de agentes biológicos, además de evitar el estancamiento de aguas en forma de lluvia y daños mecánicos. La metodología habitual de colocación es a partir

¹² El uso del término “añadido” es propio de las reconstrucciones, en cambio si se quiere hacer referencia a los yacimientos en forma de ruina no es exacto. En este caso, los materiales recolocados o restituidos en su lugar de procedencia, son materiales originales que en su día sufrieron derrumbes que nada tienen que ver con los utilizados en las reconstrucciones, donde su localización original de forma exacta se desconoce.

de la superposición de sucesivas capas de grava de distinta granulometría sobre un material que hace de barrera artificial, como puede ser una tela sintética y transpirable (geotextil)¹³. Esta actuación también puede ser clasificada como una técnica de interpretación indirecta, ya que desde una observación en alto, la comprensión de los diferentes espacios arqueológicos puede facilitarse si se utilizan gravas de distintas tonalidades (Puede localizarse también en el apartado de infraestructuras de interpretación indirecta como “marcadores de estructuras”).

- Acondicionamiento y saneamiento del terreno.
- Drenaje de aguas pluviales: consiste en la implantación de tuberías de PVC bajo los restos arqueológicos y las capas de gravas, para el vertido de aguas fuera del perímetro con el fin de evitar deterioros físicos y químicos en las estructuras arqueológicas.

II.2.2. Estructuras de protección

Debido al tipo de intervención consolidativa que los yacimientos arqueológicos de esta tipología reciben, las estructuras de protección toman una importancia vital para velar por su integridad. Se distinguen tres tipos: las cubiertas, que protegen los restos arqueológicos de factores atmosféricos; los elementos de dirección, de los factores antrópicos; y los cercados, vallados y/o cerramientos, de factores biológicos y antrópicos fundamentalmente, así como de los factores atmosféricos.

Colocación de cubiertas

La mayor transformación que sufren los enclaves sometidos a esta modalidad, tiene que ver a nuestro parecer, con la colocación de cubiertas a

¹³ En esta acción ha de tenerse en cuenta otro factor como es el peso que puede llegar a soportar un pavimento original. Las distintas capas de grava interpuestas sobre estructuras de gran amplitud pueden suponer un deterioro a largo plazo llegando a significar su aplastamiento dado que, al tratarse de una acción de cubrición y carácter definitivo, puede producirse de forma inapreciable.

modo de protección ante los factores atmosféricos. Esto es debido a que las cubiertas no han seguido generalmente las líneas de los inmuebles y no han sido construidas con materiales respetuosos, ni afines a los hallazgos arqueológicos. Su naturaleza depende, por un lado, del estado de conservación, tipo de material y disposición de las estructuras y, por otro, del medio en el que se encuentran expuestos los enclaves, teniendo que valorar factores medioambientales, biológicos y antrópicos. Las cubiertas se han utilizado tanto para proteger hallazgos puntuales de un enclave arqueológico, como para abarcar todo un complejo (ver Figuras 2.2-2.8). También influye considerablemente el tipo de proyecto en el que los yacimientos se ven involucrados y de la subvención destinada para su puesta en valor y/o musealización, así como para el disfrute del mismo.

En este sentido dentro de nuestra geografía pueden localizarse diferentes tipos de cubiertas:

1. Cubiertas no vinculantes inicialmente provisionales: un buen número de ellas fueron colocadas de forma provisional con la idea de proteger los restos arqueológicos. En estos casos, las cubiertas con el tiempo se volvieron definitivas y su deterioro frente a agentes atmosféricos terminó por favorecer la degradación de los enclaves. La colocación de paneles o planchas de fibrocemento (comúnmente conocido como “uralita”) y elementos arquitectónicos oxidantes ha sido común en la década de los ‘90. Aún existen ejemplos en los que perduran este tipo de cubiertas, como es el caso de la *Villa dels Munts* (Altafulla, Tarragona) o la *domus* romana de Coca (Segovia), la antigua Cauca. No obstante, en la actualidad el uso de ese tipo de materiales está en proceso de sustitución por otros más respetuosos y afines.



Figura 2.2. Cubierta de la *Villa dels Munts* (Altafulla, Tarragona), incluida en el Plan Nacional de Parques Arqueológicos.



Figura 2.3. Cubierta y estado de abandono y visible degradación de la domus romana de Los Cinco Caños (Coca, Segovia). Fuente: <http://www.terranostrum.es>

2. Cubiertas no vinculantes derivadas de proyectos arquitectónicos de gran envergadura: generalmente se trata de proyectos de alto coste que buscan ser productos atractivos para el turismo cultural. En

ellos, se han desarrollado infraestructuras museísticas causando una evidente descontextualización de los restos. El público que acude a estos centros difícilmente puede transportarse a la antigüedad. En el medio rural destacan las cubiertas metálicas, como en la Villa romana de Carranque (Toledo), o cubriciones generales donde se han realizado verdaderos edificios al musealizar los restos, como ocurrió en el proyecto de la Villa de Las Musas (Arellano, Navarra) (ver Figura 2.5).



Figura 2.4. Cubierta metálica del año 2010 que cubre la Casa de Materno, origen de la Villa romana de Carranque (Toledo).



Figura 2.5. Cubierta del año 2008 de hormigón armado y elementos metálicos que protege las estancias más representativas de la villa romana de La Musas (Arellano, Navarra).



Figura 2.6. Distorsión del paisaje arqueológico en torno a la villa romana La Dehesa (Cuevas de Soria, Soria) desde el año 2012. Fuente: <https://www.villaromanaladehesa.es/>

3. Casos excepcionales: existen casos que, a pesar de mantener los hallazgos en forma de ruina, se han inclinado por la colocación de cubiertas afines y sostenibles. En las termas romanas de San Juan de Maliaño (Cantabria), los restos permanecen intactos prácticamente tal cual fueron localizados, pero su cubierta fue

levantada a raíz del estudio llevado a cabo por la Dra. M.L. Ramos mediante la arqueología experimental y a través de procesos de manufactura originales (ver Figura 2.7). En 1995 al iniciarse los trabajos de excavación, quedaron al descubierto más de un millar de fragmentos de tejas correspondientes a la cubierta de las termas, lo que permitió las investigaciones de su conjunto para poder llevar a cabo un análisis experimental de su manufactura. Los resultados ofrecieron datos como la estimación del número de tejas necesarias, la cantidad de arcilla en crudo requerida para su realización o el peso total que debía aguantar la cubierta, así como las jornadas de trabajo requeridas para la preparación del tejado y la condición de los trabajadores (RAMOS SAINZ, 2007: 309). De esta forma, a pesar de mostrar los hallazgos en forma de ruina se ofrecen referencias que mejoran su contextualización e interpretación.



Figura 2.7. Termas romanas de Camargo (Cantabria). Cubierta afín del año 2004 fabricada a través de técnicas propias de la arqueología experimental.

Por lo general, este tipo de cubiertas no vinculantes (salvo excepciones), hacen que nos paremos a pensar, en primer lugar, en que la protección original de los emplazamientos ha desaparecido en algún momento; y, en segundo lugar, en la descontextualización y distorsión tanto del enclave como del paisaje arqueológico que se genera, impidiendo una correcta asimilación por el público. Por otro lado, con la presencia de estos añadidos, en su mayoría no vinculantes, la pervivencia de la voluntad purista y recreadora y el miedo inicial a cometer los más mínimos errores puede afirmarse que se ha suavizado. También se ha podido constatar que la instalación de cubiertas abiertas no garantiza la estabilidad de los restos arqueológicos, que siguen expuestos a agentes atmosféricos y biológicos causantes de alteraciones tanto físicas como químicas. En menor medida, la colocación de cubiertas cerradas tampoco garantiza la estabilidad de los restos arqueológicos eternamente si no están sujetos a revisiones periódicas. Asimismo, son numerosos los yacimientos que cuentan con goteras; un ejemplo lo tenemos en la noticia publicada en el Heraldo de Aragón del 3 de mayo de 2015, en la que se denuncian *“las 127 goteras que ponen en riesgo las ruinas romanas de Villa Fortunatus, en Fraga (siglo II), y cuya cubierta no está previsto que se reemplace a corto plazo”* (<http://www.heraldo.es/3/05/2015>).

Elementos de dirección

Nos referimos a la colocación de estructuras que son utilizadas para facilitar el acceso y tránsito del público, para poder dirigirlo a través de los conjuntos arqueológicos. Se incluyen elaborados puentes y barandillas que sirven como elementos de dirección, pero también como medios de contención y protección para evitar el acceso de los visitantes a determinadas áreas (ver Figura 2.8).



Figura 2.8. Elementos de dirección y contención de la *Villa Fortunatus* en (Fraga, Huesca). Fuente: <http://www.patrimonioculturaldearagon.es>

Cercados, vallados y/o cerramientos

Otra de las actuaciones que suelen realizarse *in situ*, son los cercados, vallados o cerramientos de los enclaves arqueológicos. Cumplen una función de protección física y medida conservativa, sobre todo con el fin de mitigar actos vandálicos, impedir allanamientos fuera del horario establecido, así como la intromisión de animales y de agentes faunísticos en general. En este caso, destacan también aquellos que no son vinculantes y originan un notorio contraste respecto al medio en el que se localizan los restos arqueológicos (ver Figura 2.9).



Figura 2.9. Cerramiento metálico en la Villa Romana del Salar (Granada). Fuente: Davila Fortress.

II.2.3. Infraestructuras para la interpretación

Dentro de esta modalidad, las infraestructuras para la interpretación adquieren una importancia de primer orden, ya que sin ellas difícilmente pueden interpretarse el conjunto de las estructuras que componen los enclaves arqueológicos.

Infraestructuras Indirectas

Las infraestructuras indirectas incluyen todas aquellas técnicas de presentación del patrimonio que facilitan la comprensión de los restos arqueológicos como unidades materiales. Es decir, aquellos medios museográficos que aumentan la legibilidad y facilitan la interpretación de las estructuras arquitectónicas, pero que por sí solas no revelan el verdadero significado que estas esconden (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 62). Tienen una conexión directa con la conservación del patrimonio ya que, a menudo, son

utilizadas como medios de contención y dirección del público para evitar así su deterioro.

Dentro de la tipología de intervención de presentación tradicional y el concepto de ruina arqueológica, se pueden distinguir como elementos que facilitan la interpretación del patrimonio arqueológico: los puntos de observación, el diseño de itinerarios y recorridos, y la señalización.

1. Puntos de observación: se trata de infraestructuras colocadas en las proximidades de enclaves, con el fin de ofrecer al visitante una dimensión global de los yacimientos arqueológicos y del paisaje. La colocación de miradores en alto puede facilitar la comprensión de los enclaves, especialmente de aquellos que cuentan con una sucesión de estructuras difícilmente interpretables desde una posición cercana. También sirven de elementos conservativos, ya que se puede evitar la creación de grandes itinerarios a través de todos y cada uno de los habitáculos y, por consiguiente, reducir el tránsito de visitas masivas circulando sobre los restos. El inconveniente viene dado por la naturaleza y diseño escogido para el punto de observación, donde la instalación de verdaderas torres fabricadas con materiales actuales, son colocadas cerca de los hallazgos arqueológicos con la consiguiente desvirtualización que ello implica. Un claro ejemplo es el mirador colocado en el *Conjunt Arqueològic del Montgròs* (El Brull, Barcelona) en 1999, a base de mecanotubo galvanizado (LÓPEZ MULLOR, 2002: 61-62) (ver Figura 2.10).

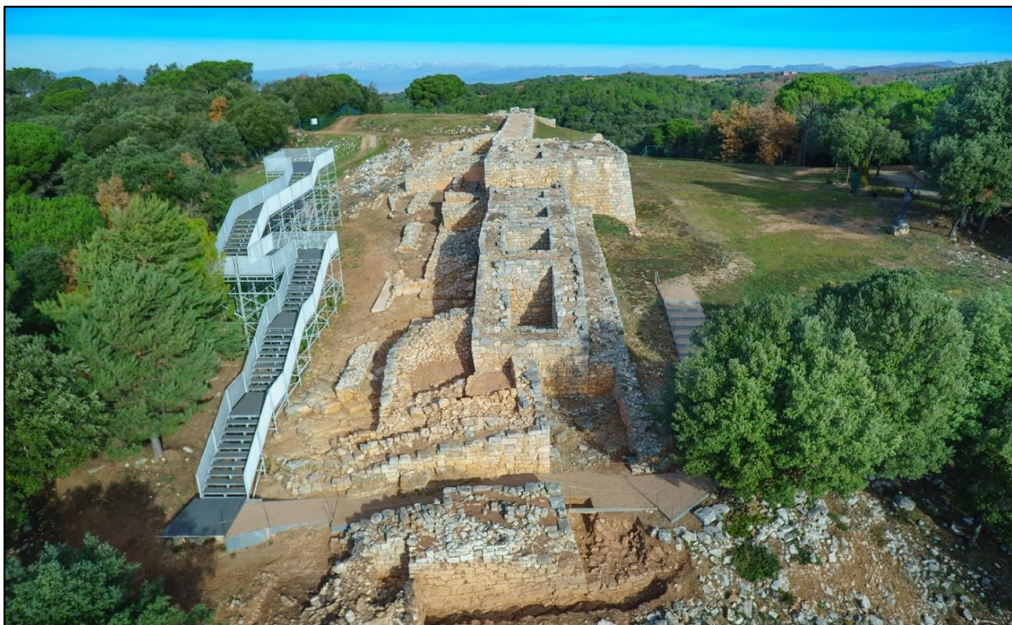


Figura 2.10. Punto de observación en el *Conjunt Arqueològic del Montgròs* (El Brull, Barcelona). Fuente: *Servei de Patrimoni Arquitectònic Local (SPAL), Diputació de Barcelona*.

2. Diseño de itinerarios: los sitios arqueológicos quedan definidos por una propuesta museográfica, en la que se determina el uso de recursos para la presentación de los restos arqueológicos al público. El diseño de itinerarios depende del mensaje que quiera transmitirse a los usuarios, marcando un determinado orden para poder avanzar cerca de los hallazgos. En estos casos, si los cerramientos son provisionales o no son completos se deben tener en cuenta las adversidades climáticas, así como la superposición de estructuras arquitectónicas donde los visitantes puedan tener dificultades para visualizar los espacios. En cualquier caso, los itinerarios son cerrados, aunque también es posible encontrar en un mismo yacimiento diferentes itinerarios dependiendo de si se trata de un periodo estival o invernal. También existen diversos tipos de visitas según las exigencias del público. Con el fin de evitar la llamada “fatiga museal”, es de vital importancia contar con un discurso ameno

y espacios para el descanso tanto mental como físico, que en ocasiones es difícil incluir durante los recorridos (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 63). El diseño de itinerarios tiene relación con los elementos de contención como rampas, pasarelas, etc., definidos en el punto anterior como elementos para la conservación de los restos arqueológicos.

3. Marcadores de estructuras: los marcadores de estructuras cumplen la función de advertir al visitante de la presencia y localización de vestigios que hasta el momento seguramente no habían sido advertidos. Surgen con la idea de ayudar a comprender el espacio en general y la función de los restos en concreto, además de fomentar una visita más completa para el público. Nos referimos a la distinción de espacios a partir de áridos de diferente tonalidad que facilitan la interpretación de los hallazgos de forma visual. Por ejemplo, la presencia de un estanque puede distinguirse a partir de gravas de tonalidades azules, o si se trata de una estancia habitacional las tonalidades tal vez podrían ser ocre e incluso imitar la presencia de mosaicos. Naturalmente, como ya se adelantaba en el apartado de “Los procesos de consolidación”, se trata de un medio que garantiza la estabilidad de los restos arqueológicos a medio plazo, evitando el crecimiento de la vegetación y el estancamiento de aguas. También existen otras técnicas menos experimentadas en España como son las “marcas de suelo”, que sirven como indicadores de la localización exacta de vestigios, así como de su trazado y dirección en el caso de no encontrarse *in situ*. Finalmente, la “implantación de luces de colores” es otra posibilidad útil en el caso de yacimientos musealizados que cuenten con instalaciones cerradas al exterior; cada una de las luces proyecta una tonalidad diferente ofreciendo una información para cada espacio o elemento concreto (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 66-68; LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 99).

4. Elementos contextualizantes: dentro de los elementos contextualizantes se pueden encontrar réplicas de materiales procedentes de los mismos enclaves arqueológicos, aunque en estos casos no suelen estar señalizados como tales pudiendo ocasionar confusión en los visitantes. También es común el uso de escenografías que recrean diferentes imágenes cotidianas de la antigüedad, o trampantojos como paneles bidimensionales situados en determinados ángulos para ser utilizados también como fondos que faciliten la comprensión de las estructuras arqueológicas (ver Figura 2.12).



Figura 2.11. Elementos contextualizantes originales en el yacimiento arqueológico de las Musas de Arellano (Navarra).

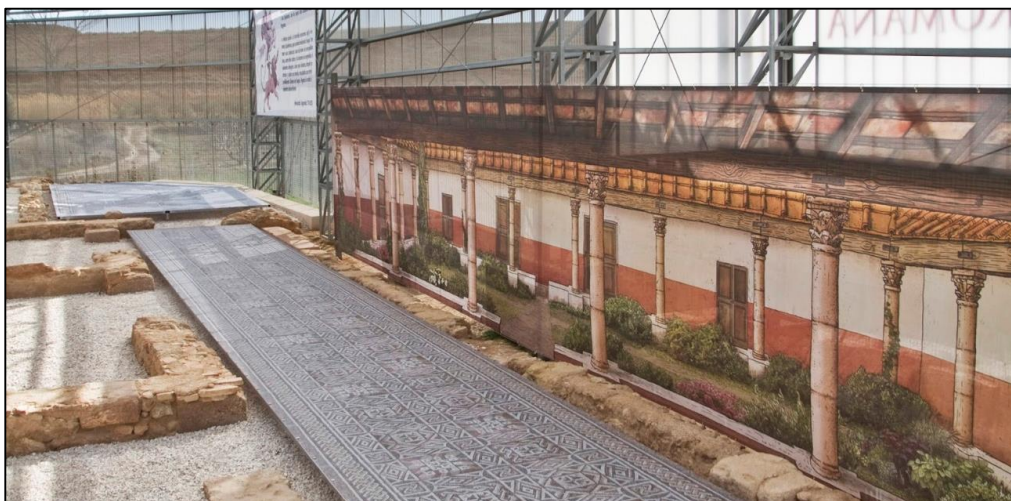


Figura 2.12. Paneles bidimensionales para la contextualización de los restos arqueológicos en la Villa Romana de la Loma de Regadío (Urrea de Gaén, Teruel). Fuente: <http://www.patrimonioculturaldearagon.es>

Infraestructuras directas

Se trata de aquellas técnicas que revelan el sentido y significado de las estructuras arqueológicas, tratando de fomentar su conservación preventiva y, naturalmente, el interés por parte del público. Este tipo de infraestructuras hacen de intermediarias entre los hallazgos y los visitantes revelando su función *in situ* para así poder facilitar la comprensión del mensaje elaborado.

1. Museos de sitio/centros de interpretación/centros de recepción de visitantes: esta técnica ha resultado ser hasta el momento en España la más importante en cuanto a tamaño, coste y repercusión (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 89). Son definidos como híbridos entre el concepto de museo convencional y los equipamientos culturales, basados en el concepto estadounidense de *visitor's center*, concepto que arranca a partir de las definiciones de *F. Tilden* (MARTÍN PIÑOL, 2013: 11; TILDEN, 1977). Estrechamente relacionados con el *boom* de la construcción, se han extendido por toda la geografía española constituyendo uno de los elementos clave dentro de las

ofertas turísticas. El inconveniente de este fenómeno cultural es que no existe una legislación específica que los regule¹⁴, hecho que se puede apreciar en la amplia nomenclatura registrada para referirse a ellos (centro de información, centro de recepción de visitantes, centro temático, museo de sitio e incluso aula didáctica). En el caso que nos ocupa, éstos acostumbran a ser espacios normalmente construidos *in situ* en las inmediaciones de los yacimientos. Aun así, también existe un porcentaje de ellos ubicados en los núcleos municipales o localidades adyacentes, de los cuales el visitante tiene que partir hacia el enclave arqueológico. En la ejecución de estos edificios encontramos una tendencia similar a la de las cubiertas no vinculantes. Los edificios son diseñados a partir de materiales actuales con la distorsión visual y alteración del paisaje arqueológico que ello conlleva (ver figura 2.13). La mayoría fueron fundados con el fin de ser centros de utilidad complementaria junto con la visita a los restos arqueológicos, pudiendo contemplar en su interior objetos y materiales originales procedentes de los propios enclaves. Esta intención inicialmente estimulante se ha convertido en disuasoria, donde las estructuras arqueológicas no son valoradas adecuadamente debido a los largos recorridos internos que los visitantes realizan, produciéndose la “fatiga museal” (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 90). De esta forma, se detecta cómo los objetos muebles continúan cumpliendo una función de objetos-reliquia frente a las estructuras arqueológicas *in situ*.

¹⁴ C. Martín Piñol en su investigación reunió más de trece temáticas diferentes que abarcan los centros de interpretación en España. Según su número, ocupan el siguiente orden: Naturaleza (28,11%), Historia (26,04%), Arqueología (8,88%), Gastronomía/alimentación (5,33%), Arte (5,03%), Minería (3,25%), Artesanía, Personajes (2,96%), Tradiciones/costumbres (2,66%), Ecología/Medio ambiente (2,66%), Etnografía/etnología (2,66%), Agua (2,66%), Artesanía (2,07%) y Arquitectura (1,48%) (MARTÍN PIÑOL, 2013: 74; MARTÍN PIÑOL, 2011: 80). De todos ellos entonces un 50% se mantenían abiertos; un 27,8% abiertos, pero con horario limitado (significando su posible cierre durante unas determinadas horas al día o hasta largas temporadas al año); 7,1% cerrados pero con posibilidad de ser abiertos concertando cita previa; y un 13,3% se mantenían cerrados definitivamente al público (MARTÍN PIÑOL, 2011: 413).



Figura 2.13. Centro de visitantes del Conjunto Arqueológico de Cáparra (Cáceres). Fuente: <http://www.turismoextremadura.com>.

2. Elementos informativos: en el caso de yacimientos arqueológicos presentados bajo la tipología de ruina, tanto la cartelería, como folletos, trípticos, maquetas y material didáctico cobran gran importancia ya que de ellos depende la satisfacción de los visitantes y su comprensión. Existe material didáctico de lo más variado, pero en la mayoría de los casos su problemática viene dada debido a su función estática (en el caso de la cartelería y de las maquetas en el exterior), al no adaptarse a los distintos tipos de público y poder ser objeto de vandalismo, junto con las propias posibilidades eminentes de ocasionar impactos visuales no deseados en el entorno (CARDONA, ROJO, 2012: 63). En este sentido, se cuenta con un número elevado de yacimientos expuestos al aire libre en los que los elementos estáticos no han recibido un mantenimiento adecuado y/o los materiales escogidos para su ejecución no han resultado ser los más indicados para las condiciones climáticas y factores biológicos del lugar. En el caso

de los folletos y trípticos, en los últimos años hemos asistido a una oferta generalizada, donde los datos expuestos resultan ser evidentemente muy parecidos entre enclaves de un mismo periodo histórico. Por otro lado, cada vez este tipo de información se ha ido reduciendo más hasta encontrar casos en los que ni siquiera se ofrece. Esta situación es especialmente alarmante en aquellos enclaves que no cuentan con guías que faciliten la información necesaria que permita interpretar cada una de las estructuras arqueológicas, resultando realmente imposible su interpretación.

3. Guías, audioguías y audiovisuales: los **guías** profesionales suponen el recurso didáctico más flexible y económico, ya que pueden adaptar el mensaje a los distintos tipos de público sin que ello suponga un incremento adicional, a diferencia de lo que ocurre con el resto de recursos (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 54). Resultan de gran importancia para facilitar la interpretación de los enclaves arqueológicos de tipo ruina. Ningún elemento interactivo puede sustituir la labor de un buen guía y en ellos recae en gran parte la responsabilidad de que los visitantes salgan satisfechos o no. Por el contrario, existe la tendencia por parte del público a concebir las visitas como exposiciones de larga duración y demasiado técnicas, lo que convierte en requisito indispensable la adaptación de los contenidos al tipo de público.

En el caso de las **audioguías**, los visitantes son dotados de elementos que transmiten el mensaje indicándoles a qué punto deben ir y facilitándoles la descripción de los hallazgos. En este caso, se cuenta con un único mensaje para todos los tipos de público que es ofrecido de manera individual a través de sistemas electrónicos portátiles. Los aspectos positivos de este sistema vienen relacionados con la posibilidad de transmitir los contenidos

en distintos idiomas y que los visitantes pueden seleccionar la información que más les interese, pudiendo también reproducirlos tantas veces consideren necesario.

Los **audiovisuales** constituyen el elemento comunicativo mejor aceptado por el público, especialmente si se visualizan en espacios acomodados a tal fin. Aun tratándose de visualizaciones de duración reducida, el sonido hace que resulten un ejercicio de ambientación e introducción de los visitantes, especialmente cuando existe una implicación emocional o empática con los personajes, aumentando así la predisposición al aprendizaje (LÓPEZ MENCHERO, 2012: 53).

4. **Eventos:** dentro de la modalidad de forma de ruina, las actividades sociales organizadas en los propios enclaves arqueológicos aún son limitadas, pero se aprecia un incremento de diferentes tipos de eventos o actividades en vivo *ex situ* en municipios que tienen un origen ibero-romano. Cada vez son más frecuentes los mercados romanos que se celebran a lo largo de la geografía española. Generalmente la gran mayoría de estos eventos se celebran dentro de los núcleos municipales y ello no facilita la interpretación de los enclaves arqueológicos. En cambio, estas actividades participativas generan el establecimiento de vínculos con nuestros antepasados, que además de suponer una estrategia de desarrollo cultural y económico para los municipios rurales, pueden atribuir valor a los enclaves arqueológicos cercanos y fomentar su visita.

En definitiva, en los enclaves presentados bajo la lupa del concepto de ruina y velando por los intereses científicos, como norma general no se aprecia una dimensión social que facilite al público una educación patrimonial. Dentro de esta tipología, la transmisión y el entendimiento de los conjuntos arqueológicos se comunica a través de elementos auxiliares

didácticos, como los elementos informativos y contextualizantes, pero ello no conlleva un aprendizaje (SANTACANA, 2013: 15). Estudios realizados en la Universidad de Barcelona, nos revelan una realidad donde no sólo no se produce un aprendizaje en buena parte del público que asiste a visitas de yacimientos “fossilizados”, sino que, además, los conocimientos previos de los que partían se vuelven dudosos (MASRIERA, 2007: 437-449). Puede afirmarse que esta forma de presentar los restos arqueológicos, más que para fomentar una función educadora, tratan de cumplir con el objetivo de servir como recuerdo de la memoria colectiva (HERNÁNDEZ, 2010: 277).

II.3. Híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales

Si la anterior modalidad descrita era la más extendida desde los inicios en la presentación de yacimientos arqueológicos al público, sin duda los híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales *in situ* vienen a ser, en estos momentos, la salida más socorrida y mejor aceptada. Se trata de una posición intermedia y consensuada, donde los restos arqueológicos resultan más comprensibles que en la opción anterior a través de su contextualización parcial. Estas reconstrucciones, en primer lugar, mejoran las condiciones de preservación de los restos, quedando estos protegidos y sin alterar su “autenticidad”; y, en segundo lugar, sirven para que el visitante obtenga un

mínimo de referencias visuales que le ayuden a comprender e interpretar los hallazgos. Aun así, las referencias no suelen ser suficientes para una correcta interpretación de los hallazgos en “semi-ruina”, siendo en este caso también necesario contar con el refuerzo que los medios habituales (infraestructuras para la interpretación directa e indirecta) proporcionan.

En cuanto a su denominación, las reconstrucciones parciales a menudo han sido incluidas dentro de intervenciones comúnmente denominadas por un lado “de consolidación” y por otro “de anastilosis”. En realidad, existe una diferencia significativa entre ambas donde la consolidación, a nuestro entender, hace referencia al primer caso analizado que hemos denominado: “presentación tradicional *in situ*: concepto de ruina”; en cambio el término “anastilosis”, que implica la recolocación de los restos derruidos en su lugar originario, se acerca más a esta segunda tipología. En este sentido, las reconstrucciones parciales, además de servir de protección para los hallazgos arqueológicos, influyen considerablemente en su interpretación aumentando la legibilidad de las estructuras (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 104).

Esta modalidad ha sido reconocida y aceptada en las cartas internacionales de Atenas en 1931, donde se recoge el concepto de Anastilosis definido por *Nikolaos M. Mpalanos* -quien dirigió la restauración de la Acrópolis de Atenas entre los años 1895 y 1940-; en la Carta del Restauo de 1932; y, años más tarde, en la Carta de Venecia de 1964 donde se establecieron los principios vinculantes para la conservación y restauración de monumentos (SCHMIDT, 1997: 41-46). Este concepto se mantuvo incluso en la Carta del Restauo de 1972 y, sin embargo, en las posteriores cartas como en la Carta de Burra de 1979, 1982 y 1988, en la Carta de Lausana de 1990 o en la Carta de Cracovia del año 2000, el concepto va desapareciendo paulatinamente a pesar de que su uso ha continuado siendo común. En cualquier caso, en la opinión de autores como J. Santacana, C. Masriera o V. M. López-Menchero, el término de “anastilosis” evoca en el continente europeo a la autenticidad y recalcan que por ello ha sido utilizado como eufemismo de la palabra “reconstrucción” en multitud de situaciones. De estas afirmaciones se interpreta que el término “reconstrucción”

hace referencia a todo lo contrario: la falsificación. Como ya se adelantaba en el capítulo introductorio, el criterio de autenticidad gestado en aquellas culturas que han heredado el patrimonio construido por materiales no perecederos, es bien diferente al de culturas que se identifican con el patrimonio construido y reconstruido a base de materiales perecederos. Por este motivo, la falsificación, haciendo referencia a la reconstrucción propiamente dicha, adquiere significados totalmente diferentes dependiendo del lugar en el que nos encontremos. En todo caso, la “reconstrucción parcial” nació en Europa haciendo referencia a la anastilosis en su parte más estricta.

Ante un panorama internacional, más allá de Europa, en los últimos años el concepto de Anastilosis ha evolucionado y experimentado ciertas matizaciones en los criterios de intervención, convirtiéndose en una tipología intermedia entre la ruina/consolidación y la reconstrucción volumétrica integral¹⁵. De ahí su denominación como “híbrido” o “reconstrucción volumétrica parcial” en la presente investigación. Se comenzó así con el criterio de **mínima intervención** o “intervención mínima necesaria para garantizar la estabilización y salvaguarda de los restos arqueológicos”, pudiéndose observar su matización en la Carta de Venecia:

“Todo trabajo de reconstrucción deberá excluirse a priori; solamente la “anastilosis”, es decir, la recomposición de las partes existentes pero desmembradas, puede tenerse en cuenta. Los elementos de integración serán reconocibles y representarán el mínimo necesario para asegurar las condiciones de conservación de un monumento y restablecer la continuidad de sus formas”. *Artículo 15º, Carta de Venecia, 1964.*

En segundo lugar, ocupa gran importancia el criterio de **discernibilidad**, por el que la diferenciación entre materiales añadidos y originales debe ser fácilmente interpretada tanto por profesionales como por el gran público con el

¹⁵ En todo caso, la aceptación del término “reconstrucción” y su aplicación en materia patrimonial sigue siendo un debate abierto en la actualidad. Este concepto de detalla de forma más precisa en el apartado II.4. Reconstrucciones volumétricas integrales.

fin de evitar falsos históricos. Así quedaba referenciado ya en la Carta de Venecia de 1964 y naturalmente en la Carta del Restauero de 1972:

“Los elementos destinados a reemplazar las partes faltantes deben integrarse armónicamente en el conjunto, distinguiéndose a su vez de las partes originales a fin de que la restauración no falsifique el documento de arte de historia”. *Artículo 12º, Carta de Venecia, 1964.*

“Añadidos de partes en función estática o reintegraciones de pequeñas partes históricamente verificadas, llevadas a cabo según los casos o determinando de forma clara la periferia de las integraciones o bien adoptando material diferenciado, aunque acorde, claramente distinguible a simple vista, en particular en los puntos de encuentro con las partes antiguas, que además deben ser marcadas y fechadas donde sea posible”. *Artículo 7.1., Carta del Restauero, 1972.*

“Para la restauración de paños de muro de *opus incertum, quasi reticulatum, reticulatum y vittatum* se utiliza el mismo tipo de material y los mismos tipos de formato, se deberán mantener las partes restauradas en un plano ligeramente más rebajado, mientras que para los paños de muro de ladrillo será oportuno puntear o rayar la superficie de los ladrillos modernos”. *Anexo B. Carta del Restauero, 1972.*

“[...] Como alternativa al retranqueo de la superficie en las reintegraciones de restauración moderna, puede ser útil practicar un surco de contorno que delimite la parte restaurada o insertar una delgada lámina de materiales diferentes. También se puede aconsejar en muchos casos un tratamiento diferenciado de la superficie de los nuevos materiales mediante un oportuno picado⁵ de las superficies modernas. Por último, será conveniente colocar en cada zona restaurada, placas con la fecha o insertar siglas o marcas especiales”. *Anexo B. Carta del Restauero, 1972.*

En consecuencia, también fue necesario revisar el criterio de **reversibilidad** y respeto hacia las partes originales, ya que los añadidos en

muchos casos no eran realizados a base de materiales afines. La ambigüedad de este criterio en el resto de bienes culturales es apreciable (MUÑOZ VIÑAS, 2003: 107-115), mientras que en el campo del patrimonio arqueológico mueble, esta cuestión podría resolverse mediante el uso de materiales y técnicas originales fácilmente reversibles. El concepto no se recoge de forma explícita hasta las Carta del Restauro de 1972, Carta de Burra de 1979, posteriores revisiones de 1982 y 1988 donde se define el “uso compatible”, y Carta de Cracovia del año 2000 donde aparece claramente el concepto de “reversibilidad”.

“Toda intervención sobre la obra, o junto a ella [...], debe realizarse de tal forma y con tales técnicas y materiales que puedan dar la seguridad de que en el futuro sean posibles nuevas intervenciones de salvaguardia o restauración {...}”. *Artículo 8º, Carta del Restauro, 1972.*

“Uso Compatible significa un uso que envuelva a) ningún cambio al tejido histórico de valor cultural, b) cambios que sean esencialmente reversibles, o c) cambios que tengan un impacto mínimo”. *Punto 10.1. Carta de Burra, 1988.*

“[...] Cuando la aplicación “in situ” de nuevas tecnologías puede ser relevante para el mantenimiento de la fábrica original, estas deben ser continuamente controladas teniendo en cuenta los resultados obtenidos, su comportamiento posterior y la posibilidad de una eventual reversibilidad”. *Artículo 10º, Carta de Cracovia, 2000.*

En este sentido, para llevar a cabo una correcta intervención teniendo en cuenta tanto características de los inmuebles como del medio que los rodea, se reconoció como necesario contar con equipos de profesionales de distintas áreas. El criterio de multidisciplinariedad fue paulatinamente ampliándose en cada carta internacional hasta que quedar definitivamente establecido como “criterio de **interdisciplinariedad**” en la Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico, o Carta de Lausana de 1990.

“La colaboración en cada país de los conservadores de monumentos y de los arquitectos con los representantes de las ciencias físicas, químicas

y naturales para lograr resultados seguros de cada vez mayor aplicación”.
Artículo 5º punto 1º, Carta de Atenas, 1931.

“La conservación y la restauración de los monumentos es una disciplina que requiere la colaboración de todas las ciencias y de todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y a la salvaguarda del patrimonio monumental”. *Artículo 2º, Carta de Venecia, 1964.*

“[...] Se documentarán todas las investigaciones y análisis que eventualmente se realicen con el auxilio de la física, la química, la microbiología y otras ciencias”. *Artículo 8º, Carta del Restauo, 1972.*

“La conservación debe hacer uso de todas las disciplinas que puedan contribuir al estudio y la salvaguardia de un lugar”. *Artículo 4º, Carta de Burra, 1988.*

“La protección del patrimonio arqueológico debe basarse en una colaboración efectiva entre especialistas de múltiples y diversas disciplinas. Exige también la cooperación de las instancias de la Administración, de investigadores, de empresas privadas y del gran público. Por consiguiente, esta carta establece unos principios aplicables a los distintos sectores relacionados con la gestión del patrimonio arqueológico”. *Introducción, Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico, 1990.*

En resumen, en las intervenciones dirigidas hacia la reconstrucción volumétrica parcial, refiriéndonos específicamente al caso de España, puede afirmarse que en la actualidad poseen un trasfondo social. Existe una obvia implicación por facilitar la interpretación de los enclaves arqueológicos, pero la necesidad de consenso y de redefinir este tipo de intervención, también viene dada a raíz de los múltiples casos registrados en los que el principio de sostenibilidad y el uso de materiales afines y respetuosos a los originales no se han cumplido.

II.3.1. Los procesos de anastilosis y reconstrucciones volumétricas parciales

Este tipo de intervenciones, además de realizar las acciones conservativas y de puesta en valor necesarias -tipos de limpieza requeridos, así como el saneamiento y la estabilización de las estructuras referenciados en el apartado anterior-, también incluyen la reconstrucción parcial de aquellas estructuras de las que se tiene prácticamente la total certeza de cómo fueron en su origen. La ejecución de una reconstrucción volumétrica parcial tiene la clara intención de recuperar la función estructural de hallazgos, como pueden ser los muros, trazados y pavimentos en una primera instancia. De esta forma, se pueden distinguir fundamentalmente tres tipos de reconstrucción parcial:

1. Reconstrucciones parciales con técnicas y materiales actuales. El uso del hormigón armado y del cemento ha sido una constante en intervenciones del patrimonio arqueológico desde principios del siglo XX. Gracias a sus características especialmente favorables de resistencia, durabilidad, mayor rapidez de fraguado y fabricación, control del material y disminución de los costos su uso, fue extendido rápidamente por el viejo continente. Pero, por otro lado, también supuso importantes transformaciones como el abandono de los materiales tradicionales con la consiguiente pérdida de mano de obra cualificada, y el olvido de cómo construir y restaurar edificios de fábrica con materiales originales como piedra, ladrillo, madera y morteros de cal. De esta forma, el hormigón armado fue utilizado inicialmente en la restauración arqueológica en la franja mediterránea, para después extenderse en la restauración de edificios históricos al resto de Europa (ESPONDA, 2010: 39). Su uso además fue reconocido explícitamente en la Carta del Restauo de 1932:

“Que con el fin de reforzar la trabazón estática de un monumento y reintegrar la masa, todos los medios constructivos más modernos puedan proporcionar auxilios

preciosos y sea oportuno valerse de ellos cuando la adopción de medios constructivos análogos a los antiguos no logren el fin [...]”. *Artículo 9º Carta del Restauo de 1932.*

Sin embargo, en la actualidad, con la clara intención de evitar cometer grandes errores y de intervenir lo menos posible sobre las estructuras arqueológicas directamente, predomina el uso de gaviones. Estas jaulas o mallazos metálicos, frecuentemente contenedores de material procedente de los propios yacimientos arqueológicos, es un sistema utilizado de forma común. Aun así, su uso es mayor especialmente en aquellos yacimientos expuestos a condiciones climáticas adversas. Resultan ser una opción recurrente ya que dentro de estas jaulas se pueden depositar elementos pétreos sueltos de diferentes tamaños, evitando así los problemas frecuentes que suceden en las estructuras de acumulación de aguas en su interior y su posible congelación. Este método, dentro de sus diferentes variantes, es muy visible sobre todo en la ciudad romana de Clunia desde 2007 (Coruña del Conde, Burgos) y en el yacimiento romano de *Can Tacó (Montornès Del Vallès, Barcelona)* desde el año 2012 (ver Figuras 2.14 y 2.15). El inconveniente principal de esta solución tiene que ver con la presentación de los sitios al público, debido a la distorsión estética que se genera cuando el visitante se aproxima y contempla las jaulas metálicas que priorizan su visión.



Figura 2.14. Reconstrucción volumétrica parcial de restos arqueológicos en Clunia (Peñalba de Castro, Burgos) utilizando como medio común los gaviones. Proyecto del año 2007. Fuente: A3GM Estudio de Arquitectura.



Figura 2.15. Reconstrucciones parciales en el Parque Arqueológico y de la Naturaleza de *Can Tacó* (*Montornès Del Vallès*, Barcelona). Diferenciación de originales y añadidos con el uso de estructuras metálicas y mallazos de acero contenedores de elementos pétreos propios del enclave. Intervención del año 2012. Fuente: A. Estévez.

2. Anastilosis y reconstrucciones parciales con técnicas y materiales afines y/u originales. Uno de los primeros ejemplos de anastilosis en España fue el caso del teatro romano de Mérida, intervención llevada a cabo por el equipo del arqueólogo y arquitecto Menéndez Pidal entre

los años 1964 y 1970. Gracias al abundante material constructivo localizado del frente de la escena y las gradas, fue posible levantar las partes fundamentales, aunque posteriormente se documentaron errores históricos tratados en este caso con materiales irreversibles (NOGUERA GIMÉNEZ *et al.*, 2011, pp. 388-389). En la actualidad se trata de actuaciones derivadas de investigaciones previas en centros de investigación con materiales afines a los originales y/u originales. Como norma general, antes de iniciar el trabajo *in situ* se realizan estudios exhaustivos acerca de los materiales y técnicas de ejecución originales, donde queda demostrado que los restos originales se conservan de forma más estable y duradera si las acciones restaurativas y protectoras se ejecutan con los mismos métodos utilizados por nuestros antepasados. Los medios utilizados para ello incluyen el uso de materiales reversibles propios del entorno que, además, ofrecen la posibilidad de eliminar la labor reconstructiva ejecutada sin dañar los originales, en el caso de que nuevas investigaciones arrojen datos que la pusieran en entredicho. A diferencia de lo que ocurre en las reconstrucciones a base de materiales actuales, donde los hallazgos se pueden diferenciar claramente, el problema en este caso viene dado por la dificultad o prácticamente la imposibilidad que supone diferenciar los añadidos de los originales (realizados con técnicas y materiales afines y/u originales). En un principio, la solución venía dada a través del registro documental del antes, durante y después de las intervenciones, donde quedaba registrado qué era original y qué añadido. Naturalmente, esta documentación no era accesible más que para un reducido grupo de profesionales, surgiendo una notable polémica en torno al “engaño” que ello suponía por la generación de falsos históricos. Para solventar esta problemática, en la carta del Restauro de 1972 se debatió el alcance del criterio de discernibilidad para procurar así una diferenciación entre originales y añadidos. Entre los especialistas que practican este modo de actuación existen

opiniones dispares acerca de si las intervenciones deben ser discernibles sólo para los profesionales o también por el público, y también sobre la naturaleza y composición de las piezas testigo. Hasta el momento no existe ninguna normativa que especifique claramente las características que han de tener las piezas, tan sólo recomendaciones; de este modo, se pueden encontrar diferentes tipos de testigos dispuestos en líneas continuas, discontinuas o pequeños fragmentos en forma de cuña. Los materiales utilizados son de diversa naturaleza pudiendo ser del propio enclave arqueológico, de fabricación exclusiva o externos. Los de uso más común son las líneas continuas de fragmentos cerámicos, de chamota o de pizarra, o incluso de mortero coloreado; también líneas discontinuas de pequeños fragmentos en forma de prisma rectangular, de tipo trapezoidal o cuña de elementos cerámicos, de mármol, pizarra o cemento libre de sales (ver Figura 2.16). Además, existe la posibilidad de realizarlos exclusivamente a tal fin, donde es común su fabricación en serie mediante moldes en los que poder incluir el año de la intervención e incluso una flecha indicadora de la dirección de los añadidos.



Figura 2.16. Reconstrucción parcial reconocible a través de línea discontinua de fragmentos de pizarra en Segóbriga (Saelices, Cuenca).

3. Reconstrucciones parciales que combinan materiales y técnicas actuales con originales y/u afines. En la ejecución de morteros de restitución es común el uso de materiales destinados a la construcción. También es cierto que cada vez predomina más la elaboración de morteros de cal a partir de cales hidráulicas, especialmente las de la casa Lafarge, frente a las restauraciones realizadas con cemento. En el caso de los áridos, éstos son del ámbito de la construcción, especialmente los de composición silícea o la llamada arena repasada y/o mezclada (generalmente es una mezcla de arena de río y arena muerta), por su mayor resistencia frente a los agentes atmosféricos.

Se ha considerado oportuno incluir la experiencia del Parque Arqueológico de El Molinete (Cartagena, Murcia), localizado en área

antropizada¹⁶. En este caso excepcional donde convivieron arqueólogos y restauradores, los arquitectos A. Amann y A. Cánovas y N. Maruri trataron de integrar la ciudad romana del siglo I d.C. dentro de la ciudad actual a través de la colocación de elementos museísticos actuales (AMANN *et al.*, 2012) (ver Figura 2.17). Los trabajos de conservación y restauración quedaron divididos en dos partes: trabajos de restitución y trabajos de reconstrucción parcial de volúmenes. Las restituciones fueron dirigidas hacia aquellas estructuras de difícil lectura donde se optó por la integración de muros con materiales ligeros. Se instalaron cajones de tablillas de madera de pino cuperizado con interior de aluminio ancladas en hileras de sacrificio dispuestas sobre los muros originales, cumpliendo así con una función discernible visualmente y evitando dañar las estructuras originales (NOGUERA *et al.*, 2012: 86; GARCÍA GONZÁLEZ, 2016: 692). Por otro lado, en cuanto a las reconstrucciones parciales, son visibles los muros realizados a base de mampostería de piedra caliza ejecutados a bajo nivel y de menor alzado que el original conservado (NOGUERA *et al.*, 2012: 86).

Otros elementos divisorios entre originales y añadidos son los separadores en el interior de las estructuras, con el objetivo de respetar al máximo el criterio de reversibilidad y fundamentalmente el de autenticidad. En las intervenciones estos criterios quedan plasmados, por un lado, con el establecimiento de elementos separadores en el interior; y por otro, a partir de un contacto mínimo entre los hallazgos originales y los añadidos en la medida de lo posible. De este modo, es habitual el empleo de materiales de distinta naturaleza: aplicación de engasados a base de fibra de vidrio adherida

¹⁶ Se trata del Barrio del Foro Romano de Cartagena de entre los siglos I y IV d.C., donde se desarrolló entre los años 2008 y 2012 un proyecto arqueológico que incluía los trabajos de excavación, conservación-restauración y musealización de la *Insula I de Carthago Nova* (NOGUERA *et al.*, 2012:79).

mediante resina sintética (MONZÓN, 2012: 38), uso de mallas plásticas (ZAPATA, GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, 2011: 132), técnicas en separación más generalizadas como la colocación de tiras de geotextil (NOGUERA *et al.*, 2012: 86), o la simple colocación de fragmentos plásticos (BONET, VIVES-FERRÁNDIZ, 2011: 261-264). En trabajos de puesta en valor más recientes, como el realizado en el conjunto termal de Herrera (Sevilla) apostaron por la simple aplicación de una capa de mortero en la zona de contacto, puesto que el recrecido de las estructuras fue realizado a base de cemento (VERA, 2014: 179).

II.3.2. Estructuras de protección

En términos generales, en las intervenciones desarrolladas en el medio rural se detecta una evolución en los elementos destinados a fines conservativos, donde actualmente existe una perceptible preocupación por no causar grandes impactos en el paisaje natural y, sobre todo, por tratar de generar mejoras en la contextualización e interpretación de los vestigios arqueológicos. El uso de materiales y técnicas más afines y sostenibles continúa siendo una labor difícil de integrar, aunque en los últimos años se han detectado ciertos cambios encaminados hacia ese fin, especialmente visible en los elementos de dirección. A diferencia de lo que ocurre en el medio rural, en las áreas urbanas al tratar de integrar espacios arqueológicos dentro de las ciudades actuales, el uso de materiales sostenibles se puede contemplar en las intervenciones conservativas-restaurativas; pero en las actuaciones de musealización y colocación de estructuras de protección, se continúan utilizando materiales actuales que generan una difícil interpretación de los hallazgos. Es así como en esta modalidad, existe una clara diferencia entre la musealización de yacimientos en el medio rural y del medio urbano.

Colocación de cubiertas.

Se incluyen por lo general dentro de proyectos arquitectónicos, tal y como sucedía en el caso de las intervenciones en yacimientos presentados en forma de ruina, pero existen casos que han dado un paso más allá con la intención de facilitar su interpretación, insinuando la posible forma de los edificios originales (ver Figuras 2.18 y 2.20). Del mismo modo, se observa un ligero cambio para procurar una mejora en la contextualización de los yacimientos, pero la instalación de cubiertas sigue provocando la modificación de los paisajes (ver Figura 2.19). Como norma general, los materiales escogidos continúan sin ser afines a los originales y predomina el uso de materiales actuales. En la colocación de cubiertas es donde más se distingue esa diferencia entre yacimientos arqueológicos rurales y urbanos. Ejemplos de ello son el ya mencionado Parque Arqueológico de El Molinete (Cartagena, Murcia)¹⁷ (ver Figura 2.17) y las villas romanas de Veranes (Gijón) o de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia), donde se aprecia una amplia modificación del paisaje natural. En la villa romana de Veranes situada en la zona rural de Gijón (Asturias), se introdujo como parte de su musealización, la colocación de una cubierta sobre el mosaico de la “Sala de representación” que ha sido objeto de polémica. La cubierta metálica apodada comúnmente “el cubo de Veranes”, fue sustituida por otra de láminas de zinc en 2015 debido a los restos de óxido que goteaban sobre el conjunto musivo. La actual cubierta además de cumplir con la función de proteger la sala de las inclemencias meteorológicas, evoca el volumen que en su origen pudo haber tenido la sala (elcomercio, 3 agosto 2014; elcomercio, 13 mayo 2016; GARCÍA DÍAZ, 2011: 62) (ver Figura 2.18). La musealización de la villa romana de La Olmeda resulta un caso bien dispar comenzando porque se trata de la cubrición de todo el conjunto. Haciendo referencia a la cubierta, su interior ofrece la reproducción de un moderno artesonado sobre los mosaicos de la villa y las termas, y desde el exterior es visible el aluminio y cerramiento de chapa de acero corten que cubre todo un

¹⁷ Intervención que recibió el “Premio Nacional de Restauración” que otorga el Ministerio de Cultura.

entramado estructural a base de tubos de acero (GARCÍA DE PAREDES *et al.*, 2010) (ver Figura 2.19). En cambio, la actuación llevada a cabo sobre los restos del *Criptopórtico* del foro de *Segóbriga* (Saelices, Cuenca) con la instalación de una cubierta metálica y de hormigón armado en el 2015, pretende insinuar de manera más evidente la forma de la estructura romana (vocesdecuencia 27 enero 2015) (ver Figura 2.20).



Figura 2.17. Colocación de una cubierta de policarbonato y chapa perforada en el Parque Arqueológico del Molinete (Cartagena, Murcia) entre los años 2008 y 2012. Fuente: D. Frutos y A. Cánovas Maruri.



Figura 2.18. Nueva cubierta de zinc en la Villa romana de Veranes (Gijón, Asturias) del año 2015.



Figura 2.19. Villa de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia). Modificación del paisaje natural. Proyecto del año 2005, finalizado en 2009. Fuente: R. Halbe.



Figura 2.20. Colocación de una cubierta metálica y de hormigón en el año 2015 que muestra el volumen y forma original hipotética de los restos del *Criptopórtico* del foro de *Segóbriga* (Saelices, Cuenca).

Elementos de dirección

En este caso, los elementos de dirección o contención tal y como se entendían en las intervenciones de consolidación, comienzan a tener una importancia menor. Dado que los restos arqueológicos poseen una mayor protección al encontrarse reconstruidos parcialmente, hace posible una modificación de los elementos de dirección convirtiéndose poco a poco en simples itinerarios pasando a formar parte del grupo de infraestructuras para la interpretación directa.

Cercados, vallados y/o cerramientos

Naturalmente, las estructuras instaladas para evitar la intromisión de factores tanto biológicos como antrópicos, así como su exposición a posibles actos vandálicos mantienen su importancia y tipo de materiales, como norma general. Aun así, la instalación de recursos naturales en sustitución de los clásicos elementos metálicos es valorada positivamente.

II.3.3. Infraestructuras para la interpretación

En el caso de las infraestructuras para la interpretación se aprecian diferencias sustanciales. Puede observarse a través de los casos seleccionados, el intento de dar un paso más allá mediante el uso de estructuras y materiales que insinúan volúmenes, tratando de ofrecer al público nuevas experiencias. Aun así, pese a los intentos, como norma general no se consigue una adecuada contextualización de los restos y armonía con el paisaje arqueológico y las cuestiones acerca de su futuro mantenimiento y sostenibilidad aún están por ver.

Infraestructuras indirectas

1. Puntos de observación. Se detecta una evolución en la colocación de puntos de observación de esta tipología. Por un lado, al realizarse reconstrucciones volumétricas parciales sobre los hallazgos, la interpretación de los vestigios en forma de semi-ruina resulta más intuitiva; y, por otro, al conservarse los hallazgos en mejores condiciones y encontrarse más protegidos, es posible el transcurso de los visitantes entre un mayor número de estructuras arqueológicas sin necesidad de colocar tantas pasarelas que compliquen su lectura. De esta forma, la imagen que se obtiene de los enclaves desde una posición elevada es más limpia y permite una mejor comprensión de los hallazgos. Su función como elemento conservativo ha variado hacia un enfoque más puramente pedagógico. Por otro lado, en su técnica constructiva se aprecia un cambio donde comienza a sustituirse la instalación de torres y plataformas complejas por “esqueletos” de materiales actuales que en ocasiones son revestidas a base de materiales afines a los originales integrándose en el contexto de manera más armoniosa que en la categoría anterior. También comienza a hacerse uso de desniveles, promontorios naturales, de estructuras *in situ*, o de la instalación de estructuras y pasarelas de madera. De esta forma no se da lugar a una distorsión

tan obvia del paraje natural. Ejemplo de ello es el foro de la ciudad romana de *Pollentia* en la Alcudia (Mallorca), abierto al público en el año 2002. Su parte central se ha aprovechado como punto de observación (ver Figura 2.21).



Figura 2.21. Punto de observación en la ciudad romana de *Pollentia* (Alcudia, Mallorca). Fuente: F. Vincentz (2009).

2. Diseño de itinerarios. Los yacimientos arqueológicos que gozan de un buen estado de conservación y que además, son reconstruidos por el sistema de anastilosis, pueden llegar a tener un aspecto lo suficientemente completo e interpretable, como para permitir un diseño de itinerario de carácter semi-abierto. En cuanto al tipo de materiales utilizados para la fabricación de los recorridos se van sustituyendo materiales actuales (sobre todo los metálicos), por pasarelas de madera o recorridos entre los restos arqueológicos que lo permitan (ver Figura 2.22).



Figura 2.22. Pasarela de madera en el yacimiento arqueológico sal Santuario de la Luz (Murcia). Fuente: <https://ecoprojecta.es>.

3. Marcadores de estructuras. Se intensifica la opción de interponer capas de grava de distinta granulometría para marcar con diferentes colores las estructuras y espacios arqueológicos. Además de facilitar la interpretación de los restos, continúan suponiendo un elemento de gran importancia en aquellos yacimientos abiertos al aire libre cumpliendo con la labor conservativa frente a factores atmosféricos y biológicos (ver Figura 2.23). Al fomentarse la exposición de los yacimientos al aire libre, la implantación de luces de colores queda prácticamente descartada y el uso de marcas de suelo continúa siendo muy limitado en España. Una excepción es la colocación de mallas de tejido metálico en yacimientos cubiertos, tal y como se realizó en la villa romana de La Olmeda, donde se observa cómo cuelgan de la cubierta para cumplir una función delimitadora de espacios, a la vez que permite la visualización de los mosaicos a través de las mismas (ver Figura 2.24).

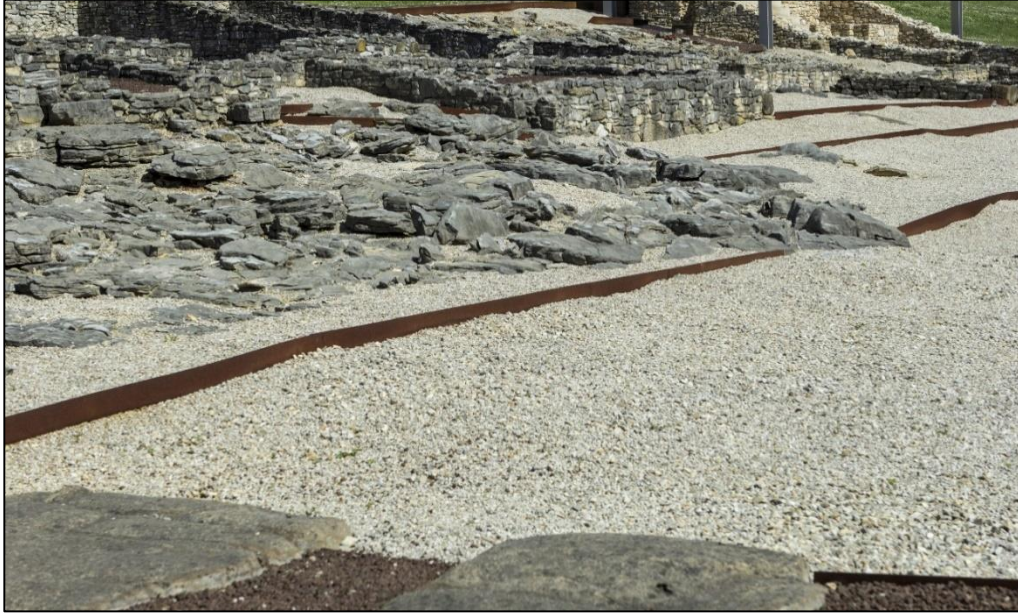


Figura 2.23. Marcadores de espacios en la Villa romana de Veranes (Gijón, Asturias).



Figura 2.24. Colocación de mallas de tejido metálico como marcadores de estructuras y separadores de los espacios. Fuente: García de Paredes y G. Pedrosa.

4. Elementos contextualizantes. El uso de elementos contextualizantes aumenta notablemente con el fin de facilitar la interpretación de los hallazgos de manera visual, evitando la necesidad de excesivos elementos informativos. Las réplicas *in situ* comienzan a ser habituales en yacimientos al aire libre reconstruidos parcialmente. Al no tener cubiertas, ni techos, ni tratarse de espacios cerrados, lógicamente los objetos muebles originales no pueden ser expuestos, ya que necesitan de unas condiciones estables. Por esta razón, es común recurrir a la colocación de réplicas *in situ* siempre que las condiciones lo permitan. También, comienzan a incluirse figuras y siluetas humanas (LÓPEZ-MENCHERO 2013: 102-103), y es frecuente el uso de trampantojos en aquellos yacimientos arqueológicos con cerramiento, debido a la fragilidad de los materiales que exponen (caso común de las villas romanas que poseen mosaicos de alta calidad).
5. Reconstrucciones volumétricas. Sin duda, la mejora de la interpretación indirecta en la modalidad de semi-ruina es debida fundamentalmente a las reconstrucciones volumétricas parciales, virtuales¹⁸ y procesos de anastilosis desarrollados. El poder de las reconstrucciones para aumentar la legibilidad de los vestigios no puede compararse, como norma general, con ninguna de las técnicas anteriores mencionadas. Además, su capacidad de protección para los restos originales ha provocado que en un elevado número de yacimientos de la geografía española, se opte por la reconstrucción

¹⁸ El caso de las reconstrucciones virtuales es totalmente diferente a las reconstrucciones físicas reales, ya que no se interviene directamente sobre los restos originales. Pueden ayudar a mejorar la legibilidad de los enclaves, pero no contribuyen en un sentido físico a su conservación. El punto fuerte de este tipo de reconstrucción consiste en que pueden contribuir a su conservación en el caso de catástrofes y si la integridad de los restos originales corren peligro, pudiéndolos reconstruir al contar con toda la documentación y características exactas de los enclaves arqueológicos. Por este motivo, hemos incluido esta técnica dentro de las infraestructuras de interpretación directa como parte del punto "Guías, audioguías y audiovisuales".

parcial o recrecimiento de estructuras *in situ*¹⁹ (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 104).

Infraestructuras directas

1. Museos de sitio/centros de interpretación/centros de recepción de visitantes. A diferencia de lo que ocurre en el caso anterior, al incrementar las labores conservativas y restaurativas sobre las estructuras arqueológicas, éstas cobran un mayor protagonismo y su interpretación resulta más sencilla. De esta forma, queda claro que la intención es de dotar los hallazgos arqueológicos de un mayor valor; sin embargo, existen casos en los que los centros de interpretación ofrecen tal cantidad de información que no se alcanza este fin. Como norma general, los de esta tipología se encuentran próximos a los hallazgos o en las inmediaciones de las zonas arqueológicas y, en lo que respecta a su edificación, predominan los ejecutados a base de materiales actuales resultando ser no vinculantes (ver Figura 2.25).



Figura 2.25. Centro de interpretación de la ciudad ibero-romana de Castulo (Linares, Jaén), año 2012. Fuente: www.linaresturismo.es/

¹⁹ El estudio realizado por V. M. López-Mencheró Bendicho donde el 67% de los yacimientos arqueológicos escogidos (un total de 132) han recurrido a esta técnica tanto para mejorar su legibilidad, como para contribuir a la conservación de los restos (LÓPEZ-MENCHERO, 2013).

2. Elementos informativos. La información acerca de los enclaves y el material didáctico continúa siendo valiosa y recomendable, aunque no es tan decisiva para la interpretación de los sitios como sucede con los yacimientos arqueológicos en forma de ruina. Naturalmente, la mejora de las estructuras a través de los procesos de anastilosis y reconstrucción parcial facilitan su legibilidad y hacen que el visitante pueda hacerse una idea más acertada de lo que está viendo. Los elementos informativos cumplen un papel de descodificación que es fundamental, especialmente para aquellos casos en los que no se cuenta con la presencia de guías o audioguías. Se aprecia un intento por quererse desmarcar de esa homogenización de la información mencionada en la tipología de yacimientos en forma de ruina, donde existen intentos por confeccionar y ofrecer una información y experiencia diferente.
3. Guías, audioguías y audiovisuales. La ayuda de un guía para mejorar la interpretación de los restos arqueológicos sigue siendo fundamental, sobre todo en aquellos casos en los que las reconstrucciones parciales se limitan a un recrecimiento mínimo de las estructuras. En cambio, en las grandes reconstrucciones realizadas por anastilosis (caso de los teatros romanos de Mérida y Cartagena en zonas urbanas), donde el grado de conservación de los elementos constituyentes es bueno, la labor de un guía se centra más en ofrecer un contexto histórico, que en tratar de descifrar el significado de las estructuras. Por otro lado, en las audioguías no se experimentan grandes cambios, mientras que en los audiovisuales el mayor aporte interpretativo viene dado por las reconstrucciones virtuales. Estas suponen una parte importante en la contextualización de los restos por encima de las imágenes de reconstrucción que, a menudo, se localizan en la cartelería de los itinerarios de los enclaves arqueológicos. Naturalmente, los audiovisuales se localizan en interiores, bien en

centros de interpretación o en yacimientos en los que se ha practicado su cerramiento por razones de seguridad y mantenimiento.

4. Eventos. La celebración de eventos y jornadas *in situ* comienza a ser habitual y a tener un carácter anual. No sólo ayuda de forma exitosa a facilitar la interpretación de las estructuras arqueológicas, sino que, además, contribuye al empoderamiento cultural, la concienciación y la sensibilización de los asistentes (Figura 2.26).



Figura 2.26. Jornada de puertas abiertas en el Recinto Arqueológico de *Kelin* (Caudete de las Fuentes, Valencia). Fuente: Departamento de Arqueología de la *Universitat de València*.

5. Actividades y talleres: Como norma general están destinados únicamente a público infantil y adolescente, y tienen como temas centrales la arqueología, tecnología y artes decorativas ibero-romanas. Con la ejecución de piezas de forma manual a través de técnicas y materiales originales, se genera un proceso de asimilación que hace posible su comprensión. Su finalidad es introducir al público más joven en materia arqueológica-patrimonial.

II.4. Reconstrucciones volumétricas integrales

Se puede decir que de la misma forma que la historia sin método es leyenda o mito, las musealizaciones que no muestran el cómo lo sabemos, es decir, el método de análisis, se convierten en reliquias venerables del pasado [...] MASRIERA, C. 2009.

Partiendo de que estamos ante un constante proceso de cambio y de renovación, las reconstrucciones integrales se presentan desde los países nórdicos de Europa (iniciadas tradicionalmente en Alemania y Países Bajos), como la alternativa de mayor éxito. En cambio, en los países mediterráneos esta metodología se ha mantenido prácticamente ausente, aunque se puede contar, como se verá más adelante, con alguna excepción.

La reconstrucción volumétrica es una técnica relativamente antigua, sobre todo en el ámbito de la restauración arquitectónica, con *Viollet Le Duc* como principal impulsor. A pesar de que *Le Duc* fue toda una autoridad en España, tal y como lo testimonia su nombramiento como académico honorario de la Real Academia de San Fernando el 20 de abril de 1868 (GONZÁLEZ-VARAS, 1996: 31), en España apenas tuvo efecto su planteamiento en el campo del patrimonio arqueológico. El primer caso conocido de reconstrucción arqueológica en España se ejecutó en 1889 sobre las estancias más representativas de la villa romana de Navatejera (Villaquilambre, León), y no fue hasta 1955 cuando se realizó la siguiente en una de las tumbas del yacimiento calcolítico de Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería). La polémica surgida en torno a la trascendencia de este tipo de intervenciones en el campo de la Arquitectura, se trasladó de forma paulatina al campo de la Arqueología. Mientras que dentro de la Arquitectura Monumental fue una cuestión extensamente debatida desde finales del siglo XIX, en Arqueología - debido a la ausencia de conocimiento en técnicas de puesta en valor, musealización y divulgación-, el planteamiento de las reconstrucciones prácticamente era inviable trasladándose esa polémica a nuestros días.

En este sentido, las reconstrucciones integrales han provocado diferentes posicionamientos y han sido objeto de grandes debates en Europa. Las primeras reconstrucciones realizadas en Alemania e Italia se llevaron a cabo en un momento en el que la presencia del romanticismo estaba presente tanto en el arte, como en la política y la filosofía, lo que contrastaba con el enfoque racionalista de la Ilustración. Se hizo hincapié en la capacidad de emocionar, así como en la búsqueda de un mundo idealista, completo e intacto (PAARDEKOOOPER, 2012: 38). De esta forma, la visión nostálgica del pasado se volvió un elemento fundamental. Estos rasgos se detectan claramente en los primeros intentos de reconstrucción inspirados en una visión del pasado heroico. La reconstrucción se convirtió en un método de alto poder influyente tanto por los escenarios mostrados como por la narrativa utilizada, donde el público, lógicamente, tendía a creer lo que se les presentaba. Asimismo, las

recreaciones escenográficas fueron utilizadas para transferir un mensaje político o una imagen de un pasado idealizado con el fin de legitimar la posición de una élite, mitos o cualquier tipo de ideología en general. Por esta razón, la metodología desarrollada llamó tanto la atención dentro del movimiento nazi, especialmente entre los años 1920 y 1930 (PAARDEKOOOPER 2012: 38-44; SANTACANA, MASRIERA, 2012: 100).

Ya en el siglo XIX, se proyectaron lo que hoy día pueden considerarse las primeras reconstrucciones en Alemania. Con el descubrimiento de restos romanos en 1806 cerca del municipio de *Erbach (Baden-Württemberg, Alemania)*, donde los elementos pétreos fueron extraídos y trasladados al parque *Jagdschloss*, se realizó la reconstrucción-traslado que representa el conocimiento obtenido en el siglo XVIII acerca de la defensa romana (PAARDEKOOOPER 2012: 38). A finales del siglo XIX en Pompeya, a pesar de ofrecer una imagen de ruina en la actualidad, se llevaron a cabo reconstrucciones a cargo de los arquitectos G. *Fiorelli* entre 1863 y 1875 y M. *Ruggiero* entre 1875 y 1893 (MASRIERA, 2007: 191). Las intervenciones tan sólo se ejecutaron en partes superiores de muros, trazados y cubiertas con el fin de proteger los frescos y mosaicos de gran relevancia. En este sentido, tal y como sucedía en Alemania, también destaca el interés político subyacente ligado al nacionalismo italiano. La magnitud de los trabajos realizados en Pompeya suscitados a nivel mundial favoreció la continuación de los trabajos en las primeras décadas del siglo siguiente; trabajos que estuvieron a cargo del arqueólogo V. *Spinazzola*, y que se centrarían en la reconstrucción de una de las calles de la ciudad con el levantamiento de fachadas y sus respectivos balcones y tejados (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 111).

Otra de las intervenciones pioneras se sitúa en el año 1874 en *Bad Ems* (Renania-Palatinado, Alemania), con la reconstrucción de la primera torre de vigilancia romana localizada en el *Limes Germanicus* (Patrimonio de la Humanidad desde el año 2005), que fue ejecutada por los propios habitantes locales. En este caso, la intervención se realizó en honor al *Kaiser* Guillermo I, visitante habitual del balneario de la localidad en reconocimiento de la

recientemente guerra ganada contra Francia y la fundación del Imperio alemán en 1871. Continuando por el *Limes Germanicus*, Guillermo II, último káiser del Imperio alemán, con gran interés por entroncar su imperio con el antiguo imperio romano decretó en 1897 que el campamento romano de *Saalburg* en *Bad Homburg (Darmstadt, Alemania)* fuera reconstruido siguiendo el ejemplo romano original y sobre los restos *in situ* (ver Figura 2.27). La intervención se prolongó hasta 1907 y el enclave se convirtió en el primer yacimiento arqueológico reconstruido, museo al aire libre y centro de investigación (PAARDEKOOOPER, 2012: 38; SANTACANA, MASRIERA, 2012: 103, LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 112).



Figura 2.27. Visita del emperador Guillermo II al Museo al aire libre de *Saalburg* en 1905. Fuente: *Saalburgmuseum*.

En 1875 se llevó a cabo la reconstrucción *in situ* sobre dos viviendas castreñas en *Citania de Briteiros (Guimaraes, Portugal)*. La intervención, ejecutada por el arqueólogo M. *Sarmiento*, fue la primera operación de estas características con claros fines pedagógicos, incluso como primer intento

arqueología experimental. Aun así, se quedó en un mero intento, puesto que, al igual que sucedió en *Bad Ems*, estas reconstrucciones se centraron únicamente en los aspectos arquitectónicos sin decorar ni recrear sus interiores, lo que hizo imposible poder mostrar de manera efectiva al público las características de la cultura castreña (LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 111; AYÁN, 2001:65; PAARDEKOOPEL, 2012: 39).

La intervención que realmente marcó un antes y un después en materia patrimonial fue la realizada por A. J. Evans en el Palacio de *Knossos* (Creta, Grecia) entre los años 1905 y 1929 (ver Figura 2.28). A pesar de que Evans defendió que su reconstrucción estaba sustentada en las evidencias arqueológicas, muchas de sus intervenciones carecían de base científica (STANLEY-PRINCE, 2009: 38; LÓPEZ-MENCHERO, 2012: 113). Por esta razón, la transcendencia de esta intervención fue tal que generó todo un movimiento contrario a las intervenciones realizadas y su expresión quedó recogida en la redacción de la Carta de Atenas de 1931.

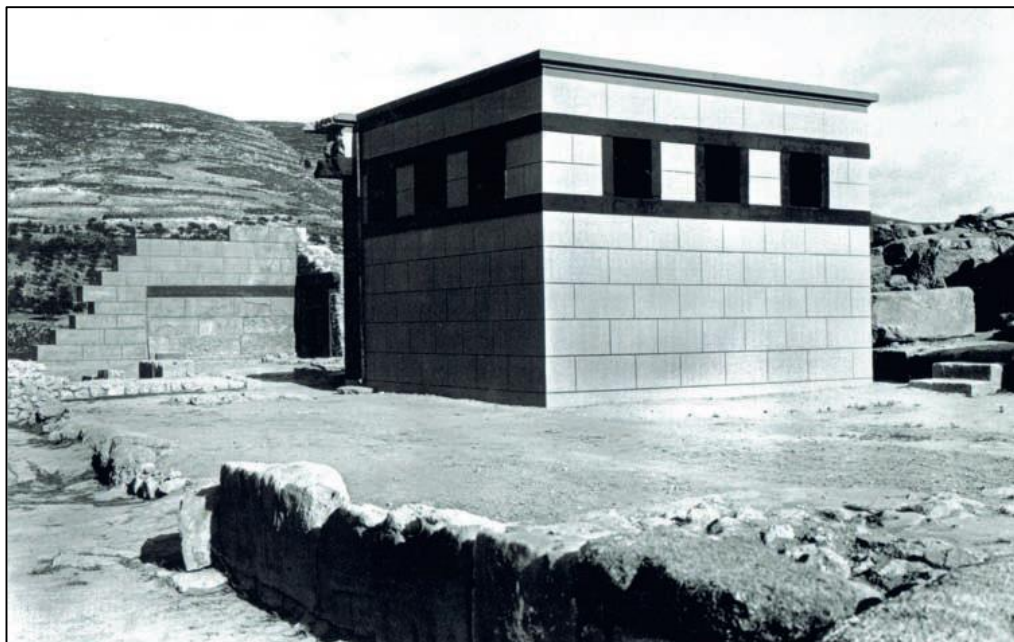


Figura 2.28. Reconstrucción del palacio de *Knossos* en 1929. Fuente: Stanley-Prince, 2009: 38.

La trayectoria de las cartas internacionales para la conservación del patrimonio arqueológico queda marcada de esta forma por la Carta de Atenas de 1931. En este caso, se puede afirmar que se trata del documento que más limita las reconstrucciones de cualquier tipo, favoreciendo los principios establecidos por *Gustavo Giovannoni* y *Camilo Boito* de intervención restrictiva:

“[...] cuando se trata de ruinas, se impone una escrupulosa labor de conservación y, cuando las condiciones lo permitan, es recomendable volver a su puesto aquellos elementos originales encontrados (anastilosis); y los materiales nuevos necesarios para este fin deberán siempre ser reconocibles. En cambio, cuando la conservación de ruinas sacadas a la luz en una excavación fuese reconocida como imposible, será aconsejable, más bien que destinarlas a la destrucción enterrarlas nuevamente, después, naturalmente de haber hecho levantamientos precisos”. *Artículo IV. Carta de Atenas, 1931.*

Acabada la II Guerra Mundial, tras quedarse gran parte de Europa hundida, resurgió el debate acerca de las reconstrucciones integrales en los países nórdicos, especialmente a causa de la destrucción total de numerosas ciudades. En 1964 se redactó la Carta de Venecia, exclusivamente dedicada a la arquitectura, dejando un pequeño apéndice para el campo arqueológico, donde los modelos de reconstrucción siendo de origen alemán quedaron apartados (SANTACANA, MASRIERA, 2012: 105-106). En ella, se cita en el artículo 15º:

“[...] Todo trabajo de reconstrucción deberá excluirse a priori; solamente la “anastilosis”, es decir, la recomposición de las partes existentes pero desmembradas, puede tenerse en cuenta. Los elementos de integración serán reconocibles y representarán el mínimo necesario para asegurar las condiciones de conservación de un monumento y restablecer la continuidad de sus formas”. *Artículo 15º Carta de Venecia 1964.*

Por otro lado, existen enclaves arqueológicos que, lejos de lo expuesto hasta ahora, han supuesto una verdadera revolución para la Arqueología. Asimismo, se ha valorado, a través de los casos que seguidamente se exponen, la parte positiva de la intervención y presentación a base de reconstrucciones volumétricas integrales. Estos centros han seguido fundamentalmente dos pautas: la primera ejecutar una intervención conservacionista, donde se garantiza la integridad, salvaguarda y mantenimiento de los restos arqueológicos; y la segunda, ofrecer una funcionalidad al sitio. En estos casos, la funcionalidad está dividida en tres ramas concretas: funciones científicas y experimentales (mediante de La Arqueología Experimental), funciones didácticas y funciones turísticas.

Uno de los enclaves más relevantes que reúnen estas condiciones es el *LVR-RömerMuseum - Archäologischer Park Xanten* (Renania-Westfalia, Alemania) (ver Figura 2.29). Se trata de un yacimiento de grandes dimensiones (73 hectáreas) cuyos restos arqueológicos ya eran visibles al menos desde 1889, que está situado en el limes del río Rin y muestra la ciudad romana de la *Colonia Ulpia Traiana* (CUT). Desde los años 30 comenzaron las excavaciones arqueológicas de manera intermitente (debido a la inestabilidad social y política presente en aquellos momentos) hasta la actualidad, que se desarrollan de manera regular (KIENZLE, 2016). El parque abrió sus puertas al público en 1977, partiendo del principio de que la mejor forma de conservar los restos, crear conocimiento y facilitar su accesibilidad al público es reconstruyendo *in situ* sobre los restos arqueológicos. De esta forma, se han realizado las siguientes reconstrucciones volumétricas integrales por medio de diferentes técnicas en las siguientes estructuras: en la muralla en 1975; en el templo del puerto entre los años 1979 y 1986; en la puerta de la muralla en 1989; en la *mansio* entre 1982 y 1989 (hoy acomodada como restaurante de degustación de comida típica romana); en las termas en 1999 (en este caso no se hizo una reconstrucción a escala, en vez de eso se decidió reconstruir parcialmente los restos para después colocarles una cubierta elaborada a base de materiales actuales que muestra el volumen real de las termas); y en las casas de los tres

artesanos, propuesta de reconstrucción del año 1994 por el arquitecto W. Losereit y ejecutada en 2014 (ver Figuras 2.29-2.31). Las últimas reconstrucciones se basaron en investigaciones de Arqueología Experimental siguiendo las pautas establecidas en la “Carta de Lausana” de 1990 (KIENZLE, 2016). Además de las actividades y talleres que ofrecen en sus instalaciones para todo tipo de público, también se realizan festivales de manera regular siendo el más representativo el bianual "Espadas, Pan y Juegos", uno de los eventos de mayor envergadura a nivel internacional.

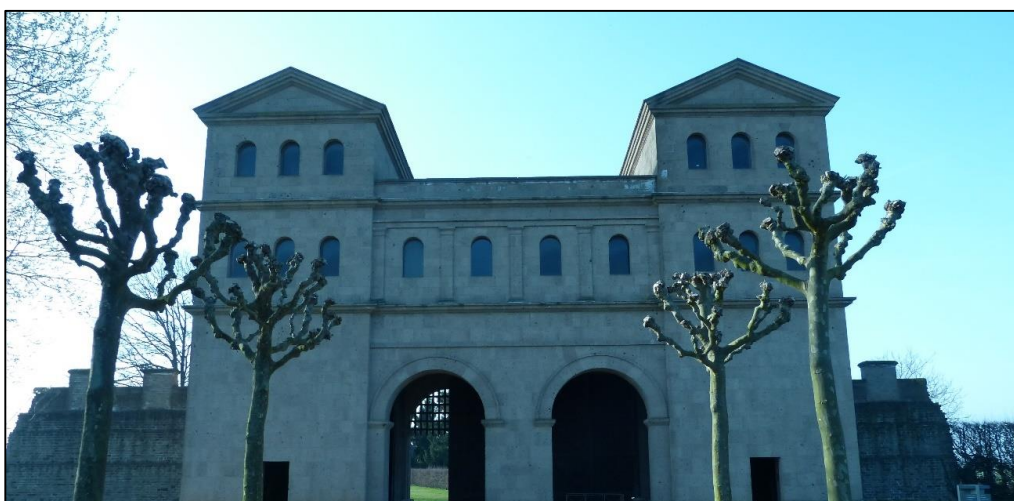


Figura 2.29. Reconstrucción integral en la puerta de la muralla en el parque arqueológico de Xanten (Renania-Westfalia, Alemania). Intervención del año 1989.



Figura 2.30. Reconstrucción integral de la *mansio* en el parque arqueológico de Xanten (Renania-Westfalia, Alemania). Intervención del año 1989.



Figura 2.31. Reconstrucción integral de las casas de los tres artesanos en el parque arqueológico de Xanten (Renania-Westfalia, Alemania). Intervención del año 2014.

Por otro lado, la fundación del museo al aire libre de *Skansen* (Estocolmo, Suecia) en 1891, a pesar de no ser un enclave arqueológico prerromano o romano, contribuyó a concebir las reconstrucciones y las reconstrucciones-traslado como un modelo y ejemplo pedagógico. Las técnicas aquí utilizadas para reconstruir la Historia tradicional sueca fueron aplicadas por profesionales de la Arqueología en enclaves de países cercanos. Este es el caso

del enclave de *Heuneburg* en *Hundersingen* (*Baden-Wurtemberg*, Alemania). Se trata de un conjunto cuya etapa de máximo esplendor tuvo lugar durante el periodo de *Hallstatt*, entre los siglos VII-V a. C. Conocido desde el siglo XIX, el enclave estuvo sujeto a sucesivas investigaciones arqueológicas ya desde 1876, y de forma intermitente a lo largo del siglo XX. A partir de 1998 se comenzaron los trabajos de puesta en valor a la vez que continuaban las campañas arqueológicas y fue objeto de una reconstrucción integral *in situ*. A partir de técnicas y materiales originales, y basándose en las evidencias arqueológicas se reconstruyó parte de la ciudadela, la muralla, el paso de ronda, la puerta y algunas de las construcciones interiores y exteriores, tomando como referencia las excavaciones arqueológicas de décadas anteriores (CARDONA GÓMEZ, 2011: 81-89; SANTACANA, MASRIERA, 2012: 135).

El caso del poblado *Biskupin* (*Kujawsko-pomorskie*, Polonia), es una referencia en la evolución de los contenidos desde un mensaje político a un mensaje meramente educativo. Este enclave de la cultura *Iusaciana* de finales del Bronce-principios de la Edad del Hierro, se descubrió en 1933 y, tras varios años de excavaciones arqueológicas, el sitio se convirtió en un icono nacional para los polacos. Tras la ocupación alemana en la II Guerra Mundial, los alemanes continuaron la excavación utilizando los resultados de las investigaciones como arma de legitimación para reclamar Polonia (PAARDEKOOOPER, 2012: 43). Tras lo acontecido, se inició el proyecto de reconstrucción integral y musealización al aire libre en la inmediata posguerra a partir de 1946 y hasta 1974 (PIOTROWSKA, 1997; AYÁN, 2001: 57) (ver Figura 2.32).



Figura 2.32. Reconstrucciones volumétricas integrales en el yacimiento arqueológico de *Biskupin* (*kujawsko-pomorskie*, Polonia).

A partir de la década de 1960, los museos al aire libre en los países nórdicos comienzan a ser concebidos definitivamente como centros de Arqueología Experimental y centros educativos y de aprendizaje para la sociedad (PAARDEKOOOPER, 2012: 46-50). Desde este momento, se generaron diferentes “laboratorios” *in situ* donde experimentar e investigar las formas de vida de los antepasados, realizando exhibiciones y eventos abiertos donde el público comenzaba a ser partícipe. La educación y el aprendizaje comenzaban a representar la verdadera esencia de estos centros, donde las palabras de Confucio “Oigo y olvido. Veo y recuerdo. Hago y entiendo” se convirtieron en una constante.

Uno de los casos más relevantes dentro de los programas educativos y de concienciación es el llevado a cabo en el enclave arqueológico de *Eketorp* (*Olland*, Suecia). El sitio fue claramente influenciado por el proyecto desarrollado en *Biskupin* y sus resultados tan positivos, al tiempo que es heredero de la tradición de *Skansen*. Fue excavado durante la década de los años 1960 y reconstruido a partir de 1976, queriendo mostrar la vida en el enclave e inaugurarlos con un objetivo claramente educativo (ver Figura 2.33).

El único caso de reconstrucción integral hasta el momento en España, el yacimiento arqueológico de la Ciudadela ibérica de *Calafell* (*Calafell*, Tarragona), tomó como ejemplo este enclave sueco para perseguir así los mismos fines (SANTACANA, MASTIERA 2012: 112-152; LLONCH, SANTACA, 2011: 34-36).



Figura 2.33. Reconstrucciones volumétricas integrales en el enclave arqueológico de *Eketorp* (Olland, Suecia). Fuente: <https://sweden-tourist.com>

El *Romerstadt Carnuntum* (Bratislava, Austria), una de las fortalezas del limes del Danubio, fue excavada a partir de los años 50 y puesta en valor y gestionada inicialmente como yacimiento de tipo ruina. No fue hasta el año 2001 cuando se dio un giro radical en el proyecto y se iniciaron así los trámites que permitieron su reconstrucción *in situ*. Puede que este enclave suponga uno de los proyectos más rigurosos y ambiciosos con fines científicos, didácticos y turísticos de Europa, ya que en él los hallazgos arqueológicos se encuentran revalorizados y en pleno funcionamiento (SANTACA, MASRIERA, 2012: 152-153).

En torno a 1970, en los países nórdicos las reconstrucciones estaban ya prácticamente justificadas como modelos didácticos y educativos pero, mientras, en las cartas internacionales no se apreciaba expresamente esa

finalidad pedagógica. Ejemplo de ello es la Carta de Burra, Carta para la conservación de lugares de valor cultural de 1979, revisada posteriormente en 1982 y 1988, donde se expone lo siguiente:

“Solamente es apropiada la reconstrucción cuando un lugar ha resultado incompleto por daños o alteraciones, y cuando es necesario para su sobrevivencia, o cuando a través de ella (la reconstrucción), se llega a revelar el valor cultural del lugar en su totalidad”. *Artículo 17º, Carta de Burra, 1979-1982-1988.*

“La reconstrucción se limita a la completación de una entidad incompleta, y no debe constituir la mayor parte del tejido histórico de un lugar”. *Artículo 18º, Carta de Burra, 1979-1982-1988.*

“La reconstrucción se limita a la reproducción del tejido histórico, cuya forma es sabida a través de la evidencia física-documental. La reconstrucción debe ser reconocida como obra nueva cuando se inspeccione de cerca. *Artículo 19º, Carta de Burra, 1979-1982-1988.*

Realmente no es hasta la publicación en 1990 de la Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico, o Carta de Lausana, cuando se obtiene un documento realmente dedicado al patrimonio arqueológico inmueble donde se articula un *modus operandi* de cómo tratar y proteger los yacimientos arqueológicos. En ella se expresa que:

“La presentación al gran público del patrimonio arqueológico es un medio esencial para promocionar éste y dar a conocer los orígenes y el desarrollo de las sociedades modernas. Al mismo tiempo, es el medio más importante para promocionar y hacer comprender la necesidad de proteger este patrimonio.

La presentación e información al gran público ha de constituir una divulgación del estado de conocimientos científicos y debe, pues, estar sometida a revisiones frecuentes. Han de tenerse en cuenta las múltiples aproximaciones que permitan la comprensión del pasado.

Las reintegraciones responden a dos funciones importantes: la investigación experimental y los fines pedagógicos e interpretativos de la realidad pretérita. Sin embargo, deben tomarse grandes precauciones para no borrar cualquier huella arqueológica subsistente; y deben tenerse en cuenta toda serie de pruebas para conseguir la autenticidad. Allí donde resulte posible y apropiado, tales reposiciones no deben efectuarse inmediatamente encima de los restos arqueológicos, y han de ser identificables como tales”. *Artículo 7, Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico de 1990.*

Del mismo modo, en la Carta de Cracovia se reconoce como indispensable recuperar el conocimiento de las técnicas y uso de materiales originales, así como de los elementos constituyentes de los inmuebles arqueológicos:

“[...] Se deberá estimular el conocimiento de los materiales tradicionales y de sus antiguas técnicas, así como su apropiado mantenimiento en el contexto de nuestra sociedad contemporánea, siendo ellos mismos componentes importantes del patrimonio cultural. *Artículo 10º, Carta de Cracovia, 2000.*

A diferencia de los casos presentados en el norte de Europa, en el sur no ocurría lo mismo. Ejemplo de ello es lo acontecido en la *Villa Casale* en Italia, donde los acontecimientos transcurrieron de forma totalmente distinta. Tras las excavaciones arqueológicas, el arquitecto *Piero Gazzola* apostó en 1941 por un proyecto de reconstrucción para dar prioridad a la protección de los importantes mosaicos de la villa, pero que también contribuyera a la educación patrimonial. La intervención se fundamentó así en el uso de materiales que evocaban a las construcciones romanas originales, como pilastras de ladrillo o la ejecución de una cubierta de madera y tejas de arcilla imitando las antiguas *tegulae* romanas (STANLEY-PRICE, 1997: 76). Sin embargo, el proyecto encontró una dura oposición en un país como Italia, acostumbrado a la contemplación romántica de los abundantes restos arqueológicos. Esta oposición condujo a la definitiva eliminación de la obra de *Gazzola*

sustituyéndola en 1958 por una intervención de principios bien dispares, que estaría a cargo del arquitecto *Franco Minissi*. Este arquitecto, influenciado por *Cesare Brandi*, realizó un diseño donde mantuvo el espíritu del proyecto de *P. Gazzola* pero con materiales a emplear de distinta naturaleza, como plástico, vidrio y metal (BENÍTEZ DE LUEGO *et al.*, 2011: 44-45; STANLEY-PRICE, 1997: 73) (ver Figura 2.34).

De esta forma, los principios que se acercaban más a la reversibilidad y funcionalidad quedaron aplazados, dando mayor importancia a la autenticidad y discernibilidad entre materiales originales y añadidos. Con esta intervención, ofrecieron al público las dimensiones y el volumen de las diferentes salas donde los mosaicos podían ser observados desde pasarelas a través de paneles traslúcidos. Además, siendo conscientes del efecto invernadero creado, se incluyeron medidas para reducir la emisión de calor en el interior que, sin embargo, fueron insuficientes para combatir las altas temperaturas y la humedad. Se creó así un efecto contrario al deseado con situaciones inapropiadas tanto para los visitantes, como para los restos arqueológicos que cada vez fueron presentando un peor estado de conservación. Con el transcurso del tiempo se registraron ciclos de expansión y contracción de los materiales constituyentes potencialmente dañinos, especialmente en los puntos de contacto entre los materiales originales y los añadidos, así como los ciclos de cristalización y disolución de sales solubles registrados (STANLEY-PRICE, 1997: 79; GÓMEZ ROBLES, 2010: 92).



Figura. 2.34. Reconstrucción volumétrica del *triclinium* de la *Villa Romana del Casale* (*Piazza Armerina*, Sicilia). Fuente: Talavan n.d.

Mientras tanto en España, años más tarde se mantuvo un posicionamiento legal relativamente claro en relación a las reconstrucciones integrales, percibiéndose aún una evidente influencia de la Carta de Atenas, y naturalmente de su sucesora: la Carta de Venecia. De este modo, en la Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español, en el artículo 39.2 se aborda lo referido a las reconstrucciones integrales desaconsejando su uso y proponiendo en su lugar la técnica de anastilosis:

“En el caso de bienes inmuebles, las actuaciones [...] encaminadas a su conservación, consolidación y rehabilitación y evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o

partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas”. *Artículo 39.2, Ley 16/1985 de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español.*

Estrechamente relacionado con las reconstrucciones integrales, uno de los aspectos a tener en cuenta continúa siendo a día de hoy la reversibilidad. El uso de “materiales modernos” que ya se mencionaba en la Carta de Atenas en el artículo 5:

“Los expertos escucharon varias comunicaciones relativas al empleo de materiales modernos para la consolidación de los edificios antiguos, y han aprobado el empleo juicioso de todos los recursos de la técnica moderna, muy especialmente del concreto armado”. *Artículo 5, Carta de Atenas, 1931.*

-si recurrimos a la legislación valenciana, en este caso se acepta el procedimiento de puesta en valor de los yacimientos arqueológicos mediante reconstrucciones volumétricas totales o parciales, según el porcentaje de conservación de los hallazgos y de su conocimiento documental. Asimismo, se prioriza, siempre que sea posible, su intervención a través de medios originarios, incluyendo técnicas de discernibilidad:

“Podrán autorizarse, siempre que exista alguna pervivencia de elementos originales o conocimiento documental suficiente de lo perdido, las reconstrucciones totales o parciales del bien. En todo caso deberá justificarse documentalmente el proceso reconstructivo. La reconstrucción procurará, en la medida que las condiciones técnicas lo permitan, la utilización de procedimientos y materiales originarios. El resultado deberá hacerse comprensible a través de gráficos, maquetas, métodos virtuales o cualquier técnica de representación que permita la diferenciación entre los elementos originales y los reconstruidos”. *Artículo 38º, apartado d de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano y Artículo 1.17 apartado d de la Ley 5/2007, de 9 de febrero,*

de modificación de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.

Ciertamente, puede darse la situación de que en el transcurso de nuevas investigaciones arqueológicas, la teoría formulada inicialmente tenga que ser sustituida por otra ante nuevas evidencias; y en este sentido los profesionales se han planteado en numerosas ocasiones si realmente existe una reconstrucción reversible. Como es obvio, el miedo a realizar una inadecuada intervención es una constante que con el uso de técnicas tradicionales, se puede reducir considerablemente. En este sentido, la Arqueología Experimental hace un ejercicio fundamental para conocer las técnicas y usos de nuestros antepasados, utilizando los recursos del medio natural, al tiempo que se fomenta la sostenibilidad y la concienciación del público a través de la didáctica. Aun así, resulta inevitable embellecer el pasado (LOWENTHAL, 1998: 59).

Este último planteamiento, junto con la educación patrimonial, cobra gran importancia al permitir que el conocimiento pueda ser transmitido para poder incrementar el interés por conocer cómo vivían las comunidades del pasado y los enclaves arqueológicos en su conjunto, y no solamente el interés por los restos arqueológicos en sí. Con esta práctica, la posibilidad de transportarse al pasado puede ser posible provocando grandes reflexiones en el público. Los yacimientos arqueológicos que forman parte de este tipo de proyectos sociales y sostenibles, se convierten entonces en enclaves llenos de vida que permiten disfrutar también del paisaje y del medio que les rodea, sin ser necesariamente testigos de los altos contrastes de antropización.

Asimismo, en España podríamos distinguir tres tipos de intervención y presentación al público, dentro de las reconstrucciones volumétricas integrales *in situ*: reconstrucciones volumétricas *in situ* sobre las estructuras originales; *ex situ*, en el espacio inmediatamente adyacente; y las reconstrucciones volumétricas traslado, donde las reconstrucciones son realizadas también sobre estructuras originales, pero en un nuevo emplazamiento.

II.4.1. Los procesos de reconstrucción

Indiferentemente de la metodología reconstructiva escogida en cada proyecto, ya sea integral *in situ*, *ex situ* o traslado, en España se han definido fundamentalmente tres tipos de técnica: Reconstrucciones con técnicas y materiales actuales; reconstrucciones con técnicas y materiales afines y/u originales; y reconstrucciones que combinan materiales actuales y originales y/u afines.

1. Reconstrucciones con técnicas y materiales actuales. La incorporación de las reconstrucciones volumétricas de yacimientos arqueológicos a la arquitectura moderna es una cuestión actual, en pleno debate dada su influencia en la presentación e interpretación de los enclaves arqueológicos. Como norma general, este tipo de actuaciones están marcadas por la falta de equipos interdisciplinares donde poder debatir las distintas posibilidades de puesta en valor, por el uso de materiales actuales no necesariamente reversibles y por poner en entredicho el concepto de autenticidad de los inmuebles. Por estas razones, estos proyectos han resultado ser objeto de grandes polémicas. Es el caso de las intervenciones ejecutadas en el teatro romano de Sagunto (Valencia), donde a pesar de que se cuenta con elementos de separación interna entre los restos originales y los añadidos, no se garantiza la integridad de las partes originales (NOGUERA GIMÉNEZ *et al.*, 2011: 389; GAYO, 2012: 30-32). El alto contraste reflejado entre las partes añadidas y las originales garantiza su discernibilidad ofreciendo además una imagen de “semi-ruina” (ver Figura 2.35). A diferencia de los yacimientos reconstruidos parcialmente, en este caso los inmuebles sí están reconstruidos íntegramente, pero paradójicamente, continúan provocando nostalgia. A diferencia de lo que ocurre en los otros tipos de presentación al público, el sentimiento nostálgico inspirado no provoca exactamente la necesidad de iniciar un viaje hacia el pasado, sino más bien hacia la postmodernidad olvidando su esencia. Los

materiales más utilizados en esta modalidad son el hormigón armado, cemento armado, estructuras metálicas (donde destaca el acero corten en intervenciones en exterior), plásticos y policarbonato, y vidrio.

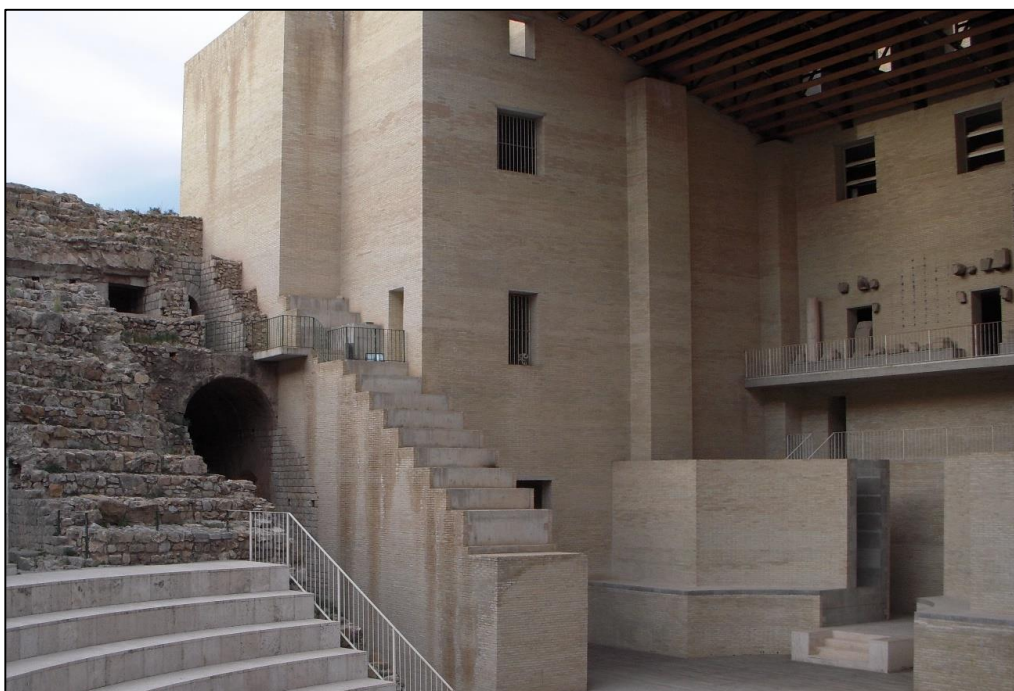


Figura 2.35. Reconstrucción integral para la rehabilitación del teatro romano de Sagunto (Valencia) que tuvo lugar a partir de 1986 por los arquitectos G. Grassi y M. Portaceli.

2. Reconstrucciones con técnicas y materiales afines y/u originales. Esta modalidad está marcada por el criterio de interdisciplinariedad, donde profesionales de distintas áreas toman parte. Inicialmente se documentan e investigan las técnicas originales de ejecución, y los materiales utilizados a tal fin son ensayados previamente tanto en laboratorios como *in situ*, donde se incluyen técnicas experimentales. Tal y como ocurre dentro de las reconstrucciones parciales, en las reconstrucciones integrales las técnicas de diferenciación entre originales y añadidos ocupan un papel relevante. En este sentido, la colocación de piezas testigo se continúa realizando, pero cobra mayor

importancia la diferenciación visual que se origina entre los muros arqueológicos desnudos tal cual fueron hallados y la propia reconstrucción completa sobre ellos, incluyendo las diferentes capas de ejecución. En el caso de la Ciudadela de *Calafell* (Tarragona), además de la posible diferenciación a simple vista, incluyeron también una línea rojiza de colorante mineral sobre mortero en el límite de la zona reconstruida (POU et al., 2001: 96) (ver Figura 2.36). A diferencia de lo que ocurre en las intervenciones de reconstrucciones parciales donde el uso de elementos separadores internos es elevado, en este caso, al realizarse las reconstrucciones integrales a base de materiales y técnicas fácilmente reversibles, su práctica ha ido en detrimento.



Figura 2.36. Reconstrucción integral realizada en la Ciudadela Ibérica de *Calafell* (Tarragona) discernible simple vista donde se incluye, además, una la línea rojiza entre originales y añadidos.



Figura 2.37. Reconstrucción del poblado ibérico de la Ciudadela Ibérica de *Calafell* (Tarragona) a partir de la investigación y experimentación en Arqueología Experimental.



Figura 2.38. Reconstrucción de la muralla del poblado íbero en la Bastida de *Les Alcusses* (Moixent, Valencia), con materiales y técnicas afines y originales. Se distingue la colocación de testigos de chamota como diferenciadores entre originales y añadidos.

3. Reconstrucciones que combinan materiales actuales y originales y/o afines. En este caso, la intención de este tipo de intervenciones es devolverles a los enclaves arqueológicos su aspecto original. El uso de materiales actuales se justifica por su capacidad de resistencia, para ser revestidos finalmente por materiales afines y/u originales. Ejemplo de ello es la reconstrucción realizada en el yacimiento

arqueológico de El Cabo (Andorra, Teruel), objeto de una reconstrucción traslado (GALVE, BENAVENTE, 2004; GALVE, 2008), y la realizada en el yacimiento arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba) sobre el santuario (ver Figura 2.41).

II.4.2. Reconstrucciones volumétricas *in situ* sobre restos originales

En España el primer yacimiento arqueológico, y hasta el momento el único, reconstruido sobre los restos arqueológicos a partir de técnicas y materiales originales es la Ciudadela ibérica de *Calafell* en Tarragona (Cataluña). El yacimiento fue excavado de forma sistemática entre los años 1983 y 1992 bajo la dirección de J. Sanmartí y J. Santacana, para poder iniciar su etapa de reconstrucción experimental en 1992 (SANTACA, MASRIERA, 2012: 151; SANMARTÍ, SANTACANA, 1995) (ver Figura 2.37). Se trata de un caso localizado en área urbana, que gracias a esta reconstrucción integral llevada a cabo en 1994, ha conseguido revalorizarse y mostrar un alto contenido científico. En la actualidad funciona además como centro de investigación relevante, es miembro de Exarc²⁰ desde 2007 y formó parte del proyecto *Open Arch* 2011-2015²¹. Su singularidad reside en el hecho de que la legislación española no contempla este tipo de intervenciones encontrándose en una especie de limbo jurídico, entre la permisibilidad y la restricción legal (SANTACANA, MASRIERA, 2012: 152). Los motivos de su reconstrucción fueron fundamentalmente de carácter conservacionista, científico, didáctico y turístico ya que el municipio de *Calafell*, desde mediados de los años cincuenta,

²⁰ Se trata de la *International Organisation of Archaeological Open Air Museums and Experimental Archaeology*, es una red de profesionales involucrados en cerca de noventa (89 en abril de 2017) museos arqueológicos al aire libre dedicados a la Arqueología Experimental abarcando los periodos que van desde la prehistoria hasta el medievo.

²¹ Proyecto basado en el intercambio de profesionales y experiencias entre once yacimientos europeos miembros de EXARC: La Ciudadela Ibérica de *Calafell* (ES); *University of Exeter, Department of Archaeology* (EN); *Amgueddfa Cymru, St. Fagans National History Museum* (WLS); EXARC (NL); *Archeon* (NL); *Unebedcentrum* (NL); *Archaeological-Ecological Centre Albersdorf* (DE); *Fotevikens Museum* (SE); *Kierikki Stone Age Centre* (FI); *Arheoloski Institut* (RS); *Parco Archeologico e Museo all'aperto della Terramara di Montale* (IT). Su objetivo principal fue establecer relaciones duraderas entre los diferentes centros con el fin de enriquecer el conocimiento en esta materia (<http://openarch.eu/>).

fue objeto de una persistente actividad inmobiliaria que se convirtió en el principal activo del municipio (GONZÁLEZ REVERTÉ, 2000: 412). La reconstrucción del yacimiento se vio como la única forma posible de preservar los vestigios en un terreno muy demandado para la construcción (PÉREZ-JUEZ, 2012: 119). En él la influencia de otros enclaves tan internacionales como el de *Eketorp* (*Öland*, Suecia), es claramente apreciable. Con el fin de conseguir una intervención sostenible, respetable, social y adaptada a los criterios establecidos, se siguieron los principios de la Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico de 1990, o Carta de Lausana.

Esta intervención nada tiene que ver con las realizadas a partir de 1960, con la rehabilitación de los teatros romanos en España. A diferencia de las reconstrucciones, las rehabilitaciones buscan recuperar la función original y reutilizar el espacio con el fin de darle el uso para el que fue concebido. La rehabilitación realizada por G. *Grassi* y M. *Portaceli* en el teatro romano de Sagunto marcó un antes y un después en la historia del patrimonio español. El uso de materiales irreversibles tanto en la escena como en el graderío es palpable, potenciándose una interpretación estética, frente a la histórica, además de tratarse de una actuación de vanguardia (LARA, 1991; LARA, 2002: 32). Las obras quedaron paralizadas en 1993 por el Tribunal Superior de Justicia y se redactó una orden de derribo judicial (ver Figura 2.35).

Además del ejemplo de reconstrucción del enclave de *Calafell*, en España se cuenta con yacimientos en los que se han realizado reconstrucciones volumétricas integrales *in situ* sobre estructuras arqueológicas:

La Villa romana de Navatejera (Villaquilambre, León), datada entre los siglos I y V d.C. y descubierta en 1885, fue pionera como primera villa romana musealizada y forma parte de la red de yacimientos musealizados estatales desde 1992. Con el fin de proteger los restos de las estancias principales, se llevó a cabo la cubrición de los restos a partir de un cerramiento que imita el tipo de arquitectura romana. El proyecto estuvo a cargo de los arquitectos D. de los Ríos e I. Sánchez Fuelles, quienes en 1889 se embarcaron en lo que sería una

labor de reconstrucción a base de materiales afines y originales sin igual hasta el momento en España (DÍAZ-JIMÉNEZ, 1922: 447; CAGEADO, et al., 2007: 122; GRAU, 2007: 165-171). Actualmente continúa cerrada al público por falta de fondos (diariodeleón 30/04/2015).

A pesar de tratarse de un yacimiento del Calcolítico, creemos que es relevante mencionar de nuevo el yacimiento arqueológico de Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería). En este enclave, referente en Europa por su complejidad en la organización del territorio y estructuras halladas, únicamente fue reconstruida una estructura: la tumba número 17 de tipo *tholoi* mediante materiales y técnicas originales. La intervención se realizó con los mismos materiales y técnicas que los antiguos pobladores, tuvo lugar durante tres años, entre 1953 y 1956, y fue ejecutada por los arqueólogos M. Almagro Basch y A. Arribas Palau (MORENO, MARTÍN, 2008, p. 55) (ver Figura 2.39).



Figura 2.39. Reconstrucción volumétrica realizada sobre la tumba número 17 de tipo *tholoi* en el yacimiento de Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería). Fuente: <http://www.turismoalmeria.com/>

En Galicia también se realizaron reconstrucciones aisladas con técnicas y materiales originales sobre castros de época ibérica. Ejemplos de ellos son el Castro de Elviña (A Coruña) en 1957, y tras su éxito el de Santa Tegra (A

Guarda, Pontevedra) en 1965 y 1972. Este último fue el primer caso llevado a cabo por los arqueólogos L. Monteagudo y J. M^a Luengo, lamentablemente destruido a causa de un incendio (LÓPEZ-MENCHERO, 2013: 115; AYÁN, 2001).

Tras el episodio de las rehabilitaciones de los teatros romanos, a partir de 1994 ha de detenerse en cuenta el caso del yacimiento arqueológico de Numancia (Garray, Soria), del siglo III a.C. En este yacimiento se realizaron las reconstrucciones *in situ* de dos viviendas (una celtibera, y otra romana) también mediante técnicas y materiales originales, además de un tramo de muralla con materiales tradicionales y sostenibles. Además, la celebración de las batallas numantinas *in situ* año tras año, ajustándose los guiones a los episodios narrados por Apiano, cumplen una gran labor educativa (JIMENO, 2013: 15-18) (ver Figura 2.40).



Figura 2.40. Vivienda celtibera reconstruida a partir de técnicas originales en el yacimiento de Numancia (Garray, Soria) en 1994. Fuente: Choiva n.d.

Otro caso a tener en cuenta es el del Parque Arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba). En él se pueden reconocer claramente reconstrucciones parciales en la zona del foro mientras paulatinamente van incorporando reconstrucciones integrales. Asimismo la intervención que más destaca es la ejecutada sobre la puerta oriental del enclave mediante técnicas y

uso de materiales actuales en el año 2011 (ver Figura 2.41). En cambio, la actuación llevada a cabo en otra de las estructuras, el santuario del propio enclave, la dieron por finalizada un año antes (2010), escogiendo una técnica visiblemente distinta y más afín a la original, pero en este caso sobre lámina metálica (ver Figura 2.42).



Figura 2.41. Reconstrucción de la puerta monumental oriental del Parque Arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba). Fuente: R. Sánchez Sánchez.

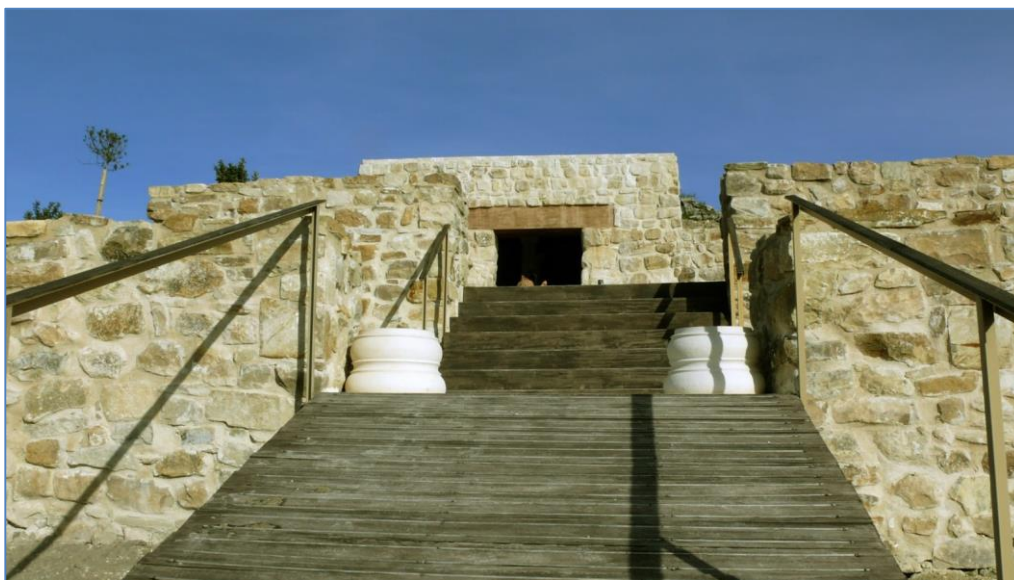


Figura 2.42. Intervención en el santuario del Parque Arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba) mediante técnicas similares a las originales. Fuente: F. Carrasco.

El ejemplo más reciente es el de la reconstrucción volumétrica ejecutada en el yacimiento arqueológico de Cáceres el Viejo situado a tres Kilómetros de Cáceres. Se trata de un campamento militar de época republicana y la intervención a la que nos referimos se ejecutó sobre los restos de la muralla y Puerta *Principalis*, con el fin de mejorar su lectura e interpretación. El proyecto estuvo a cargo del Grupo Tragsa y la intervención se dio por finalizada en la primavera de 2017 con la colocación de una estructura de acero corten que recrea los elementos defensivos. Tratando de seguir los criterios de intervención básicos, se ha evitado el contacto entre las estructuras originales y el añadido, que llega a los cinco metros, también cumple un papel de punto de observación desde donde poder visualizar y contextualizar el yacimiento (Yacimiento Cáceres Viejo, rtve.es, 2017) (ver Figura 2.43).



Figura 2.43. Reconstrucción con estructura contemporánea de acero en el campamento romano de Cáceres el Viejo (Cáceres) en 2017. Fuente: Junta de Extremadura.

II.4.3. Reconstrucciones volumétricas *ex situ*

Este apartado está dedicado a aquellas reconstrucciones que se realizan en el entorno inmediato al yacimiento arqueológico, sin intervenir directamente sobre los restos arqueológicos.

En esta modalidad van siendo cada vez más los yacimientos que, atendiendo a fines didácticos, se decantan por esta acción emergente. Se trata de una opción más cómoda que la anterior, ya que sin reconstruir los originales, el público puede comprender los hallazgos comparándolos con los ejemplos reproducidos. Aun así, tanto los restos originales como la reproducción, son presentados al público en espacios separados que sin la ayuda de infraestructuras para la interpretación (cartelería, guías, audioguías, etc.),

pueden ser difíciles de relacionar. Aun teniendo referencias para interpretar más fácilmente los restos, se sigue estando ante un yacimiento en forma de ruina. En todo caso, se altera el paisaje ya que para intervenir siguiendo estos parámetros, es indispensable contar con un espacio adyacente en el mismo enclave, donde existan también garantías de que bajo él no se encuentran más restos arqueológicos.

Es importante la reproducción a escala de una *Domus* romana en las proximidades de la ciudad romana de *Julióbriga* (Retortillo, Cantabria), conocida como la Casa de los Morillos, que hoy es el Museo de la *Domus* Romana. Fue erigida a partir de los restos arqueológicos de la *domus* original del siglo I. d.C., que ya se conocía en su totalidad desde el año 1956 a raíz de las distintas campañas arqueológicas. La casa reconstruida abrió sus puertas en el año 2003, con el objetivo de facilitar al visitante su interpretación y de mostrar los objetos arqueológicos hallados (GIL, CEPEDA, 2004: 3) (ver Figura 2.44).

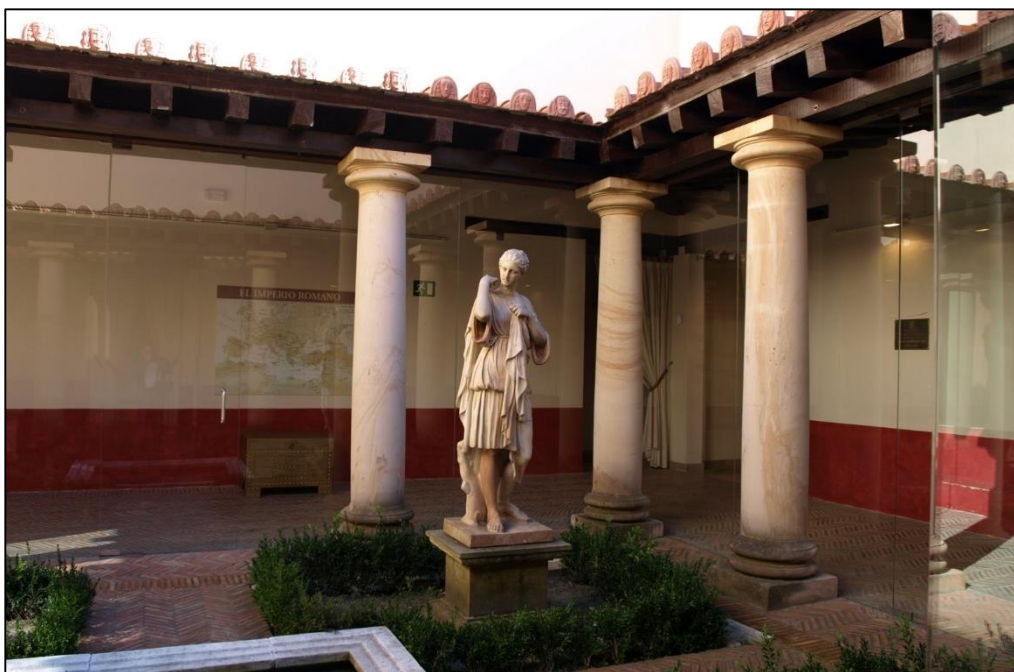


Figura 2.44. Domus romana de Julióbriga. Fuente: www.mvarte.com

En ese mismo año, el Museo de las Villas Romanas en Almenara-Puras en Valladolid abrió sus puertas. En él, se pueden visitar los restos musealizados de villa romana bajoimperial del siglo IV que fueron localizados en 1887. Además, desde el año 2007 se cuenta también con la reproducción de esta *pars urbana*, edificio a tamaño real que ocupa un área de más de 650 metros cuadrados en otro edificio próximo (ver Figura 2.45).



Figura. 2.45. Reproducción a escala de la villa romana de Almenara-Puras (Valladolid). Fuente: <http://www.provinciadevalladolid.com/es/centros-turisticos-provinciales/museo-villas-romanas>

El siguiente yacimiento más relevante bajo esta metodología es el ya citado Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería) descubierto en 1891, e investigado por el eminente arqueólogo belga Luis Siret. En el enclave se localiza, a escasos metros de los hallazgos, la reconstrucción *ex situ* de los restos más relevantes del enclave con ambientación propia en los interiores. Entre las estructuras reconstruidas destacan: parte de la muralla, dos *tholoi* funerarios, un taller metalúrgico, dos cabañas, un horno y un corral. La totalidad de la reconstrucción fue realizada de forma manual, siguiendo la tecnología del

periodo histórico, empleando herramientas primitivas y productos naturales (MORENO ONORATO, MARTÍN HARO, 2006: 15) (ver Figura 2.46).



Figura 2.46. Reconstrucción *ex situ* (próxima a la zona arqueológica) de los hallazgos más relevantes del yacimiento arqueológico de Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería).

En la provincia de Valencia también se cuenta con la Bastida de *Les Alcusses* de *Moixent* que reúne estas características. Esta ciudad ibérica fortificada del siglo IV a.C., fue declarada Monumento Histórico-Artístico en 1931 y cuenta, como ya se apuntaba previamente, con la reconstrucción de buena parte de su muralla (ver Figura 2.38) y en las afueras del asentamiento se ha reproducido y recreado una de las casas más representativas de la cultura ibérica. Para ello fue necesaria la experimentación de las mismas técnicas tradicionales a partir de adobes y cubiertas vegetales (BONET, VIVES-FERRÁNDIZ: 2011: 263; BEONET, VIVES-FERRÁNDIZ, 2011: 275-291; BONET et al. 2014: 76) y desde 1999 este espacio cumple la función de Área Didáctica y de investigación Arqueológica (ver Figura 2.47).



Figura 2.47. Reconstrucción *ex situ* de una casa íbera en el yacimiento arqueológico de la Bastida de *Les Alcusses* en *Moixent* (Valencia), a partir del uso de técnicas y materiales originales. Proyecto finalizado en 1999.

II.4.4. Reconstrucciones volumétricas traslado

Hasta el momento en España ha sido común el traslado de estructuras y materiales provenientes de yacimientos arqueológicos a museos fundamentalmente, como ha ocurrido con los mosaicos y material cerámico, metálico, etc. Pero como norma general y ajustándose a las cartas internacionales donde se desaconsejan los traslados, salvo porque su integridad corra peligro, raras veces se han llevado a cabo en España. La posición de rechazo hacia los traslados se manifiesta claramente en la Carta del Restauro de 1972 y en la Carta de Lausana de 1990 de la siguiente forma:

“[...] deben establecerse las operaciones de salvaguardia y restauración y en ellas se prohíbe [...] lo siguiente: Remociones, reconstrucciones o traslados a emplazamientos distintos de los originales; a menos que esto no esté determinado por razones superiores de conservación”. *Artículo 6º punto 3, Carta del Restauro, 1972.*

“Conservar "in situ" monumentos y conjuntos debe ser el objetivo fundamental de la conservación del patrimonio arqueológico. Cualquier traslado viola el principio según el cual el patrimonio debe conservarse en

su contexto original. Este principio subraya la necesidad de una conservación, una gestión y un mantenimiento apropiados. *Artículo 6º, Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico, 1990.*

Mientras en el norte de Europa, tras la transformación originada en los núcleos urbanos y consecuentemente en los modos de vida, se planteó la posibilidad de trasladar íntegramente antiguos edificios para procurar su conservación. El origen de esta idea se concibió en el *Skansen* de Estocolmo; donde un profesor de lenguas nórdicas, A. *Hazelius*, planteó trasladar las granjas y casas antiguas de Escandinavia y reconstruirlas de nuevo en un parque cerca de la capital. Esta intención progresó tanto que en los años veinte en la vecina Suecia ya había más de ochenta centros de esta naturaleza y el modelo se extendió progresivamente a países como Alemania, Holanda, Noruega, Bélgica, Hungría, Polonia y Suiza. En este sentido el modelo de traslado tiende a ser más etnográfico que arqueológico, pero es susceptible de ser utilizado en contextos arqueológicos (MASRIERA, 2009: 42) (Figura 2.48).



Figura 2.48. Museo vivo al aire libre de *Skansen* (Estocolmo, Suecia). Fuente: <http://www.skansen.se>

La diferencia fundamental que se puede apreciar entre las intervenciones *ex situ* y los traslados también reside en que, a pesar de la descontextualización que pueda ocasionar este tipo de intervención, en determinadas ocasiones existen necesidades de urgencia, donde el yacimiento en cuestión sufre una

situación de peligro de pérdida evidente, y la única forma de conservarlo es trasladándolo a otro lugar estructura a estructura. Esta modalidad se ha incluido dentro del grupo de intervenciones *in situ*, ya que a pesar de que los restos son trasladados a un nuevo emplazamiento, la reconstrucción volumétrica se sigue realizando de forma íntegra sobre los restos originales.

En España se cuenta con el caso del poblado ibérico del siglo V a.C. de El Cabo de Andorra, en la provincia de Teruel. La integridad del enclave se encontraba en verdadero peligro debido a su proximidad y afección por una explotación minera de carbón propiedad de la empresa Endesa. Por esta razón, las estructuras más representativas del yacimiento fueron desmontadas parte por parte y trasladadas a su nuevo emplazamiento. El yacimiento fue destruido finalmente en 1999. Su traslado y “reconstrucción”²² en lo alto del cerro de San Macario en la misma localidad andorrana, no finalizó hasta el año 2004. En este caso, se aprovechó la oportunidad del traslado, para trabajar con técnicas de construcción actuales no necesariamente reversibles, como son el uso de cimentaciones de hormigón armado, estructuras internas de ladrillo, desagües canalizados o la colocación de cubiertas impermeables, a diferencia de los casos anteriores (BENAVENTE, GALVE, 2004: 100). Éstas permanecen ocultas bajo paramentos de mampostería, adobes, enlucidos de barro y cubiertas vegetales. Las investigaciones arqueológicas han permitido la reconstrucción completa de tres de las viviendas del emplazamiento a escala natural (ver Figura 2.49). Esta recreación del espacio exterior e interior cumple el objetivo planteado en su momento, de ofrecer al público una secuencia didáctica que incluya las diferentes fases del enclave: proceso de construcción, abandono, excavación, traslado, reconstrucción del propio yacimiento y reconstrucción volumétrica de las tres viviendas (GALVE, BENAVENTE, 2004).

²² En este caso, el término de “reconstrucción” realmente se interpreta como construir los restos tal cual fueron hallados, eso sí, cambiando su contexto original. Por tanto, esta reconstrucción no hace mención a las reconstrucciones volumétricas integrales a las cuales nos referimos en este capítulo.



Figura 2.49. Vista del yacimiento arqueológico de El Cabo (Andorra, Teruel). Intervención finalizada en el año 2004. Fuente: Archivo fotográfico del Consorcio Iberos en el Bajo Aragón.

II.4.5. Estructuras de protección

Cubiertas/techados

Se conocen ejemplos de colocación de cubiertas más o menos vinculantes como ocurría en las tipologías anteriores, ya que las cubiertas/techados en esta ocasión forman parte del propio inmueble reconstruido. Las estructuras para la protección pueden ser de diversa naturaleza y además de proteger los restos originales contribuyen, como norma general, a facilitar considerablemente la comprensión e interpretación de los mismos y a la conservación de los restos arqueológicos. Las intervenciones se han realizado o bien a base de materiales actuales, o con materiales afines y/u originales, o a través de la combinación de ambas técnicas.

1. Cubiertas realizadas mediante materiales actuales. Ejemplo de ello es el Parque Arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba), donde destaca la restauración de las dos torres de la puerta oriental del enclave del año 2011. Las torres, que formaban parte del recinto

amurallado, fueron erigidas originalmente a partir de la técnica de *opus quadratum* a base de grandes bloques de caliza local (MORENO LOZANO, 2015: 78). En cambio, en la intervención realizada se siguió un criterio de abstracción y se ejecutó a partir de materiales actuales visibles en su cara exterior, como el chapado de piedra fijado con varillas de acero (ver Figura 2.41).

2. Cubiertas realizadas mediante materiales afines y/u originales. Los proyectos realizados en esta modalidad en España continúan siendo una minoría, y dentro de ellos son un número mayor los que han utilizado (y utilizan para su mantenimiento y conservación) técnicas originales y materiales afines y/u originales.



Figura 2.50. Cubiertas vegetales en la Ciudadela Ibérica de *Calafell* (Tarragona), inaugurado en 1996.

3. Cubiertas realizadas a través de la combinación técnicas y materiales actuales y afines y/u originales. Con el principal objetivo de ejecutar una intervención duradera que no requiera de un mantenimiento regular, ni de reparación alguna cada cierto tiempo, existen ejemplos en los que se han decantado por la posibilidad de colocar cubiertas que en su interior contienen materiales actuales. Ejemplo de ello es

la ya mencionada intervención llevada a cabo en el enclave arqueológico de El Cabo de Andorra (Teruel), donde ha primado el uso de láminas impermeables en las cubiertas para después ser revestidas mediante elementos vegetales (BENAVENTE, GALVE, 2004: 100).

Elementos de dirección

Paulatinamente se ha ido reduciendo su uso en este tipo de enclaves donde, debido a la protección y mantenimiento que reciben los hallazgos arqueológicos, es posible circular sobre ellos. El concepto cambia al encontrar este tipo de elementos para socorrer y velar por la integridad de los visitantes, en vez de cumplir una mera función de elementos conservativos y de protección para las estructuras arqueológicas, tal y como ocurría en las técnicas anteriores.

Cercados, vallados y/o cerramientos

A pesar de que existen alambradas y elementos artificiales que limitan el espacio y lo protegen de cualquier posible tipo de intromisión, existen casos de enclaves arqueológicos, aún muy limitados, que se han decantado por elementos naturales. Con el objetivo de evitar una evidente descontextualización del paisaje, en el yacimiento arqueológico de La Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia) son las propias murallas las que hacen de límite. Los ejemplos más claros los podemos encontrar en un gran número de los yacimientos arqueológicos musealizados del norte de Europa. Ejemplo de ello es el de *Xanten*, donde la reconstrucción volumétrica de la muralla y las hileras de setos entorno a ella limitan el espacio y evitan allanamientos.

II.4.6. Infraestructuras para la interpretación

Infraestructuras indirectas

1. Puntos de observación: La evolución en los materiales continúa hacia el uso de estructuras más simples y afines. Por un lado se aprovechan mejor los promontorios naturales y, por otro, los puntos de observación quedan mejor integrados estéticamente y tratan de

evitar una distorsión hasta ahora evidente. Un ejemplo de ello es la torre de vigilancia instalada en la Ciudadela ibérica de *Calafell* (Tarragona) (ver Figura 2.51). Una torre móvil de madera desde la cual poder observar el poblado y comprender su función como torre de asalto. En las excavaciones arqueológicas fueron hallados restos de una torre de asalto romana, la cual ha sido reconstruida y utilizada también como punto de observación (MASRIERA, 2009: 45). Aun así, se siguen realizando colocaciones de puntos de observación ejecutados a base de materiales actuales, como sucede en el ya mencionado enclave arqueológico de Cáceres el Viejo (Cáceres), donde se incluyó una visible estructura de acero corten (ver Figura 2.43).



Figura 2.51. Punto de observación en la Ciudadela de *Calafell* (Tarragona).

2. **Diseño de itinerarios:** El diseño de los itinerarios experimenta una simplificación notable gracias a la fácil interpretación de las estructuras arqueológicas. En las tipologías anteriores todos los puntos del mensaje elaborado eran relevantes y de ello depende la comprensión de los enclaves ruina o semi-ruina, sin embargo en las reconstrucciones volumétricas el público se ve inmerso en un enclave donde su comprensión resulta evidentemente más sencilla. De esta forma los itinerarios pasan a tener un carácter más bien abierto, donde los visitantes, dentro de un orden mínimo establecido, pueden visitar y explorar los yacimientos de una forma más libre en función de sus intereses y necesidades. El diseño de un mensaje coherente y planificado naturalmente continúa siendo necesario, pero este tipo de itinerario más flexible permite poder adaptarse a aquellas personas que presenten algún tipo de discapacidad. Los yacimientos de esta tipología cuentan con la adecuación del terreno por el cual toda clase de público puede transcurrir, evitando la instalación de plataformas que no sean necesarias.
3. **Marcadores de estructuras:** estos elementos disminuyen considerablemente ya que con las reconstrucciones de estructuras la diferencia entre ellas es clara. Su uso como elemento conservativo, haciendo hincapié especialmente a la interposición de capas de grava, queda reducido a aquellas estructuras que son reconstruidas y a la adecuación de caminos y terrenos que se incluyen dentro de los enclaves. Por otro lado respecto a las ya mencionadas “marcas de suelo”, su uso continúa siendo reducido en España y dentro de esta tipología especialmente, sobre todo porque si una estructura, material u objeto es trasladada al museo correspondiente, lo más probablemente es que ésta sea sustituida por una réplica y señalada como tal.
4. **Elementos contextualizantes y ambientación:** Al contar con techos y cubriciones en las estancias principales, es posible no solo colocar

elementos contextualizantes que resistan las inclemencias del tiempo como sucedía en ejemplos anteriores, sino también realizar verdaderas ambientaciones propias en cada uno de los habitáculos. Además de incluir los recursos materiales necesarios, también es posible contar con decorados, incluso con actores o artesanos que desarrollen las labores propias de los antiguos pobladores. Como norma general se trata de recursos que forman parte de un decorado pero que también son claramente evocadores permitiendo introducir al visitante en el contexto (ver Figura 2.52).



Figura 2.52. Decorado de uno de los habitáculos reconstruidos en el yacimiento arqueológico de El Cabo (Andorra, Teruel). Fuente: Archivo fotográfico del Consorcio Iberos en el Bajo Aragón.

5. Reconstrucciones volumétricas integrales: aquellos yacimientos arqueológicos musealizados que cuentan con la ejecución de reconstrucciones *in situ* basadas en técnicas originales y/o afines y en técnicas que combinan materiales actuales y afines y/u originales han experimentado notables cambios positivos en la valoración de las

estructuras inmuebles y en su dimensión social. El cerramiento de los espacios ha permitido que estos sean aprovechados para mejorar su interpretación a través de su ambientación y su uso para talleres, además de garantizar una mejora en las condiciones de conservación. Ello ha permitido que las infraestructuras de interpretación directa e indirecta hayan sido modificadas con el fin de generar espacios destinados a la educación patrimonial. En cambio los resultados no son igual de positivos en los yacimientos reconstruidos mediante técnicas actuales, ya que no consiguen evocar una imagen del pasado que facilite la interpretación de los restos. Ejemplo de ello es que en las infraestructuras de interpretación directa e indirecta no se han experimentado grandes cambios y continúan siendo elementos importantes y necesarios para garantizar una correcta interpretación de los hallazgos.

Infraestructuras directas

Como norma general se observa cómo los enclaves de esta tipología prescinden de muchos de los elementos pertenecientes al grupo de infraestructuras directas. Se prescinde cada vez más de determinados elementos que eran fundamentales para los casos anteriores, en primer lugar debido al trabajo previo realizado en la intensificación de las infraestructuras indirectas (especialmente en elementos contextualizantes y ambientación) y, obviamente, debido al incremento que se ha experimentado en el desarrollo de actividades, talleres, eventos y espectáculos, que permiten generar una mejor interpretación y consiguiente empoderamiento cultural del público.

1. Museos de sitio/centros de interpretación/centros de recepción de visitantes: Poseen un carácter estimulante y suelen ser espacios de tamaño reducido cuya función es recibir e introducir al público dando a conocer la importancia y el valor de las estructuras arqueológicas. En este caso no cumplen una función de museo, sino que son los propios yacimientos arqueológicos los que pasan a ser los museos.

Puede tratarse tanto de edificios de nueva ejecución construidos con materiales tradicionales, como edificios erigidos mediante materiales actuales localizados fuera del perímetro arqueológico. A diferencia de lo que ocurría en los centros de interpretación de yacimientos de tipo ruina, los de esta tipología no son necesariamente objetos de grandes inversiones, aunque también es cierto que esta situación varía de unos centros a otros. En su interior se puede recibir información del enclave, que va desde publicaciones específicas hasta folletos o maquetas. Como norma general no suelen albergar colecciones y materiales extraídos de los enclaves arqueológicos tal y como sucedía hasta ahora. Como los propios enclaves cuentan con estancias cerradas y mejores condiciones, los hallazgos muebles pueden albergarse en las distintas estancias preparadas a tal fin. En los casos en los que se trata de objetos que necesitan cuidados específicos y unas condiciones más estables, estos son trasladados a los museos responsables. En este sentido, es común la realización de réplicas de aquellos objetos más representativos permitiendo así una correcta contextualización y lectura los espacios arqueológicos.

2. Elementos informativos: Los elementos informativos se simplifican notablemente y la gran cantidad de información detallada ofrecida en las tipologías de ruina y semi-ruina necesaria para comprender los enclaves, es sustituida en buena parte por las reconstrucciones volumétricas. En la cartelería se disminuye su número de ejemplares y también el texto, además de que su mantenimiento es más sencillo debido a la protección que obtienen de las estructuras reconstruidas. Lo mismo ocurre con la información ofrecida al inicio de la visita como folletos, trípticos, etc., donde los contenidos como norma general son más amenos, visuales y diferentes de otros enclaves.
3. Guías, audioguías y audiovisuales: mientras que en los audioguías y audiovisuales no se experimentan grandes cambios, en los guías las diferencias son susceptibles de ser analizadas. Gracias a la

reconstrucción y a la ambientación de las estancias, la labor de un guía se centra más en dar a conocer la función de cada uno de los objetos presentes, que en la explicación completa de la trayectoria de enclaves arqueológicos. En este sentido los guías conocen la función de cada uno de los objetos y materiales arqueológicos, y adquieren la responsabilidad de realizar demostraciones *in situ* mediante réplicas. Son conocedores de las técnicas antiguas y están capacitados para transmitir ese conocimiento al público mediante una demostración. A continuación el público tiene también la oportunidad de poner en práctica lo representado y asimilar así la explicación de forma más efectiva. De esta forma las competencias de un guía pasan de ser puramente informativas a educativas.

4. Talleres: Existe una amplia oferta de talleres experimentales más concretos y destinados también a un público amplio y diverso. En ellos las temáticas escogidas pueden variar desde talleres de cerámica, textiles, pintura, cocina, música, indumentaria, técnicas de lucha, caza, pesca o hasta la propia construcción de una estructura. El nexo común de todos y cada uno de los talleres es que todos ellos están basados a partir de métodos y técnicas originalmente romanos. Además de conocer las técnicas y medios de la época y poder practicar con ellos, el público se encuentra capacitado para interiorizar dichos procesos y poder así comprender las sociedades antiguas. Se trata de una forma sencilla y práctica de transmitir los conceptos clave, donde los visitantes experimentan un verdadero proceso educativo en su interior. Por un lado se les dota a los visitantes de las herramientas que les permite interpretar y disfrutar de su patrimonio arqueológico, a la vez que se desarrolla una labor de asociación, sensibilización y concienciación.
5. Espectáculos y festivales: Se trata de eventos de mayor envergadura celebrados en los propios yacimientos arqueológicos y de carácter anual. Como norma general el motivo de su celebración es la

conmemoración de un suceso histórico relevante que tuvo lugar en el propio enclave arqueológico. El público puede asistir desde a visitas guiadas teatralizadas, como a la representación de acontecimientos (fundación de la ciudad o poblado, batallas, festividades, etc.), incluso a jornadas gastronómicas en vivo, donde participar de forma espontánea y activa. Es el caso de los festivales de “Terra Ibérica” (*Calafell*, Tarragona) o *Tarraco Viva* (Tarragona).

Finalmente, como resumen de este capítulo, en la siguiente tabla se pueden distinguir las diferencias analizadas entre las distintas tipologías de intervención:

Tabla 2.1. Tipos de intervención y presentación *in situ* desarrollados en España.

TIPOS DE INTERVENCIÓN Y PRESENTACIÓN IN SITU DESARROLLADOS EN ESPAÑA						
INTERVENCIÓN		T. RUINA	REC. PARCIAL	REC. INTEGRAL		
				IN SITU	EX SITU	TRASLADOS
Consolidación						
Reconstrucción parcial	Técnicas y materiales actuales					
	Técnicas y materiales afines/originales					
	Técnicas y materiales actuales y originales					
Reconstrucción integral	Técnicas y materiales actuales					
	Técnicas y materiales afines/originales					
	Técnicas y materiales actuales y originales					
Elementos diferenciados	Externos					
	Internos					
Dimensión social						

PROTECCIÓN						
Cubiertas	No vinculantes provisionales	■	■	■	■	■
	No vinculantes definitivas	■	■	■	■	■
	Afines	■	■	■	■	■
Cercados/valados/cerramientos	No vinculantes	■	■	■	■	■
	Afines	■	■	■	■	■
Dimensión social		■	■	■	■	■
INFRAESTRUCTURAS DE INTERPRETACIÓN INDIRECTA						
Puntos observación	Técnicas y materiales actuales	■	■	■	■	■
	Técnicas y materiales afines/originales/naturales	■	■	■	■	■
	Técnicas y materiales actuales y originales	■	■	■	■	■
Itinerarios	Cerrados	■	■	■	■	■
	Semi-abiertos	■	■	■	■	■
	Abiertos	■	■	■	■	■
Marcadores de estructuras		■	■	■	■	■
Elementos contextualizantes	Réplicas	■	■	■	■	■
	Ambientación	■	■	■	■	■
Dimensión social		■	■	■	■	■
INFRAESTRUCTURAS DE INTERPRETACIÓN DIRECTA						
Centro de interpretación	Técnicas y materiales actuales	■	■	■	■	■
	Técnicas y materiales afines/originales	■	■	■	■	■
	Técnicas y materiales actuales y originales	■	■	■	■	■

Puesta en valor de yacimientos arqueológicos ibero-romanos en España

Elementos informativos	Absolutamente necesarios	Si	No necesariamente	No	No	No
	Necesarios	No	Si	No	No	No
	Sólo información básica	No	No	Si	Si	Si
Guías	Información teórica	Si	Si	No necesariamente	No necesariamente	No necesariamente
	Información teórica y práctica	No	No	Si	Si	Si
Audioguías		Si	Si	Solo si se requiere en casos específicos	Solo si se requiere en casos específicos	Solo si se requiere en casos específicos
Audiovisuales		Si	Si	Solo si se requiere en casos específicos	Solo si se requiere en casos específicos	Solo si se requiere en casos específicos
Eventos (ex situ)		Si	Si	No	No	No
Talleres		No	No necesariamente	Si	Si	Si
Espectáculos/ festivales		No	No	Si	Si	Si
Dimensión social		No	No necesariamente	Si	Si	Si

Si
No necesariamente
No
Solo si se requiere en casos específicos

*Gure hitzak
Esan berriz esan
Ez daitezela ahaztu
Ez daitezela gal,
Elur gainean
Txori anka arinek
Utzitako arrasto sail
Ederra bezalaxe.*

*Repitamos una y otra vez
las palabras nuestras:
que no se olviden, que no se
pierdan
como las marcas
que los ligeros pies
de los pájaros
dejan sobre la nieve*

Gure hitzak. Nuestras palabras. Mikel Laboa.

Capítulo III

El yacimiento arqueológico de La Calerilla de
Hortunas de Requena (Valencia)

III.1. Marco de referencia: La ocupación romana en la Meseta de Requena-Utiel

III.1.1. Aspectos historiográficos y trayectoria en intervenciones del patrimonio arqueológico

A pesar de haber sido tan sólo unos pocos los eruditos locales que comenzaron a investigar acerca de los orígenes de la Meseta de Requena-Utiel ya desde el siglo XVII, hoy se cuenta con un buen número de publicaciones que reflejan la progresiva profesionalización, aplicación metodológica y rigurosidad. Entendemos que las investigaciones arqueológicas son prácticas interdisciplinares donde deben confluír especialistas de diferentes campos. En

una primera instancia es indispensable que la Arqueología y la Conservación y Restauración de Bienes Culturales se complementen para contribuir a una mejor interpretación y contextualización de los hallazgos, evitando así la pérdida de información. Por ello, en este apartado se presentan no sólo primeras menciones, hallazgos, campañas arqueológicas y publicaciones derivadas de las mismas, sino también la parte vinculante a los trabajos realizados en conservación y restauración del patrimonio arqueológico en la comarca. Consideramos que estas dos vertientes constituyen un tándem perfecto que permite la sistematización y realización de estudios rigurosos. Siendo así, en este apartado se ve reflejada la evolución de los trabajos realizados en la comarca, que van desde simples hallazgos, hasta complejas investigaciones con aplicaciones sociales.

III.1.1.1. Siglos XVII-XX: primeras alusiones

Las primeras alusiones sobre arqueología y antigüedad en la Meseta son acerca de hallazgos o extracciones puntuales sin ningún tipo de rigurosidad. Alusiones, que eran utilizadas con la intención de legitimar un pasado heroico, estableciendo nexos con épocas remotas a través de los objetos-reliquia. En un momento en el que eruditos y anticuarios coleccionaban lo que para ellos resultaban objetos valiosos, las primeras noticias sobre la Meseta se recogieron en el tratado histórico *Década primera de la historia de la insigne y Coronada ciudad y Reyno de Valencia* de G. Escolano (ESCOLANO, 1610). En esta publicación, acerca de las crónicas y orígenes de Valencia, se citaron materiales arqueológicos seguramente procedentes de diversos yacimientos comarcales. Este autor además, fue pionero situando la antigua *Arcóbriga* dentro de la comarca, concretamente en el municipio de Sinarcas, tratando de relacionar el municipio con antepasados históricos (citado en PALOMARES, 1966: 234).

Hasta mediados del siglo XVIII no existe constancia alguna de nuevos hallazgos arqueológicos hasta que T. López de Vargas Machuca, geógrafo de Carlos III, mencionó el asentamiento de El Molón (Camporrobles). En la publicación *Relaciones topográficas*, el autor hizo alusión a las fortificaciones y

algunas de las estructuras ibéricas que componen el yacimiento (citado en MARTÍNEZ VALLE, 2016: 49). Unos años después J. A. de Estrada publicó en *Población General de España*, la que fue la primera noticia acerca del yacimiento arqueológico de Los Villares/*Kelin*. En este caso se hizo referencia a la localización de un ciudad “destruida por las llamas” en Los Villares de Caudete de Las Fuentes a la que el autor denominó *Waldin*; y al hallazgo de materiales antiguos (citado en PLA, 1980: 2; QUIXAL, 2013: 49). Debido además, a la labor del historiador conquense Mateo López, también se pudieron ubicar objetos arqueológicos procedentes de Los Villares/*Kelin*, lo que permitió comenzar a valorar positivamente la relevancia histórica del enclave ofreciéndole cierta transcendencia. M. López también recopiló noticias sobre la localización de lápidas funerarias romanas de los asentamientos de la Solana de las Pilillas (Requena) y del Molino de Enmedio (Utiel) (citado en MARTÍNEZ VALLE, 2001: 643; MARTÍNEZ VALLE, 2016: 48).

En el siglo XIX M. Cortés y López trató de situar en Utiel la antigua *Puciala* o *Ad Putea* mencionada en el *Itinerario de Antonio*, únicamente apoyándose en las semejanzas fonéticas. Estas descripciones quedaron recogidas en el *Diccionario geográfico-histórico de la España Antigua tarraconense, Bética y Lusitana* (CORTÉS Y LÓPEZ, 1836: 298). A mediados de este mismo siglo, P. Madoz mencionó nuevamente los enclaves de El Molón y Los Villares/*Kelin*, refiriéndose a este último nuevamente como *Waldin*, en su obra *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar* en el apartado que dedica a Caudete de las Fuentes:

[...] En una colina a $\frac{1}{4}$ al Suroeste del pueblo hubo en tiempo de dominación de los árabes una población fortificada que se llamó *Woldin*: lo cierto es que en aquel sitio se ven grandes ruinas, se han sacado varias vasijas de diferentes tamaños y figuras, y algunas monedas trabajadas tan toscamente, que no pueden conocerse los bustos que representan ni leerse sus inscripciones. *MADOZ, 1849, VI: 262.*

Por su parte, Díaz de Martínez en la *Historia de las Antigüedades de Requena* (1795-1864) incluyó la Meseta de Requena-Utiel dentro del territorio de *Edeta*, y además pudo establecer relaciones entre sus habitantes y los fenicios a través de los hallazgos monetarios que formaban parte de su propia colección privada. Acerca del periodo romano describió la exhumación de restos arqueológicos tras la práctica de trabajos agrícolas, que hicieron que los hallazgos emergieran del subsuelo. Recogió además datos precisos de materiales entre los que destacan dos textos de inscripciones funerarias, adjuntando además medidas y planos descriptivos. Estas descripciones detalladas son las que permitieron al equipo de A. Martínez Valle retomar la investigación y poder así identificar y relacionar los hallazgos referidos con la villa romana del Barrio de los Tunos (MARTÍNEZ VALLE, 2001b).

T. Muñoz Soliva también contribuyó a la historiografía de la comarca con la publicación *Historia de Cuenca*, a pesar de que la Meseta de Requena-Utiel ya no formaba parte de la provincia conquense (MUÑOZ SOLIVA, 1866). En la publicación retomó la teoría de Cortés y López, manteniendo la localización de *Ad Putea* en el municipio de Utiel, ofreciendo además posibles orígenes para los territorios vecinos de Sinarcas y Jaraguas. Veintidós años más tarde M. Ballesteros Viana publicó *Historia de Utiel*, donde destacó de nuevo la posibilidad de relacionar el origen del municipio con *Ad Putea* o *Puciala*; pero esta vez desde una posición más crítica recogiendo datos de autores que o bien compartían, o bien descartaban esta teoría. También se encargó de recoger y copiar los textos de las inscripciones del término de Utiel y las que serían, según su criterio, las más relevantes de Requena (BALLESTEROS, 1889).

El que fue cronista de Requena E. Herrero y Moral, tras describir los habituales aspectos religiosos, también incluyó en su obra *Historia de las tres veces Muy Leal, dos veces Muy Noble y Fidelísima Ciudad Real de Requena*, la Meseta de Requena-Utiel dentro de los límites del territorio edetano (HERRERO, 1891). Para redactar el apartado dedicado al periodo romano, el autor se basó en el estudio de las inscripciones funerarias recuperadas en la Torrecilla y Campo del Cid (Campo Arcís). Con ese estudio el autor pudo

reconocer la *gens* de posibles familias nobles que se asentaron en la zona (Cornelios, Claudios y Fabios), con el fin de relacionar y establecer vínculos con personajes tan relevantes en la Historia de Roma, como por ejemplo Cornelio Escipión. También incluyó la descripción de la villa romana del Barrio de los Tunos donde se detallan objetos y materiales que, siguiendo la línea anterior, corroborarían la distinción de los antiguos residentes de la villa romana.

Ya en el siglo XX, en 1902 un hacendado de Fuenterrobles decidió buscar por su cuenta en el enclave de la Peladilla (Fuenterrobles) objetos arqueológicos que, con el tiempo, se fueron dispersando (citado en ARROYO *et al.*, 1999: 191). Unos años más tarde F. Martínez Martínez publicó en la revista *Lo Rat Penat* un breve artículo titulado *Un Castro romano en Fuenterrobles*, incluyendo además un plano del enclave de la Peladilla de Fuenterrobles denominándolo “*Castro Stativa*”, junto con una descripción del mismo (citado en DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 390). También se cuenta con otro plano de la época, realizado en este caso por J. Más, donde se halla localizado el asentamiento de La Ollería entre los municipios de Caudete de las Fuentes y Los Villares. El autor además relacionó el enclave con un antiguo establecimiento alfarero, debido a la cantidad ingente de fragmentos cerámicos *in situ* (citado en GARCÍA DE FUENTES, GARCÍA EJARQUE, 1993; MARTÍNEZ VALLE, 2016: 49).

En 1917 el erudito valenciano F. Almarche publicó *La Antigua Civilización Ibérica en el Reino de Valencia* donde recogió sucesivos hallazgos provenientes del enclave de Los Villares/*Kelin*, incluyéndolos en el que denominó “Tesoro 1 de los Villares de Caudete” (citado en DÍAZ-ANDREU *et al.*, 2009: 76). El autor seleccionó bajo su criterio los objetos más valiosos (monedas, joyas y fíbulas hoy perdidas) como objetos-reliquia “que iban apareciendo en una colina a simple vista gran número de ruinas, piedras, tiestos y argamasa” (ALMARCHE, 1917: 89-92). Dentro del periodo prerromano, el historiador N. P. Gómez Serrano en 1935 manifestó sus apreciaciones en una carta dirigida a E. Palomares (cronista de Sinarcas), acerca de la procedencia del topónimo de Sinarcas. El autor definió dicho

topónimo como “poblado alto o elevado” asociándolo a un origen ibero, por donde “transcurrirían los generales romanos” (citado en PALOMARES, 1980: 234).

Transcurrida la Guerra Civil y tras sucesivos expolios, en 1941 se produjo el hallazgo fortuito de la estela funeraria de Sinarcas datada en el siglo I d.C., sin duda uno de los monumentos más estudiados y singulares de la epigrafía ibérica en época romana (citado en BALLESTER, 1949; FLETCHER, 1953; CARO BAROJA, 1972; BELTRÁN VILLAGRASA, 1972; UNTERMANN 1990; SILGO, 2001; SELLESLAGH-SUYKENS, 2015) (ver Figura 3.1). También se estima que durante este mismo periodo pudo haberse realizado un hallazgo trascendente al localizar el llamado “Tesoro Califal de los Villares” en las proximidades del asentamiento de Caudete de las Fuentes (MARTÍNEZ VALLE, 1988).

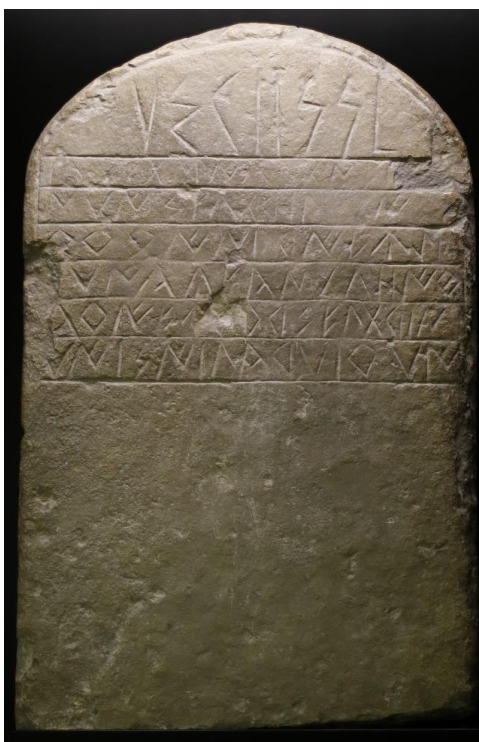


Figura 3.1. Estela de Sinarcas en el *Museu de Prehistòria València*.

En época franquista R. Bernabeu López, cronista de Requena, incluyó en *Historia crítica y documentada de la ciudad de Requena* el estudio de la antigüedad en la Meseta de Requena-Utiel bajo el título “Protohistoria” (BERNABEU, 1945). En él incluyó las épocas históricas que transcurren desde la Prehistoria hasta la ocupación islámica, donde es perceptible la influencia de la historiografía franquista. En cuanto al estudio de materiales y objetos arqueológicos, estos los dividió en periodos históricos que, aunque la adscripción cultural fuera dudosa, aportaron datos relevantes acerca de su procedencia. Centrándose en el periodo

iberorromano, el autor atribuyó a los fenicios la fundación del territorio de Jaraguas (Venta del Moro), mientras que la de Sinarcas se la asignó a los griegos. También volvió a incidir, tal y como ya lo habían hecho los autores Cortés y López y Muñoz Soliva años antes, en la localización de la antigua ciudad de *Puciala* dentro de los límites del municipio de Utiel. Más adelante, ya dentro del periodo romano, el autor aportó una revisión de las inscripciones halladas hasta este momento y la fotografía de una figura de bronce conocido como “La Minerva del Ardal” (procedente del asentamiento de El Ardal, Requena). El autor recogió datos sobre cómo el objeto perteneció a la familia de Manuel Cobo, responsable de su hallazgo probablemente debido a la roturación de sus tierras (citado en MARTÍNEZ VALLE, 2016: 63). Este objeto, tal y como ocurrió con muchos otros en la comarca, quedó en el olvido bajo la supervisión de la familia Cobo. Gracias a las aportaciones de este autor y a las investigaciones de A. Martínez Valle se pudo localizar la figurita y publicar años más tarde (MARTÍNEZ VALLE, 1995b).

III.1.1.2. Segunda mitad del siglo XX: investigaciones arqueológicas

A partir de la década de los años 50 se desarrollaron las primeras campañas de excavaciones arqueológicas rigurosas en la Meseta de Requena-Utiel. Las intervenciones en campo se realizaron en el enclave de Los Villares/*Kelin* a cargo de E. Pla Ballester, del Servicio de Investigación Prehistórica del Museu de Prehistòria de València. Las campañas tuvieron lugar durante los años 1956, 1957, 1959, contando con otra adicional en el 1975 y sus resultados no fueron publicados hasta el año 1980 de forma conjunta, cuando salió a la luz la primera monografía titulada *Los Villares (Caudete de las Fuentes – Valencia)* (PLA, 1980).

De forma paralela, con la intención de intensificar los trabajos arqueológicos y dar difusión a los materiales hallados, durante la década de los años 60 se fundaron las colecciones museográficas de los municipios de Caudete de Las Fuentes, Camporrobles, Sinarcas y Requena. En este periodo, de todas ellas tan sólo la colección de Requena obtuvo su reconocimiento como Museo

Municipal en Enero de 1968. Siendo así, entre las décadas de 1960 a 1980 fue cuando más creció el interés por las “antigüedades” en la comarca, traducándose en numerosas ocasiones en sucesivos expolios y pillajes. No obstante, parte de esos tesoros clandestinos han terminado formando parte de las colecciones de museos como los de Requena, Caudete de las Fuentes o Camporrobles especialmente, pero ello ha conllevado la descontextualización de los objetos y consiguiente pérdida de valiosa información (QUIXAL, 2013: 51).

En 1977 salió a la luz una nueva publicación titulada *Geografía física, económica y humana y apuntes para una breve historia de la leal villa de Venta del Moro*, de F. A. Yeves Descalzo. En ella, el autor incluyó en la segunda parte, *Apuntes para una breve historia de Venta del Moro*, aportaciones sobre la historia antigua del lugar y revisiones de los materiales y objetos ya localizados en obras anteriores. También dedicó un apartado a situar antiguos asentamientos dentro de la comarca, donde ubicó el poblado de *Lobetum* en torno a Requena, así como a retomar las teorías acerca de los orígenes fenicios y griegos de las vecinas Jaraguas y de Sinarcas. La publicación la terminó con un interesante apunte acerca de una vía romana que posiblemente unía Requena con Iniesta (provincia de Cuenca) a través de Vadocañas. Este trazado, objeto de varias investigaciones en el presente, según A. Martínez Valle se adapta notablemente al llamado camino histórico romano, aunque el puente que se localiza en el lugar, el de Vadocañas, es del siglo XVI (MARTÍNEZ VALLE, 2016: 67). D. Quixal también lo incluyó en su investigación como una posible vía, sobre todo porque en sus inmediaciones pudieron documentar un yacimiento de origen iberorromano (QUIXAL, 2013: 373).

De las publicaciones de E. Palomares, cronista de Sinarcas, es destacable la *Historia de Sinarcas* de 1981, donde el autor recuperó noticias antiguas proporcionadas por otros historiadores. Palomares incluyó un capítulo titulado *Hallazgos arqueológicos de Sinarcas y su comarca*, donde aportó una nueva versión acerca del origen de dicha localidad, relacionándola en esta ocasión con un antepasado ibérico que el propio Gómez Serrano ya planteaba en 1935 (PALOMARES, 1981: 234). En este apartado también se incluyeron los

hallazgos más relevantes de Sinarcas aportando dibujos e imágenes, así como un listado de los enclaves arqueológicos tanto de Sinarcas, como de municipios vecinos (Benagéber y Tuéjar, de la provincia de Valencia; y Aliguilla, en la provincia de Cuenca).

En este mismo año E. Pingarrón Seco depositó su trabajo de investigación de licenciatura titulada *Estructuras del poblamiento rural romano entre los ríos Magro y Palancia*, dirigida por la Dra. C. Aranegui Gascó de la Universitat de València. La autora realizó una labor centrándose en la búsqueda de centuriaciones, en la identificación de las vías de comunicación, así como en la Localización de diferentes yacimientos de época altoimperial (PINGARRÓN, 1981). Un año más tarde fue el turno de J. M. Martínez García, que presentó su trabajo de investigación de licenciatura bajo el título *Carta arqueológica de Utiel y su comarca* dirigida por el Dr. J. San Valero Aparisi de la misma universidad. Esta investigación se centró en el estudio de la época ibérica y romana en la comarca, mostrando concordancia con lo expuesto por E. Pingarrón y suponiendo a la vez un avance más en la materia. El autor aportó nuevos materiales que hasta el momento no habían sido consultados debido a su procedencia privada (MARTÍNEZ GARCÍA, 1982).

A partir de la década de los años 80 se retomaron las campañas de excavaciones arqueológicas en la comarca de forma intensa y en diferentes yacimientos. En el enclave de *Kelin* se realizaron sucesivas investigaciones relevantes, esta vez bajo la dirección de M. Gil-Mascarell, de la Universitat de València, y el propio E. Pla. En 1988 la dirección de los trabajos arqueológicos pasó a estar bajo la supervisión de C. Mata Parreño, quien continuó esta labor ininterrumpidamente hasta el año 2004. Los materiales y objetos provenientes de las sucesivas campañas arqueológicas de *Kelin*, dieron forma a lo que sería la tesis doctoral de C. Mata defendida en 1987, dirigida por su antecesora M. Gil-Mascarell. Con esta investigación fue posible editar la monografía *Los Villares (Caudete de las Fuentes), origen y evolución de la cultura ibérica* (MATA, 1991). Fue en este periodo también cuando se realizaron excavaciones de urgencia en La Maralaga (Sinarcas) a cargo de F. Martínez Cabrera y P.

Iranzo, presentadas en la publicación *Inscripciones ibéricas encontradas en Sinarcas* (MARTÍNEZ CABRERA, IRANZO, 1988).

A partir de 1989, tras ser hallada de forma casual la parte central de la necrópolis de La Calerilla de Hortunas, tuvieron lugar las sucesivas campañas arqueológicas dirigidas por A. Martínez Valle (ver Figura 3.2). A partir de 1991 este yacimiento formó parte del programa de Excavaciones Ordinarias de la Comunidad Valenciana hasta 1997, cuando se firmó un convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Requena y la Consellería de Cultura. Únicamente fue publicada parte de la investigación, donde destaca el análisis de la inscripción que revela el nombre de la propietaria del complejo: *Domitia Iusta* (MARTÍNEZ VALLE, 1991) y la reconstrucción hipotética del monumento funerario que la propietaria mandó erigir para sí y otros miembros de su familia (MARTÍNEZ VALLE, 1995 y 2000), además de estudios antropológicos de los enterramientos (GARCERÁ *et al.*, 1993a, 1993b).

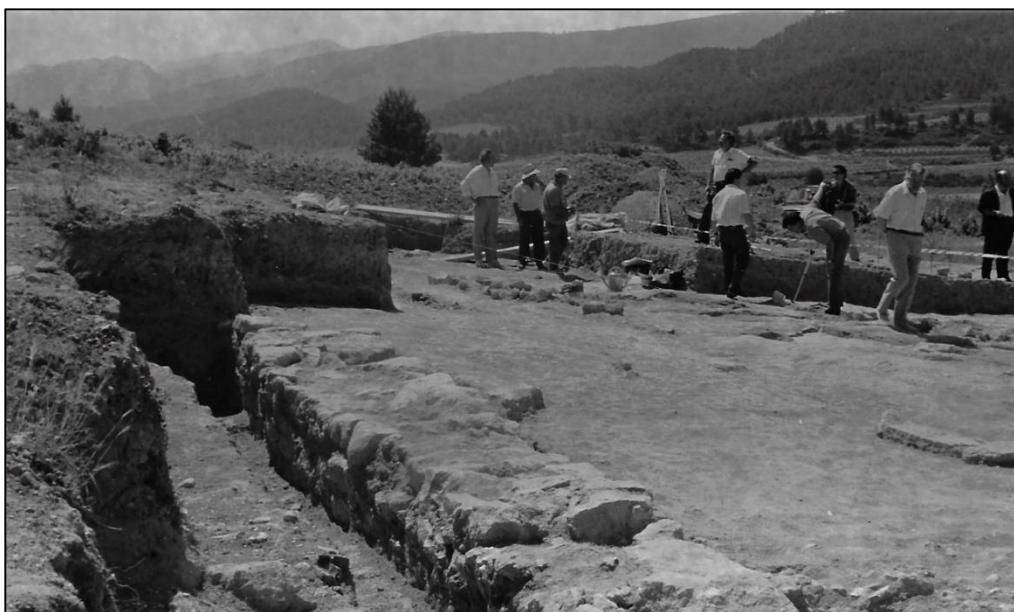


Figura 3.2. Visita de las autoridades municipales a La Calerilla de Hortunas durante la campaña arqueológica de 1990. Fuente: A. Martínez Valle.

Entre los años 1992, 1994 y 2013 se organizaron campañas arqueológicas en la villa romana del Barrio de los Tunos (Requena) dirigidas las dos primeras por J.M. Martínez García y la tercera por M. J. Maronda (intervención en este caso de urgencia), de las que no se realizó publicación alguna (citado en MARTÍNEZ VALLE, 2016: 75). A lo largo de este periodo, también se llevaron a cabo campañas de urgencia, prospección y excavación en el tramo de la autovía Madrid-Valencia desde Caudete de Las Fuentes a Requena, y en 1993 la Dra. C. Mata inició su proyecto de estudio a escala territorial.

III.1.1.3. Década de los '90 hasta la actualidad: Intervenciones de puesta en valor y aplicaciones sociales

A partir de 1995 A. Lorrio, dentro de un proyecto de colaboración entre las Universidades de Alicante y la Complutense de Madrid, inició excavaciones sistemáticas en el enclave arqueológico de El Molón (Camporrobles). En la amplia bibliografía publicada se describen, además de los procesos arqueológicos y hallazgos, el primer planteamiento inicial de puesta en valor de la comarca sobre las estructuras arquitectónicas más representativas de este enclave. Se trata del primer caso de estudio con aplicaciones sociales para facilitar la interpretación y transmisión de la cultura (ALMAGRO GORBEA *et al.*, 1996; LORRIO *et al.*, 1999).

Por otro lado, en 1995 se inauguró en el Museo Municipal de Requena la exposición permanente “Vida cotidiana y mundo funerario romano en la comarca”, donde hoy se encuentran expuestos los objetos y materiales arqueológicos más representativos procedentes de enclaves de época altoimperial como La Calerilla, Las Paredillas o Barrio de Los Tunos (ver Figura 3.3). Mientras, los materiales y objetos provenientes de enclaves de cronología íbera/prerromana como Casillas del Cura (Venta del Moro), Castellar de Hortunas (Requena), La Peladilla (Requena), La Muela de Arriba (Requena), Cerro Hueco (Requena), así como las necrópolis de La Ceja y La Harinera (Requena), se encuentran en la sala contigua “La cultura ibérica en la comarca de Requena-Utiel”. El análisis de los materiales y su exposición fue posible

gracias a las primeras campañas de conservación y restauración realizadas en colaboración con el Departamento Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de València.



Figura 3.3. Sala “Vida cotidiana y mundo funerario romano en la comarca” del Museo Municipal de Requena.

Durante los años 1996, 1997 y 2001 se continuó con las excavaciones ordinarias, en este caso de los yacimientos ibéricos de las Casillas del Cura (Venta del Moro) y de La Mazorra (Utiel) dirigidas por A. Martínez Valle (MARTÍNEZ VALLE, CASTELLANO, 1997; MARTÍNEZ VALLE *et al.* 2000; MARTÍNEZ VALLE *et al.*, 2001; MARTÍNEZ VALLE *et al.*, 2011; MARTÍNEZ VALLE *et al.*, 2013). El trabajo de puesta en valor en este caso estuvo centrado en el hallazgo de un alfar de producción cerámica de las Casillas del cura donde se hallaron más de 3600 fragmentos que fueron restaurados a partir del año 2002 por alumnos en prácticas de la Universitat Politècnica de València (CARRASCOSA, LASTRAS, 2008, CARRASCOSA *et al.*, 2008, CARRASCOSA *et al.*, 2011) (ver Figura 3.4). La intervención formal de las ánforas de gran formato se llevó a cabo durante un total de ocho campañas de carácter anual; lo que permitió estudiar la evolución tipológica y cronológica de los enclaves de las Casillas del Cura y Solana de las Pilillas, así como revelar la relación comercial

que existía entre ambos enclaves (MARTÍNEZ VALLE, HORTELANO, 2011; PÉREZ, 2011).



Figura 3.4. Las ánforas de gran formato procedentes de las Casillas del Cura restauradas por alumnos en prácticas del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la UPV durante el verano de 2007. A) Proceso de premontaje y B) Reconstrucción formal de las ánforas. Fuente: F. Lorenzo.

Durante la década del 2000 al 2010, a pesar de ser un periodo crítico para la cultura a rasgos generales, se cuenta con un mayor número de publicaciones registrándose una intensificación de las investigaciones arqueológicas. A pesar de contar con menos campañas arqueológicas en activo, se realizaron más prospecciones y la labor de laboratorio continuó en marcha permitiendo la sistematización de datos relevantes para la trayectoria de la Meseta de Requena-Utiel. Durante el año 2004 tuvo lugar la última campaña de excavación en *Kelin*, coincidiendo en este mismo año con la celebración de las I Jornadas de *Los Íberos en Requena-Utiel* contribuyendo a la transmisión de este conocimiento al público (LORRIO, 2001). En 2004 se comenzó el proyecto de restauración y consolidación del enclave, también a cargo del equipo de la Universitat de València dirigido por la Dra. Mata, celebrándose al finalizar la I Jornada de puertas abiertas (ver Figuras 2.26 y 3.5). Estas jornadas tienen un carácter anual, donde el público disfruta de diferentes representaciones y recreaciones *in situ*. Durante este periodo también se continuó con el proyecto de puesta en valor del asentamiento de El Molón de Camporrobles (Parque Temático Arqueológico de El Molón desde 2008), utilizando entre otras técnicas

el levantamientos en 3D (LORRIO, 2001; LORRIO *et al.*, 2004; LORRIO, SÁNCHEZ, 2004; LORRIO, SÁNCHEZ, 2007; LORRIO, SÁNCHEZ, 2008; LORRIO *et al.*, 2009; DE MIGUEL IBÁÑEZ *et al.*, 2009; LORRIO *et al.* 2010) (ver Figura 3.6). Las estructuras fueron restauradas en su mayoría de forma respetuosa pudiéndose diferenciar las partes intervenidas de las originales. Actualmente, tanto el enclave de *Kelin* como el de El Molón forman parte de la *Ruta dels Ibers* de la Diputació de València y, hasta el momento, son los únicos yacimientos de la comarca que se encuentran musealizados y dotados de infraestructuras mínimas que facilitan su interpretación.



Figura 3.5. Vista aérea del asentamiento arqueológico de Los Villares/*Kelin* tras finalizar los trabajos de musealización. Fuente: utielrequena.org



Figura 3.6. Asentamiento arqueológico de El Molón una vez finalizado los procesos de puesta en valor y musealización. A) Detalle de consolidación de las estructuras y B) Elementos informativos para la interpretación directa.

De 2004 a 2005 se realizaron intervenciones de urgencia en La Atalaya (Caudete de las Fuentes) y Los Aguachares (Requena) (VIDAL *et al.*, 2004); Cerro Tocón, Casa de Ángel-La Cabezuela y Vallejo de los Ratones (citado en QUIXAL, 2013: 54). Dentro del marco del proyecto de investigación del poblamiento ibérico en la comarca, el equipo de C. Mata realizó diversas excavaciones ordinarias entre 2005 y 2008 en la Rambla de la Alcantarilla (2005), Solana de Cantos 2 (2006) y El Zoquete (2007-2008) (PÉREZ JORDÁ *et al.*, 2007; QUIXAL *et al.*, 2008) así como en la Casa de la Cabeza (2010-12), bajo la dirección en este caso del propio D. Quixal, pero hasta el momento no se han realizado actividades sociales, ni se han ejecutado proyectos de puesta en valor para estos enclaves (QUIXAL, 2013:54).

Fruto de las campañas arqueológicas se desarrollaron nuevos trabajos de investigación de licenciatura acerca de enclaves de época ibérica limitándose a aspectos analíticos, como el trabajo de J. Valor *El poblamiento ibérico de la Muela de Arriba (Requena). Estudi dels materials i del territori* (VALOR, 2003), o el de L. Lozano, titulado *El centro artesanal de La Maralaga (Sinarcas Valencia)* (LOZANO, 2004). Unos años después, A. Moreno finalizó su investigación *Paisaje, SIG y territorio: El análisis de la Plana d'Utiel entre los ss. VI-V a.n.e.* (MORENO, 2007) y D. Quixal acerca de *El Valle del Magro entre los siglos VI-I a. C.: Una Aproximación a la Movilidad en Época Ibérica* (QUIXAL, 2009).

Ya en el año 2009 con la idea de hacer visitable la necrópolis de La Calerilla de Hortunas, se le encargó al arquitecto F. Jurado el diseño de un proyecto de puesta en valor de las estructuras más relevantes, como son el monumento funerario y las tumbas de incineración e inhumación. El objetivo era la creación de un parque arqueológico para ofertarlo como atractivo cultural del municipio, pero hasta el momento el proyecto aún no ha sido materializado (ver Figura 3.7).

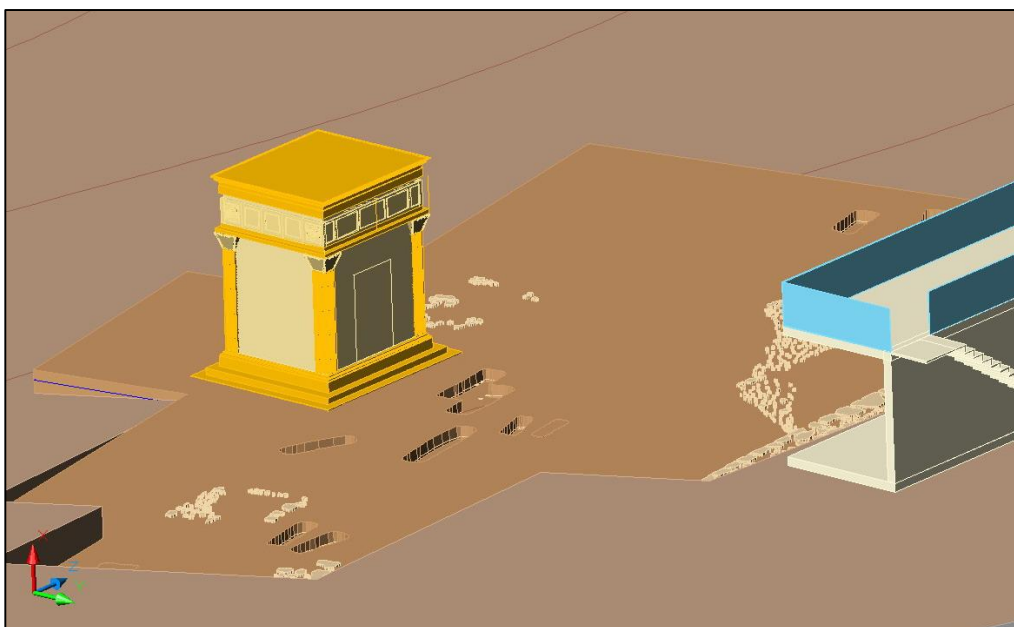


Figura 3.7. Diseño del proyecto de puesta en valor de las estructuras funerarias de la necrópolis de La Calerilla de Hortunas. Fuente: Arq. F. Jurado.

Tras las prospecciones realizadas en los últimos años, A. Moreno y D. Quixal realizaron sus respectivas tesis doctorales bajo la dirección de C. Mata (Universitat de València). Ambas tesis abarcaron el análisis del área de la Meseta de Requena-Utiel en distintos espacios temporales: A. Moreno entre los siglos VI-II a.C. bajo el título *Cuando el Paisaje se convierte en territorio: Aproximación al proceso de territorialización íbero en la Plana d'Utiel, Valencia (ss. VI-II a.n.e.)* (MORENO, 2010); y D. Quixal entre los siglos II-I a.C. ofreciendo también una panorámica del periodo altoimperial en *La Meseta de*

Requena Utiel entre los siglos II-I a. C.: La romanización del territorio ibérico de Kélin (QUIXAL, 2013). De esta forma, el vacío que presentaba el interior valenciano durante estos periodos se ha visto considerablemente enriquecido. Por otro lado, los resultados de investigaciones previas sobre el enclave arqueológico de la Solana de las Pilillas (Requena) constituyeron el eje vertebral de la investigación de A. Martínez Valle. La Tesis Doctoral que lleva por título *Vino y sociedad la Meseta de Requena-Utiel en época ibérica* fue defendida en la Universidad de Alicante en junio de 2016 (MARTÍNEZ VALLE, 2016). Además, la entidad del complejo de la Solana de las Pilillas y su transcendencia como centro productor del vino en época ibérica, permitieron iniciar un expediente de declaración de Bien de Interés Cultural para el enclave arqueológico. Desde el año 2013 existe un proyecto codirigido entre el Instituto de Conservación y Restauración de Valencia (Ivacor) y el M. I. Ayuntamiento de Requena, cuyo objetivo principal es la puesta en valor del enclave y su futura musealización (MARTÍNEZ VALLE, 2014), y en octubre de 2017 la Dirección General de Patrimonio de la Generalitat se defendió la candidatura de la arqueología del vino "El vino de Iberia" como patrimonio mundial de la UNESCO, donde se integra la Solana de las Pilillas (ver Figura 3.8).



Figura 3.8. Proceso de puesta en valor en el enclave arqueológico de la Solana de las Pilillas.

En este sentido, se continúan intensificando cada vez más las campañas de conservación y restauración de materiales arqueológicos en el Municipio de Requena, a partir de las cuales han derivado sucesivos trabajos académicos. Entre ellos se encuentran los Trabajos de Final de Grado como *Los pondera ibéricos hallados en el yacimiento de las Casillas del Cura: Intervención restaurativa* (IZQUIERDO, 2016); *La restauración de un soporte expositivo: un ánfora ibérica s. V-IV a.C.* (PÉREZ CAMBRES, 2016); o *Propuesta de intervención para la restauración de una pieza del bronce del Museo de Requena (Valencia)* (GARCÍA SÁNCHEZ, 2016), dirigidos por la Dra. Carrascosa Moliner de la UPV. También se cuenta con la realización de la Tesis Doctoral titulada *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y materiales afines,*

codirigida por los Drs. M^a T. Domènech Carbó, A. Domènech Carbó y S. Rovira Llorens (MARTÍNEZ LÁZARO, 2015), donde se llevaron a cabo los procesos de estabilización y restauración del casco montefortino, hoy expuesto de nuevo en el Museo Municipal de Requena.

Desde el año 2014 hasta la actualidad se han retomado las investigaciones en el enclave de La Calerilla de Hortunas, bajo el marco de un proyecto de conservación y restauración del complejo donde colaboran la Universitat Politècnica de València y el M. I. Ayuntamiento de Requena. Hasta el momento se cuenta con diversas publicaciones que incluyen la contribución a la educación patrimonial a través de restos arqueológicos de época romana en los Institutos de Educación Secundaria del Municipio de Requena (SANTOS *et al.*, 2014 y 2015b). Durante el verano del año 2015 se realizó la *I Campaña de Conservación y Restauración en La Calerilla de Hortunas*, donde se restauraron, tras tantos años de abandono y exposición a la intemperie, los restos *in situ* de la base que albergaba el monumento funerario de *Domitia Iusta* (SANTOS *et al.*, 2015; 2016) (ver Figura 3.9).



Figura 3.9. I Campaña de Conservación y Restauración en La Calerilla de Hortunas con alumnos del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la UPV, durante el verano de 2015.

De forma paralela en el año 2015 también se retomaron las labores de premontaje y reintegración de cerámicas arqueológicas en colaboración con la UPV (ver Figura 3.10), consiguiendo además dar un paso más allá en la educación patrimonial con el desarrollo de talleres infantiles. Estos talleres de sensibilización y concienciación del público infantil supusieron una labor muy enriquecedora con fines didácticos que permitió establecer vínculos entre los más pequeños y la cultura material romana de Requena. Los resultados obtenidos se presentaron en la exposición temporal titulada *La restauración del patrimonio arqueológico de Requena. Resultados de las campañas de trabajo de 2015 y 2016*, que albergó el Museo Municipal de Requena desde diciembre de 2016 durante todo un año (ver Figura 3.11).



Figura 3.10. Campañas de premontaje y reintegración de piezas cerámicas arqueológicas con alumnos del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la UPV, durante el verano de 2016 (F. Lorenzo).



Figura 3.11. Exposición temporal *La restauración del patrimonio arqueológico de Requena. Resultados de las campañas de trabajo de 2015 y 2016* en el Museo Municipal de Requena durante el año de 2017.

III.1.2. Siglos I-IV d.C. en la Meseta de Requena-Utiel

El yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, a raíz de las investigaciones realizadas durante la década de los años 90 (MARTÍNEZ VALLE, 1991, 1995, 2000), podemos afirmar que se trata de una villa rústica de marcado origen ibérico que se mostró en activo, al menos, dentro de un eje cronológico de entre los siglos I y IV d.C. (incluyendo un periodo de abandono registrado entre los siglos II y III). En términos generales, este periodo coincide con el fenómeno de expansión del sistema de las *villae*, desarrollado desde el siglo I d.C. en el territorio de la Meseta de Requena-Utiel (aunque con ciertos matices que se analizan a continuación). El posterior retroceso de este fenómeno a partir del siglo IV d.C., coincide también con el periodo de abandono definitivo de La Calerilla, según datos extraídos hasta el momento. En este sentido la llegada de los romanos a la meseta supuso un cambio en prácticamente todos los ámbitos, aunque de manera gradual. La implantación del sistema de las *villae* supuso la sustitución de un sistema económico autárquico por otro encaminado a la obtención de excedentes que influyó en la modificación

progresiva del paisaje en la meseta, con notables transformaciones en el ámbito socio-político. Lógicamente, la finalidad no es analizar el efecto que tuvo el proceso de romanización (o hibridación más acertadamente) en el territorio, pero sí consideramos preciso elaborar un marco histórico que nos permita comprender los rasgos indígenas tan marcados de la villa romana de La Calerilla de Hortunas, así como su transformación.

Para comprender esta transformación debe tenerse en cuenta la localización geográfica de la comarca de Requena-Utiel (ver apartado III.3. Análisis técnico.) y su cercanía al litoral mediterráneo, lo que influyó considerablemente en los hábitos y costumbres previos de la etapa prerromana. Esta situación y los primeros contactos es lo que marcó la adopción gradual de los nuevos hábitos de la cultura romana a diferencia del proceso de ruptura que se produjo en otros puntos del interior de la Península ibérica. De este carácter progresivo se interpreta que la comarca fue una zona “pacífica” desde los inicios de la conquista romana ya en el siglo II a.C. Es en época imperial, a partir del siglo I d.C., cuando en la meseta se detecta definitivamente el abandono del hábitat concentrado en recintos amurallados, tan característico de la etapa anterior; pero manteniendo tradiciones indígenas, a juzgar por los hallazgos arqueológicos²³. El que era el patrón de asentamiento por excelencia en época prerromana, un patrón jerarquizado y complejo organizado en una red de núcleos interdependientes, donde se diferenciaban poblados fortificados, asentamientos, establecimientos rurales y lugares de carácter cultural, pasó a ser reemplazado por un poblamiento disperso, en pequeñas explotaciones agrarias localizadas en las zonas más bajas y fértiles (MORENO, QUIXAL, 2012: 194).

Con el cambio de modelo de asentamiento se escoge una nueva ubicación en llano, para una población rural diseminada y constituida por pequeños núcleos. La mayoría de estos nuevos emplazamientos son los que perdurarán y

²³ En el análisis de las estructuras arqueológicas y objetos procedentes del enclave de La Calerilla de Hortunas que se expone en el apartado III.2. Análisis histórico-arqueológico, se detecta claramente la convivencia ambas culturas.

se irán transformando, en lo que serán definidos como las *villae* romanas de época imperial (BONET, RIBERA, 2003: 88). A diferencia de lo que ocurre en tierras catalanas, en el Valle del Ebro y en Andalucía ya desde el siglo II a.C., donde el sistema de *villae* de corte itálico ya estaba instalado, en tierras valencianas se percibe una continuidad gradual o hibridación al menos hasta el siglo II d.C. (QUIXAL, 2013: 47). En la elección de la situación y localización de los nuevos emplazamientos, los pobladores valoraban más la proximidad a tierras de cultivo y vías de comunicación que la defensa propia. De esta manera, el valor estratégico y control visual sobre el territorio se ve considerablemente disminuido, en favor de un futuro más pacificado, donde los habitantes fueron descendiendo progresivamente de los asentamientos en alto, a los parajes en llano (ARASA, 2003: 211).

En este sentido, lo que caracteriza a la Meseta de Requena-Utiel en el transcurso de estos siglos es una evolución y no una ruptura con las tradiciones indígenas. Por ello, el término “romanización” haciendo alusión a conquista, no se adapta adecuadamente a lo acontecido en la comarca. Por un lado, nos encontramos ante la adopción de un nuevo sistema económico que sustituye paulatinamente una economía de subsistencia y autoconsumo, por otra orientada hacia la obtención de excedentes, con los cuales poder pagar los tributos al Estado Romano (de ahí los asentamientos en llano). Pero a diferencia de lo que ocurre en otros lugares, a través de la interpretación de la cultura material, en la comarca se aprecia claramente cómo la cultura ibérica convivió con la romana al menos hasta el siglo II d.C., dando lugar a una “hibridación cultural” o fusión de ambas culturas (QUIXAL, 2013: 426). El componente indígena corrobora una etapa de contacto entre íberos y romanos que se constata fundamentalmente en el ámbito funerario, con hallazgos tan representativos como el de la estela funeraria de Sinarcas del siglo I a.C. en lengua propia, pero con semejanzas a las estelas romanas en forma y estilo. En el mismo enclave también se han producido hallazgos de urnas cinerarias de factura ibérica vinculados a una necrópolis, así como vasijas y *pondera* que corroboran esta teoría (IRANZO, 2004: 204). En los yacimientos de El Molón y

de *Kelin* también se han localizado indicios de esta hibridación en enterramientos infantiles dentro del espacio doméstico, datados en el siglo II a.C. (GUÉRIN, MARTÍNEZ, 1987: 243; MATA, 1991: 194). El hallazgo de dos esgrafiados ibéricos sobre una estela funeraria romana del siglo II d.C. recuperada en el Campo Arcís también corroboran esta teoría (MARTÍNEZ VALLE, 1993). Asimismo, otro ejemplo que define este cambio es la necrópolis asociada a la villa de La Calerilla de Hortunas, como se verá en el apartado III.2. Análisis histórico-arqueológico. En ella, la disposición de *busta* en torno a un monumento funerario altoimperial y las deposiciones en urnas de clara tradición ibérica entre los siglos I-II d.C. afianzan esta teoría (MARTÍNEZ VALLE, 1995; BONET, RIBERA, 2003: 90).

Tras ese periodo de cambios territoriales, se detecta un temprano abandono de algunos de los establecimientos y con ello posiblemente la modificación de los trazados viarios durante los siglos I-II d.C. Mientras que en época bajoimperial sin embargo, dentro de un periodo de incertidumbre general debido a un escenario de invasiones y devastaciones, el territorio parece recuperarse entre los siglos III y IV d.C. Aun así no contamos con datos concluyentes sobre este último periodo en la comarca, tratándose de una etapa prácticamente desconocida.

III.1.2.1. Las vías de comunicación

La importancia que representaban los trazados viarios económicamente, especialmente a partir del cambio de poblamiento a terreno en llano, hacía que la vida cotidiana sucediera cerca de los mismos. En este sentido, se plantea una cuestión fundamental respecto a su origen: ¿Son los asentamientos consecuencia de los trazados viarios? O, por el contrario ¿Son los trazados consecuencia de los asentamientos? (MORENO, 2010; QUIXAL, 2013).

Las vías de comunicación nos sirven como fuente documental que nos permite comprender cómo las sociedades interpretaban, configuraban e interactuaban con su entorno. A través del trazado de los caminos se puede conocer la jerarquía existente entre pequeños núcleos y, por consiguiente,

asimilar la estructura de poblamiento. Además, en su registro material pueden detectarse con mayor facilidad las redes comerciales y el transporte de objetos, alimentos y materiales. Los hallazgos inorgánicos de las partes constituyentes de las mismas calzadas, así como los restos cerámicos de contenedores de transporte, permiten su identificación tipológica y clasificación.

El origen de las vías de comunicación romanas tiene relación con los antiguos caminos indígenas, pero en muchos casos no puede afirmarse ya que existen pocas referencias arqueológicas de aquéllas. Lo que sí puede demostrarse es que la orografía condicionaba la comunicación del interior con el litoral, especialmente los problemas que presentaban mesetas y cuencas hidrográficas, como es el caso de la Meseta de Requena-Utiel. Tanto íberos como romanos utilizaron los pasos naturales entre montañas, cursos de los ríos, barrancos, etc. (PÉREZ, 2006: 39). Debido al periodo de hibridación iberorromano registrado en la comarca, con los cambios de terreno en alto a terreno en llano, detectables definitivamente en época altoimperial, las investigaciones realizadas muestran que el trazado viario inicial sufrió modificaciones (MORENO, 2010; QUIXAL, 2013).

Periodo prerromano

Debido a ese proceso de hibridación cultural, resulta conveniente hacer mención a los periodos previos a la etapa imperial en lo que a sistemas de comunicación se refiere, con el fin comprender las modificaciones producidas en los trazados posteriormente. En este sentido, en la etapa prerromana el corredor de Hortunas sería muy posiblemente la vía principal de tránsito en la Meseta. Pese a su baja identidad inicial, el conjunto de núcleos existentes entonces, cuyo centro neurálgico era *Kelin*, ya mostraban llamativas cantidades de materiales procedentes de importaciones fenicias, áticas e itálicas (QUIXAL, 2013: 369). La dispersión de estos materiales a través del valle del río Magro, localizadas en sucesivas prospecciones indica una mayor circulación por el valle (VIDAL *et al.* 2004; PÉREZ *et al.* 2007; QUIXAL *et al.* 2008; MATA *et al.*, 2008; MATA *et al.*, 2009). Siendo así, hasta la llegada de los romanos a la Meseta de

Requena-Utiel, no solo se plantea el transcurso de una vía de primer orden a través del Valle del río Magro, sino que además esta vía formaría parte de otra aun mayor desde el siglo II a.C. (QUIXAL, 2013: 369).

En esta fase, *Kelin* y la Meseta llegaron a su cénit poblacional y territorial alcanzando un máximo número de emplazamientos. Es aquí cuando se aprecia por primera vez una incipiente tendencia a ocupar zonas bajas para su aumento productivo, que se fue desarrollando cada vez más en las fases sucesivas a partir de los primeros contactos con la cultura romana (QUIXAL 2013: 444). Con estos asentamientos en bajo, se marca el germen de lo que sería una futura expansión en llano y consiguiente abandono de estructuras fortificadas en alto, originando en consecuencia modificaciones inicialmente graduales en el trazado viario “original” (QUIXAL *et al.*, 2007; QUIXAL, MORENO, 2009; QUIXAL, 2012; MORENO, QUIXAL, 2012).

Periodo republicano

La dinámica progresiva anterior se ve algo alterada con la Segunda Guerra Púnica y la consecuente instalación romana en la franja mediterránea de Hispania hasta el 197 a.C. (instalación que inicialmente parecía de carácter temporal, pero que a partir de entonces, fue definitiva). En la Meseta de Requena-Utiel es posible que el impacto de esa disputa quedara registrado mínimamente y, de ser así, los únicos indicios con los que se cuenta se han obtenido a través de los trabajos arqueológicos desarrollados en *Kelin*. En este enclave se atestigua durante este periodo una destrucción violenta, con algunos ajuares abandonados y ocultamientos o tesoros. Sin embargo, tampoco se sabe si se trató de algo puntual o generalizado debido al escaso porcentaje excavado del asentamiento (QUIXAL, 2013: 444). En este sentido, se puede afirmar que la presencia romana, tal y como se apuntaba, no supone en un principio un cambio radical en lo que se refiere a los asentamientos y por consiguiente a las vías de comunicación. De momento, no se han advertido grandes cambios en los modos de vida indígenas hasta el periodo altoimperial con la extensión definitiva de las *villae*. Esa incipiente ampliación de los enclaves y

complementación de asentamientos tanto en alto como en llano continúa progresivamente.

Por su parte, Roma durante los primeros momentos no creó muchas ciudades, por lo que la red viaria no creció, buscando administrar desde las ya existentes manteniendo las entidades socioeconómicas indígenas. Con las aristocracias y relaciones clientelares ya establecidas y prácticas como la *fidēs* ibérica, se preservó la red de *oppida* preexistente; y, por consiguiente, la red viaria (QUIXAL, 2013: 446). Lo que da a entender que las vías establecidas también se mantienen tal y como se describía en la fase anterior.

A partir de este momento se advierte un periodo continuista durante el siglo II a.C., donde las relaciones socioeconómicas se mantendrían hasta la fase siguiente con la diferencia de que a partir de aquí, Roma estaría en la cúspide de la pirámide sobre las aristocracias locales. *Kelin* se convirtió en una ciudad estipendiaria que tributaría, como tantas otras, a la autoridad romana. Ahora sí, esa ampliación de los asentamientos, incluyendo asentamientos en llano, estarían enfocados a un cambio ya más que evidente en la productividad, buscando claramente obtener excedentes con los que poder pagar los tributos exigidos por la autoridad romana (QUIXAL, 2013: 445; SEGUÍ, 2012: 138).

De los restos arqueológicos, se interpreta que *Kelin* se convirtió paulatinamente en aliada de los romanos; solo ello puede explicar que *Kelin* y otras ciudades valencianas indígenas sobrevivieran a esta fase, y que paradójicamente, supusiera además, para su población, uno de los periodos más florecientes (QUIXAL, 2013: 447). El asentamiento y los núcleos dependientes alcanzaron un territorio de al menos 10 ha., incluyendo la parte baja cercana del río, donde se calcula que podrían haber habitado este lugar unas 3000-4000 personas (VALOR *et al.*, 2001; MORENO, VALOR, 2010; QUIXAL, 2013: 447). Además, la abundante llegada de importaciones como cerámicas itálicas (campanienses de barniz negro, ánforas de vino itálico, morteros itálicos, producciones púnicas del Mediterráneo Central y Occidental, cerámica de engobe rojo-pompeyano), bienes de prestigio que atestiguan la jerarquización

del poblamiento (MATA, 1991: 9), así como el desarrollo de documentos escritos y acuñación de moneda propia, igualmente lo confirman (QUIXAL, 2013: 320-447).

Periodo altoimperial

La desaparición de *Kelin* y de los principales asentamientos ibéricos en el contexto de las guerras sertorianas en torno al 75 a.C., y la aparición de un poblamiento en llano pacificado, hace que se desconozca qué entidad controlaría esta zona. Por otro lado, en este momento seguramente lo que sí se continuaría garantizando, al menos, era una mínima conexión de la comarca requenense con el litoral y el interior de la Península. Esta sería la conexión establecida entre los dos grandes núcleos: *Valentia* y *Segóbriga*. Dos ciudades con antecedentes ya en fase republicana, cuyo vínculo se vería fortalecido cada vez más en época altoimperial (QUIXAL, 2013: 366). Asimismo, la vía principal que uniría *Valentia* y *Segóbriga* transcurriría a través del antiguo Camino Real de Madrid del siglo XVIII, que coincide en parte con el trazado de la *Vía Augusta*, salvando los accidentes geográficos de la comarca de Requena-Utiel. El camino comenzaría saliendo desde *Valentia* hacia *Saetabis*, de ahí a través del corredor de Montesa hacia Almansa/Albacete, para finalmente llegar hasta *Segóbriga* (QUIXAL, 2013: 367). De esta forma, la vía principal no transcurría por la comarca requenense, pero las evidencias arqueológicas y el conjunto de asentamientos mantienen la teoría de una inminente presencia de vías de comunicación si no de primer orden, al menos de orden secundario. En este sentido, se plantean dos posibles vías: 1) por el portillo de Buñol, Sierra de las Cabrillas y corredor de El Rebollar, ruta más conocida y con mayor peso histórico; y 2) por el curso del río Magro y corredor de Hortunas, que transcurriría a los pies de la villa de La Calerilla de Hortunas. La primera opción resulta la más rápida en cuanto a distancia, pero la segunda, siendo más larga y más suave a través del valle, evidencia mayor cantidad de material arqueológico (QUIXAL, 2013: 370). Se puede afirmar que el ejemplar recuperado en la necrópolis de La Calerilla, una Drag. 18 de *terra sigillata*

sudgálica, nos muestra cómo este yacimiento participa del tráfico comercial normal de su época (CASTELLANO, 2000: 57).

También podría existir otra teoría, donde ambas vías pudieron formar parte de un todo. Una vía, la del Rebollar se utilizaría como camino más rápido; y la vía penetrante por el valle del río Magro, estaría destinada a viajes de gran peso y cargamento procedente de importaciones (QUIXAL, 2013: 370; HORTELANO, 2007: 202). Aun así, en el siglo II d.C. se registra el abandono de la villa de La Calerilla de Hortunas situada en lo que sería el segundo camino sugerido para este periodo, informando también de una posible modificación del terreno. Igualmente, la integración de la comarca en la globalizada economía romana permitió la llegada de diferentes producciones cerámicas y alimentos del Mediterráneo Occidental. Estos indicios hacen que se pueda plantear la posibilidad de que la comarca se configurase como una zona de paso dentro de rutas de mayor importancia (QUIXAL, 2013: 366).

Periodo bajoimperial

Para el periodo bajoimperial la información con la que se cuenta en la Meseta de Requena-Utiel es muy limitada, siendo escasos los testimonios arqueológicos de esta época. De igual modo, las investigaciones arqueológicas realizadas en este periodo son insuficientes para conocer la transcendencia de los procesos acontecidos y su registro a través de los trazados viarios. Únicamente se cuenta con las campañas arqueológicas desarrolladas en La Calerilla de Hortunas (MARTÍNEZ VALLE, 1991, 1995 Y 2000; GARCERÁ *et al.* 1993a, 1993b) y el Barrio de los Tunos (investigado entre 1992 y 1994, pero del que no consta publicación alguna). Por otro lado, el testimonio de la perduración de otros enclaves arqueológicos procede de las prospecciones realizadas en campo y del análisis de los materiales localizados, pero no de campañas arqueológicas sistemáticas como tal. De manera que debido al registro de la recuperación de un número de villas y establecimientos de menor definición, en principio se interpreta que el trazado viario en estos momentos se mantuvo posiblemente siguiendo los límites de la etapa anterior. La vía que

penetra a través del valle del río Magro en dirección hacia la vega sería probablemente la vía de comunicación de esta área.

III.1.2.2. El surgimiento de las *villae*

En relación con las vías de comunicación, comenzó a implantarse un nuevo modo de vida y sistema de subsistencia económica: el fenómeno de las *villae*. Durante el periodo altoimperial la villa se convirtió en el principal asentamiento para la ocupación y explotación del medio rural, constituyendo el momento de mayor expansión económica y prosperidad en el territorio romano (SEGUÍ, 2012: 138).

Siglos I-II d.C.

Tras el progresivo abandono de los *oppida* indígenas, en el siglo I d.C. surgen las *villae* en el interior valenciano, alcanzando su máximo apogeo durante el siglo II d.C. A medida que la producción agrícola incrementaba y se consolidaban las redes de distribución comercial en el medio rural. En el caso de las villas en la Meseta Requena-Utiel se puede afirmar que no son comparables a otras villas del territorio valenciano, como la villa de la *Font de Mussa* (Benifaió, Valencia) o la villa de *Cornelius (L'Enova)*, Valencia). Se trata de villas de rango medio-bajo tanto en tamaño como en riqueza, destinadas prácticamente a la subsistencia económica. En este sentido se comprende la modificación de los terrenos en este periodo dentro de los límites de la comarca, ya que durante en la etapa prerromana la actividad en este lugar fue considerablemente activa, mientras que en época altoimperial se registra un índice demográfico inferior, a pesar de contar con un buen número de asentamientos. Únicamente se cuenta con poblamiento disperso y en ningún caso con grandes núcleos, como era el caso de lo que ocurría en torno a *Kelin*.

En la comarca se pueden diferenciar para este periodo dos tipos de *ager*: por un lado las *villae*, núcleos productivos con mayor entidad y poblamiento, y por otro, pequeños establecimientos y asentamientos rurales herederos de las granjas y caseríos ibéricos, que daban cobertura al nuevo sistema económico impuesto. Se registra un crecimiento del número de los asentamientos rurales,

algunos de los cuales son yacimientos que tienen origen e incluso cénit en fases precedentes, pero que presentan escaso y residual material romano planteando un uso limitado del lugar (QUIXAL, 2013: 288). En este sentido, en la Meseta de Requena-Utiel se han clasificado como *villae* los yacimientos arqueológicos de Barrio de Los Tunos, El Barriete, Las Paredillas I, La Calerilla, Los Villares de Campo Arcís, Casa del Tesorillo, El Ardal, Fuen Vich, Molino de Enmedio, La Solana (posible *vicus*), Casa Doñana, La Balsa, El Carrascal y Tinada Guandonera. Mientras que los asentamientos rurales de menor entidad son los siguientes: Rambla del Sapo, El Rebollar²⁴, Casilla Herrera, Fuencaliente, Puntal del Moro, Los Pedriches, Casa Sevilluela, Casa de la Alcantarilla, Camino de la Casa Zapata, Hoya Redonda II, Covarrobles, La Maralaga, Pocillo de Lobos-Lobos, La Cabezuela/Pocillo Berceruela y La Contienda/La Cachirula (QUIXAL, 2013, AYUNTAMIENTO DE REQUENA, 2013).

No parece haber una estrategia colectiva, a diferencia de lo ocurrido en la fase del Ibérico Final, ni tampoco existen indicios de una posible jerarquización de poblamiento tan fuerte, al menos a escala regional. Existieron *villae* con identidad, pero no como para organizar el poblamiento a gran escala (QUIXAL, 2013: 407).

²⁴ En este asentamiento consta la presencia de un horno cerámico para la producción de contenedores distribuidores de productos locales (Arasa, 2003:174; Coll, 2009:18,29).

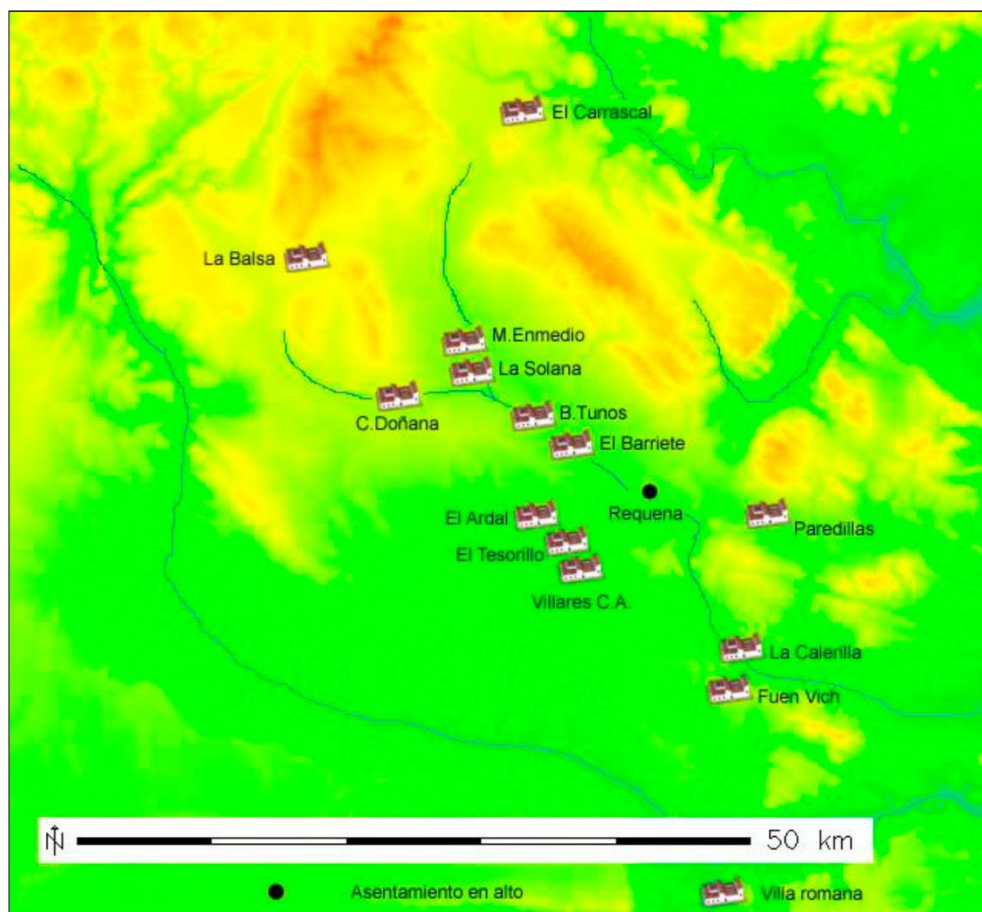


Figura 3.12. Situación de Requena y las diferentes villas de época imperial según la investigación de D. Quixal mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Fuente: QUIXAL, 2013: 466.

Siglos III-IV d.C.

La crisis que tuvo lugar durante el siglo III d.C. generó inestabilidad en las *urbs* manifestando una notable disminución de la presión sobre el medio rural, donde se aprecia una recuperación demográfica (ARASA, 2003: 163; PÉREZ, 2006: 53). El poblamiento rural parece experimentar un auge que probablemente se deba al éxodo rural. Con la destrucción de las *urbs*, la población que era propietaria de tierras se refugió en el campo (PÉREZ, 2006: 20). Sin embargo, en la comarca aún no se han registrado materiales

arquitectónicos de depurada técnica constructiva que indiquen la presencia de familias adineradas. En el mejor de los casos, únicamente se cuenta con baños de tipo rural, teselas aisladas, fragmentos de mármol, hornos metalúrgicos, pintura mural, inscripciones, fragmentos de columna, etc. (QUIXAL, 2013: 461); pero en ningún caso con mosaicos o elementos característicos de las villas de recreo. Por otro lado, en la mayoría de ellas sí se han hallado fragmentos de *sigillata hispánica*, tipo de cerámica que nos puede indicar una relativa riqueza media de las villas (PÉREZ MÍNGUEZ, 2008: 255), así como su enfoque hacia una función meramente productiva.

En este sentido, tras un notable abandono de algunos de los yacimientos entre los siglos II y III d.C. en la comarca existe una recuperación entre los siglos III y IV d.C. de algunos de los enclaves ya citados en el periodo altoimperial. Ejemplos de ello son las villas del Barrio de los Tunos, La Calerilla, El Barriete, Casa Tesorillo, Molino de En medio y La Calerilla; los establecimientos del Cerro Valentín, El Rebollar, Los Olmillos, Casa de las Córdovas, El Campanillo, El Soborno, Villares de Campo de Arcís, El Batán, Las Casas; y los asentamientos de Casilla Herrera y Rambla del Sapo (QUIXAL, 2013). En este caso, los hallazgos que destacan proceden del ámbito funerario, donde los enterramientos en relación con las *villae* corroboran la presencia del sistema económico durante el periodo bajoimperial (QUIXAL, 2013: 430). Así en la villa de La Solana se documentaron tres sepulturas de inhumación probablemente del siglo IV d.C. (GONZÁLEZ VILLAESCUSA, 2001: 213); en la del Barrio de Los Tunos otras tres sepulturas, aunque su estado de conservación no permite una datación concreta (PINGARRÓN SECO, 1981; MARTÍNEZ GARCÍA, 1982; PÉREZ MÍNGUEZ, 2008: 234; GONZÁLEZ VILLAESCUSA, 2001: 202); en la villa de la Cañada de Villar de Olmos un enterramiento con dos cadáveres probablemente del siglo IV d.C. (FLETCHER VALLS, 1976: 51; PÉREZ MÍNGUEZ, 2008: 236); y de La Calerilla de Hortunas se cuenta con al menos 28 inhumaciones entre los siglos II-IV d.C. (GARCERÁ *et al.*, 1993a, 1993b).

III.2. Análisis histórico-arqueológico

III.2.1. Marco geográfico

El yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, se localiza en el extremo suroriental del término municipal de Requena (provincia de Valencia) a 20 Kilómetros del núcleo, dentro del Valle del río Magro y próximo a la pedanía de Hortunas (1,3 Kilómetros). Los límites naturales de este valle son los montes de La herrada y la sierra de Las Cabrillas por el norte, y por el sur las estribaciones de la Sierra de Martés (su punto más alto es de 1085 m.) y dirección noroeste-sureste el curso del río Magro (PIQUERAS, 1990: 101-105) (ver Figura 3.13).

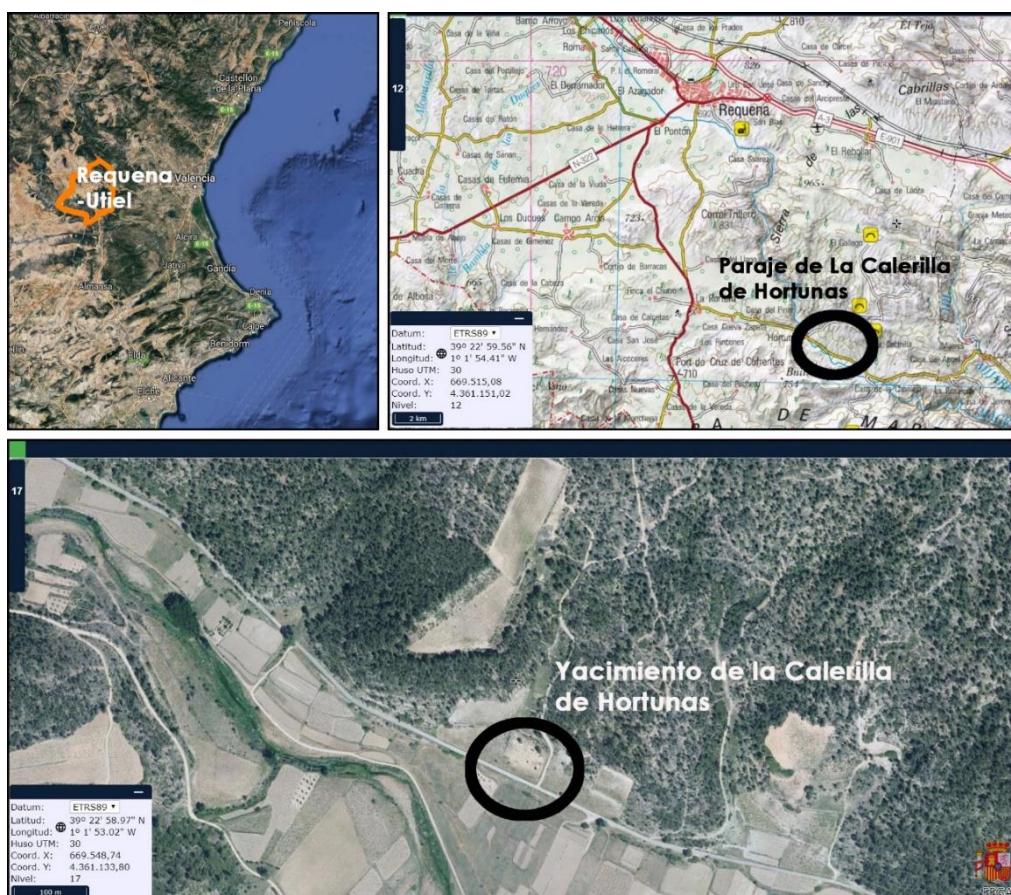


Figura 3.13. Localización geográfica del yacimiento de la Calerilla de Hortunas. Fuente: Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC).

El área del yacimiento arqueológico de La Calerilla abarca 1,5 Hectáreas (y 7 Hectáreas de material disperso) y su acceso se realiza a través de la carretera que transcurre desde Requena dirección Almansa (N-322 y N-330), atravesando previamente las pedanías de El Pontón y La Portera. Desde este último punto debe tomarse la carretera CV-429 que se dirige hacia el municipio vecino de Yátova, atravesando río Magro por un pequeño puente y, a continuación, transitando de forma paralela a él.

Desde el kilómetro 27 de la carretera CV-429 se puede acceder al yacimiento que queda en el lado izquierdo de la calzada. Su localización exacta

se corresponde con 39° 22' 59'' Latitud Norte y 1° 1' 53'' Latitud Oeste, respondiendo a las coordenadas del Huso UTM 30 X630.587, Y4.362.800, a una altitud de 550 metros sobre el nivel del mar. Asimismo, el inmueble se encuentra orientado dirección sureste-noreste, en una vaguada de fácil acceso y en lo que era la desembocadura de un pequeño barranco. Permanece rodeado por un camino de tierra que asciende desde la carretera mencionada, atravesando el terreno por su parte sureste, dividiendo el enclave en dos y quedando sobre lo que sería la parte principal de la *pars urbana* de la villa (SANTOS *et al.*, 2015: 11).



Figura 3.14. Situación del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas.

Como ya se mencionaba en el apartado III.1.2. *Siglos I-IV d.C. en la Meseta de Requena-Utiel*, la geografía del lugar ha proporcionado una entidad propia a fases históricas como la ibérica plena fundamentalmente, constituyendo un territorio muy definido. A su vez, el conjunto de subzonas y subunidades geográficas también permitieron su expansión a partir del periodo iberorromano, suponiendo un cambio radical en su carácter. La hidrografía del paisaje, además, aportó tanto una limitación fronteriza, como un medio de comunicación que, a su vez, favoreció el poblamiento del lugar, aprovechando los suelos más fértiles tal y como sucedió en el caso de la villa rústica de La Calerilla de Hortunas (QUIXAL, 2013: 442).

III.2.2. Estructuras arquitectónicas y técnicas de ejecución

El yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia), es un asentamiento de época altoimperial que se mantuvo activo, al menos, entre los siglos I-II y III y IV d.C. Tras las investigaciones arqueológicas realizadas, el enclave se define como una *villae rusticae* con su necrópolis asociada. La necrópolis por lo tanto, se configura como un cementerio familiar. Los materiales y objetos hallados revelan, además, el alto influjo ibérico de este enclave, confirmando que la cultura ibérica y la romana convivieron en este lugar. El yacimiento se encuentra excavado aproximadamente en un 20% y el sector mejor documentado del enclave, la necrópolis, está compuesta por: los restos de las cimentaciones del monumento funerario de los *Domitii*, estructuras de limitación o cierre de la necrópolis, el *ustrinum*, un pozo votivo, tumbas de incineración adscritas a un periodo de fuerte tradición indígena, y tumbas de inhumación en cista (GARCERÁ *et al.*, 1993a, 1993b; MARTÍNEZ VALLE, 1995; MARTÍNEZ VALLE, 2000; SANTOS *et al.*, 2016a: 21; SANTOS *et al.*, 2016b: 340) (ver Figura 3.15).

La relevancia de este enclave reside fundamentalmente en el monumento funerario de los *Domitii*, de lo que hoy tan sólo permanecen *in situ* los restos de cimentación o base monumental. Elementos tan relevantes como una inscripción funeraria que revela el nombre de la propietaria y su filiación, *Domitia Iusta* (MARTÍNEZ VALLE, 1991); un capitel corintio de pilastra; y fundamentalmente, un fragmento de uno de los dos *pulvini*, que ha permitido identificar la tipología del monumento; abundante material constructivo, cerámico y óseo que avalan esta hipótesis (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 272-276; MARTÍNEZ VALLE, 2000; QUIXAL, 2013; SANTOS *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2015a, 2015b; SANTOS *et al.*, 2016).

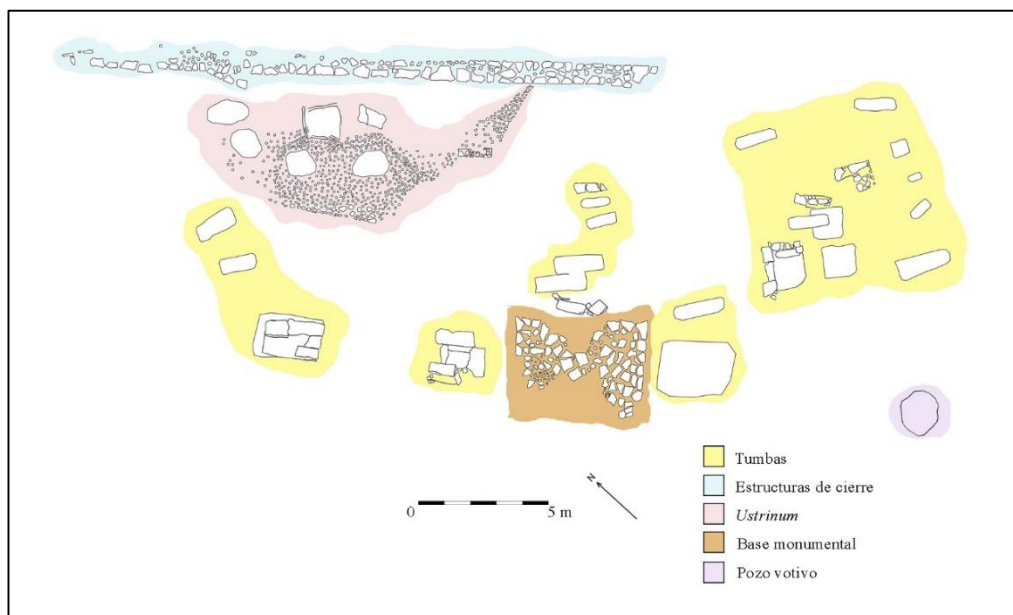


Figura 3.15. Estructuras arqueológicas *in situ* que componen la necrópolis de la Calerilla de Hortunas (año 2014).

La presencia del enclave arqueológico en el paraje de La Calerilla de Hortunas, se conoce desde siempre, debido a la gran cantidad de materiales constructivos, cerámicos y óseos que paulatinamente emergían del subsuelo a causa de la práctica de actividades agrícolas en este lugar. Pero no fue hasta el año 1940 cuando estructuras arqueológicas fueron descubiertas de manera fortuita, debido a las obras de construcción de la carretera que une la aldea de Hortunas con el vecino municipio de Yátova (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 259; MARTÍNEZ VALLE, 2000: 7). A pesar del conocimiento de la presencia de ruinas arqueológicas en este paraje, no se realizó ningún tipo de intervención arqueológica hasta que en 1989 una nueva remoción del terreno para un cambio de cultivo hizo que se exhumaran numerosos restos arquitectónicos, cerámicos y óseos, evidenciando la destrucción de parte de la necrópolis (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 259; MARTÍNEZ VALLE, 2000:7; GARCERÁ *et al.*, 1993: 217). Estructuras y materiales quedaron visiblemente deteriorados, lo que hizo que en esta situación fuera necesaria una intervención de urgencia en ese mismo

año. Debido a la gran relevancia que inicialmente mostraban los restos arqueológicos, a partir de 1990 comenzaron a desarrollarse periódicamente campañas arqueológicas de carácter sistemático (ver Figura 3.16).

De forma paralela a las intervenciones arqueológicas, también se realizaron varias campañas de difusión entre los años 1991 y 1999, que consistieron en cuatro tipos de actividades fundamentalmente: visitas guiadas al yacimiento; visitas guiadas en el Museo Municipal de Requena, donde se cuenta con una sala para la exposición de los materiales *ex situ* de La Calerilla; la organización de campos de voluntariado juvenil en el municipio, que sirvieron para reforzar esta labor; y la divulgación de noticias en los diferentes medios de comunicación (SANTOS *et al.*, 2015: 6).

A partir del año 2000 se cesó la actividad arqueológica en el enclave y el sector de la necrópolis ha permanecido en situación de incertidumbre desde que cesaron los trabajos arqueológicos, a la espera de ser retomados en un futuro próximo y poder así planificar su puesta en valor. De hecho, en el año 2009 se le encargó al arquitecto F. Jurado el diseño de un proyecto de puesta en valor y musealización de la necrópolis de La Calerilla (ver Figura 3.7), pero al no materializarse el proyecto, parte de la necrópolis ha experimentado una buena decadencia con el paso del tiempo, debido a su exposición a factores físico-químicos, biológicos y antrópicos que inciden directamente sobre las estructuras. Por esta razón y previendo que la situación se iba a demorar por un tiempo aun indefinido, se decidió retomar el propósito de la puesta en valor de la necrópolis pero, esta vez, a través de la fabricación de materiales constructivos afines a los originales con los que poder restaurar las estructuras desde la sostenibilidad.



Figura 3.16. Vista aérea NO-SE de la Campaña Arqueológica en La Calerilla en el verano de 1992. Fuente: Museo Municipal de Requena.

En este sentido, desde el año 2014 y hasta la actualidad también se retomaron las actividades de difusión del enclave. La acción más relevante fue la campaña de conservación y restauración en el yacimiento arqueológico, donde se puso en valor junto con alumnos de la *Universitat Politècnica de València* la base monumental que albergaba el monumento funerario de los *Domitii* (ver Figura 3.9) (SANTOS *et al*, 2016). En segundo lugar se llevó a cabo un Estudio de Grado de Identidad (EGI) entre la población requenense, con especial atención en los habitantes más jóvenes, que por edad resultaba difícil que conocieran el enclave arqueológico. Esta acción estuvo enmarcada dentro del proyecto de carácter social y sostenible de puesta en valor que engloba el yacimiento arqueológico de La Calerilla, donde la finalidad fue detectar qué tipo de público y porcentaje de población que aún recordaba el paraje tras la difusión que se le dio durante la década de los años '90, para así poder diseñar y dirigir acciones variadas encaminadas a su apropiación social. Para ello se desarrollaron diferentes actividades como charlas introductorias en los dos

Institutos de Educación Secundaria del Municipio sobre arqueología y patrimonio arqueológico local de Requena y la importancia de su conservación, estudios observacionales, encuestas abiertas y visitas guiadas (SANTOS *et al*, 2015). Por otro lado, la labor en el Museo Municipal de Requena se intensificó con la realización de campañas de conservación y restauración de materiales arqueológicos procedentes del enclave, visitas guiadas, talleres arqueológicos y exposiciones ya citadas en el apartado III.1.1. Aspectos historiográficos y trayectoria en intervenciones del patrimonio arqueológico.

El yacimiento arqueológico de La Calerilla, por tanto, está compuesto por dos partes fundamentales: las estructuras arquitectónicas que componen la necrópolis y las que constituyen las estancias de la *villae rusticae*²⁵. En los siguientes subapartados se estudian cada una de las estructuras que componen la necrópolis (tanto las estructuras visibles como las no visibles), así como los materiales *ex situ* que permanecen en el Museo Municipal de Requena.

III.2.2.1. La necrópolis

III.2.2.1.1. El monumento funerario de *Domitia Iusta*

Los estudios realizados indican la evidente presencia de un monumento funerario que se alzaba sobre los restos visibles de la base monumental. Este monumento, albergaba las incineraciones de varios miembros de una familia, seguramente de los propietarios y habitantes de la *villae* (GARCERA *et al*, 1993: 217). Su uso y la alineación de las tumbas de incineración en torno a él revelan su posición central dando origen a la necrópolis. Las dimensiones del inmueble se calcula que serían aproximadamente de 5,15 metros por 3,90 metros de base y posiblemente de una altura que alcanzaba los 4,50 metros. En cuanto a los materiales constituyentes documentados estos son fundamentalmente bloques de caliza terciaria de origen lacustre de color gris y procedencia local; mientras que el cuerpo del monumento tenía una estructura

²⁵ Este sector aún permanece sin ser investigado y no se prevé, al menos durante un tiempo, el desarrollo de futuras campañas arqueológicas.

constituida a partir de la técnica de ejecución de un *opus caementicium* realizado a partir de los materiales del entorno²⁶, forrada por bloques de caliza terciaria que formaban un paramento de *opus quadratum* (MARTÍNEZ VALLE, 1995).

Con anterioridad al desfonde del terreno ocurrido en 1989, el monumento funerario ya se encontraba parcialmente derruido. La localización de dos fosos, uno en la cara norte y otro en el centro, colmatados de materiales procedentes del derrumbe del edificio sin signos de alteración por el desfonde, así lo confirman. La existencia de los fosos, podría estar directamente relacionados con la profanación y destrucción del edificio que aún se mantenía en pie (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 261).

La reconstrucción hipotética del monumento funerario planteada por A. Martínez Valle, puede realizarse gracias al hallazgo del conjunto de elementos decorativos que componen el monumento. El estudio de cada uno de ellos, su posible ubicación, así como sus dimensiones y proporciones permitieron un levantamiento hipotético del monumento (ver Figura 3.17). Estos elementos son los que se presentan a continuación en los siguientes subapartados.

²⁶ Para una mayor información de la composición del mortero ver el apartado de caracterización de los morteros constituyentes (apartado III.3.1).

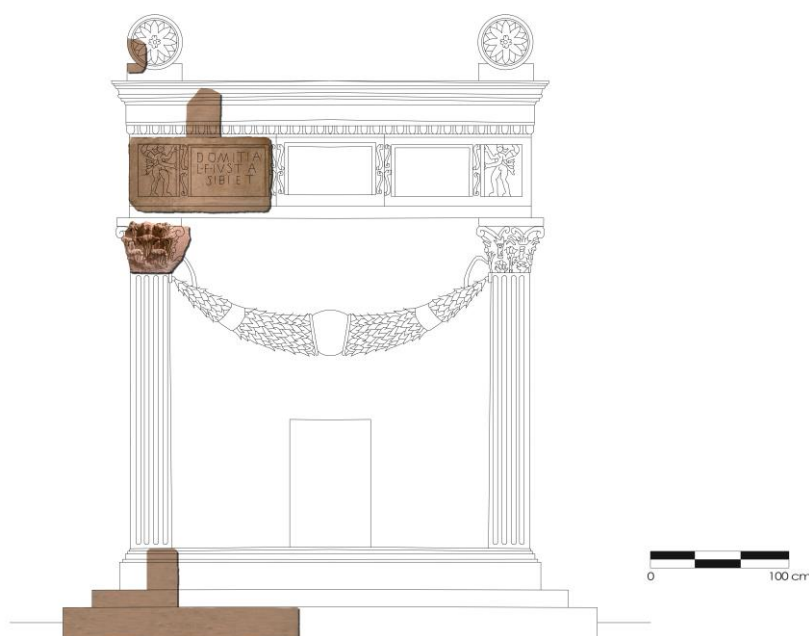


Figura 3.17. Reconstrucción hipotética del monumento funerario de los *Domitii* a partir de la ubicación de los restos originales conservados.

La base monumental

Los restos de la base monumental o cimentación del *ara monumentalis* quedaron visiblemente dañados tras la acción del arado y el desfonde del terreno, pero en la actualidad goza de un buen estado de conservación tras su intervención en la campaña del año 2015 y su posterior cubrición (SANTOS *et al.*, 2016). Se trata, hasta el momento, de los únicos restos del monumento funerario que permanecen *in situ*.

Las dimensiones de la base son, de 5,15 metros por su fachada noreste y 3,90 metros por la fachada sureste casi en su totalidad, a falta de una hilada de mampostería. Aun faltando esa hilada, se intuyen las dimensiones totales de la base, ya que en las cuatro esquinas de la mampostería todavía son visibles cuatro agujeros de poste que la delimitan por los cuatro costados. Estos cuatro orificios, junto con otros tres más en torno a los restos, posiblemente formaron

parte del sistema de andamiaje utilizado por los antiguos romanos para levantar el edificio (MARTÍNEZ VALLE, 2000: 9).

Durante la campaña de conservación y restauración de la base monumental que tuvo lugar durante el verano de 2015, fue necesaria la colocación de un total de 145 elementos pétreos para recomponer la plataforma al completo, de la cual aún se mantenían 74 en su ubicación original. De este modo, la plataforma actualmente está compuesta por un total de 219 mampuestos (ver Figuras 3.18-3.20). Esta intervención se basó en la sostenibilidad y recuperación de las técnicas originales de ejecución romanas con el fin de procurar su salvaguarda en las mejores condiciones. De esta forma, los materiales que se emplearon fueron recogidos de las terreras del entorno del yacimiento, del que un día formaron parte. Se seleccionaron aquellos elementos pétreos acordes al tamaño y forma de las existentes en las zonas originales, con las que trabajar la mampostería. Los procesos que se llevaron a cabo durante la intervención fueron: limpieza mecánica, saneamiento de las áreas perdidas, nivelación del terreno, preparación de los materiales y mortero a emplear²⁷, reconstrucción volumétrica, colocación de testigos en superficie con los que discernir la parte intervenida de la original, rejuntado en superficie de los elementos pétreos, y establecimiento de un protocolo de protección y conservación preventiva (SANTOS *et al.*, 2016: 218).

²⁷ Debido al peligro de pérdida material que presentaba esta estructura, fue necesaria una intervención urgente que se realizó antes de realizar la parte experimental de la presente tesis. Siendo así, los mampuestos que conformaron esta plataforma fueron trabados mediante mortero compuesto por cal hidráulica NHL5 de la casa Pascual y arena del sitio en proporción 1:3 y cantos rodados de distintos tamaños para darle mayor firmeza y resistencia al material cementante. Este mortero se corresponde con el mortero experimental denominado HY3P del grupo HY3 (ver Capítulo IV. Proceso experimental).

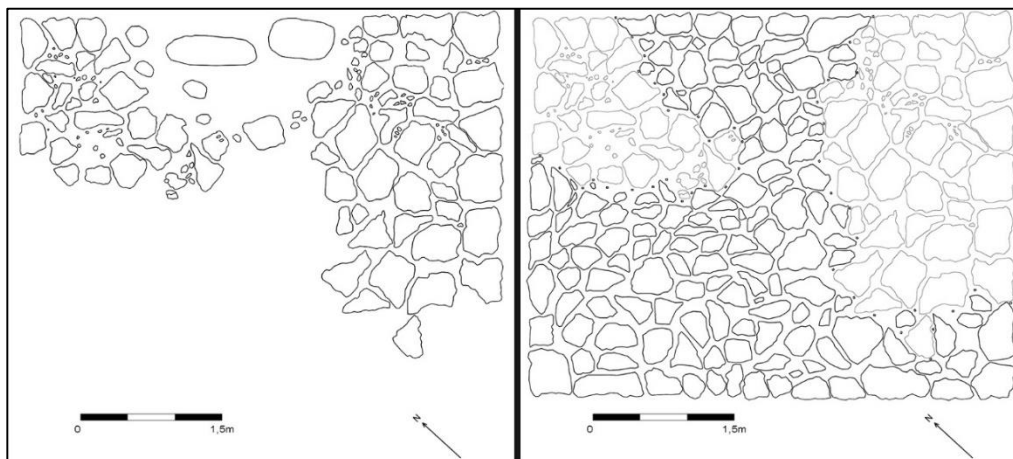


Figura 3.18. Planimetría de la base monumental *in situ* sobre la que se alzaba el monumento funerario de los *Domitii* antes y después de su intervención durante el verano del 2015.



Figura 3.19. Vista NE-SO de la base monumental *in situ* antes de su intervención durante el verano del 2015.



Figura 3.20. Vista NE-SO de la base monumental *in situ* después de su intervención durante el verano del 2015.

El friso del monumento

Del friso del monumento tan sólo se conservan parte de dos de las cuatro caras que debió tener: una cara frontal y otra lateral. Entre todos los elementos del friso que se conservan en su totalidad suman unas dimensiones de 114 centímetros de largo por 58 centímetros de alto y una profundidad de 32 centímetros, todos ellos labrados sobre piedra caliza blanca de procedencia local. En la cara frontal destaca una inscripción funeraria de 64 centímetros por 44 centímetros, que se encontraba fragmentada e incompleta, hasta que fue restaurada (ver Figura 3.21). Ésta cara presenta una decoración delimitada por un listel de volutas espiraliformes enfrentadas y un *Eros*, agente de ascensión e intercesor entre el difunto y el más allá, que sujeta el epígrafe. La tosquedad del grabado de la figura unido a la erosión que presenta no permite apreciar

detalles de su elaboración, aunque todavía son bien visibles las pupilas grabadas, con dos agujeros redondos, mediante el uso del trépano. La inscripción está grabada con letra capital cuadrada, es regular y de buena factura, con trazos perfilados y ápices en todas las letras y existe interpunción en las dos abreviaturas existentes, detrás de la L y de la F respectivamente. Las letras de la primera y segunda línea miden 8,5 centímetros de alto y las de la tercera 7,5 centímetros. En cambio, la cara lateral izquierda únicamente conserva parte de un círculo de hojas de acanto con una flor central enmarcados por un recuadro. Estos fragmentos se localizaron en uno de los fosos ya citados, por lo que el desfonde a causa de los trabajos agrícolas no afectó al friso, ya que ya se encontraba fragmentado (MARTÍNEZ VALLE, 1991: 167; MARTÍNEZ VALLE, 2000: 13). La inscripción presenta una gran relevancia al revelar el nombre de la propietaria del monumento funerario y una cronología aproximada en el campo epigráfico. Gracias a esta inscripción no hay duda de que una mujer, *Domitia Iusta*, mandó construir este monumento para sí y alguien más, probablemente sus allegados. La inscripción dice así:

Domitia

L(ucci) f(ilia) Iusta

Sibi et.

“Domitia Justa, hija de Lucio, para sí y”

La inscripción indica indirectamente su continuación al menos en un siguiente campo epigráfico por su derecha; de manera que, probablemente, una mujer llamada *Domitia* hiciera construir este monumento en vida, para albergar sus restos y los de sus parientes. En cuanto a su cronología, la ausencia de la fórmula D. M., su brevedad y la presencia de la filiación, permite datarlo a finales del siglo I. d.C. (MARTÍNEZ VALLE, 1991: 169) (ver Figura 3.21).



Figuras 3.21. Inscrición funeraria restaurada y conservada en el Museo Municipal de Requena.

El capitel

En el terreno removido por al arado, se localizó un fragmento de capitel corintio de coronación de caliza gris de una de las pilastras del monumento. Al presentar éste decoración en tan sólo dos de sus caras en forma de ángulo (frontal y lateral izquierdo), se deduce que se trata de un capitel en forma de esquina con una base aproximadamente de entre 34 y 36 centímetros y una altura de 46 a 48 centímetros. La decoración está compuesta por dos coronas de acanto y es evidente la ausencia de su parte superior. En su parte más completa, la de la derecha, la decoración del capitel se mantiene en buen estado y estaría formada, en su parte inferior, por dos coronas de hojas de acanto. La primera corona, *imafolia*, seguramente estaba constituida por dos hojas de acanto de las que sólo se conservan tres lóbulos de la hoja de la parte derecha. La segunda corona, *secundajolia*, probablemente tenía tres hojas de acanto, dos laterales y una central; mientras que la que correspondía al lateral izquierdo se ha perdido. En el extremo inferior y en su parte interna, además, se localizó un extremo de cinta labrada indicando posiblemente el inicio de una guirnalda que pendía del templete de lado a lado (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 264-266; MARTÍNEZ VALLE, 2000: 11) (ver Figuras 3.22 y 3.17).

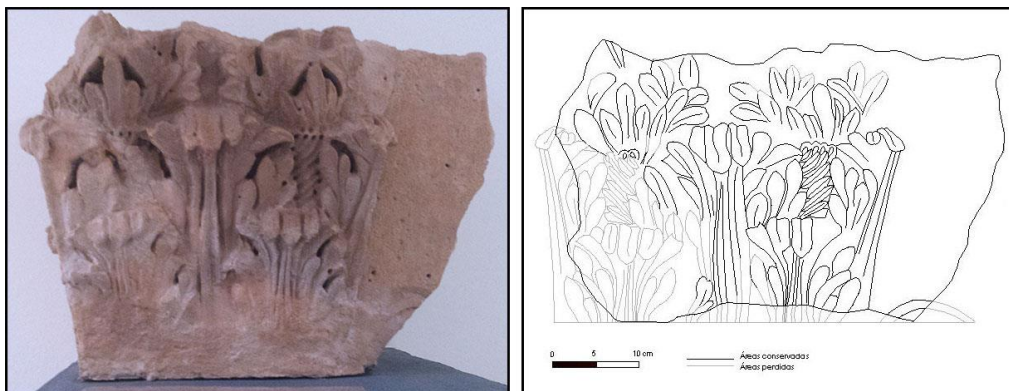


Figura 3.22. Capitel corintio de piedra caliza gris restaurado expuesto en el Museo Municipal de Requena.

El *pulvinus*

El templete debió de tener dos *pulvini* a juzgar por los estudios comparativos realizados, pero en este caso tan sólo se ha localizado un fragmento de uno de ellos. Un pulvino es un elemento de coronamiento presente en los monumentos sepulcrales en forma de altar, decorativo, mayormente con motivos vegetales y de forma cilíndrica como norma general. La peculiaridad de estos elementos es que atraviesan de lado a lado los *aras sepulcrales* por su parte alta (BELTRÁN, 2004: 101). En este caso, se halló un fragmento del lateral y parte frontal de 23 centímetros ancho por 32 centímetros de alto (en la restauración del fragmento el conjunto de la pieza alcanza 45 centímetros de diámetro (ver Figura 3.23). La zona exterior del pulvino presenta decoración floral de bandas de hojas lanceoladas y, a juzgar por las dimensiones de la base del monumento (incluyendo el zócalo escalonado), éste seguramente abarcaba 2,90 metros de lado a lado dirección NE-SO por su parte superior. El fragmento localizado permitió adscribir este monumento a una tipología más concreta y a una cronología de entre época augustea y el siglo II d.C. Además, el hallazgo de dos fragmentos de parte de la moldura superior conlleva a suponer que ambos *pulvini* descansaban sobre ellas (ver Figura 3.23 y 3.17) (SANTOS *et al.*, 2014: 782).



Figura 3.23. Fragmentos restaurados y reconstruidos parcialmente de la moldura superior (izquierda) y del *pulvinus* (derecha) expuestos en el Museo Municipal de Requena.

Moldura superior

Durante el transcurso de las excavaciones se hallaron dos fragmentos de moldura que por la morfología de su perfil permitieron ser diferenciados de aquéllos elementos pétreos que formaban parte del zócalo. De modo que estos fragmentos fueron clasificados como elementos decorativos al igual que sucede en otras construcciones de su tipología. Como ya se menciona en el apartado anterior, estos fragmentos probablemente ocuparon una posición superior en el monumento, sobre los que descansarían ambos *pulvini*. El esquema que presentan estos fragmentos es similar al de la base, pero ligeramente más recargado. El perfil que se conserva del fragmento más completo es el siguiente: caveto-filete-faja-óvalo-filete. Al estar fracturada la parte superior de la moldura, el esquema que se conserva se cree que continuaría de forma simétrica por su parte superior presentando un esquema más completo: filete-óvalo-faja-filete-caveto-filete-faja-óvalo-filete (MATÍNEZ VALLE, 2000: 17) (ver Figura 3.23).

Zócalo

Formando parte del relleno que colmataba el foso de la cara noreste del monumento funerario, se recuperaron varios fragmentos de los sillares moldurados que seguramente adornaban el monumento por su parte inferior (ver Figura 3.17). Se trata de bloques labrados, al igual que el resto de elementos localizados, sobre piedra caliza gris de procedencia local. Los fragmentos recuperados presentaban fracturas, pero conservaban el perfil de la moldura, presentando el siguiente esquema: filete-óvalo-filete-caveto-filete. En este punto, la moldura se presenta fracturada y en el caso de que continuase por su parte interior lo haría con otro óvalo-filete, guardando la simetría con otro de los fragmentos que se conservan (MARTÍNEZ VALLE, 2000: 10).

Cornisa de ovas y dardos

La cornisa de ovas y dardos es un elemento decorativo labrado sobre piedra caliza. Aún se desconoce su emplazamiento original, pero puede suponerse que quizá formaría parte de la coronación del friso del monumento (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 270). Los restos que se conservan, fueron hallados fracturados en cuatro fragmentos en el foso del lado norte, donde también se encontraba la inscripción funeraria. La factura de estas piezas es, en general, algo tosca e irregular, como ocurre con los otros motivos decorativos, pero se consigue un buen efecto, porque mediante una talla profunda se consiguen destacar las sombras y el volumen (MARTÍNEZ VALLE, 2000: 17). En la actualidad los fragmentos se encuentran restaurados y reconstruidos en una sola pieza (ver Figura 3.24).



Figura 3.24. Fragmento de cornisa de ovas y dardos restaurada y conservada en el Museo Municipal de Requena.

III.2.2.1.2. Las estructuras de cierre

En la cara norte de la necrópolis se conservan los restos arquitectónicos de un muro de cierre o contención que limita el espacio sepulcral. En el muro se aprecian claramente dos fases constructivas en la factura y en la sección: una primera fase que transcurre de forma paralela al pozo votivo y al monumento funerario; y, una segunda fase, donde se distingue un ensanchamiento de la estructura y su ampliación en dirección NO (ver Figura 3.26). Siendo así, se interpreta que el muro inicial fue construido junto con los elementos fundacionales de la necrópolis (pozo y monumento), mientras que su ampliación posiblemente tuvo que ver con el cambio de ritual funerario en torno al siglo II d.C. y la evidente presencia de más habitantes en el lugar (a juzgar por las tumbas de inhumación).

Respecto a la constitución del muro y sus técnicas de ejecución, ésta se basa en un *opus Caementicium* de buena calidad encofrado mediante bloques de caliza terciaria, de origen lacustre, color gris y procedencia local. Los romanos ejecutaron el muro mediante la construcción de varias capas o tal y como denominaba Vitruvio, a través de la técnica *emplecton* (VITRUVIO, II, VIII, 9). Para ello, el mortero era elaborado a la vez que las dos paredes y/o encofrados iban aumentando en altura, para verterlo entre ambas hojas. El mortero se volcaba sobre elementos pétreos y cerámicos de diferentes tamaños,

lo que permitía obtener una mayor consistencia. A medida que los obreros desarrollaban la construcción e iban ganando altura, ésta era salvada mediante el sistema de andamiaje de madera que iban construyendo sobre la marcha. El *opus caementicium* era apisonado mediante el uso de pisones que compactaban los materiales y así hasta finalizar la obra. En este caso el encofrado podía ser de madera, como era habitual el llamado *formaceus* (PLINIO, XXXV, 169), aunque también pudo haber sido construido mediante la propia mampostería (encofrado perdido), ya que no se han detectado marcas en el muro de agujas que evidencien la impronta de este sistema o del andamiaje. Por otro lado, debido a las extracciones del material pétreo que se han sucedido para su reutilización, la cota máxima de muro con la que se cuenta es de 61 centímetros en un único punto, por lo que si efectivamente existía esa impronta en el muro no ha perdurado hasta la actualidad.

En las analíticas del mortero original, como se verá más adelante en el apartado III.3.1. Caracterización de los morteros constituyentes, se identifican en proporciones mayoritarias las fases mineralógicas de la Calcita CaCO_3 y Cuarzo SiO_2 y, en menores, proporciones materiales arcillosos y de origen volcánico. En este sentido, los datos obtenidos encajan perfectamente con las teorías y técnicas de ejecución de la arquitectura romana altoimperial. Se trata de un mortero de proporciones cercanas a 1:3 de cal y árido de procedencia local respectivamente, con adiciones seguramente procedentes de *coccipestos*. La visualización de muestras de mortero al microscopio permite además discernir los elementos descritos, donde claramente se aprecian materiales calcáreos y arcillosos (ver apartado III.3.1.). Siendo así y dado que el famoso polvo de Puzol que utilizaban los romanos en Italia, llamado originalmente *bayana* o *cumana* por Vitruvio, en España carecía; los materiales que sustituían aquel polvo volcánico, eran los restos de arcilla cocida procedentes de ladrillos, tejas o cerámicas trituradas denominados comúnmente chamota o *cocciopesto* (VITRUVIO, 1993: 38; GUERRA, 2015: 64).



Figura 3.25. Vista longitudinal del muro de cierre y detalle de la técnica de ejecución a partir de varias hojas.

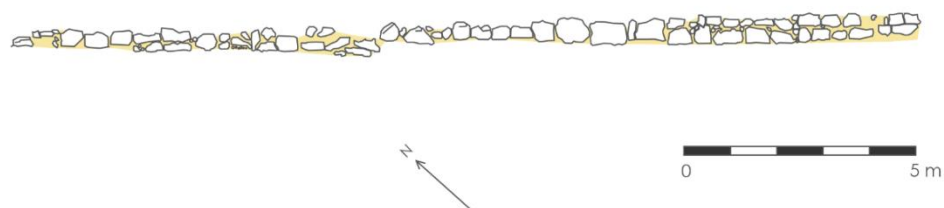


Figura 3.26. Alzado del muro de cierre.

III.2.2.1.3. El *ustrinum*

El *ustrinum* queda asociado al primer periodo de ocupación de la villa de La Calerilla, al tratarse de una estructura funeraria relacionada con el rito de incineración. Se trata de una plataforma sobre la cual se asentaba la pira funeraria, cuyo uso estaba destinado a la incineración de los cadáveres (ver Figura 3.27). Debido al tipo de necrópolis, se interpreta que se trata de un *ustrinum* de uso privado exclusivo para los familiares de *Domitia Iusta*. A diferencia de los *busta*, donde los cuerpos eran incinerados en las propias tumbas²⁸; en este caso, tras la incineración, las cenizas de los difuntos eran

²⁸ Los *busta* se describen en el apartado III.2.1.1.6. Tumbas de inhumación.

recogidas para ser depositadas en urnas y ser trasladadas al monumento funerario de los *Domitii*.

La plataforma de planta cuadrangular está realizada sobre piedra caliza y presenta unas dimensiones de un metro de lado. Su hallazgo se produjo tras el desfonde ocurrido en 1989, por el cual la estructura quedó muy afectada. Ello no evitó su documentación y definición de la estructura al presentar evidentes signos de calcinación, restos de carbones y material óseo humano muy quemado.

Respecto a la datación de la estructura, no se localizaron ajuares que permitieran una fecha más concreta, pero por su situación sí se aprecia una línea paralela al muro que permite deducir una antigüedad similar a la del monumento funerario y el propio muro de cierre.

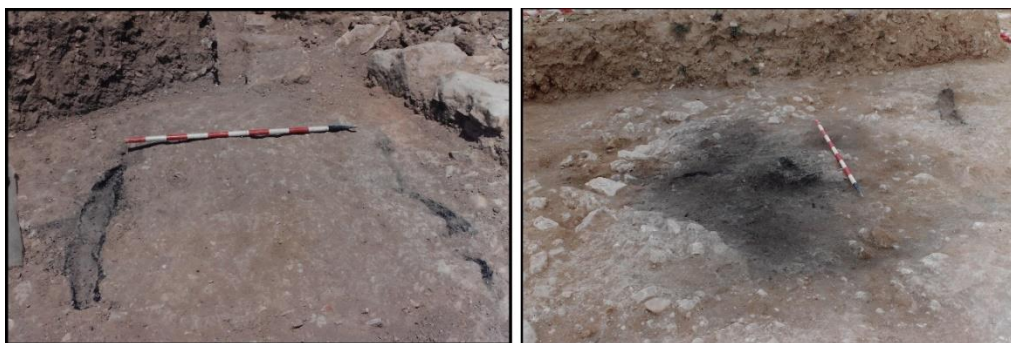


Figura 3.27. Detalle del *Ustrinum* tras su hallazgo. Fuente: A, Martínez Valle.

III.2.2.1.4. El pozo votivo

Se trata de un pozo de carácter fundacional en torno al cual se realizó un ritual de consagración de la necrópolis según la interpretación de los múltiples hallazgos óseos y cerámicos y su situación. Ello implica que esta estructura es anterior a la construcción del monumento de los *Domitii* y del resto de estructuras arqueológicas que se exponen.

El pozo se localiza en el extremo suroriental de la necrópolis en el lado derecho del monumento funerario y próximo a las dependencias de la *villae*. Tiene una planta circular y muestra unas dimensiones de 2,13 metros de largo

por 1,46 metros de ancho y 7 metros de profundidad (ver Figuras 3.28 y 3.29). El pozo contaba con un doble cerramiento que se realizó seguramente tras el ritual, con una clara intencionalidad de sellado. Este sellado se produjo primeramente mediante una base circular de piedra caliza de 50 centímetros de espesor a la altura de dos metros desde el interior, y fue nuevamente sellado en superficie por otro de base rectangular con las esquinas curvas de iguales características. Bajo ambos cerramientos se localizaron los restos cerámicos y óseos, por lo que quedan claras las intenciones de enterramiento y aislamiento de los restos, y de sellado del pozo para evitar así su profanación (ver Figura 3.28.A).

La cantidad de carbones, restos óseos animales y utensilios en el interior del pozo confirma la teoría de que se trata de un depósito ritual de consagración de la necrópolis. A la espera de analizar los restos al completo, lo más probable es que se trate de los restos de un banquete ritual en el cual los utensilios empleados y los restos animales fueron arrojados al fondo del pozo tras el ceremonial, al considerarse contaminantes para el mundo de los vivos. Sólo de esta forma se justifica el hallazgo de restos animales, cerámicos y de carbones en un mismo espacio y tras un doble cerramiento en un lugar sagrado como es una necrópolis. El pozo, por tanto, cumple una función intencionada de espacio de deposición tras el acto de consumo.

En el interior del pozo fueron hallados el cráneo de una *Capra hircus* y el de un *Ovis aries* infantil, esqueletos completos de *Canis lupus* (cuatro perros machos y una hembra preñada con 6 fetos), dos *Gallus domesticus*, todos ellos con síntomas de haber sido víctimas de un sacrificio a juzgar por los signos de decapitación documentados sobre los cóndilos occipitales. También fueron hallados micromamíferos aún sin determinar (IBORRA, 2017: 35; GUILLEM, 2017: 142).

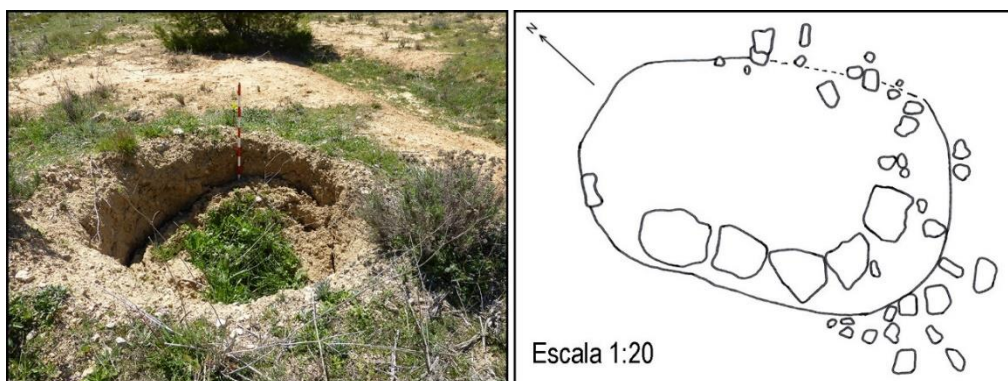
De ello se interpreta que tras ser expuestos al fuego, en el banquete ritual los comensales degustaron al menos la cabra, el cordero de los que tan solo se han hallado los restos óseos de los cráneos, parte más representativa en este

tipo de ritual y de menor valor cárnico. En cuanto a los perros y gallos aún no se ha determinado si fueron consumidos o no, aunque cabe la posibilidad. Lo más frecuente en este tipo de ritual, es que la víctima sí sea consumida y que, por tanto, su esqueleto sufra los procesos necesarios para el descuartizamiento, descarnado y posterior cocinado (CABRERA, 2010: 281).

En la actualidad el pozo votivo se encuentra cubierto por razones de conservación y seguridad hasta que la estructura sea intervenida y puesta en valor.



Figura 3.28. Pozo votivo a) Excavación del pozo y extracción de la estructura de sellado; b) hallazgos de restos animales en profundidad; c) proceso de excavación y extracción de los restos caninos; d) Ejemplo de canino víctima del sacrificio de consagración. Fuente: A, Martínez Valle.



Figuras 3.29. Planimetría y aspecto actual del pozo votivo cubierto como medida preventiva.

III.2.2.1.5. Tumbas de incineración.

Se trata de seis *busta* que, seguramente, estuvieron representados por pequeños monumentos sobre piedra caliza distribuidos verticalmente; dato que no se puede afirmar plenamente, ya que son numerosos los restos pétreos fracturados y dispersos. En los *busta*, el depósito de los restos calcinados quedaba en el mismo lugar donde se efectuaba la cremación. Gracias a ello, se pudo documentar la orientación de Este a Oeste de los cadáveres en el momento en el que se efectuó la cremación, tal y como queda orientada la necrópolis y las primeras tumbas de inhumación. En las excavaciones arqueológicas, los materiales cerámicos localizados en la incineración, hacen referencia a época flavia, a pesar de que se encontraban muy fracturados y presentaban indicios de haber estallado a altas temperaturas (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 277) (ver Figura 3.31).

Del tipo de ritual y de la decoración de las urnas funerarias se extrae que las tumbas de incineración estaban adscritas a un periodo de fuerte tradición indígena. La decoración de las mismas se fundamenta en bandas pintadas con frisos de motivos fitomorfos y frisos decorados con tríos de eses (MARTÍNEZ VALLE, 2000: 7).

En el yacimiento se puede apreciar cómo las tumbas se encuentran dispuestas de forma alineada y organizada junto al monumento funerario de los

Domitii, por lo que se interpreta que las tumbas son posteriores a su edificación. Tampoco hay duda de que los mundos ibérico y romano convivieron en este lugar, debido a la clara tradición ibérica que se detectan a través del rito de la incineración y de las deposiciones en urnas de tanto en pastas, como formas y decoraciones de pervivencia cultural ibérica. Estas urnas estaban acompañadas por las diferentes ofrendas, principalmente recipientes de *sigillata sudgálica* e *hispánica* en los que se ha visto un interesante binomio: los vasos destinados a ofrendas sólidas estaban quemados, mientras que los de líquidos no habían sido depositados en la hoguera, ya que seguramente sirvieron para hacer libaciones. Uno de estos vasos era una forma Drag. 18 de *sigillata* sudgálica con sello del alfarero *Albinus* de mediados del s. I d.C. (CASTELLANO, 2000).



Figura 3.30. Urnas cinerarias de tradición ibérica y época altoimperial restauradas y conservadas en el Museo Municipal de Requena.



Figura 3.31. Ajuar asociado a una incineración. Fuente: Museo Municipal de Requena.

En la actualidad los restos visibles de los *busta* son bloques de piedra caliza que delimitan el espacio interior de los *loculus*. Durante su hallazgo, tanto las tumbas como el monumento de los *Domitii* se hallaron profanadas y algunas de ellas se localizaron sin ajuares, quedando sólo la fosa de incineración bien marcada por la rubefacción de la pira. En el interior, además, se localizó abundante material procedente de arrastre que colmató las tumbas, pero ello no evitó la documentaron de restos de madera carbonizada de encina y pino albar, utilizados en los rituales crematorios (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 277; GONZÁLEZ VILLAESCUSA, 2001: 204) (ver Figura 3.31).

Uno de estos *busta*, el más alejado del monumento de los *Domitii*, en su hallazgo presentaba un mejor estado de conservación, a pesar de estar profanado al igual que el resto. Se desconoce la composición original del ajuar funerario, pero en el momento de su hallazgo aún conservaba los restos de una urna cineraria en la parte superior de la fosa. Esta urna, que se corresponde con la forma 67 *Isings*, fechada a partir del siglo I d.C., se mostraba fracturada pero lo suficientemente completa como para reconocer su tipología, permitir su estudio y realizar su reconstrucción formal (en la actualidad se encuentra expuesta en el Museo Municipal de Requena) (ver Figura 3.30). Junto a ella se encontraban dispuestas buena parte de las cerámicas depositadas en la

incineración. La excavación de esta tumba proporcionó un buen número de materiales que habían sido arrojados a la pira funeraria, encontrándose prácticamente completos entre cenizas, carbones y huesos calcinados que permanecieron *in situ* después de haberse llevado a cabo la cremación. Destacan las cerámicas *sigillatas* de procedencia sudgálica, como una copa de la forma Drag. 27 y un plato de la forma Drag. 36. También recipientes de “cáscara de huevo”, que se trata de cerámicas de forma XXXIVA de *Mayet*, fechadas a partir de Claudio-Nerón (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 278).



Figura 3.31. Situación y estado actual de dos de las tumbas de incineración *in situ*.

III.2.2.1.1.6. Tumbas de inhumación

A partir de finales del s. II d.C. hay un segundo uso de la necrópolis, momento en el que se documentan las tumbas de inhumaciones en cista. Se documentan varias tumbas de incineración profanadas, pero ningún caso de destrucción.

Las primeras tumbas de inhumación mantienen idéntica la orientación a las tumbas de incineración (Este-Oeste). En cambio, la organización del espacio funerario varía, ya que en esta ocasión no se aprecia ningún tipo de organización tal y como ocurría en la fase anterior (ver Figura 3.15). Su tipología también se modifica considerablemente, donde las fosas son simples o con algún tipo de preparación en la base de la tumba, como enlosados de piedra. En el interior de la fosa se situaba el cadáver, dentro de un ataúd de madera, de los que se han conservado los clavos alineados y, en algún caso, pequeños fragmentos de madera del ataúd (GARCERÁ *et al.*, 1993: 218).

Por otro lado, también se detecta un empobrecimiento de los ajuares. Se mantiene la costumbre de depositar junto al difunto algún objeto generalmente de tipo cerámico, pero la calidad de las piezas desciende considerablemente. Ya no se trata de piezas de importación como sucedía en las tumbas de incineración, sino de piezas de producción local (GARCERÁ *et al.*, 1993: 217-219).

En un momento cronológico que se desconoce, se documenta un cambio de posición de los cadáveres donde se mantuvo la misma orientación este-oeste pero las extremidades inferiores en estos casos se encontraron dirigidas hacia el oeste. Las tumbas suelen estar desprovistas de ajuar, pero en algún caso contienen piezas datables del siglo IV d.C. La tipología de las tumbas cambia en algunos casos pasando de fosas simples sin preparación en la mayoría de los casos, a con losas de doble vertiente. También se han localizado asociaciones en tumbas, probablemente producto de una intencionalidad. Se cuenta, además, con ejemplos de enterramiento doble (hombre y mujer) y un enterramiento infantil (GARCERÁ *et al.*, 1993: 218) (ver Figura 3.32).

Respecto al tipo de dieta alimenticia que los habitantes de la villa realizaban, según los resultados presentados por A. Garcerá, A. Martínez Valle y A. Soler en el II Congreso Nacional de Patología celebrado en la *Universitat de València* en 1993, los individuos seguían una dieta orientada al consumo de sustancias considerablemente abrasivas. La existencia de caries abundantes y de gran tamaño, abarcando gran parte de la corona y mitad próxima de la raíz; además de un grado de abrasión en los dientes muy avanzado en premolares y molares de sujetos adultos así lo confirma. Estos datos corroboran lo expuesto anteriormente respecto al evidente empobrecimiento que los habitantes del lugar debieron padecer durante este periodo.

En la actualidad el material óseo permanece en el Museo Municipal de Requena y las tumbas *in situ* continúan enterradas y señalizadas para una mejor conservación en condiciones estables.

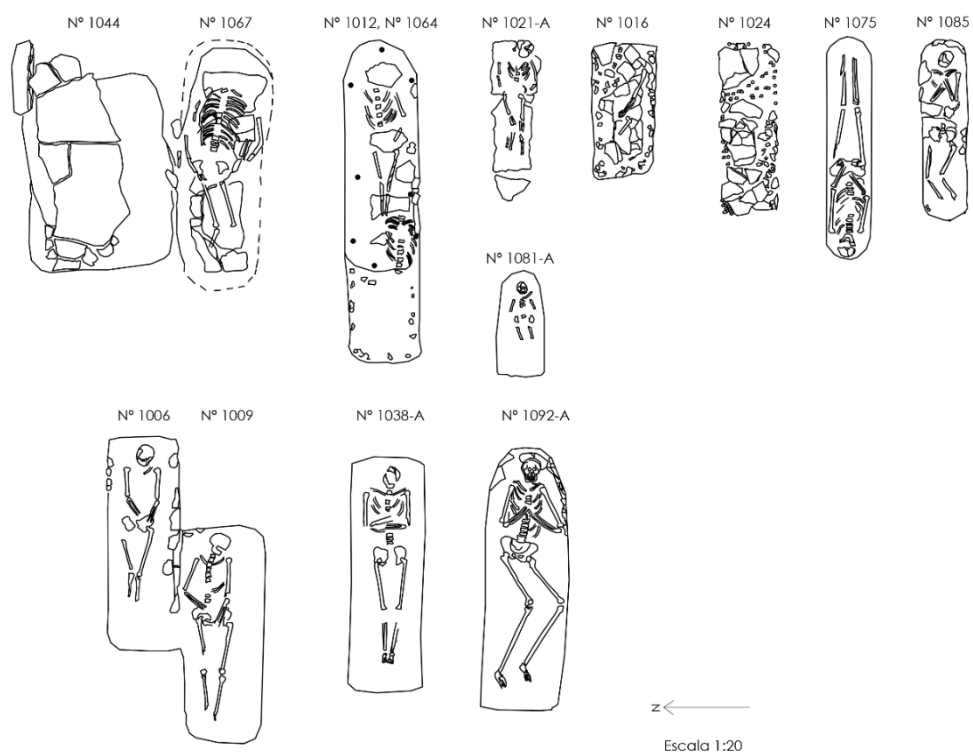


Figura 3.32. Tumbas de inhumación analizadas en las sucesivas campañas arqueológicas. Fuente A. Martínez Valle; CAD: K. Santos.

III.3. Análisis técnico

El análisis técnico está enfocado a la obtención de datos cualitativos y cuantitativos con los que poder establecer valoraciones de los materiales constituyentes de la necrópolis y de las condiciones del medio. Estos datos son relativos a los materiales que componen las estructuras arquitectónicas del enclave, las condiciones medioambientales a las que se ve expuesto el yacimiento tras casi dos décadas a la intemperie sin protección, y a las causas de alteración. Para ello, el análisis técnico se ha dividido en cuatro puntos fundamentales: caracterización de los morteros originales, análisis climático, análisis del suelo y análisis del estado de conservación del yacimiento arqueológico.

III.3.1. Caracterización de los morteros constituyentes

Conocer la determinación de las propiedades de los morteros de cimentación de la necrópolis de La Calerilla o, lo que es lo mismo, su caracterización, es fundamental para obtener información sobre su aglomerante, el árido, tipos de agregados, adiciones, granulometría, etc., con el fin de desarrollar una adecuada puesta en valor sostenible de las estructuras arqueológicas. Asimismo, la caracterización permite identificar los materiales constituyentes para así poder reproducir de la manera más fiel posible el mortero original. De esta forma, puede afirmarse que cuanto más afines a los originales sean los materiales a emplear, más posibilidades tendrán las estructuras arqueológicas de conservarse en mejores condiciones durante un mayor periodo de tiempo.

Tal y como se ha mostrado en el Capítulo II de la presente tesis, donde se analizan los tipos de intervención y presentación *in situ*, el uso generalizado de materiales no compatibles con los originales ha hecho que un alto número de ejemplos de bienes de interés cultural hayan sufrido importantes deterioros. Las incompatibilidades generadas con el paso del tiempo entre originales y añadidos, tanto en aspectos mecánicos, químicos como físicos, incluso estéticos, no benefician en absoluto al patrimonio, que tal y como ha quedado demostrado, un buen porcentaje se encuentra en la actualidad en peligro de pérdida material.

Así, con el fin de obtener la mayor información posible, este apartado de caracterización de los morteros constituyentes se divide en los siguientes subapartados: Inspección visual *in situ* y extracción de muestras, donde se realiza un estudio pormenorizado de las características del mortero original y se describe el proceso de muestreo; examen visual *ex situ*, donde se presentan las analíticas de las muestras a través de la obtención de imágenes mediante microscopía óptica; y, finalmente, el análisis mineralógico realizado por medio de la técnica de Difracción de Rayos X (DRX), que nos ha permitido identificar las fases cristalinas de los materiales que componen el mortero original.

III.3.1.1. Inspección visual *in situ* y extracción de muestras

La inspección visual de los morteros y la extracción de muestras *in situ* ha permitido conocer visualmente los morteros originales y realizar un estudio previo. De esta forma, con la observación de las argamasas, se ha podido detectar primeramente su estado de conservación y deducir la composición de los mismos. Hay que recordar que el muro de cierre fue ejecutado en dos fases por lo que cabe la posibilidad de que los materiales de construcción y sus proporciones varíen. Asimismo, en el enclave arqueológico existen zonas menos degradadas que otras, de donde pueden distinguirse morteros de cimentación en mejor estado, especialmente en las caras sur de las estructuras, que son las áreas más protegidas de los agentes atmosféricos y biológicos.

En cuanto a la composición del mortero, comenzando por el árido, se observan diferentes tamaños y granulometrías en los materiales. Puede distinguirse el tipo de árido autóctono que con toda seguridad utilizaron los antiguos romanos con el fin de ahorrar los gastos económicos que suponían las importaciones (ADAM, 1996: 78-80). Este árido presenta una granulometría variada y está mezclado con elementos pétreos de distintos tamaños, los cuales han ofrecido al mortero una mayor consistencia (ver Figuras 3.33 y 3.34). Por otro lado, para la obtención del ligante, en este caso la cal, la alta presencia de bloques de caliza en el lugar hace que deduzcamos que los romanos seleccionaban aquellos bloques que presentaban un mejor estado, para introducirlos después en un horno calero y poder obtener la cal. Siendo así y teniendo en cuenta además el topónimo del lugar, “La Calerilla”, seguramente los romanos instalaron aquí un horno, en principio provisional, para la realización de la obra y evitar en la medida de lo posible su traslado.

A simple vista el mortero utilizado en las estructuras de la necrópolis parece el mismo y se observa claramente en el muro de cierre y en la base del monumento funerario, donde es visible el núcleo de *opus caementicium*

encofrado y forrado por bloques de piedra caliza²⁹. Se distingue en este *caementa* el uso de piedras calizas y pequeños cantos rodados procedentes de la zona, seguramente recogidos de las proximidades del río Magro, que en su momento presentaba un mayor cauce (QUIXAL, 2013: 299; MARTÍNEZ VALLE, 2016: 132). Visualmente se distinguen agregados de tonalidades más oscuras y rojizas, tratándose posiblemente de adiciones puzolánicas, tal y como era habitual en la arquitectura romana (ver apartado IV.2. Materiales y técnicas de construcción altoimperiales). Las adiciones puzolánicas que dotaban al mortero de propiedades hidráulicas, seguramente procedían de *cocciopestos* o cerámica triturada, tal y como lo realizaban los romanos en Hispania, al no poder acceder a la puzolana originaria de la provincia de *Italia*.

Respecto a su estado de conservación, visualmente la tonalidad de los morteros es de un color menos rojizo del que se esperaba en una primera instancia, debido al contenido en arcillas del terreno del lugar. La presencia de sales solubles y agentes biológicos hacen que el tono de los morteros varíe a tonos más claros y más oscuros respectivamente. Asimismo, la exposición del enclave a la intemperie hace que los factores atmosféricos y biológicos (principalmente) afecten directamente a las estructuras arqueológicas. De esta forma se aprecian distintas patologías en los morteros, como la descohesión en forma de arenización y disgregación de los mismos. En el apartado climatológico (apartado III.3.2.) se desarrollan las condiciones meteorológicas del lugar, donde como se podrá apreciar, existe una amplitud térmica, niveles de insolación y niveles pluviométricos propios de un clima que no favorece una adecuada conservación de las estructuras *in situ*, sin ningún tipo de protección y/o protocolo de intervención. Se detecta un deterioro generalizado sobre todo en los bajos de las estructuras, debido al ascenso por capilaridad de la humedad, así como la presencia de sales solubles, a causa de la evaporación del agua. Los agentes biológicos, especialmente las raíces de plantas superiores, también han

²⁹ Una vez se reanuden las campañas arqueológicas en el sector de la villa, se realizarán de nuevo analíticas de los morteros, ya que dependiendo de la función de cada una de las estancias los materiales que constituyen los morteros y sus proporciones serán diferentes.

ocasionado daños como la ramificación y agrietación de los morteros; desprendimientos, por la fuerza y capacidad de empuje y creación de pequeñas galerías de estos agentes; así como los cambios de tonalidad mencionados³⁰ (ver Figuras 3.33 y 3.34).

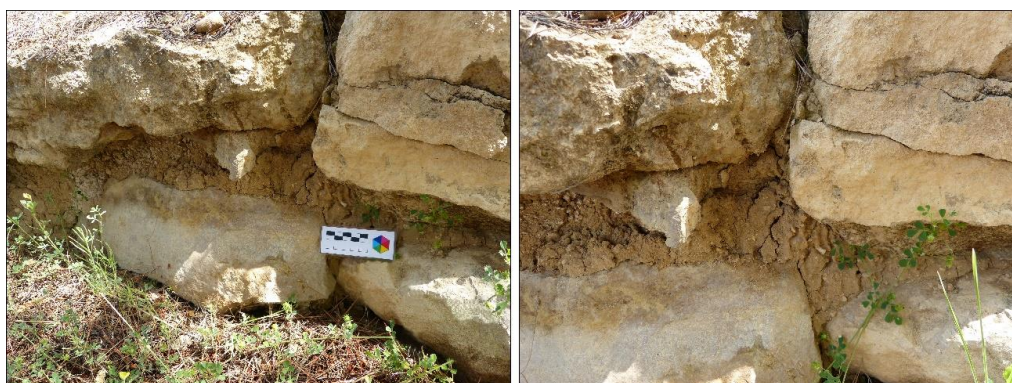


Figura 3.33. Materiales constituyentes de las estructuras arqueológicas *in situ*. Visible ramificación de los morteros del muro de cierre, extremo izquierdo cara Sur.

³⁰ En el apartado general de estado de conservación del yacimiento se amplía esta información.



Figura 3.34. Materiales constituyentes de las estructuras arqueológicas *in situ*. Morteros del muro de cierre, extremo derecho cara Sur.

Respecto a la extracción de muestras, en el estudio analítico de los yacimientos arqueológicos, la toma de muestras de los morteros resulta una estrategia fundamental para poder analizar este material y, en nuestro caso, reproducir un mortero lo más parecido posible al original, para garantizar la adecuada conservación del inmueble. Siendo así y teniendo en cuenta que la extracción de muestras es un método de examen invasivo, la acción debe limitarse a las partes menos significativas y, al mismo tiempo, a aquellas que garanticen la máxima representabilidad posible, sin que ello suponga una acción destructiva para las estructuras arqueológicas. Hay que tener en cuenta que los morteros históricos, a diferencia de los actuales, son materiales de construcción que pueden presentar una gran heterogeneidad en su composición (debido a dosificaciones manuales realizadas en ocasiones con poca precisión),

variedad de los componentes, mezclas imperfectas, sistemas de aplicación manuales no uniformes, etc. Por ello, lo que se ha pretendido con este estudio es buscar que las muestras sean representativas de los morteros objetos de estudio. Lo mismo ocurre con el número de muestras a extraer, teniendo en cuenta la magnitud de las estructuras arqueológicas, si solo se extrae una muestra de cada de una, los resultados expondrían una información sin valor comparativo.

Por otro lado, los lugares de extracción de los morteros originales son relevantes, pero lo más importante es la profundidad de la extracción de las muestras (a pesar de resultar ser un método invasivo). En la medida de lo posible, cuanto más profunda es la extracción, mayores son las posibilidades de localizar el mortero libre de alteraciones. Como norma general, el mortero exterior está más alterado por la acción de los factores de degradación (atmosféricos y biológicos especialmente), siendo habituales los depósitos biológicos, concreciones, mayor contenido en sales, etc. De esta forma, con la extracción de muestras de capas más profundas, las probabilidades de localizar y analizar el material original en buen estado y lo menos contaminado posible son mayores.

Siguiendo las indicaciones de F. J. Alejandre, se ha considerado necesario extraer un total de 10 muestras del mortero del muro de cierre y 7 del mortero de la base del monumento funerario (ver Figura 3.35). Las muestras se han extraído tanto compactas como en polvo, a partir de un plan de muestreo elaborado y organizado mediante el sistema *Harris Matrix*. Antes de la selección de muestras, tanto el muro de cierre, como la plataforma monumental fueron divididas mediante cuadrículas según el método *Harris*, con la finalidad de poder localizar fácilmente el lugar de extracción de las muestras (ver Figuras de 3.36 y 3.37).



Figuras 3.35. Extracción de muestras de mortero de las estructuras *in situ*.

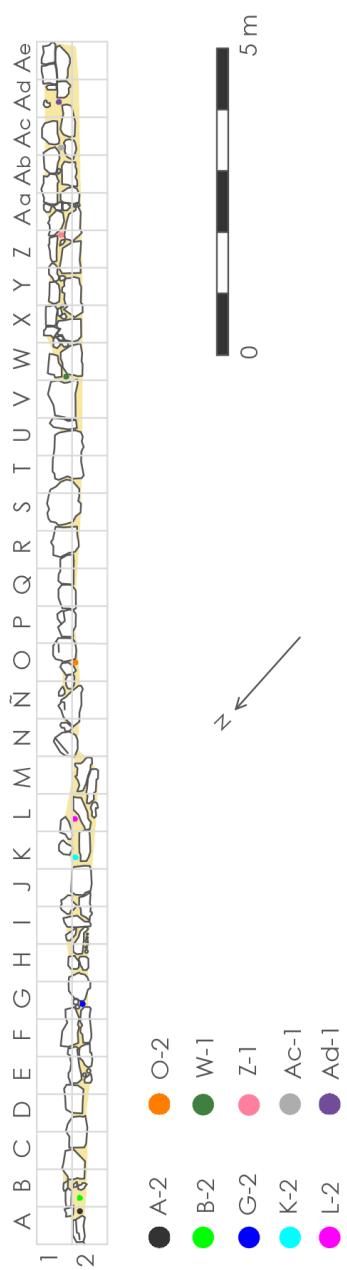


Figura 3.36. Localización de las muestras y plan de muestreo en la sección del muro de cierre.

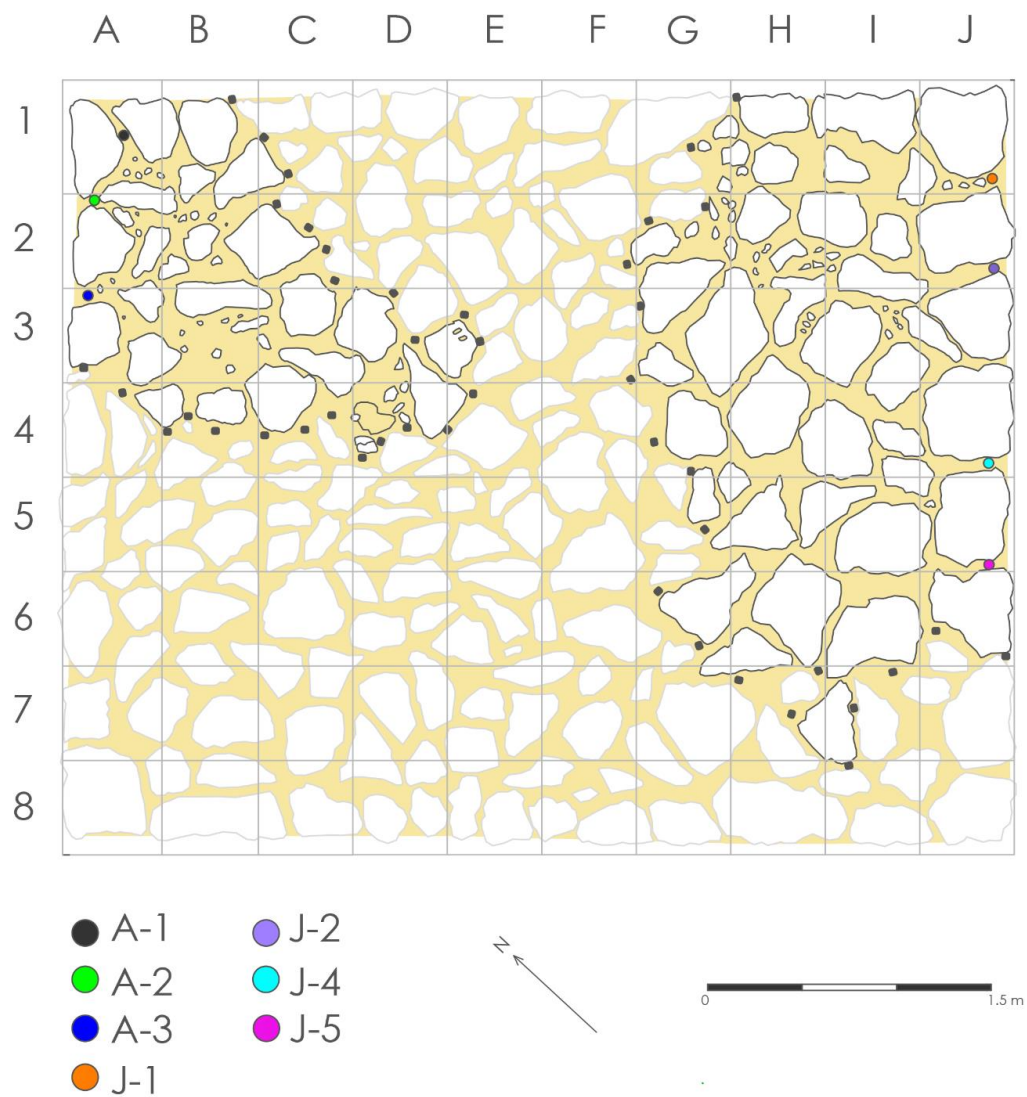


Figura 3.37. Localización de las muestras y plan de muestreo en la base del monumento funerario.

III.3.1.2. Examen visual *ex situ*

El examen visual *ex situ* de las muestras extraídas fue realizado mediante lupa binocular con lente *Leica MZ APO* con cámara digital acoplada apta para la visualización de muestras y la adquisición de imágenes, ubicada en el Servicio de Microscopia Electrónica de la *Universitat Politècnica de València*.

Este examen ha permitido detectar de forma más específica la morfología de los materiales constituyentes de los morteros, pero sin poder aun concretar exactamente los materiales componentes. Asimismo, se confirma como ya suponíamos en el apartado anterior, el contraste entre morteros actuales y morteros históricos, donde se observan amplias diferencias e irregularidades en los materiales (ver Figuras 3.38-3.41). Es posible distinguir la matriz del ligante calcáreo y los variados materiales agregados que a simple vista no podían ser apreciados, como los fragmentos de calcita o las adiciones cerámicas de distintos tamaños (ver Figuras 3.38-3.41). Ello permite corroborar la teoría establecida en el apartado anterior.

Las imágenes que a continuación se exponen, son fotografías tomadas de las muestras compactas extraídas tanto del mortero de la base monumental como del muro de cierre:

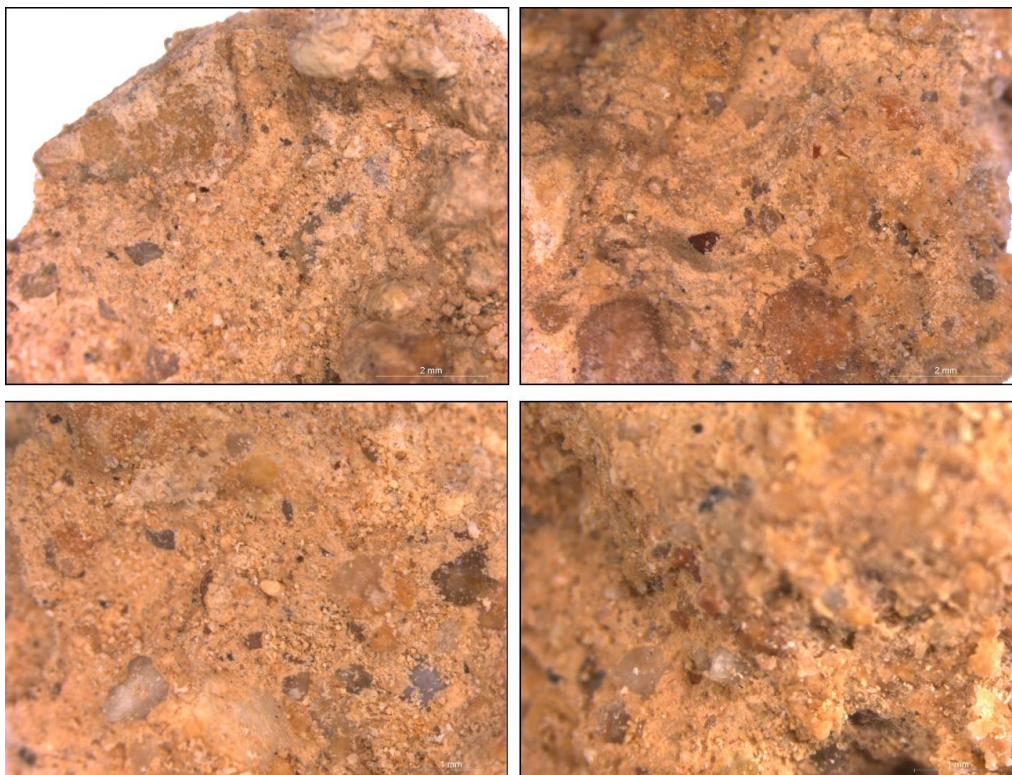


Figura 3.38. Muestras del mortero original extraídas de la base monumental con distintos aumentos. De arriba abajo y de izquierda a derecha: A-1, A-2, A-3 y J-1.

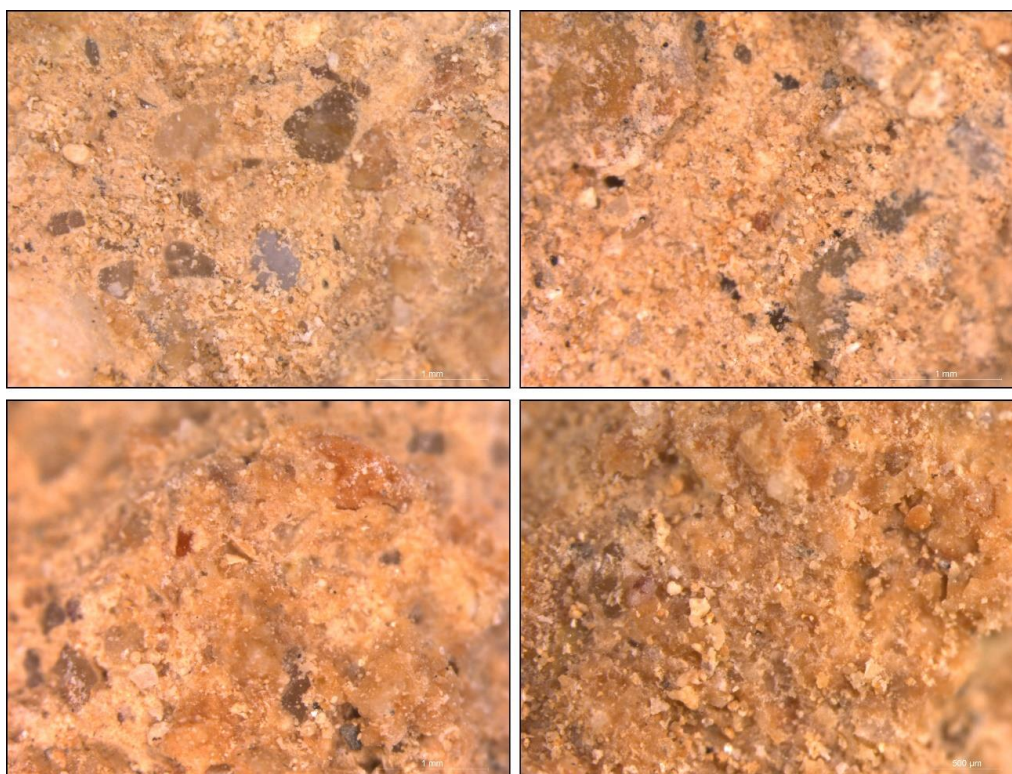


Figura 3.39. Muestras del mortero original extraídas de la base monumental y del muro de cierre con distintos aumentos. De arriba abajo y de izquierda a derecha: J-2, J-4 de la base; y Ad-1 y Ac-1 del muro.

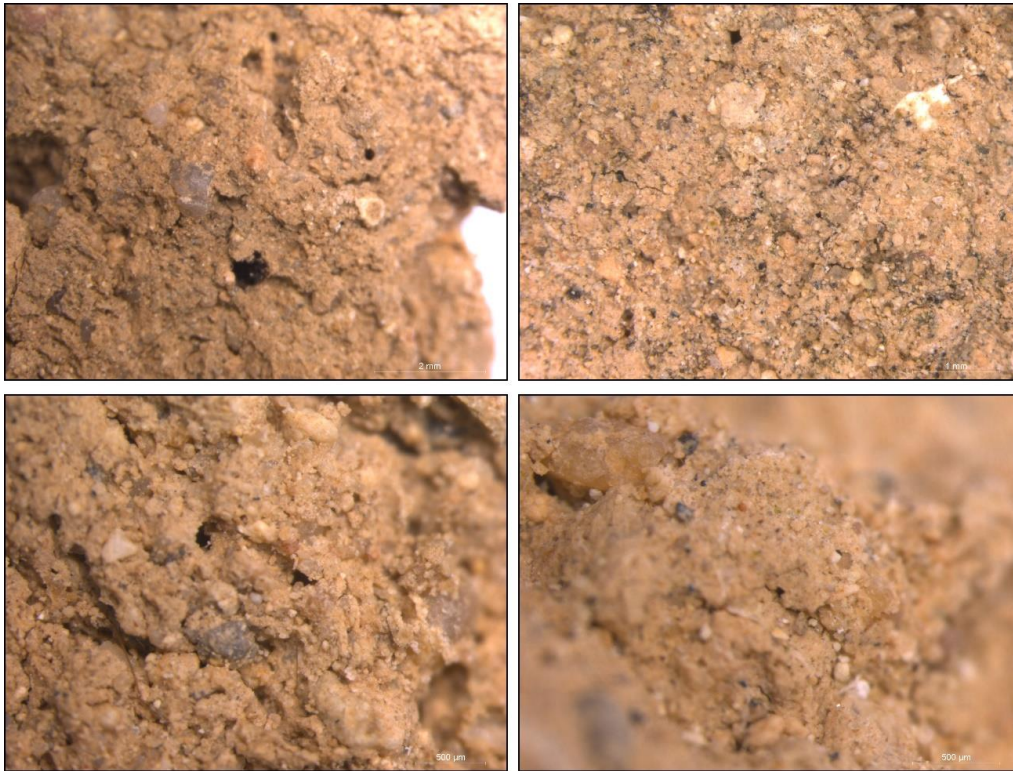


Figura 3.40. Muestras de mortero original con distintos aumentos extraídas del muro de cierre: Arriba a la izquierda G-2, arriba a la derecha K-2 y abajo dos ejemplos de L-2.

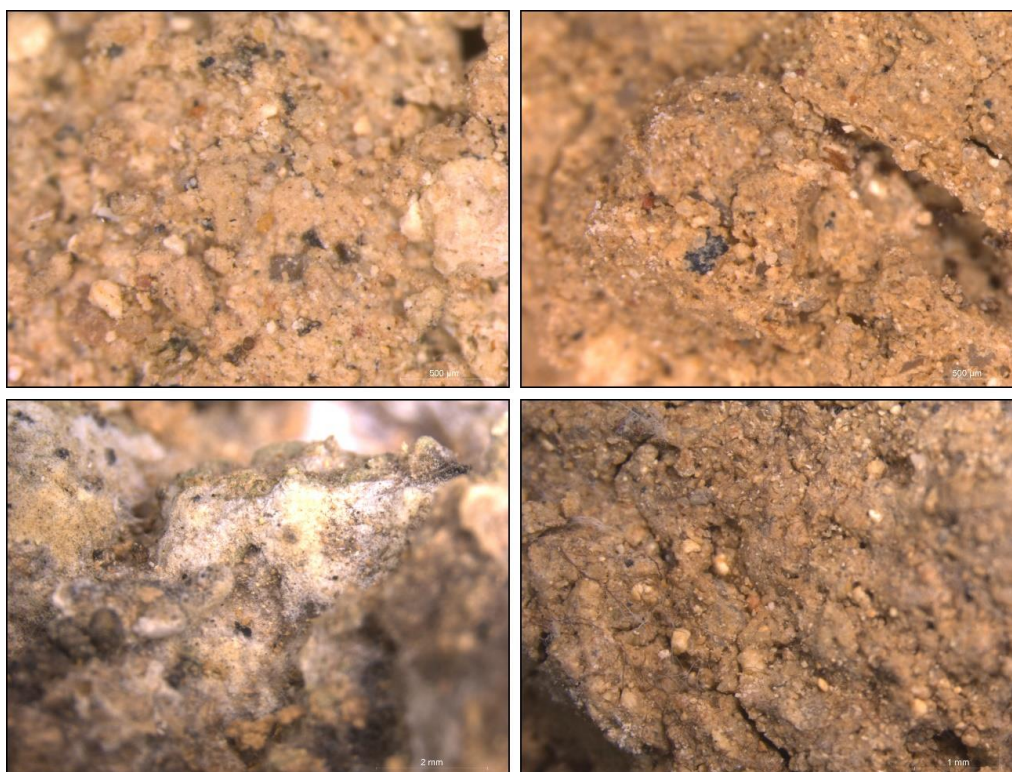


Figura 3.41. Muestras del mortero original extraídas del muro de cierre con distintos aumentos y su visible deterioro: arriba A-2 y abajo B-2.

III.3.1.3. Análisis mineralógico

El análisis mineralógico se ha realizado mediante la técnica de Difracción de Rayos X (DRX) la cual permite obtener información cualitativa, cuantitativa y estructural (cristalográfica) de las sustancias cristalinas. En las sustancias cristalinas, a diferencia de lo que ocurre con materiales amorfos, los átomos, iones o moléculas que conforman la materia presentan ordenamiento interno, agrupándose según modelos geométricos que se repiten de forma indefinida en el espacio, dando lugar a una red cristalina. Siendo así, los rayos X, por tener una longitud de onda del mismo orden de magnitud que los espaciados de las redes cristalinas, experimentan difracción al incidir sobre un cristal. La estructura de los cristales hace que los rayos incidentes se reflejen en cada uno

de los planos de reticulares, produciéndose fenómenos de interferencia de ondas que, en su mayor parte, son destructivas, excepto en determinadas direcciones en las que esta interferencia es constructiva (igual a un número entero de longitudes de onda), teniendo lugar el fenómeno de la difracción (NAVARRO, 2008: 134). Mediante esta técnica el análisis mineralógico de las muestras se realizó en el Departamento de Materiales del *Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals* (IVC+R).

Las fases cristalinas presentes se han identificado sobre polvo desorientado, obtenido tras la molturación de las muestras. El equipo empleado ha sido un difractómetro SIEMENS D 5000, que cuenta con un programa de identificación automática de fases que se apoya en una base de datos de compuestos JPDS-PDF2 con 137.000 patrones de fases cristalinas de referencia (subbase mineral con 15.800 patrones). La radiación es $K\alpha Cu$, monocromador de grafito, existiendo una diferencia de potencial en el tubo de 40 Kv y una intensidad de 20 mA en el filamento; los análisis se han realizado en el intervalo 2θ : 2-62°. Siendo así, en base a la interpretación de los resultados obtenidos se extrae lo siguiente:

De las muestras extraídas se han escogido dos de la base del monumento funerario y otras dos del muro de cierre para la realización del análisis mediante DRX:

- Muestras extraídas de la base del monumento funerario: A-3 y J-5.
- A-3: se identifican en proporciones mayoritarias las fases mineralógicas de Calcita $CaCO_3$ y Cuarzo SiO_2 . En menores proporciones se identifican fases mineralógicas correspondientes a material arcilloso entre las cuales la moscovita/illita $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ y $(K,H_3O)(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$ y presencia de interestratificados de arcillas, posiblemente illita-clorita $(K,H_3O)(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$ y $(Mg,Fe)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot (Mg,Fe)_3(OH)_6$ (ver Figura 3.42).

- J-5: En la siguiente muestra, se han identificado en proporciones mayoritarias, al igual que en el caso anterior, las fases mineralógicas de la Calcita CaCO_3 y Cuarzo SiO_2 y en menores proporciones la Moscovita $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ (ver Figura 3.43).

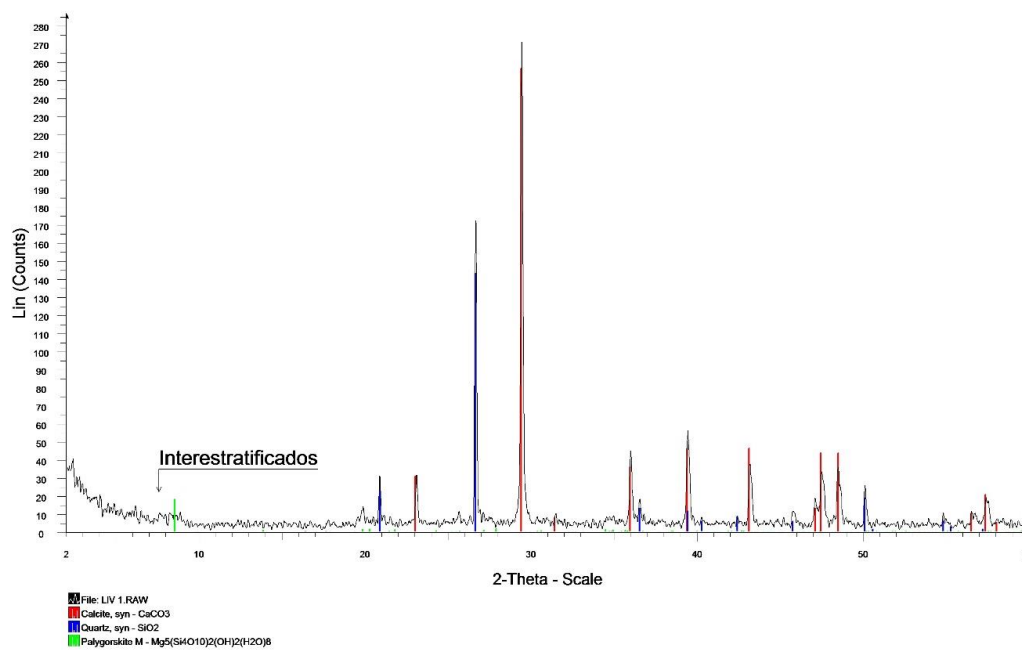


Figura 3.42. Difractograma de la muestra A-3.

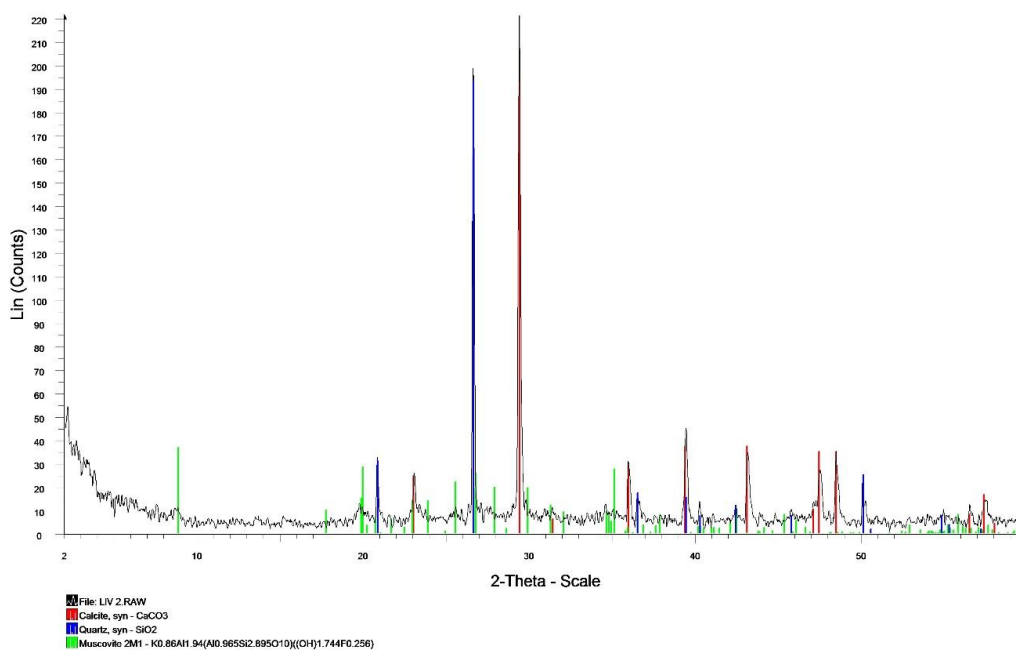


Figura 3.43. Difractograma de la muestra J-5.

- Muestras extraídas del muro de cierre: Ad-1 y G-2
 - Ad-1: se identifican en proporciones mayoritarias las fases mineralógicas de Diópsido $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6$, Calcita CaCO_3 y Analcima $\text{Na}(\text{Si}_2\text{Al})\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y en menores proporciones se identifica el Cuarzo SiO_2 . Los minerales del Diópsido y Analcima son silicatos, generalmente asociado a rocas de origen volcánico, que corroboran la teoría de la arquitectura típica altoimperial romana con adiciones cerámicas y puzolánicas (ver Figura 3.44).
 - G-2: Se identifican en proporciones mayoritarias las fases mineralógicas de la Calcita CaCO_3 y Cuarzo SiO_2 y, en menores proporciones, se identifican fases mineralógicas correspondientes a material arcilloso, como la moscovita/illita $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ y

(K,H_3O)(Al, Mg, Fe) $_2$ (Si, Al) $_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$ e interestratificados de arcillas, posiblemente illita-clorita (K,H_3O)(Al, Mg, Fe) $_2$ (Si, Al) $_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$ y (Mg,Fe) $_3$ (Si,Al) $_4O_{10}(OH)_2 \cdot (Mg,Fe)_3(OH)_6$, al igual que sucede en la muestra A-3 de la base monumental (ver Figura 3.45).

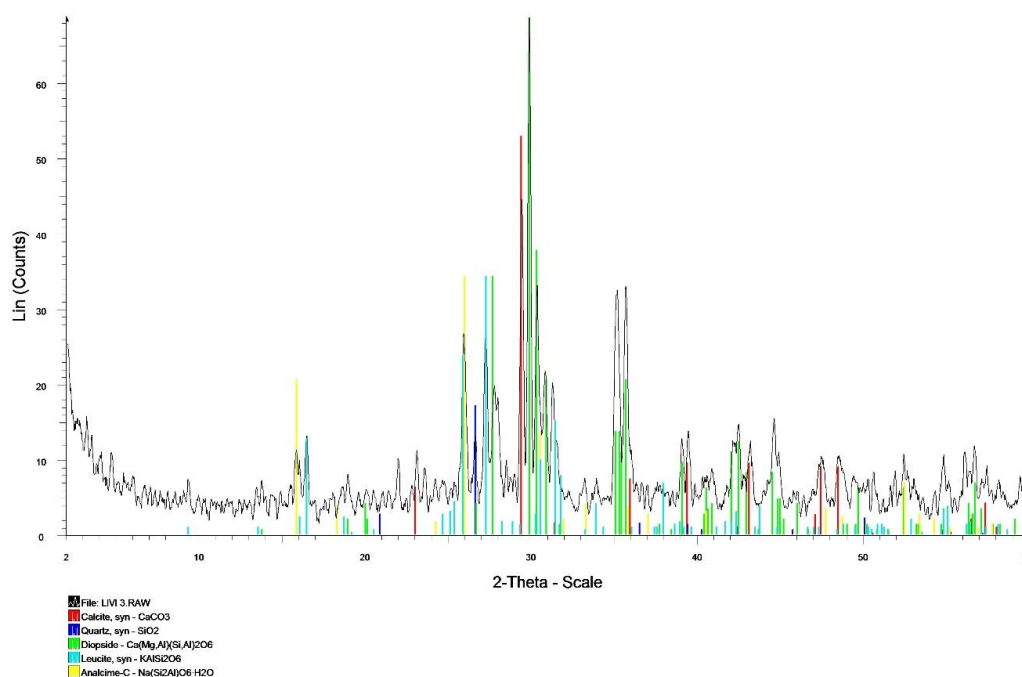


Figura 3.44. Difractograma de la muestra Ad-1.

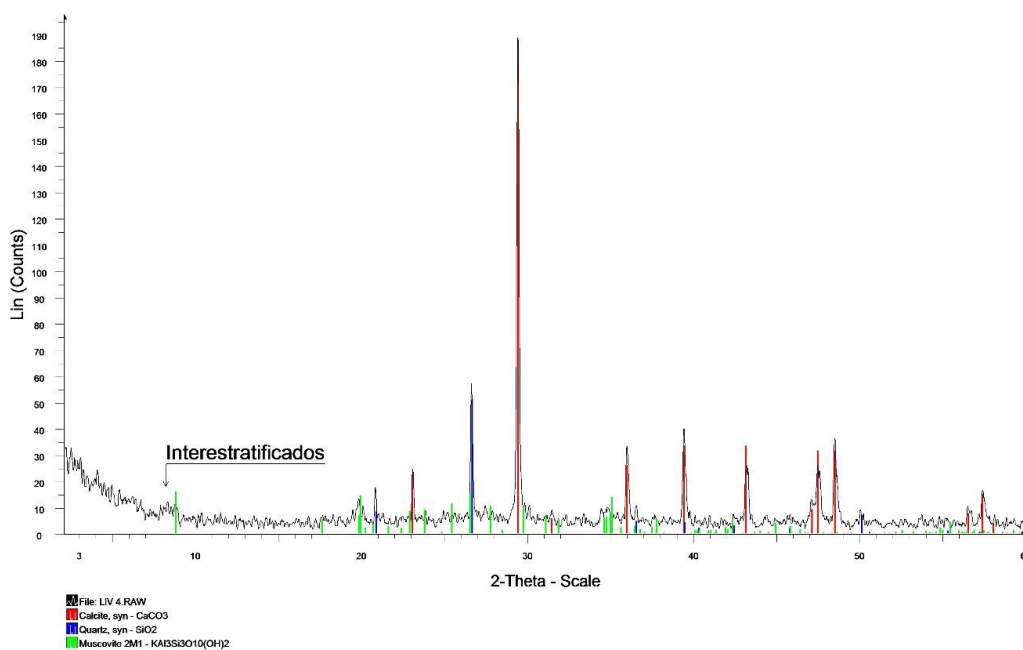


Figura 3.45. Difractograma de la muestra G-2.

Una vez realizado el análisis, la presencia de arcillas, material volcánico o la adición de elementos cerámicos que dotan los morteros de hidráulica, es posible justificarla mediante la presencia de minerales como la moscovita y la illita. La moscovita es un mineral perteneciente a los silicatos, a la subclase de los filosilicatos y al grupo de las micas. Dentro del subgrupo de las micas, está clasificada como mica alumínica y es un constituyente de las arcillas, habitual en ladrillos, al igual que la illita. La illita también pertenece al grupo de los silicatos y subgrupo de los filosilicatos. Se trata de una arcilla no expansible, micácea, que parte de la fracción arcillosa del suelo. Con estos datos, se confirma que los antiguos romanos se valían de los suelos arcillosos del lugar y además añadían cerámica o ladrillos triturados para dotar al mortero de hidráulica y resistencia. Sorprende la presencia de adiciones de materiales de origen volcánico, como son el dióxido (silicato de la subclase de los

inosilicatos), o la Analcima (silicato del grupo de los tectosilicatos), ya que en Requena no se cuenta con ejemplos de roca volcánica y el lugar más cercano para su extracción es Cofrentes, en el Cerro de Agrás o Volcán de Cofrentes (a 30 Km dirección Sur) (MAGNA50 745, Instituto Geológico y Minero de España).

III.3.2. Análisis climatológico

Las condiciones climatológicas tienen una fuerte influencia en el grado de conservación de los yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie, y deben tenerse en cuenta puesto que buena parte de este tipo de patrimonio permanece al exterior indefinidamente, aun habiendo completado las fases de puesta en valor y musealización.

Tras realizar el estudio climatológico que a continuación se expone, ha sido posible determinar en qué manera los factores atmosféricos influyen directamente sobre las estructuras *in situ* de La Calerilla. Asimismo, el análisis climatológico ha resultado clave en la investigación, ya que por un lado ha permitido la interpretación e identificación de los factores de degradación (éstos se definen en el apartado II.3.4. Análisis del estado de conservación y diagnóstico); y por otro, ha definido la parte experimental, tanto para seleccionar o descartar los materiales constituyentes de los morteros fabricados, como para escoger los ensayos físico-mecánicos a realizar sobre los mismos.

Para el desarrollo de este apartado se han interpretado los datos facilitados por la Agencia Estatal Meteorológica del Gobierno de España (AEMET). Estos datos corresponden a las estaciones de Requena, para los niveles pluviométricos y regímenes térmicos³¹; a la estación de Buñol, para los índices de humedad y acción de los vientos³²; y a la estación de Utiel³³, para los niveles de insolación.

³¹ La estación se localiza a una altitud de 691 metros sobre el nivel del mar y responde a las coordenadas X663393, Y4372724.

³² La estación se localiza a 590 metros sobre el nivel del mar y responde a las coordenadas X684395, Y4369032.

³³ La estación se localiza a 758 metros sobre el nivel del mar y responde a las coordenadas X650758, Y4382122.

III.3.2.1. Niveles pluviométricos

Por lo que respecta a las precipitaciones totales anuales, éstas presentan una media de 388,5 mm entre los años 2001 y 2015. En 2008 se dieron las máximas precipitaciones anuales con 548,6 mm y en 2014 las mínimas con 287,1 mm de precipitaciones anuales. Esta variación indica que se trata de un clima que puede mostrar acusadas diferencias en la cantidad de agua recogida de un año para otro según puede apreciarse en la Figura 3.46.

Precipitaciones medias

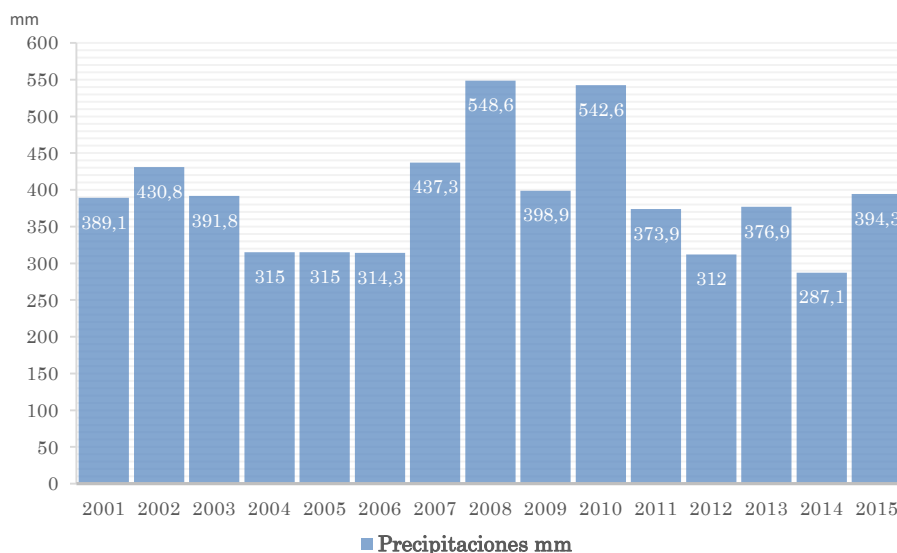


Figura. 3.46. Precipitaciones medias anuales entre los años 2001 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).

Las variaciones de precipitación también son muy marcadas a lo largo del año. De acuerdo con el análisis de los datos, son escasas y de una distribución irregular a lo largo del año, con una media de 6,2 meses de sequía anuales (precipitaciones por debajo de las temperaturas), siendo la primavera y el otoño las estaciones con mayor abundancia de lluvias y precipitación relativa. Ejemplo de ello es el climograma que se corresponde con la Figura 3.47, donde se observan, efectivamente, los meses de sequía. Asimismo, el total de

precipitaciones expuesto es característico y propio de un tipo de clima mediterráneo de interior o con tendencia a continentalizarse.

Climograma Requena 2015

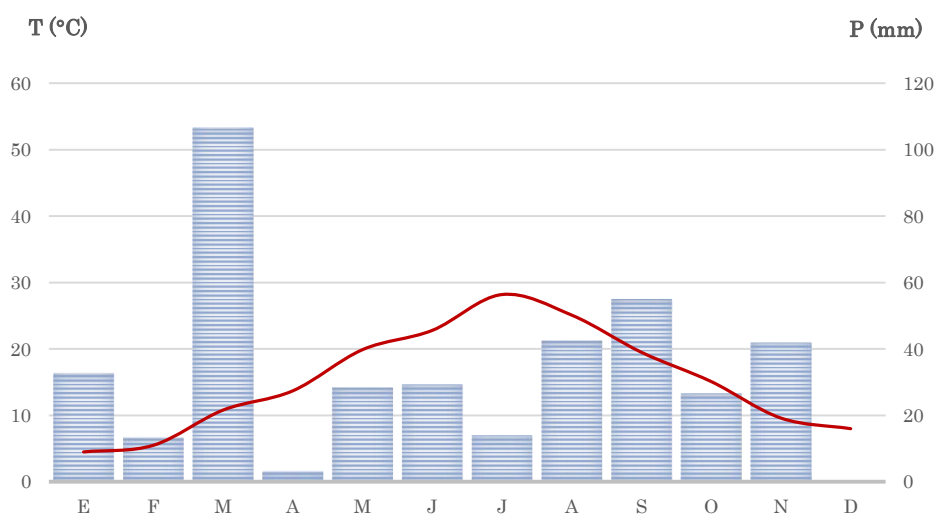


Figura 3.47. Precipitaciones anuales del año 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

En cuanto al tipo de precipitaciones, varía según el año. No obstante, del análisis de los datos y las gráficas, se desprende que, de media entre los años 2001 y 2015, el número de días con precipitación en forma de lluvia fue de 56,5. Por otro lado, el número de días con precipitación en forma de nieve fue de 2,3, de los cuales solo 1,3 fueron días de suelo cubierto de nieve. Finalmente, la media de días con precipitaciones en forma de granizo en el mismo rango de años fue de 1,06 días³⁴. En la gráfica que se muestra a continuación se pueden apreciar más claramente las diferencias anuales, especialmente en lo que a precipitaciones en forma de nieve y de lluvia se refiere (Ver Figura 3.48).

³⁴ Datos específicos que se corresponden con los promedios obtenidos.

Precipitaciones (tipos)

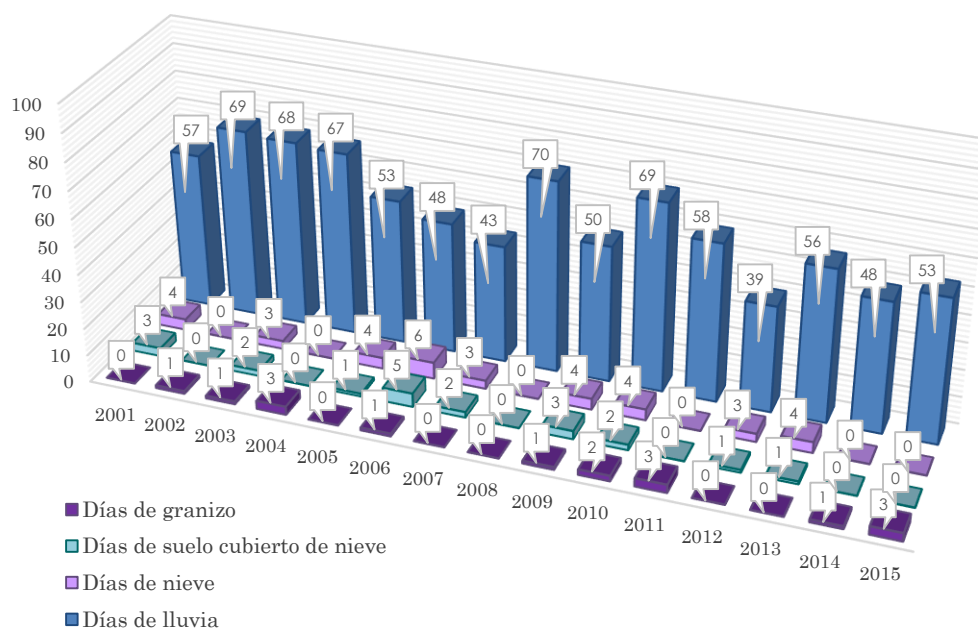


Figura. 3.48. Tipos de precipitaciones entre los años 2001 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

En cualquier caso, por el número de días de precipitaciones en forma de nieve, así como por el número de días de precipitaciones en forma de lluvia, se extrae de nuevo que se trata de un clima mediterráneo con tendencia hacia el interior.

III.3.2.2. Regímenes térmicos

Por otro lado, en lo que respecta al análisis de las temperaturas, la media anual entre 2001 y 2015 es de 15,29 °C (ver Figura 3.49). Siendo así, la media de las máximas en el mismo rango de años es de 27,29 °C, mientras que la media de las temperaturas mínimas es de 4,63 °C. En cuanto a la amplitud térmica media, ésta se sitúa en los 20,5 °C, es decir, es muy alta y propia de los climas de tendencia continental, de interior o con una altitud media-elevada sobre el

nivel del mar, tal y como es el caso del paraje de La Calerilla de Hortunas a 550 msn.

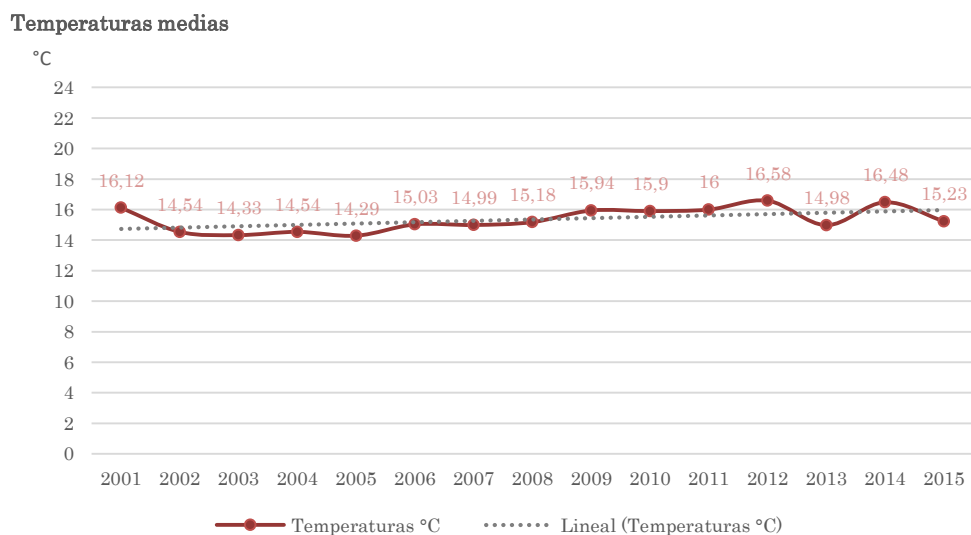


Figura 3.49. Temperaturas medias anuales. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

De acuerdo con el análisis y estudio de los datos, la temperatura de los meses de verano señala que el área estudiada tiende a ser de veranos muy calurosos, con una media de 2,26 meses de temperatura media igual o superior a 22 °C desde junio a septiembre, siendo los más calurosos los meses de Julio y Agosto. Del mismo modo, la temperatura de los meses de invierno nos dice que la zona estudiada es de un invierno frío, ya que la temperatura media de los meses con temperaturas más bajas de cada año entre 2001 y 2015 es de 5,4°C, siendo los meses más fríos de cada año Enero y Diciembre. En la gráfica que aparece a continuación (Figura 3.50), se muestran las temperaturas máximas y mínimas entre los años 2001 y 2015, con sus correspondientes días con heladas (días de temperatura mínima $\leq 0^{\circ}\text{C}$).

Temperaturas y días con heladas

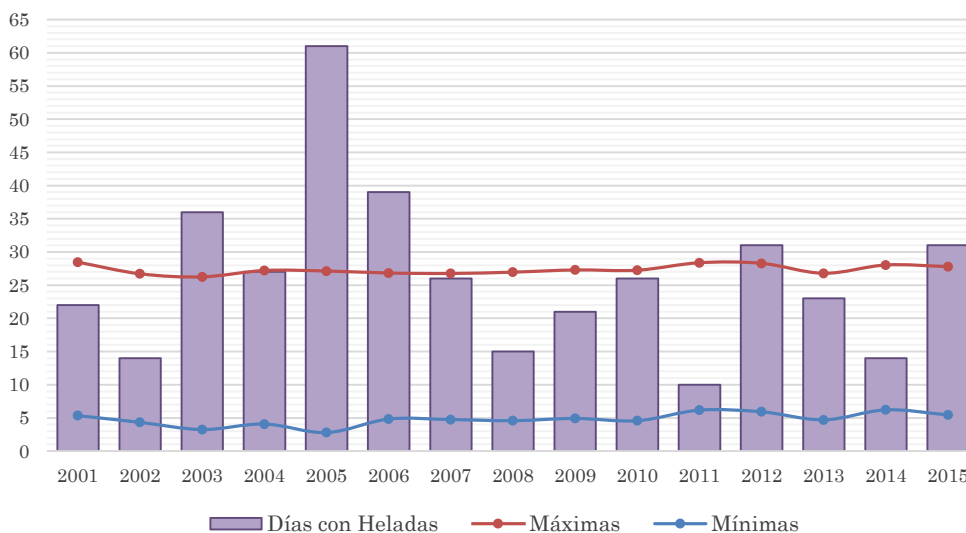


Figura 3.50. Temperaturas máximas, mínimas y días con heladas entre los años 2001 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Estas características térmicas complementan las conclusiones extraídas del análisis de las precipitaciones; conclusiones que corroboran que es un tipo de clima de elevados contrastes entre el invierno y el verano, con grandes variaciones de temperaturas máximas y mínimas a lo largo del año (elevada amplitud térmica), consecuencia de la clara tendencia a continentalizarse por su altitud, y su situación alejada de la costa o próxima a sistemas montañosos, que aíslan el área de la influencia del mar y su capacidad para regular las temperaturas como es el caso.

La relación entre la temperatura y las precipitaciones analizadas anteriormente ofrece como resultado un índice de aridez elevada, es decir, el área estudiada quedaría enmarcada en un clima de precipitaciones escasas con una media de 6,2 meses de sequía (Índice de *Gaussen*) en los que la barra de precipitaciones se sitúa por debajo de las temperaturas, algo, de nuevo, propio de los climas mediterráneos de interior.

III.3.2.3. Índices de humedad

Por otro lado, junto con el análisis de las características térmicas y de precipitaciones, resulta también de especial importancia el estudio de los datos referentes a los índices de humedad cuando de enclaves arqueológicos expuestos a la intemperie se refiere.

La cantidad de vapor de agua contenida en el aire varía considerablemente tanto de un lugar a otro, como de un momento a otro. La cantidad de vapor de agua disminuye lógicamente a mayor altitud, pues su fuente de alimentación es la cantidad de agua de la superficie terrestre, especialmente la influencia del mar. Aun así, como se verá a continuación existen excepciones como es el caso de Requena y del valle de Hortunas donde su proximidad a masas de agua favorecen una elevada humedad relativa.

De acuerdo con el análisis de la gráfica que se muestra a continuación (ver Figura 3.51), lo primero que se detecta son cambios bruscos entre los índices mínimos (valor mínimo 21,6%) y máximos (valor máximo 99,58%), dando como resultado una humedad relativa media diaria elevada de en torno al 70%. La humedad relativa experimenta leves cambios en el transcurso de los seis años que se presentan en la gráfica, a excepción de los años 2012 y 2013 donde se aprecian una disminución y posterior incremento de la humedad relativa respecto a la media extraída. Si se tienen en cuenta los datos extraídos año por año, en la Figura 3.52 se aprecian los índices de humedad en el transcurso del año 2011. En ella se diferencian claramente los cambios bruscos mencionados entre las humedades mínimas absolutas mensuales y las humedades máximas absolutas mensuales, lo que supone un contraste de hasta el 84% durante el mes de enero.

Estos resultados están, de nuevo, estrechamente relacionados con la elevada amplitud térmica que caracteriza a esta área de estudio, así como con la situación y proximidad a masas de agua, en este caso del río Magro y acequia que discurren de forma paralela y a escasos metros del yacimiento.

Humedad media

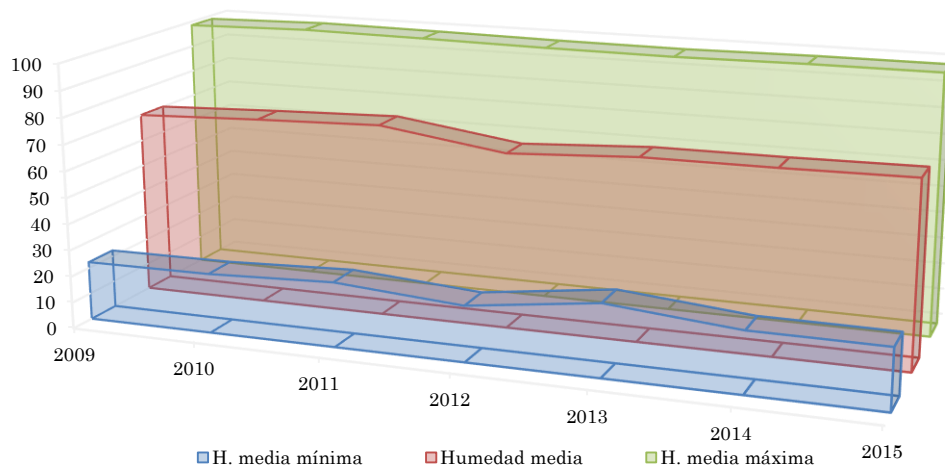


Figura 3.51. Humedad media, máxima y mínima entre los años 2009 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Índices de humedad

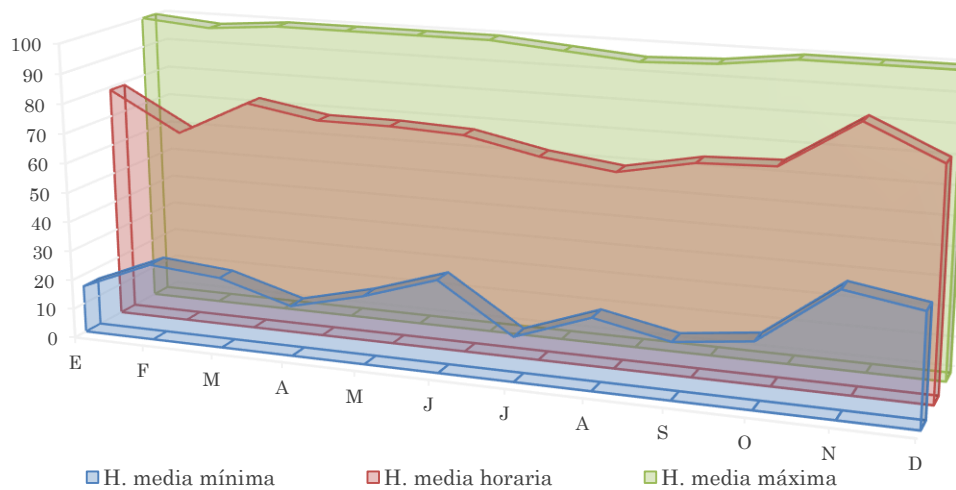


Figura 3.52. Índices de humedad del año 2011. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

III.3.2.4. Acción de los vientos

Otro agente a tener en cuenta en el estudio de los datos climatológicos es el viento, definido por su dirección y por su velocidad o fuerza. La dirección del viento entre los años 2009 y 2015, expresada originalmente en decenas de grado y en relación al Norte geográfico, queda distribuida de la siguiente manera:

Tabla 3.1. Dirección del viento entre los años 2009 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	WNW	WNW	WNW	NNW	W	WNW	NW
Febrero	NW	WNW	WNW	NNW	NNW	NNW	WNW
Marzo	WNW	NW	WNW	WNW	WNW	NW	ESE
Abril	WNW	NNW	W	W	WNW	WNW	WNW
Mayo	NE	WNW	WSW	WNW	WNW	NW	WNW
Junio	WNW	WSW	NW	W	WNW	W	WNW
Julio	WNW	NNE	WSW	ESE	NW	WSW	NNW
Agosto	ESE	NNW	W	WNW	S	ESE	WNW
Septiembre	WSW	W	NW	WNW	NW	WNW	NW
Octubre	WNW	WNW	NW	NW	WNW	WNW	NW
Noviembre	NW	WNW	WSW	WSW	NNW	WNW	ESE
Diciembre	W	WNW	W	NW	WSW	WNW	WNW

N = Norte S = Sur E = Este W = Oeste

Velocidad de rachas máximas de viento

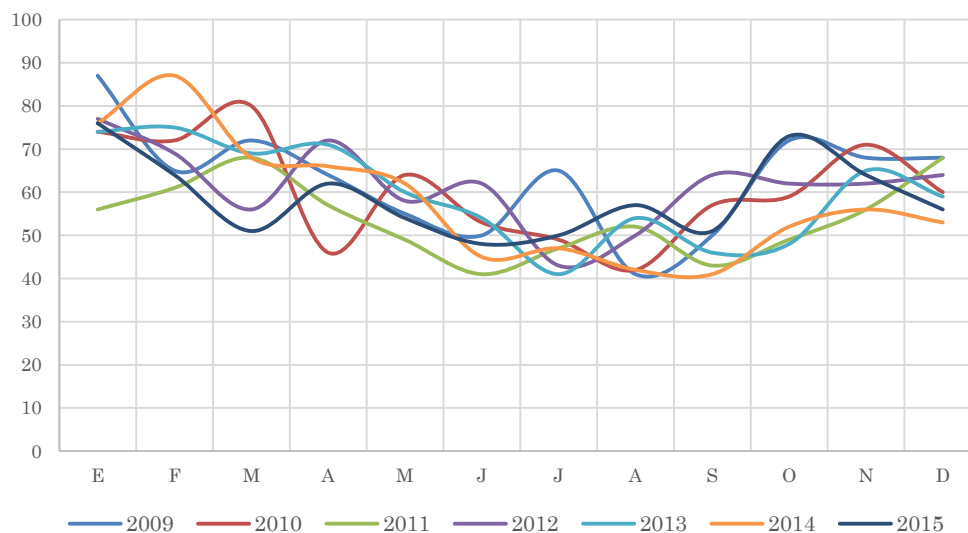


Figura 3.53. Velocidad de rachas máximas de viento entre los años 2009 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Según la interpretación de estos datos, en el área sobre la que se encuentra el enclave arqueológico de La Calerilla de Hortunas prevalecen rachas de viento fuertes durante todo el año y especialmente en los meses de invierno y otoño, con dirección predominante de Oeste Noroeste.

III.3.2.5. Niveles de insolación

A pesar de su importancia en lo que concierne a la conservación del Patrimonio Arqueológico expuesto a la intemperie, tanto la insolación como la nubosidad, son variables que se recogen de forma escasa, siendo pocos los observatorios que registran este tipo de información. En este caso, como ya se especificaba anteriormente, se ha recurrido a la estación de La Cubera de Utiel, que es la única que recoge estos datos en la Meseta de Requena-Utiel desde el año 2013.

La insolación total o radiación global se define como la cantidad de radiación solar directa e indirecta incidente por unidad de área horizontal, durante un

periodo de tiempo determinado. Siendo así, España es una de las regiones geográficas más soleadas de Europa, pero su complejidad climática hace que existan grandes irregularidades en la distribución del número de horas de sol sobre su superficie. Las diferencias en niveles de insolación pueden ser realmente significativas entre regiones del norte y del sur de la Península Ibérica, experimentando variaciones que van desde las 1300 hasta las 3000 horas anuales de exposición (FONT, 2007: 48). En este sentido, para determinar los niveles de insolación debe tenerse en cuenta que aquellas regiones con menor índice de nubosidad serán las que presenten mayores niveles de insolación.

De esta forma, del análisis de los datos se interpreta que, efectivamente, Requena se localiza en un área que experimenta un índice de insolación elevado. De acuerdo con los datos expuestos en los apartados anteriores, se detectan notables cambios entre los periodos estivales e invernales, concentrándose los niveles más altos de insolación entre los meses de mayo y julio. Según se muestra en la Figura 3.54 la insolación va en aumento y cada vez lo hace de forma más irregular. Esta afirmación se observa en el cómputo de horas de exposición al año: durante el 2013 el total de horas de exposición fue de 2822,8; durante el 2014 de 2865 horas; y en el 2015 de 2909,2 horas, lo que supone unos valores de insolación considerablemente elevados.

Niveles de insolación

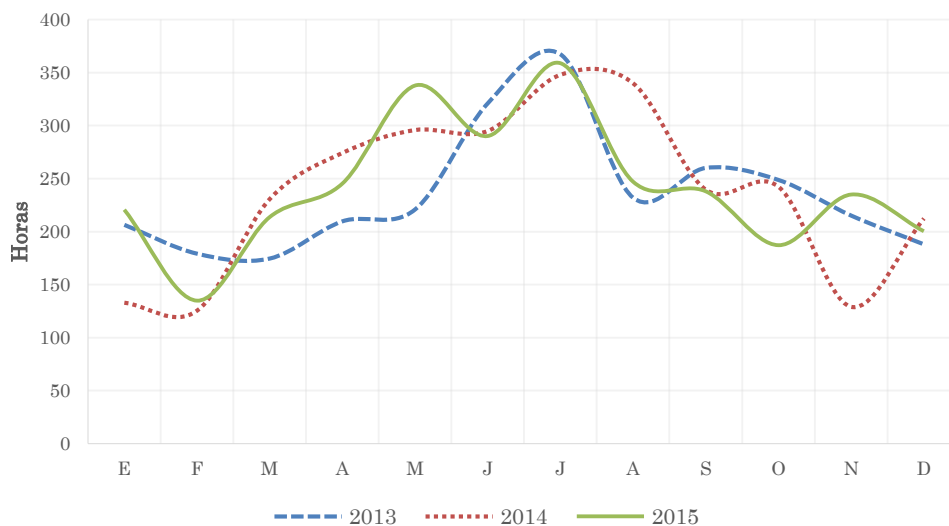


Figura 3.54. Niveles de insolación mensuales de los años 2013, 2014 y 2015. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

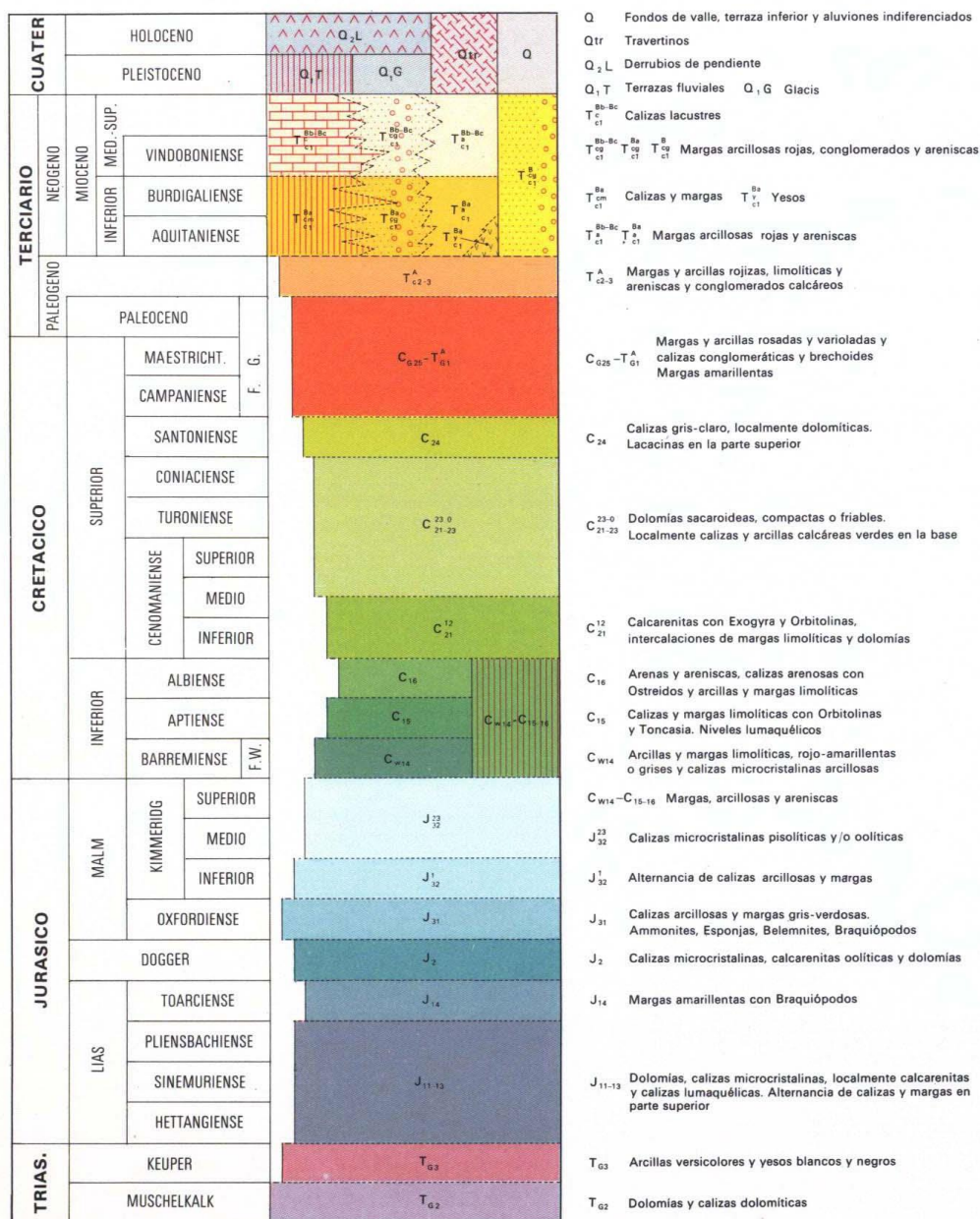
III.3.3. Análisis del suelo

El análisis del suelo es un parámetro a tener en cuenta especialmente cuando se trata de enclaves arqueológicos. Una vez se conocen las características del suelo, que pueden ser muy diversas, es posible determinar las condiciones a las que los materiales arqueológicos *in situ* están expuestos, poder definir los posibles factores de degradación e incluso, en el caso de que se trate de un suelo apto, poder emplearlo para la elaboración de materiales sostenibles idóneos para la puesta en valor de las estructuras arqueológicas.

En primer lugar, si se atiende a la formación geológica del suelo del enclave arqueológico, ésta se produjo durante el periodo del Pleistoceno, concretamente en el Cuaternario, y forma parte de una terraza fluvial. El transcurso del río Magro por el valle, lo que se conoce como el corredor de Hortunas, hizo que este lugar se convirtiera en una fértil vega (QUIXAL, 2013: 111). En el mapa geológico del municipio puede apreciarse claramente (ver Figuras 3.55 y 3.56).



LEYENDA



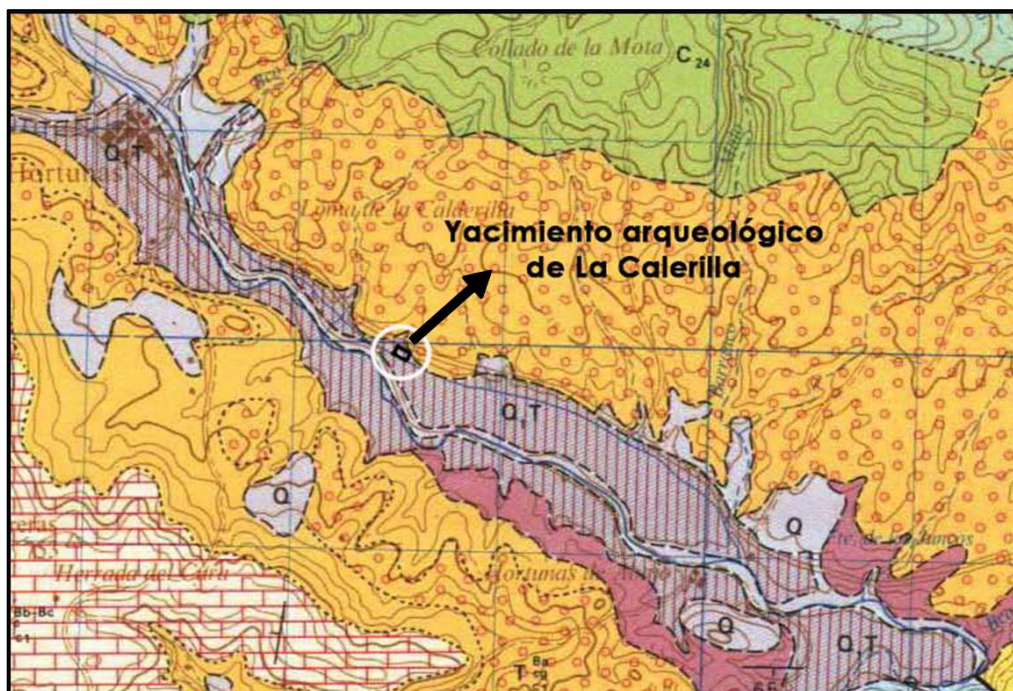


Figura 3.56. Geología del Valle del río Magro/Corredor de Hortunas y localización del yacimiento arqueológico de La Calerilla en terraza fluvial $Q_1 T$. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España; edición: Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria, 1973.

En este sentido, también deben tenerse en cuenta las condiciones físicas que muestra el terreno, especialmente cuando se trata de desniveles como es el caso, ya que los compuestos puedan acumularse a determinada profundidad con la ayuda de factores atmosféricos, afectando directamente a los materiales arqueológicos. En este caso, el desnivel que se aprecia en el terreno en determinados puntos es hasta de 7° , lo que facilita el lavado del perfil del suelo mediante la acción de la lluvia a través del paso del tiempo, con la posible formación de los denominados horizontes de acumulación (ver Figura 3.57). De esta forma, se aprecian claras zonas de acumulación de arcilla (argílicos), de caliza (cálcicos y petrocálcicos) y de sales (sálicos, nátricos) al menos en superficie. Se trata de ejemplos de rocas básicas, sobre todo debido a la presencia de la cal en su estructura (GARRIDO, 1993: 4; GARCÍA FORTES, FLOS, 2008: 92). Considerando además, que el terreno que limita por el área

Noreste es del periodo terciario (Mioceno Burdigaliense y Aquitaniense) compuesto por margas arcillosas rojas, conglomerados y areniscas (ver Figuras 3.55 y 3.56), su arrastre y la acción de los agentes atmosféricos hacen que el suelo del yacimiento presente una variación de compuestos acumulados.

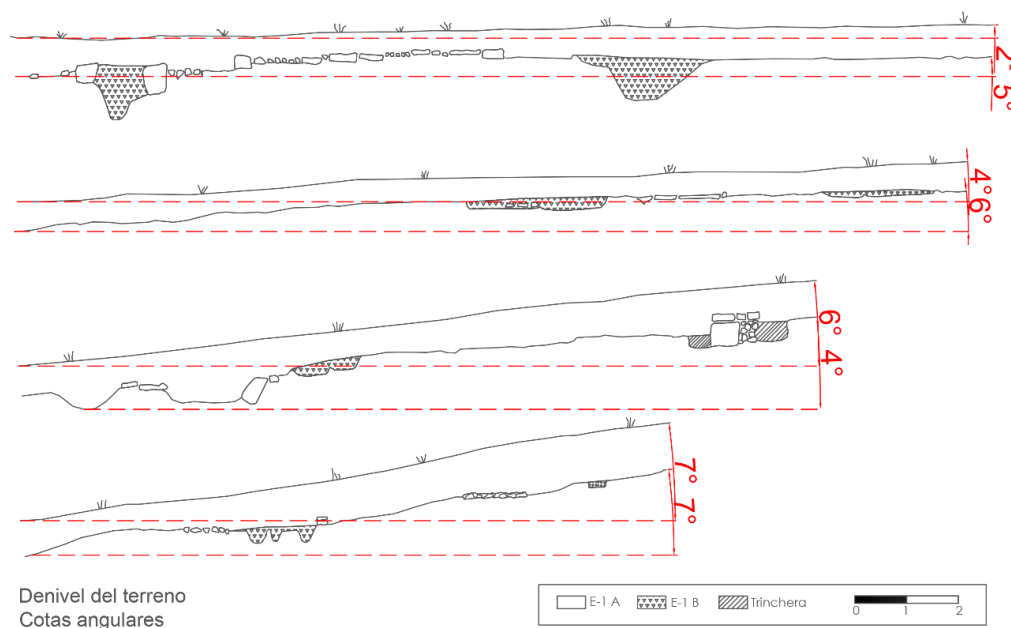


Figura 3.57. Cotas angulares del desnivel del terreno en el yacimiento arqueológico de La Calerilla.

En esta situación es necesario realizar las analíticas pertinentes para conocer los valores de pH y contenido en sales del suelo, así como la humedad, a fin de determinar las condiciones en las que se encuentran las estructuras arqueológicas y materiales *in situ* y determinar si la arena del suelo es apta para ser empleada en la elaboración de morteros de restitución. Las condiciones varían considerablemente si se trata de un suelo ácido, neutro o básico/alcalino; o de un suelo salino o no salino. Asimismo, dependiendo de la naturaleza de los materiales arqueológicos *in situ*, y también de si se encuentran enterrados o exhumados *in situ*, tal y como ocurre en el caso de las estructuras arqueológicas en La Calerilla, estos factores son determinantes para su conservación en su contexto original.

III.3.3.1. PH

El simple hecho de que durante las campañas arqueológicas de la década de los años 90' se haya localizado en La Calerilla una ingente cantidad de material óseo en buenas condiciones, sugiere, en una primera instancia, que el pH del terreno no deba ser ácido (NIETO *et al*, 2002: 181; GARGÍA FORTES, FLOS, 2008: 98). Asimismo, para la realización de este análisis se han tomado muestras del subsuelo en tres áreas distintas del yacimiento con el objetivo de determinar su pH, ya que en un mismo suelo las características pueden variar. El valor del pH del terreno se ha determinado mediante un medidor de pH *Pometer* PH-009(I). Los pasos que se han seguido para obtener los valores son los siguientes:

- Secado de las muestras durante 24 horas en estufa a 100 °C.
- Mezclado de 200 gramos de suelo seco de cada muestra en 200 ml de agua destilada.
- Filtración
- Medición mediante pH-metro.

Efectivamente, se confirma que el suelo presenta un rango de pH moderadamente alcalino (valores entre el 7,9 y 8,4) según la clasificación de *Soil Survey Staff* (1993: 199), mostrando cifras que varían entre el 7,9 y 8 (ver Figura 3.58).

Tabla 3.2. Localización de las muestras de suelo y rango de pH que presentan.

Muestras	Coordenadas UTM	pH
1	X669.554,11; Y4.361.141,89	8
2	X669.555,32; Y4.361.150,09	8
3	X669.534,93; Y4.361.120,63	7.9

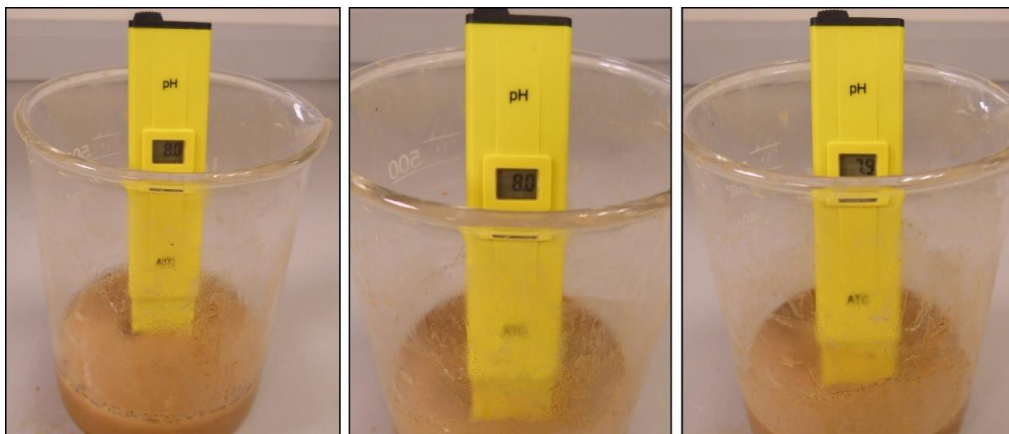


Figura 3.58. Medición del rango del pH de las muestras extraídas. De izquierda a derecha: muestra 1, muestra 2 y muestra 3.

III.3.3.2. Salinidad

Respecto al contenido en sales del suelo del yacimiento, este puede ser determinado mediante la extracción de muestras del subsuelo y la medición de la conductibilidad eléctrica. En este caso se han recogido muestras de tres puntos distintos del yacimiento, al igual que en el apartado anterior, con el fin de determinar si se trata de un suelo salino o no salino. La conductibilidad se ha medido mediante conductímetro Hannah HI98303 y los pasos a seguir han sido los siguientes:

- Secado de las muestras durante 24 horas en estufa a 100 °C.
- Mezclado de 200 gramos de suelo seco de cada muestra en 200 ml de agua destilada.
- Filtración
- Medición mediante conductímetro.

El resultado muestra que el suelo contiene una conductibilidad eléctrica de 37,2 μS ; 37,3 μS y 37,5 μS , lo que indica que se trata de un suelo no salino (<2) según la clasificación de *Soil Survey Staff*(1993: 202) (ver Figura 3.59).

Tabla 3.3. Localización de las muestras de suelo y conductividad eléctrica que presentan.

Muestras	Coordenadas UTM	Conductibilidad eléctrica
1	X669.554,11; Y4.361.141,89	37.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$
2	X669.555,32; Y4.361.150,09	37.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3	X669.534,93; Y4.361.120,63	37.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$

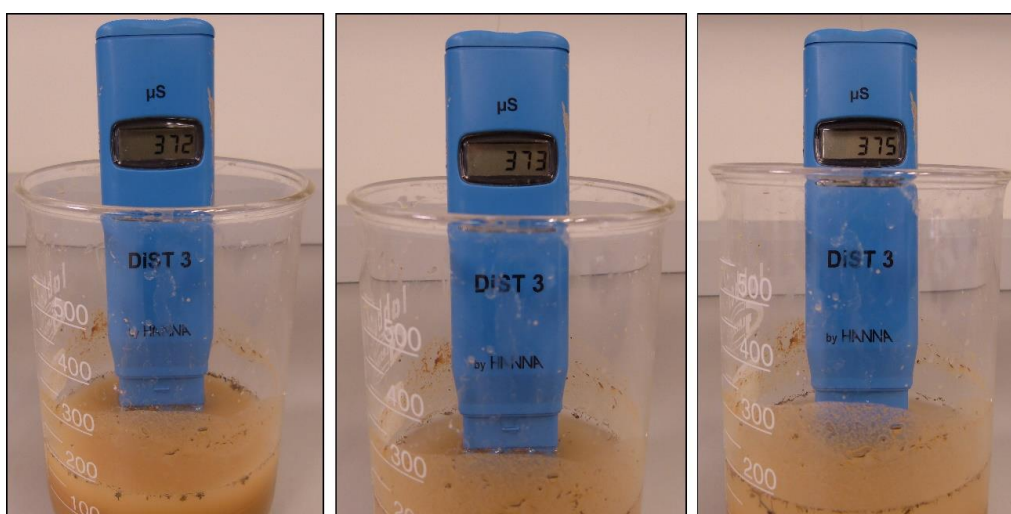


Figura 3.59. Medición de la conductibilidad eléctrica de las muestras extraídas. De izquierda a derecha: muestra 1, muestra 2 y muestra 3.

III.3.3.3. Humedad

Con el fin de determinar el grado de presencia de humedad en el subsuelo, se ha procedido al análisis del terreno en los tres lugares referenciados en los apartados de pH y salinidad para la extracción de muestras. Para ello ha sido necesario el uso de un medidor de humedad valido para subsuelos dotado de sondas de penetración que se insertan en profundidad. El estudio se realizó el 5 de mayo de 2017 bajo las condiciones atmosféricas de 23 °C y 68 % de Humedad relativa.

Los resultados extraídos muestran que la humedad del subsuelo varía más de un punto a otro en relación con los dos estudios anteriores. El subsuelo se caracteriza como moderadamente húmedo en la primera localización, mientras

que este pasa a ser especialmente húmedo en las dos siguientes localizaciones, probablemente debido a su posición cercana a los recursos hídricos (río Magro y acequia) (ver Figura 3.60).

Tabla 3.4. Localización del subsuelo analizado y contenido de humedad que presenta.

Subsuelo	Coordenadas UTM	H
1	X669.554,11; Y4.361.141.89	2,6/4
2	X669.555,32; Y4.361.150,09	3,5/4
3	X669.534,93; Y4.361.120,63	3,5/4



Figura 3.60. Medición de la humedad presente en el subsuelo³⁵. De izquierda a derecha: localización 1, localización 2 y localización 3.

Mediante este análisis se determina por tanto que se trata de un suelo apto para la conservación de las estructuras arqueológicas *in situ* en su contexto original, donde se puede optar por un proyecto de museo arqueológico al aire libre, así como para su empleo en la elaboración de morteros de restitución afines al original.

³⁵ La expresión de la humedad se corresponde con la línea denominado *moisture*, que abarca los valores del 1 al 4.

III.3.4. Análisis del estado de conservación

Parte de las estructuras arquitectónicas que conforman el conjunto arqueológico de La Calerilla de Hortunas, se encuentran expuestas a la intemperie desde que, como ya se mencionaba anteriormente, a lo largo de la década de los años 90 fueron halladas en las sucesivas campañas arqueológicas. Siendo así, la exposición ininterrumpida que sufre el inmueble y la falta de ejecución de suficientes trabajos de conservación y restauración *in situ*, hacen que La Calerilla se encuentre envuelta en un proceso de degradación, que hace que el peligro de pérdida material cada vez sea más evidente. Además, con el sucesivo debilitamiento de las estructuras y el paso del tiempo, las posibilidades de valorar el conjunto arqueológico y poder transmitir este legado al público cada vez son más escasas, debido a la desvinculación social que está teniendo lugar con la sociedad en Requena³⁶.

III.3.4.1. Factores de deterioro

Una vez realizado el estudio histórico del enclave y seguido el razonamiento expuesto en el análisis del medio en el que se localiza la Calerilla (tanto del análisis climatológico, como del análisis del suelo), se ha elaborado el estado de conservación del inmueble. En patrimonio arqueológico, a diferencia de lo que ocurre en la restauración arquitectónica de edificios, las causas o factores de deterioro están en su gran mayoría todas ellas relacionadas entre sí. Por este motivo hemos considerado oportuno no dividir las causas de alteración en intrínsecas y extrínsecas, sino en factores físicos, biológicos y antrópicos. En el caso que nos ocupa, al tratarse de un yacimiento arqueológico localizado en un área rural, las patologías químicas derivadas de la emisión masiva a la atmosfera de sustancias como el CO₂ o del SO₂, tan propia de las zonas urbanizadas o industriales, se ha considerado que no son especialmente relevantes, por lo que no se le ha dedicado un apartado específico a los factores

³⁶ A través de los estudios realizados con la población requenense, se ha percibido claramente cómo su interés y conocimiento inicial por el enclave cuando el yacimiento fue descubierto ha ido en detrimento; hasta observar que, en la actualidad, prácticamente se han roto los vínculos de identificación que en su momento se crearon (SANTOS *et al.*, 2015).

químicos³⁷. Siendo así, aquellos agentes que provocan acciones químicas han sido incluidos dentro de los apartados de factores físicos y biológicos, dependiendo de su naturaleza y relación con los mismos.

III.3.4.1.1. Factores físicos

La exposición ininterrumpida a los agentes atmosféricos de las estructuras arqueológicas que permanecen a la intemperie, ha provocado la alteración, el desgaste y la pérdida de partes de los elementos constitutivos de las mismas. En este caso el agente de degradación principal es el agua en sus distintas fases y ejerciendo como vehículo de transporte de sustancias que provocan posteriormente reacciones químicas en los materiales de las estructuras.

La erosión ejercida por agentes como el viento y el granizo durante los meses de invierno, y la lluvia irregular fundamentalmente típica en los meses de primavera, han causado el deterioro en superficie y en profundidad de los materiales. Se han creado surcos y concavidades que con la penetración del agua de lluvia entre los propios materiales y las estructuras, y su posterior congelación en heladas en los meses de invierno, han hecho que esos pequeños huecos iniciales se traduzcan hoy en fisuras, grietas y fracturas de los sillares y mampostería; así como el desgaste, alveolización y pérdida del mortero original (ver Figuras 3.61-3.63). A diferencia de otros yacimientos, en este caso no existen habitáculos en distintas alturas de manera que no se da la formación del efecto balsa o estancamiento de aguas meteóricas y las consecuencias que ello conlleva.

Como consecuencia de la lluvia y la presente humedad, el ascenso de la humedad por capilaridad es otro de los factores que más afecta a las estructuras *in situ*. Se aprecia un claro desgaste y falta de material pétreo y de mortero en

³⁷ Aun así somos conscientes de que en ambientes no contaminantes el aire podría ser transportador de CO₂ e influir igualmente en la solubilización de piedras calizas. De manera que para el futuro no se descarta un estudio de contaminación en esta área y la valoración del alcance y cantidad de los agentes contaminantes.

los bajos de las estructuras de cierre, debido al ascenso capilar. Este fenómeno sucede cuando el agua asciende por capilaridad ante la presencia de abundante humedad en el suelo y las estructuras arqueológicas en contacto con el terreno tienen la porosidad necesaria para que el agua ascienda. En este caso, según M. Carbonell la porosidad de la piedra caliza varía entre el 5 y el 20%, mientras que la de los morteros de cal asciende entre el 25 y el 30% (CARBONELL, 1993: 24) (ver Figuras 3.61-3.63). Este ascenso de la humedad se detecta fundamentalmente en los meses de invierno y primavera, agravándose más la situación en enero-febrero con las heladas y nevadas. En estas circunstancias, el agua del subsuelo que asciende por los muros se congela bajo el efecto de las bajas temperaturas. Ello conlleva a un aumento del volumen de en torno al 9%, representando una expansión lineal del orden del 3%, y unas presiones que llegan a alcanzar los 500 Kg/cm² (CARBONELL, 1993: 74)³⁸. Esta situación ha ocasionado tensiones y roturas en los capilares, que claramente se detectan en el desprendimiento en lascas de las piedras y pérdidas parciales de los bajos de las estructuras. Parte de los presentes derrumbes seguramente son debidos a esta patología (ver Figuras 3.61-3.63).

Continuando con lo expuesto, la amplitud térmica existente en este lugar, caracterizada por los cambios bruscos reiterativos de temperatura (ver apartado III.3.2. Análisis climatológico), afectan considerablemente a las estructuras y más concretamente a la piedra. Los cambios de temperatura ocasionan en los materiales movimientos de dilatación y contracción originando tensiones que derivan en fisuras y consiguientes roturas³⁹. Además, el choque térmico origina tensiones que se manifiestan entre las distintas capas de los elementos pétreos, ofreciendo contrastes entre las capas superficiales y las interiores, lo que sucede fundamentalmente debido a la baja conductividad

³⁸ Esta deformación y deterioro de los materiales puede apreciarse claramente en la parte experimental de la presente tesis, durante el ensayo de determinación de la resistencia a la heladicidad (apartado IV.4.1.3.2.).

³⁹ La acción de los cambios de temperatura y humedad puede apreciarse en la parte experimental de la presente tesis, durante el ensayo de Envejecimiento térmico acelerado por variaciones de temperatura y humedad relativa (apartado IV.4.1.3.5.)

térmica de la piedra. Siendo así se han detectado numerosos casos de agrietación y fracturación en las estructuras de cierre, en las tumbas y en la base monumental.

También son muy comunes en este lugar los vientos, tal y como muestran los resultados del análisis climático. El problema mayor en este caso no se trata tan sólo del viento que incide directamente sobre las estructuras, sino que, además, éste ejerce de medio de transporte de sustancias que golpean contra los materiales originando erosión, desgaste y meteorización de los sillares y morteros. De esta forma, el viento posee una capacidad puramente mecánica al no encontrar ninguna barrera de protección⁴⁰. En este sentido, la situación se agrava más aún cuando se da la triple combinación de la acción del viento, la humedad y la presencia de sales en las estructuras, tal y como ocurre en La Calerilla, que es cuando se suceden los fenómenos de cristalización y de alveolización (CARBONELL, 1993: 79).



Figura 3.61. Situación de los bajos de los muros debido al ascenso de la humedad por capilaridad y lo que ello conlleva.

Los procesos químicos derivados, tienen que ver con las sustancias que el agua del subsuelo transporta, susceptibles de reaccionar con los materiales inorgánicos originando su disolución. La presencia de agua en el mortero,

⁴⁰ El deterioro de los morteros por acción mecánica puede apreciarse en la presente tesis, durante el ensayo de determinación de la dureza superficial (apartado IV.4.1.2.1.).

produce la disolución parcial de algunos de sus componentes y en este sentido, cabe señalar que los procesos de disolución son contrarios a los de cristalización de sales. En este último caso, ocurre cuando se dan las condiciones de presión, temperatura, humedad, concentración, etc., para que se alcance el producto de solubilidad de la sal correspondiente. De esta forma, la disolución de los componentes del mortero, produce un aumento de la porosidad del mismo, que conlleva a la disminución de la resistencia del mortero (RAMÍREZ MARTÍNEZ, 1995: 24-25).

Por otro lado, y directamente relacionado, el proceso de cristalización es el resultado de la evaporación del agua cuando disminuye la humedad relativa en el ambiente. La cristalización de sales solubles en el interior de los materiales pétreos provoca un aumento de volumen que origina el desprendimiento de fragmentos así como la rotura de la piedra⁴¹. Las principales sales presentes en los materiales de construcción son carbonatos, cloruros, nitratos, sulfatos y oxalatos, de calcio, magnesio, sodio y potasio (DOEHNE, PRICE, 2010: 15-20; RAMÍREZ MARTÍNEZ, 1995: 20, PRADA *et al*, 1996: 100). De esta forma, en la superficie de las estructuras pueden apreciarse ejemplos de eflorescencias o manchas blancas, que probablemente también existan en el interior. Las subeflorescencias son las más peligrosas ya que alcanzan una capacidad de tensión mayor que las superficiales. Esta situación se da fundamentalmente en lugares expuestos al sol y al viento, donde el agua se evapora rápidamente, tal y como sucede en el yacimiento de La Calerilla especialmente en los meses de primavera y verano (CARBONELL, 1993: 75; SEPULCRE, 2005: 81). Se detecta claramente la descohesión y arenización de los morteros y materiales pétreos y son muy visibles las fracturas de muchas de las piedras, seguramente como consecuencia de su desintegración interior previa (ver Figura 3.62 y 3.63).

⁴¹ En la parte experimental de la presente tesis se observa claramente este proceso a través de los ensayos de determinación de la absorción de soluciones salinas por capilaridad (apartado IV.4.1.1.2.) y de determinación de la resistencia a la cristalización de sales realizados sobre los distintos tipos de morteros ensayados (apartado IV.4.1.3.1.).



Figuras 3.62. Desprendimientos en forma de lascas de los elementos pétreos.



Figura 3.63. Resultado de la acción de los agentes atmosféricos sobre las estructuras arqueológicas *in situ*.

III.3.4.1.2. Factores biológicos

La falta de protección y exposición a la intemperie del yacimiento desde hace ya dos décadas ha favorecido el crecimiento de la vegetación, presencia de fauna diversa y consiguiente proliferación de microorganismos sobre las estructuras. Además, debido a la ya mencionada inclinación que presenta el terreno (ver Figura 3.57), se detectan zonas más secas en la parte S-O de las estructuras, y concentración de zonas húmedas en la parte N-E de las mismas. Esta situación favorece que las aguas de escorrentía se acumulen en las caras norte de aquellas estructuras situadas más hacia el N-O (donde se detecta mayor desnivel), como son el *ustrinum*, muro de cierre y la base monumental, donde crece un mayor número de vegetación. Sobre todo se aprecian contrastes en aquellas estructuras que hacen de barrera como el muro y los restos *in situ* del monumento funerario, que en la zona N-O presentan vegetación y en la S-E no. No ocurre lo mismo en las estructuras localizadas en el área más próximo al transcurso del río Magro, donde en este caso el terreno pierde inclinación permitiendo así la expansión de las aguas de lluvia y humedad, donde consecuentemente aumenta el crecimiento de la vegetación y consiguiente presencia de agentes faunísticos.

Siendo así, en el yacimiento existen numerosos ejemplos de vegetación macroscópica, como son los pinos y arbustos, malas hierbas. En este caso, la acción directa de las raíces, que se nutren de los ricos sustratos en calcio de los elementos inorgánicos es lo que mayores daños ha ocasionado. Las patologías detectadas son: la impronta de las raíces en los materiales, notables movimientos, la disgregación de los materiales y los consecuentes derrumbes. Estos daños se detectan en las estructuras que conforman el *ustrinum*, la base monumental, las tumbas y parte del muro de cierre (ver Figuras 3.64-3.66). Además de su efecto disgregante por penetración, las raíces también provocan reacciones químicas en el sustrato, así como la retención de la humedad que aumenta las posibles reacciones.

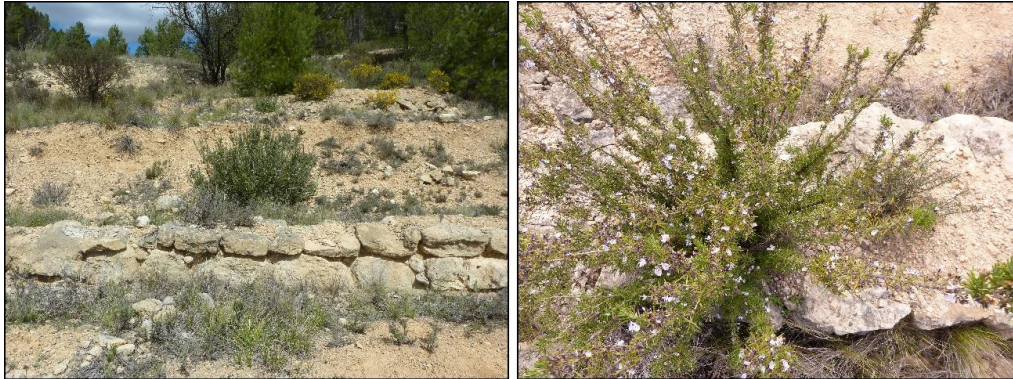


Figura 3.64. Ejemplos de vegetación sobre las estructuras arqueológicas en la parte N-E del yacimiento y visible desnivel del terreno.



Figura 3.65. Visible desnivel del terreno y ejemplos de vegetación sobre las estructuras arqueológicas localizadas en el área más próxima al transcurso del río Magro.



Figura 3.66. Visible proceso de ramificación, fisuras y grietas en los morteros y elementos pétreos.

Por otro lado, la proliferación de la vegetación hace que los agentes faunísticos estén presentes en el enclave. Asimismo, se afirma que por La Calerilla transcurren mamíferos e invertebrados de diversa naturaleza, entre ellos, mamíferos artiodáctilos (cabras y ovejas), lagomorfos o roedores, aves rapaces nocturnas y pájaros de pequeño tamaño, e invertebrados artrópodos, anélidos y moluscos entre otros (ver Figura 3.67). Además del cúmulo de sustancias orgánicas que generan, tales como restos de alimentos, plumas, pelaje, etc., que suponen una fuente de alimentación para otros seres, sus deposiciones provocan reacciones químicas en los materiales pétreos (BELLO, 1992: 40). Las acciones de los mamíferos, lagomorfos y roedores tienen un efecto visible a corto plazo, al circular libremente entre las estructuras generando movimientos y derrumbes, así como manchas y coloraciones a partir de depósitos de sustancias ácidas. Mientras, los invertebrados generan un debilitamiento de las estructuras más paulatino al ir cavando y creando intersticios o galerías interiores entre los morteros y los elementos pétreos.



Figura 3.67. Rastro de mamíferos artiodáctilos que circulan por el yacimiento arqueológico.

También se aprecian numerosas colonias de hongos y líquenes sobre las estructuras arquitectónicas, especialmente durante los meses de primavera, donde queda registrado el mayor índice de humedad y se detecta mayor presencia de hongos; mientras que en los meses de verano de altas temperaturas y aridez, son los líquenes los que se propaguen más rápidamente.

El proceso de colonización del mortero por los diferentes microorganismos, se ve favorecido por las características del mismo, tales como su composición, porosidad y rugosidad. Estas características, favorecen la retención de agua en el material y el consiguiente crecimiento de diferentes tipos de algas y cianobacterias. Estas últimas, forman una biocapa superficial, similar a una mucosa que favorece la retención de arena y polvo, substrato adecuado para el crecimiento de otros organismos vivos, que pueden llevar incluso al crecimiento de plantas superiores. La colonización de los morteros por líquenes, supone la creación de una red originada por los talos de los mismos, que cubren la superficie del mortero. Esta red presenta una doble función, por una parte actúa como una especie de manto que protege al material de otras agresiones tales como la lluvia, el viento, la erosión, etc. Por otra parte, los talos de los líquenes que crecen hacia el interior del material producen roturas y disgregaciones de los mismos. En estas zonas donde el material se ha

eliminado, se favorece la retención de agua que favorecerá el posterior crecimiento de algas y cianobacterias (RAMÍREZ MARTÍNEZ, 1995: 28).

La acción de los microorganismos sobre los materiales calcáreos y morteros, por tanto, es tanto física como química. Físicamente, al instalarse sobre los materiales o bien entre sus fisuras o diferentes concavidades, hacen que se retenga la humedad y originan la pérdida de la cohesión, así como desprendimientos. Químicamente, el metabolismo de las colonias biológicas presentes produce sustancias ácidas que, además de cambiar la tonalidad de los elementos, también hacen que disminuya su pH y se disuelvan los materiales componentes de los elementos pétreos y morteros (VALGAÑÓN, 2008: 145; SEPULCRE, 2005: 80-81). Las diferentes colonias se detectan a partir de las trazas, manchas y coloraciones tanto blancas, como negras y amarillas localizadas en las superficies (ver Figura 3.68). Además también son una fuente de atracción para otros seres que se alimentan de ellos. Asimismo, la proximidad de fuentes de humedad, afecta directamente al área de estudio, debido al crecimiento de fauna y flora que ello conlleva en este paraje.



Figura 3.68. Distintas coloraciones y presencia de colonias de hongos y líquenes.

III.3.4.1.3. Factores antrópicos

La patología más visible dentro de los factores antrópicos es la extracción de sillares de este enclave arqueológico para su reutilización en la construcción de muros de contención y otros menesteres en los terrenos cercanos. De hecho A. Martínez Valle menciona esta práctica común en la aldea de Hortunas, de donde años más tarde llegaron a recuperar varios bloques, que por el tipo de piedra y factura debieron formar parte concretamente del monumento funerario (MARTÍNEZ VALLE, 1995: 263). En segundo lugar, a consecuencia de la práctica de actividades agrícolas en el paraje (gracias a las cuales La Calerilla fue hallada), son visibles las marcas de incisión del arado sobre las estructuras, especialmente sobre los restos del monumento funerario (ver Figura 3.69). También cabe mencionar la presencia puntual de restos de actividad humana

como desechos orgánicos e inorgánicos y la acción de las propias excavaciones arqueológicas, al dejar al descubierto las estructuras arqueológicas exponiéndolas a un nuevo medio más inestable e inseguro para su adecuada conservación.



Figura 3.69. Visibles marcas de incisión realizadas con el arado en la base del monumento funerario.

III.3.4.2. Diagnóstico general

Una vez valorados cada uno de los análisis realizados, se determina que, efectivamente, aquellas estructuras arqueológicas del enclave de La Calerilla que se encuentran expuestas a la intemperie, se hallan en un avanzado estado de deterioro generalizado. Aun así, su situación actual y la documentación con la que se cuenta, permite la ejecución de una puesta en valor sostenible del enclave, lo que posibilitaría su salvaguarda y, a su vez, la dinamización de este paraje rural, empoderamiento cultural y apropiación social.

A través del estudio histórico-arqueológico se ha determinado su valor como necrópolis propia adjunta a una villa rústica aún por descubrir. Sin duda, el monumento de *Domitia Iusta* es la estructura más relevante del enclave, la mejor estudiada y mejor conservada en estos momentos, y la que mayor valor histórico y simbólico ofrece al yacimiento. El conjunto de esta estructura, junto con los materiales que se exponen en el Museo Municipal de Requena, constituye uno de los pocos ejemplos de la Península Ibérica. El estudio de las estructuras y sus técnicas de ejecución, ha permitido conocer la naturaleza y posible localización de los materiales empleados para la construcción de este monumento, así como la obtención de una mayor información acerca de los modos de vida de los habitantes.

A partir del análisis técnico se ha definido aún más la información con la que se contaba, al poder precisar la composición de los morteros constituyentes del monumento funerario y el muro de cierre. Con estos datos ha podido corroborar la teoría inicial planteada acerca de la presencia de adiciones puzolánicas en los morteros tan característica en la arquitectura altoimperial romana. Por otra lado, para poder identificar aquellos factores que más afectan a las estructuras del enclave, así como las patologías que éste sufre, ha sido determinante tanto el estudio del medio como el estudio climatológico, donde se ha determinado que las condiciones a las que se ve expuesto el enclave sin ningún tipo de protección, no beneficia en absoluto su integridad, encontrándose cada vez en un peor estado de conservación. Así se ha podido corroborar durante el transcurso de los últimos cuatro años.

Con el fin de diagnosticar el estado general en el que se encuentra el yacimiento, a continuación se presenta el mapa de daños donde se distinguen las patologías identificadas (ver Figura 3.70). De esta forma, se extrae que la

estructura que peor estado presenta en la actualidad es el muro de cierre⁴². Tanto los efectos de los factores atmosféricos, como los biológicos, así como las patologías derivadas de los mismos, son más visibles que en el resto de estructuras. Situación que se agrava más con la ya estudiada pendiente del terreno y la posición que ocupa esta estructura como muro de contención y lugar al que va a parar la acumulación de compuestos por arrastre. Por otro lado, los derrumbes y la extracción de los elementos pétreos para su reutilización, ha conllevado la pérdida de buena parte del muro, lo que ocasiona un “efecto dominó” en buena parte de la estructura. Nos referimos a la disgregación del mortero que se va sucediendo. Con el paso del tiempo el mortero se va debilitando con estas acciones y consecuentemente deja de tener una función cementante que englobe la estructura arqueológica, lo que conlleva a la sucesión de desmoronamientos e importantes pérdidas de la estructura.

En segundo lugar, las siguientes estructuras que peor estado de conservación presentan son las tumbas que permanecen a la intemperie. Éstas son las tumbas de incineración, las más antiguas de todas, compuestas por bloques de piedra caliza que delimitan el *loculus*. Estos bloques presentan una situación de deterioro muy avanzado con visibles grietas y disgregación de material pétreo debido fundamentalmente a las inclemencias climáticas (donde destaca el efecto de hielo-deshielo) y a la presencia de agentes biológicos especialmente en su cara Noreste.

En tercer lugar figura el *Ustrinum*, estructura que goza de un mejor estado de conservación en este momento. Resaltamos que es en este momento, porque se trata casualmente de la estructura más invadida por la vegetación y agentes biológicos, de manera que con el paso del tiempo lo más probable es que

⁴² La estructura que mostraba indudablemente el peor estado de conservación era la base que albergaba el monumento funerario de *Domitia Iusta*. Por esta misma razón la única campaña de conservación y restauración llevada a cabo en La Calerilla, fue dirigida exclusivamente a la puesta en valor de esta estructura, que en la actualidad permanece enterrada y protegida de las inclemencias climáticas (apartado III.2.2.1.1.).

se convierta en la más problemática para ejecutar su limpieza y la puesta en valor general del enclave.

El resto de estructuras, como se aprecia en el mapa de daños (Figura 3.70) se encuentran enterradas y protegidas de los factores de degradación externos. Además el análisis del suelo realizado (apartado III.3.3), ha revelado unas condiciones estables que favorecen una mejor conservación de las estructuras.

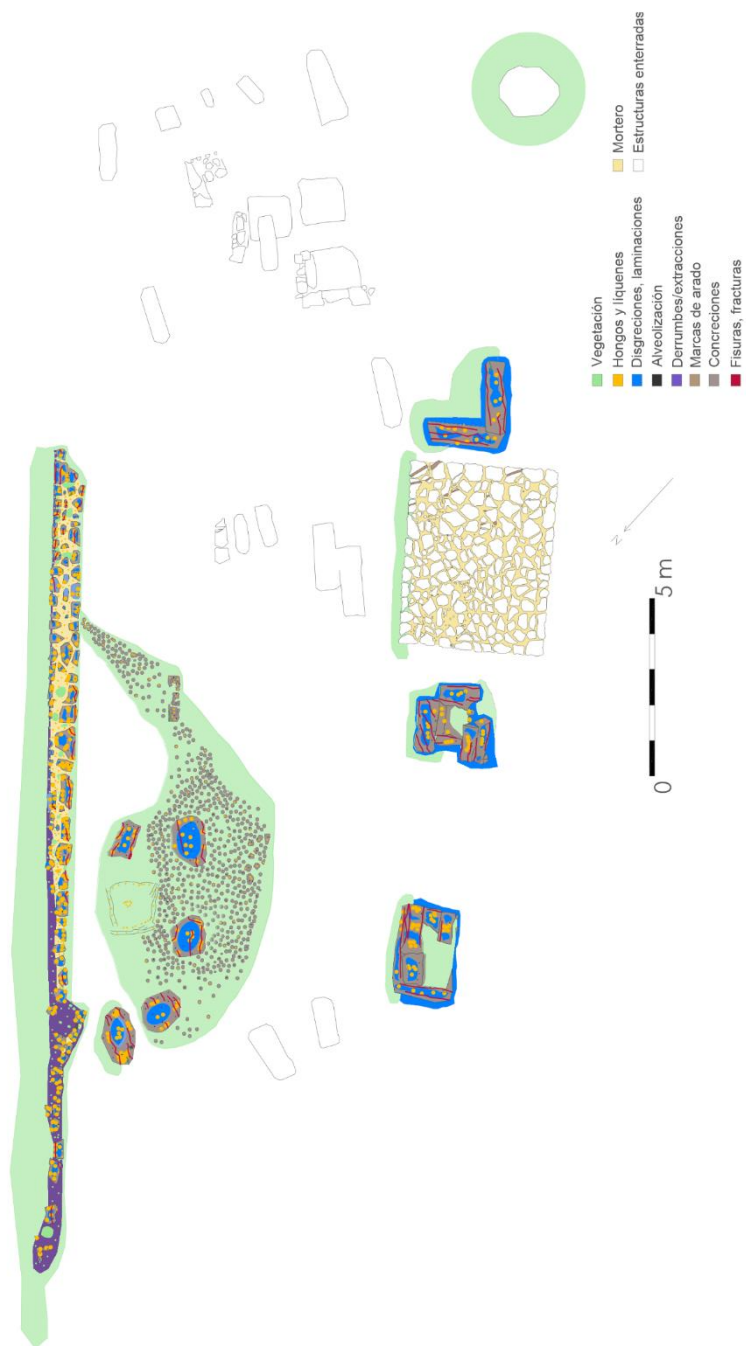


Figura 3.70. Mapa de daños de la necrópolis de La Calerilla de Hortunas.

*Arena entre mis dedos
bajo mis pies de plomo
arena voladora
arena buena
en tu memoria polen
quedaron escondidos
mis castillos
guárdalos hasta el día
en que un niño
otro niño
se acerque a rescatarlos
con mi salvoconducto.*

Arena. Mario Benedetti.

Capítulo IV

Proceso experimental

IV.1. Introducción y fundamentos

Una vez se han estudiado los tipos de intervención sobre yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie y se conocen las características del enclave de La Calerilla de Hortunas, objeto esta investigación, es posible elaborar morteros experimentales susceptibles de ser utilizados en la puesta en valor del enclave. Para ello, a la hora de diseñar un mortero de restauración se deben plantear unos requisitos mínimos que éste deberá cumplir. Entre ellos es indispensable la compatibilidad físico-química entre morteros originales y añadidos; que el mortero nuevo sea reversible; que experimente una mínima retracción; debe contar con un mínimo contenido en sales solubles; la durabilidad y la resistencia deben ajustarse al material original; y también deberán tenerse en cuenta la trabajabilidad y la similitud estética entre

mortero original y nuevo, así como su sostenibilidad. A continuación se describen cada uno de los puntos:

1. **COMPATIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA.** La reproducción de un mortero lo más similar posible al original es el rasgo más relevante. La prioridad es conocer cuantos más datos de los métodos, técnicas y del mortero original empleados por los antiguos romanos en La Calerilla de Hortunas. La caracterización permite definir, seleccionar y evaluar de forma más segura y controlada los materiales compositivos para la elaboración de un tipo de mortero de restitución que no tenga efectos negativos en el original y permita su adecuada conservación. En este sentido los autores *Maravalaki-Kalaitzaki, Bakolas y Moroloupou* afirman lo siguiente: “se debe tener en cuenta cómo los morteros de restauración nuevos, no son capaces de asegurar su compatibilidad con la fábrica antigua a causa del empleo del cemento y compuestos de base polimérica. En particular, el extenso uso del cemento durante la restauración ha creado daños irreversibles a las fábricas históricas debido a su incompatibilidad mecánica y físico-química con la estructura original” (MARAVELAKI-KALAITZAKI *et al.*, 2003: 660).
2. **REVERSIBILIDAD.** Tal y como se menciona en la legislación y cartas internacionales (ver Capítulo II), por reversibilidad se entiende la capacidad de eliminar una intervención realizada sobre materiales originales. Existe una controversia acerca de si realmente existe una intervención totalmente reversible o no⁴³. En este caso nos referimos a un tipo de intervención restaurativa/reconstructiva, no a una intervención puramente conservacionista. Con el término reversibilidad se hace referencia a la posibilidad de retirar en un

⁴³ Especialmente nos referimos a las acciones consolidativas como por ejemplo las realizadas por el método de inyección.

futuro, en el caso de que así sea requerido, aquellos materiales incorporados posteriormente a los restos originales.

3. **MÍNIMA RETRACCIÓN.** Nos referimos al proceso de reducción de volumen que sufren las pastas, los morteros y los hormigones antes, durante y después del fraguado, cuando son expuestos al aire (RAMÍREZ DE ARELLANO *et al.*, 1997: 17). En este tipo de morteros además de la cal, el tipo y cantidad de árido juega un papel esencial. La partícula idónea es la que presenta una forma angulosa y dependiendo de si se disminuye o aumenta en exceso la cantidad de árido, el mortero resultante experimentará una retracción y/o agrietamiento o bien, perderá su trabajabilidad y ductilidad (MAS BARBERÁ, 2005: 60; ARREDONDO, VERDÚ, 1991).
4. **MÍNIMO CONTENIDO DE SALES SOLUBLES.** Es imprescindible el bajo contenido de sales solubles en los morteros de restauración para garantizar su compatibilidad con los morteros originales y no introducir elementos de degradación en las elementos constituyentes del patrimonio arqueológico objeto de la intervención. Ello excluye el uso de materiales que tengan un alto contenido en sales⁴⁴. El límite de álcalis susceptibles de formar sales en el cemento varía entre el 0.3 y el 1.2%, a menudo en forma de sulfatos alcalinos, y será alto o bajo según la proporción de cemento que forme parte del mortero (NEVILLE, 1996 citado en SEPULCRE, 2003: 32).
5. **PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA.** No es lo mismo permeabilidad al agua, que permeabilidad al vapor de agua. La permeabilidad al vapor de agua (δ_p) es un parámetro de gran importancia y en base a ello, los morteros de restitución deberán ser lo suficientemente permeables como para facilitar la libre circulación

⁴⁴ Los componentes hidráulicos de la cal y del cemento son los mismos por lo que se trata de una cuestión de proporción y eso, como mejor se consigue, es a partir de las materias primas puras mezcladas en la proporción adecuada (SEPULCRE, 2003: 36).

de la humedad y poder evitar así la cristalización de sales solubles en su interior así como la condensación, facilitando que el vapor de agua salga hacia el exterior (BARBERO, 2011: 976).

6. **DURABILIDAD, RESISTENCIA Y ADHERENCIA EN RELACIÓN AL MATERIAL ORIGINAL.** Los morteros deben contar con una durabilidad y resistencia similar al material original, sobre todo cuando se trata de yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie frente a agentes externos (atmosféricos y biológicos especialmente). A diferencia del criterio de durabilidad exigido en el ámbito de la construcción, se hace hincapié en que cuanto más parecido al material original sea el mortero de reposición, en mejores condiciones podrán conservarse los restos originales. El nuevo mortero podrá adaptarse a los movimientos de contracción y dilatación que experimentan los materiales originales con los cambios de temperatura y humedad sin la aparición de agrietamientos. Hasta el momento los materiales empleados en restauración de enclaves arqueológicos han sido los provenientes del área de la construcción, muy resistentes y rígidos, y no acompañaban a los movimientos naturales ocasionando daños severos a los originales.
7. **POROSIDAD SIMILAR AL ORIGINAL.** El grado de porosidad deberá ser igual o ligeramente superior al original (MAS BARBERÁ, 2005: 28). Por el contrario si el mortero de restitución posee una porosidad menor que la del mortero original, se producirá un efecto rebote donde el material añadido hará de barrera frente a los agentes de degradación. Ello ocasionará la migración de agentes externos al mortero original, lo que provocará un sucesivo debilitamiento. Esta cuestión está directamente relacionada con la permeabilidad del vapor de agua.
8. **TRABAJABILIDAD.** Según Mas Barberá se entiende por trabajabilidad la “facilidad de manejo de una mezcla de mortero u

hormigón para colarla en su forma final”; de manera que el fácil manejo y docilidad de la mezcla acompañado de una adecuada plasticidad, harán que se favorezca un mejor moldeado y acabado en las intervenciones.

9. **SIMILITUD ESTÉTICA.** Tal y como se menciona a lo largo del Capítulo II, también es importante la similitud estética entre el material original y el añadido. Estrechamente relacionado con los fines sociales a los que la puesta en valor de yacimientos arqueológicos se refiere, la contextualización de los restos arqueológicos sin que dé lugar a su desvirtualización es esencial. Ello permite una mejor interpretación de los restos y la creación de vínculos y lazos más firmes con el público.
10. **SOSTENIBILIDAD.** Una intervención cuidadosa mediante técnicas y materiales originales, afines y sostenibles además de garantizar la pervivencia del patrimonio arqueológico en las mejores condiciones y ser respetuoso con el medio ambiente, no supone grandes inversiones para su futuro mantenimiento, es más puede llegar a ser autofinanciable. Hasta el momento ha sido común la puesta en valor y musealización de yacimientos arqueológicos mediante materiales modernos y el acople de estructuras costosas que han resultado insostenibles con el paso del tiempo y que han llegado a poner en serio peligro al patrimonio albergante.

Teniendo en cuenta lo expuesto, el objetivo principal de la parte experimental de la presente investigación es diseñar morteros hidráulicos de reposición, con el fin de elegir el más conveniente de entre todos ellos, para ser empleado en la puesta en valor sostenible del yacimiento arqueológico de La Calerilla. La elección del mortero más adecuado a tal fin, en esta parte experimental viene dada por la caracterización de los morteros experimentales físico-química y mecánicamente mediante su sometimiento a diferentes ensayos normalizados y no normalizados. Para la ejecución de los ensayos ha sido

precisa la elaboración de probetas de cada familia y variable de mortero mediante los siguientes pasos: elaboración de moldes, mezclado de los materiales seleccionados, amasado, enmoldado, conservación/curado y desmoldado

Para ello se han estudiado primeramente las características generales de los materiales y técnicas de construcción empleados durante el periodo altoimperial romano. En este caso adquieren una especial relevancia las adiciones puzolánicas naturales y artificiales empleadas por los romanos, que era lo que dotaba a los morteros de su función hidráulica y una mayor resistencia. La elección de los materiales por tanto, se ha basado en la caracterización previa de los morteros originales de La Calerilla (ver apartado III.3.1. Caracterización de los morteros constituyentes) y en las técnicas y materiales utilizados por los romanos referenciados en una amplia bibliografía.

IV.2. Materiales y técnicas de construcción

IV.2.1. Los morteros hidráulicos

Como ya se adelantaba en los apartados anteriores, cuanto más se parezca el mortero de restitución al original, mayores serán las posibilidades de una adecuada conservación *in situ*. Para ello, es indispensable conocer y estudiar las peculiaridades de su arquitectura original, en este caso la arquitectura de época altoimperial. Primeramente se comenzará por definir lo que es un mortero, para después pasar al estudio de los materiales. Definir lo que es un mortero, aparentemente, se trata de algo sencillo aunque, históricamente ha sido común la falta de claridad en los conceptos y confusión con otros tipos de aglomerantes. Inicialmente se le denominaba mortero, del

latín *mortarium*, al cuevo de los albañiles, pasando después a llamarse así también su contenido (ADAM, 1996: 77), de ahí que el contenido del *mortarium* pasara a denominarse mortero. Para definir el material se han recopilado definiciones que han aportado distintos autores. Primeramente, se parte de la definición que aporta Mas i Barberá, donde pueden englobarse los diferentes tipos de morteros existentes en la actualidad:

Un mortero compuesto, en términos generales, es el resultado de la mezcla de un conglomerante (orgánico o inorgánico), un árido fino (arena), un disolvente (orgánico o agua) y unos materiales complementarios (aditivos) que mejoran su cualidad, todo ello, con unas dosificaciones ajustadas a cada propósito de intervención. *MÁS BARBERÁ*, 2006: 37.

Con el fin de centrarse en los morteros hidráulicos romanos, otros autores, como C. *Sabbioni* o P. Guerra García, expresan la necesidad de especificar el tipo de conglomerante utilizado en su elaboración:

Los morteros básicamente son la mezcla de un conglomerante, habitualmente de cal o de yeso, con un árido, que por norma es arena, al que se añaden otros aditivos orgánicos como carbones, o inorgánicos como arcilla cocida o puzolana. *SABBIONI et al.*, 2002: 84; *GUERRA*, 2015: 53.

Siendo así, P. Guerra señala en su investigación, cómo un material tan fundamental para los morteros romanos como es la cal, no ha sido mencionado como debería. El autor reflexiona sobre cómo en las definiciones de un mortero hidráulico romano no se especifican los constituyentes de los conglomerantes, como la cal o el yeso, dando lugar a las habituales equivocaciones entre mortero, cemento y hormigón (*GUERRA*, 2015: 52):

[...] hay que diferenciar lo que es un mortero de un hormigón. Granulométricamente la diferencia se encuentra en el árido, es decir, si éste grava estamos hablando de un hormigón, mientras que si es arena estamos hablando de un mortero. *GUERRA*, 2015: 52.

Con esta definición no cabe duda de que diferenciar físicamente un mortero de un hormigón es más sencillo que discernir un mortero de un cemento. El cemento como material moderno, nada tiene que ver con el denominado “cemento romano”, ya que los romanos no disponían de la tecnología adecuada para su fabricación. Según O. Cazalla, la diferencia principal entre mortero y cemento está en las altas temperaturas a las que sus componentes son sometidos:

Material ligante moderno obtenido mediante tecnologías avanzadas. El cemento se define como el producto artificial obtenido de molienda de la cal y arcillas en un molino húmedo y calcinado de la mezcla a temperaturas entre 1300 y 1500 °C. La caliza se convierte en cal viva, que unida químicamente con la arcilla se le denomina *clinker* de cemento Portland. CAZALLA, 2002: 32.

De modo que el origen del mortero queda claramente ligado al descubrimiento de la cal y del yeso. Su origen data del comienzo de la Prehistoria junto con el descubrimiento del fuego y la posibilidad de calcinar piedras. Eso sí, no es lo mismo detectar carbonato cálcico natural, donde su componente principal, la calcita, puede tener tres posibles orígenes: geológico, biológico y pirotecnológico; mientras que la cal en sí, es un producto de origen antrópico que se obtiene de la calcinación de la piedra a altas temperaturas (JOVER *et al*, 2016: 2).

Originalmente, la función del mortero era la de unir y rellenar las irregularidades entre los elementos que conformaban la fábrica con el fin de protegerse de los agentes atmosféricos, evitando así la entrada de la luz, viento y agua. Asimismo, los hallazgos de morteros en yacimientos neolíticos sí evidencian el conocimiento de la cal y la tecnología de fabricación con lo que ello conlleva (calcinación y apagado) (MÀS BARBERÁ, 2006: 15). De esta forma, los hallazgos de morteros prerromanos y su caracterización han permitido adscribir al Levante sirio-palestino, Anatolia y Grecia el predominio de la cal; mientras que en el área del Tigris y el Éufrates, el yeso; y en Egipto ambas

tecnologías. Por lo que respecta a la península Ibérica, el inicio del empleo de la cal tradicionalmente ha estado relacionado con la presencia de los fenicios y al proceso de copelación de la plata hacia el siglo VII a.C. (JOVER *et al*, 2016: 2). Sin embargo, no es hasta el periodo republicano cuando se extiende definitivamente el uso de los morteros hidráulicos. Es a partir de aquí cuando la civilización romana se especializó en los procesos de fabricación de la cal y las técnicas de la puesta en práctica de los morteros. Los romanos supieron explotar las posibilidades que este material ofrecía y consiguieron expandirlo y popularizarlo por todo el imperio (GÁRATE, 2002: 81). Su máximo exponente se encuentra en la ciudad de Pompeya, donde se observa claramente cómo su uso estaba totalmente generalizado en la edificación, a partir de los diferentes tipos de morteros registrados (MIRIELLO *et al.*, 2010: 2207) (ver Figura 4.1).

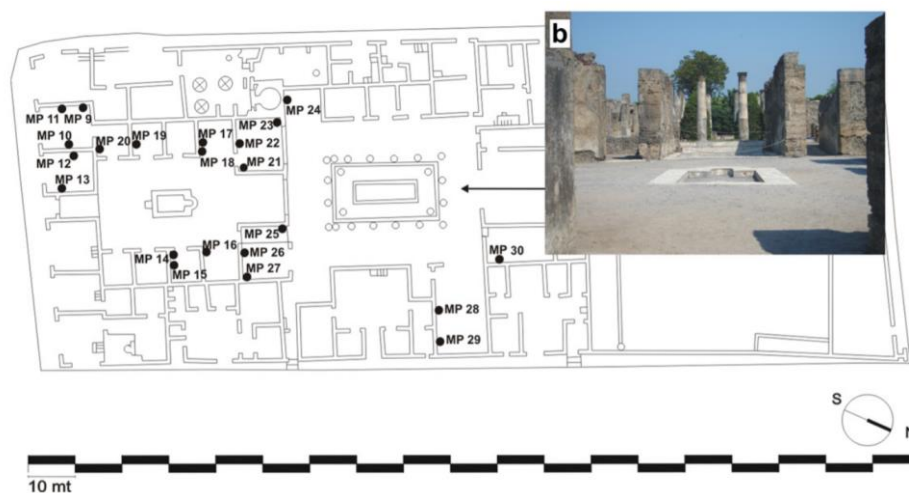


Figura 4.1. Localización de morteros con adiciones puzolánicas en Pompeya. Fuente: MIRIELLO *et al.*, 2010: 2208.

Según la autora Martínez Ramírez, las principales propiedades y características que presentan los morteros de cal son (MARTÍNEZ RAMÍREZ, 1995: 15-16):

1. Resistencias mecánicas bajas debido a la pequeña afinidad de los cristales de calcita y cuarzo, así como a la pequeña unión entre las partículas de calcita.
2. Fácil trabajabilidad, debido al lento proceso de curado (carbonatación), que depende de las condiciones ambientales del lugar.
3. Capacidad de deformación relativamente alta (módulo de elasticidad bajo). Esto le permite absorber los pequeños movimientos producidos por los materiales colindantes.
4. Elevada permeabilidad al agua líquida y al vapor de agua, al presentar una elevada porosidad de mesoporos.
5. Baja resistencia a las heladas. En el caso de las heladas, sabemos que los morteros romanos, debido a las adiciones puzolánicas presentaban unas buenas cualidades frente a los ciclos de hielo-deshielo.
6. Ausencia de sales solubles, lo que evita los procesos de disolución-recristalización, y por tanto, la habitual aparición de eflorescencias y subeflorescencias.

IV.2.1.1. Los Materiales

IV.2.1.1.1. La cal

La cal es la sustancia que hace de aglomerante o ligante, sirve de unión, imparte la plasticidad y permite que el mortero sea trabajable. Desde la antigüedad se han localizado vestigios del proceso de obtención de la cal, que era perfectamente conocida por los griegos, aunque limitaron su uso a la fabricación de estucos, revocos pintados y enlucidos de cisternas. La aportación fundamental de los romanos consistió en la utilización sistemática de la cal para preparar argamasas que uniesen las mamposterías en sustitución de la arcilla, obteniendo así una “cola” definitiva, que permitiera la aplicación de la mampostería careada a construcciones mayores (ADAM, 1996: 69).

Para obtener la cal apagada o aérea, es necesario pasar por las distintas fases que abarca el ciclo de la cal, del que se cuenta con un gran repertorio de publicaciones (entre otras destacan las de ORÚS ASSO, 1965; ADAM, 1996; GÁRATE ROJAS, 2002; SEPULCRE, 2003, 2005; ROSELL, 2013). En definitiva, para la obtención de la cal los obreros especializados llamados *calcis coctores*, en primer lugar introducían bloques de piedra caliza en un horno calero de planta circular y de volumen troncocónico y dimensiones variables (de entre 2 y 7 metros) que llegase al menos hasta los 1000 °C., perdiendo así su gas carbónico. Según J-P. Adam, no sólo existía un único procedimiento para la calcinación, al menos eran tres los posibles procedimientos: la cocción en horno mediante fogón en la base; la cocción en horno por apilamiento y la cocción en el área exterior (GONZÁLEZ TASCÓN, VELÁZQUEZ, 2004: 45-47; ADAM, 1996: 70).

A continuación se realizaba el apagado del producto restante tras la combustión de las calcitas, cal viva u óxido de calcio. El apagado de la cal todavía en piedras se realiza hidratándola y sumergiéndola en agua, provocando su hinchazón, desprendimiento de calor y su consiguiente transformación en una pasta: la cal apagada. Este es el material plástico que se mezclaba con los conglomerados para obtener las argamasas. Este material también se conoce como *grassello* o pasta acuosa, la cual se cree que era la empleada en época romana para la construcción (ADAM, 1996: 69; RATAZZI, 2014: 28). En el apagado de la cal, los albañiles romanos (y también en la actualidad) debían remover constantemente la mezcla de agua y cal a fin de evitar la formación de coágulos y de favorecer la hidratación de la masa. Para prevenir la presencia de grumos, la pasta era también tamizada y cubierta con agua. El agua saturada en hidróxido de calcio es la denominada agua de cal, utilizada para mezclar con pigmentos aplicados en pintura mural o como consolidante orgánico (GONZÁLEZ CORTINA, 2000: 24-27).

El reposo de la cal debía realizarse protegiendo la pasta de los fenómenos atmosféricos, por lo que era común aprovechar los recovecos, hoyos y fosas del terreno. Los ingenieros romanos ideaban estructuras denominadas en Italia

como “cavas”, de poca profundidad pero de grandes dimensiones y revestidas de mortero. Estas quedaban cubiertas para la maceración de la cal y según Plinio el Viejo el tapado debía ser de al menos tres meses (ADAM, 1996: 69).

El estudio de la cal a lo largo de la historia va inevitablemente de la mano del estudio arqueológico de la cultura material. La arqueología ha permitido, por medio del registro de la cultura material, corroborar la presencia de la cal como uno de los elementos constructivos más importantes de la historia. A diferencia de otros materiales, como son la piedra o la madera, que son tan antiguos como la cal, la cal no es un material que se genere de forma natural, sino que viene precedido de un complejo proceso de cambios físico-químicos, proceso para el que son necesarios conocimientos previos sobre manipulación, uso del fuego, etc. De esta forma la arqueología proporciona la metodología apropiada para el estudio de la cal desde sus orígenes, debiéndose compaginar los resultados con los de las técnicas de análisis que obtienen datos cuantitativos que perfeccionan ese conocimiento histórico (GUERRA-GARCÍA, 2016: 117-121).

Respecto a la cal hidráulica, se trata de un producto que fue descubierto a mediados del XVIII por *J. Smeaton* trabajando en la construcción del faro de *Eddystone*. Ésta se obtenía al cocer la piedra caliza marmórea con un contenido de arcilla del 10-15%. La presencia de SiO_2 y Al_2O_3 debido a la descomposición de la arcilla daba lugar a las cualidades hidráulicas. La cal hidráulica representa la conexión con el cemento Portland (OPC), el sistema hidráulico que se desarrolló a mediados del siglo XIX. En este caso, el OPC se forma a base de caliza marmórea con un contenido en arcilla del 20-30% hasta que se produce su fusión en torno a los 1450 °C (MAS BARBERA, 2006: 22; SEPULCRE, 2003: 30; SEPULCRE, 2005: 19; SABBIONI *et al.*, 2002: 84). Aparentemente, este producto presentó tantas ventajas sobre la cal, que terminó por desplazarla hasta su práctica desaparición. Las ventajas eran las siguientes:

- Capacidad de fraguado en condiciones muy adversas
- Rapidez de fraguado

- Facilidad de amasado y aplicación
- Desarrollo de altas resistencias especialmente a largo plazo
- Elevada capacidad de adherencia
- Conservación duradera
- Reducción de los costes económicos

Al contrario, la cal aérea requiere mucho oficio y conocimientos específicos de cada uno de los procesos para su posterior aplicación. Ante esta situación resulta comprensible que la sociedad seleccionase antes el cemento Portland que la cal. Sin embargo, con el paso del tiempo, ya en el siglo XX, la situación varió repentinamente a medida que se iban manifestando las diferentes patologías propias del abuso de este material. Se fue desarrollando toda una patología de uso del cemento en morteros y hormigones tales como: ataque por sulfatos, reacción árido-álcali, formación de etringita retrasada, formación de eflorescencias salinas, aluminosis, etc., que unido a problemas derivados de la puesta en obra como la fisuración, afogado, retracción, etc., hacía que su durabilidad a largo plazo no estuviera garantizada (SEPULCRE, 2003: 30-31).

Después de más de medio siglo de estudio sobre unas y otras alteraciones, a principio de los años 80, se produjo el importante cambio de pasar de la búsqueda de mayores resistencias como objetivo último en el desarrollo de los productos cementicios, a considerar la durabilidad a largo plazo como un objetivo tanto o más importante. Hoy en día conviven ambas tendencias, teniendo en la segunda un especial protagonismo el uso de adiciones de puzolanas como la escoria de alto horno, las cenizas volantes, el humo de sílice, etc. (SEPULCRE, 2003: 31),

Si hacemos referencia a la restauración de monumentos, este campo no fue ajeno al proceso sustitutivo descrito y de igual forma por abandonar el uso de la cal en beneficio del cemento Portland, obviamente trasladando con ello al patrimonio edificado las patologías y daños descritos. Especialistas en la materia denunciaron esta situación en el congreso del ICCROM que tuvo lugar

en 1981 en Roma. Según indica el especialista en la materia A. Sepulcre, los motivos por los que el cemento Portland resulta inadecuado para su aplicación en restauración de edificios históricos son los siguientes:

- Irreversibilidad
- Elevada resistencia
- Alta rigidez
- Impermeabilidad
- Retracción de fraguado
- Producción de sales
- Alta conductividad térmica
- Textura característica.

A pesar de todo lo acontecido en la actualidad la mayoría de los morteros preparados, específicos para restauración que se comercializan, contienen en cierta medida cemento Portland como adición. Ejemplo de ello, son las numerosas y recientes restauraciones donde el empleo de morteros de cemento ha provocado lamentables consecuencias en la conservación de monumentos. Aunque estos morteros poseen buenas propiedades físico-mecánicas, son incompatibles con los elementos de fábrica y talla tradicionales, son menos porosos y elásticos, poseen diferente comportamiento térmico y mecánico, y además, presentan un alto contenido en sales solubles (SEPULCRE, 2003: 31; MAS BARBERÁ, 2005: 27; CALAMA, 2014: 120).

IV.2.1.1.2. Los áridos

Los áridos o cargas son otro de los constituyentes de los morteros, que pueden presentarse como pétreos naturales procedentes de la desintegración natural o artificial de las rocas (GÁRATE, 2002: 102). El uso de las cargas en los morteros permite estabilizar el volumen de la dosificación, hacer de relleno y disminuir la retracción durante el endurecimiento del mortero. Además de

proporcionar color y textura, los áridos deben ser químicamente inertes con el resto de componentes y, además, son los que condicionan el comportamiento final del mortero (MÀS BARBERÁ, 2006: 52).

Durante el periodo altoimperial Vitruvio dedicó un capítulo a los tipos de arena dividiéndola en cuatro clases, “negra, blanca, roja y carboncillo”, de las cuales la más idónea era primeramente, aquella que al frotarla con las manos produjera un crujido, efecto que sólo se obtendría si la arena no estaba mezclada con la tierra; y, en segundo lugar, se seleccionaría aquella arena que no dejase ni mancha, ni sedimento de tierra (VITRUVIO, IV). En cuanto a su localización aconseja lo siguiente:

[...] Si no hay arenas de donde extraer la arena, deberá cribarse la de los ríos o bien la grava del litoral marino. Pero esta clase de arena tiene el siguiente inconveniente: se seca con mucha dificultad y las paredes no soportan fácilmente grandes cargas, si no se dejan descansar con interrupciones y no se levantan bóvedas sobre ellas. La arena del mar tiene este mismo defecto pero aumentado, pues cuando se tiende el enlucido sobre las paredes, al eliminar el salitre, se va deshaciendo. La arena de cantera se seca con rapidez, se mantiene largo tiempo enlucido y permite sobreponer bóvedas, pero únicamente si son recién extraídas de los arenas. Si durante largo tiempo permanecen al aire libre, se ablandan por el sol, la luna y los hielos, se resquebrajan y se hacen terrosas [...] *VITRUVIO* II, IV, 1-3.

En efecto, el autor desaconseja en la medida de lo posible la arena procedente del mar y también la de río, priorizando la arena de cantera o precedente de arenas. Además el autor justifica su elección advirtiendo tanto del efecto nocivo que los factores atmosféricos ejercen sobre los materiales constitutivos dependiendo de su procedencia, así como del contenido en sales que éstos pueden presentar.

En este sentido, dependiendo del origen y tipo de arena las dosificaciones a la hora de elaborar los morteros no eran las mismas: Si la arena procedía de

cantera, debían añadirse 3 volúmenes de arena para 1 de cal; si la arena provenía del río en cambio, la proporción aconsejada era de 1:2 o 1:2 añadiendo un volumen de tejoleta machacada; incluso 1:2 de cal y puzolana si se trataba de obras marítimas o 2:5 según la calidad de la arena (VITRUVIO, II, V, 5; II, V, 6; II, V, 7; V, XII, 8-9; ADAM, 1996: 78).

Como norma general y para abaratar costes, la arena utilizada era la que disponían en cada lugar.

[...] no todos los países abundan de arena mineral, piedra, abetos y su madera limpia de nudos, ni mármoles; sino que unas cosas se crían en un paraje, y otras en otro; y el conseguirlas todas sería difícil y costoso. Por lo cual, donde no se hallare arena de mina, se usará la de río, o la de mar después de lavada. [...] *VITRUVIO*, I, II, 21.

IV.2.1.1.3. Las adiciones puzolánicas

Las adiciones puzolánicas son materiales que desde la antigüedad han estado asociadas a la cal modificando su comportamiento. Carentes de propiedades cementicias, la puzolana mezclada con la cal, en las dosificaciones adecuadas, ofrece como resultado conglomerantes hidráulicos. O lo que es lo mismo, pueden formar silicatos y aluminatos de cal, capaces de fraguar por hidratación. Para ello, no solo basta con una composición mayoritariamente silícea o silicatada, sino que también es necesaria una estructura molecular reactiva, normalmente amorfa, y una alta superficie específica (SEPULCRE, 2005: 40-41).

Históricamente, las adiciones puzolánicas ya se utilizaban hace más de 2000 años en la construcción de edificios de época altoimperial romana, que han llegado hasta nuestros días. Las prescripciones de Marco Vitruvio Polión, quien continúa siendo la principal fuente, son la revelación de un secreto celosamente guardado por los constructores romanos, y los análisis han demostrado ampliamente que las recomendaciones del autor en los *Diez Libros de arquitectura* correspondían a la realidad práctica (ADAM, 1996: 77). En las

recetas de mortero que él propone recomienda el uso de una arena volcánica, la puzolana, que define de la siguiente manera:

Hay también una especie de polvo de virtud maravillosa, que se cría en los contornos de Bayas y territorios de los municipios del Vesubio. Este polvo, mezclado con la cal y piedra, no solo concilia la mayor firmeza a los edificios, sino que aún las obras de mar construidas con él se consolidan debajo del agua misma. *VITRUVIO*, II, IV, 17.

A causa de la ignorancia en química de la época las explicaciones que ofrece acerca de la reacción de los materiales es la siguiente:

La causa de ello parece ser los grandes incendios subterráneos que hay de azufre. Alumbre o betún en las entrañas de dichos montes, según demuestran las muchas fuentes de agua hirviendo que allí nacen; pues corriendo por las venas de la tierra el fuego y el vapor de sus llamas, la vuelve ligera, de forma, que la tova que allí se halla es aridísima y extremadamente enxuta. *VITRUVIO*, II, IV, 17.

La razón por la cual se produce este fenómeno como ya se apuntaba, es la presencia de una fuerte cantidad de silicato de alúmina o lo que es lo mismo, se da la transformación de la cal aérea en cal hidráulica. El mismo efecto puede lograrse añadiendo *cocciopesto* o cerámica triturada al mortero o a la cal aérea, tal y como lo realizaban los romanos en la antigua Hispania al no poder acceder a la puzolana originaria del Vesubio. El uso de puzolanas artificiales, sin embargo no solo la conocían los romanos, sino también los fenicios. Así lo determina su temprano uso durante el siglo X a.C. para construir aljibes en Jerusalén (GÁRATE, 1994: 63). Vitruvio también hace referencia a la puzolana artificial o *cocciopesto* en el capítulo V:

[...] Si a la arena de mar o río se añadiese una tercera parte de polvos cernidos de ladrillo cocido, hará una mezcla de mucha mejor calidad. *VITRUVIO*, II, V, 15.

Según J. Ortíz y Sanz en sus anotaciones y transcripción de *Los Diez Libros de Arquitectura* de Vitruvio de 1787, el autor no llamó puzolana a esta tierra obtenida, sino bayana o cumana. Serán Séneca y Plinio y otros posteriores los que le darán el nombre de *Puzol, pulvis o puteolanus* (VITRUVIO, 1787: 37).

Plinio el Viejo afirmaba lo siguiente en su *Historia Natural*:

¿Quién no se admirará de que la peor parte de la tierra y por ello llamada polvo, en las colinas de *Puzeoli*, se opongá a las olas del mar y sumergida en ellas se convierta inmediatamente en piedra inexpugnable a las olas, y cada día más fuerte, especialmente si se mezcla con la piedra de Cumas? *PLINIO*, XXXV, 166.

Los romanos en particular comprendieron plenamente la importancia de la adición puzolana, como materia prima en la preparación de aglutinantes en la edificación, especialmente en edificios expuestos a un desgaste evidente y climatologías adversas como las heladas. En España sin embargo, el uso de la puzolana se pierde en época medieval. La ausencia general del empleo de materiales puzolánicas en época medieval ha puesto en entredicho la pervivencia de la tradición clásica. Sin embargo su uso pervive en la cultura bizantina, heredera del imperio romano, donde un ejemplo de ello es la cúpula de Santa Sofía de Constantinopla a partir de mezclas de cal aérea con chamota y ladrillo. La civilización islámica en cambio, sí hereda estos conocimientos de la influencia bizantina y los continúa poniendo en práctica en la edificación. En España se recupera el uso de la cerámica en la construcción en Sevilla y Córdoba entre los siglos XIV y XVIII, pero utilizando gruesos fragmentos de cerámica, seguramente, debido a la influencia islámica. Pero en este caso, los fragmentos iban aumentando de tamaño y su uso se limitó a las juntas de las fábricas modificando su función mecánica inicial, hacia un simple material de relleno (SEPULCRE, 2005: 52-57). Mientras en Italia en este mismo periodo sí han sido documentados morteros con adiciones puzolánicas de fragmentos de *cocciopesto* indicando el uso de morteros hidráulicos en Venecia (BISCOTIN, *et al.*, 1994: 408; BISCOTIN, 1998: 151).

Con el descubrimiento de la cal hidráulica en el siglo XVI y el del Cemento Portland en el XIX se dio el abandono generalizado de las cales aéreas y consecuentemente de las adiciones puzolánicas también. Su uso comenzó a recuperarse paulatinamente a mediados del siglo XX con la creciente necesidad de deshacerse de los residuos industriales a través de la recuperación de técnicas tradicionales fundamentalmente. Hoy en día una de las aplicaciones de las adiciones puzolanas es como sustitutivo del cemento Portland en morteros y hormigones por su menor coste energético, la posibilidad de eliminación de residuos industriales y sus efectos beneficiosos en la durabilidad de los morteros u hormigón (SEPULCRE, 2005: 793). En la siguiente tabla se diferencian los tipos de puzolanas actuales según A. Sepulcre.

Tabla 4.1. Clasificación de los distintos tipos de puzolanas actuales. Fuente: SEPULCRE, 2005: 59.

TIPOS DE PUZOLANAS		
	Procedencia	Material
Naturales	Depósitos volcánicos	Tobas, cenizas, pumita, escorias y obsidiana.
	Depósitos minerales silíceos	Tierras diatomeas, ópalo, cherts, lavas con sustancias contenidas en vidrio y arcillas calcinadas de forma natural.
Artificiales orgánicas	Cenizas	Cascarilla de arroz, cascarilla de granos de café, corteza de coco, bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, fibras y corteza de nueces de macadamia, vaina del cacao
Artificiales inorgánicas	Activación térmica o cocción	Caolinita y arcillas especiales (sepiolita, atapulgita y bentonita), gaize, moler, esquistos bituminosos, bauxita.
	Subproductos de procesos metalúrgicos	Cenizas volantes, escorias de alto horno, humo de sílice y barros rojos.

IV.2.1.2. Fabricación y puesta en obra

La fabricación del mortero romano debía realizarse en las cercanías de la construcción en curso, sobre un área de tierra apisonada en la que se pudiera extender la arena en forma de cráter o de corona, en el centro de la cual se

depositaba la cal grasa, transportada generalmente desde la fosa de apagado en ánforas de las que se quebraba la mitad superior, o bien en calderos metálicos. Para la fábrica del mortero, los albañiles añadían agua poco a poco, normalmente entre el 15 y el 20% (dependiendo siempre de la función y uso del mortero, del clima y porcentaje de evaporación) y mezclaba pacientemente el aglomerante con los conglomerados. El mezclado o amasado se prolongaba hasta la desaparición de grumos y conseguir una masa homogénea. Una vez realizada la mezcla, el mortero era transportado en cuezos hasta el lugar de puesta en obra, donde el albañil lo mezclaba con los mampuestos en el macizo de relleno formando así el *opus caementicium*. Así, se daba paso al fraguado, bajo la forma de una costra de carbonato cálcico que envuelve los granos de arena o de tejoleta y se adhiere a los mampuestos (ADAM, 1996: 78-80). Los procesos de fraguado y endurecimiento del hormigón debían realizarse en condiciones meteorológicas favorables evitando altas temperaturas, así como las heladas. Así lo recoge Frontino en su obra *De Acueductu Urbis Romae*:

Es necesario una temperatura adecuada para que la argamasa se absorba adecuadamente y se solidifique en un bloque; pues un calor demasiado intenso perjudica al mortero tanto como las heladas.
FRONTINO, CXXIII.

La introducción del *opus caementicium* supuso un cambio en cuanto a la estructura de los muros. Hasta el momento los muros eran construidos de una sola hoja, pero a partir de aquí pasarían a ser multicapas mediante un mínimo de tres capas. Para las capas exteriores, se colocaban dos encofrados paralelos, que podían ser recuperables de tablas de madera, o encofrados perdidos de sillería, mampostería o ladrillos, llamados *opus testaceum* (ROLDÁN GÓMEZ, 1987). Entre ambos encofrados se encontraba la capa de mayor grosor: el *opus caementicium*, que era compactado con mazos hasta eliminar las burbujas y rellenar todos los intersticios. Una de las ventajas de construir con mampuestos y ladrillos era el trabajar con materiales manejables y ligeros para los obreros, lo que permitió un transporte más eficaz hasta el punto de puesta en obra, permitiendo así como su elevación en poleas entre los andamios de madera

hasta el nivel de colocación. Cada etapa de labor dividida entre las diferentes alturas, visiblemente apreciable por las marcas testigo apreciables en los muros de un gran número de edificaciones (ALEJANDRE, 2002: 18; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, 2008: 35-36; ADAM, 1996: 81-85). Por su parte Vitruvio denomina esta técnica como *emplecton*:

[...] Otra manera tienen llamada emplecton, de que también usan nuestros aldeanos. Para ella se trabajan los paramentos externos de las piedras, dexando lo demás como salió de la cantera; y colocándolas alternativamente sobre las juntas, las van trabando y uniendo con el mortero. Pero los nuestros deseando la brevedad levantan a plomo las dos caras del muro, cuidando solo de lo exterior, y en el hueco del medio meten toda suerte de ripio y fragmentos con mortero sin orden alguno, ni travazon con las caras [...]. *VITRUVIO*, II, VIII, 8-9.

Esta forma de construir estaba destinada sobre todo para muros y paredes de edificios de gran grosor, revestidas por paramentos de sillar o ladrillos en hiladas de una cierta anchura, cuya masa permitía la resistencia a los choques y compresiones de las operaciones de apisonamiento (ADAM, 1996: 82). Siendo así, las estructuras creadas dieron lugar a una gran variedad de tratamientos decorativos tanto para paramentos de muro como para pavimentos. Entre ellos destacan el *Opus quadratum*, formado por sillaría bien escuadrados (ejemplo de ello son los acueductos de Tarraco y Segovia, o los puentes de Mérida y Alcántara); o el *Opus incertum*, una simple mampostería. También se deben mencionar el *Opus vittatum*, formado por hiladas de sillarejos de pequeño formato y labrados de forma irregular; el *Opus africanum*, ampliamente desarrollado en las regiones del norte de África, formado por hiladas de sillarejos entre los que sobresalen a intervalos regulares grandes bloques escuadrados; y el *Opus craticium*, que aunque se trata de un ejemplo de peor calidad, formado por una estructura de madera que se rellenaba con una argamasa de barro y paja, guarda una gran relación con la arquitectura tradicional (GONZÁLEZ TASCÓN, VELÁZQUEZ, 2004: 49-53).

Los romanos hicieron de la arquitectura, hasta entonces reservada esencialmente a los santuarios y a las fortificaciones, un arte universal, cuyo plazo de ejecución fue reduciéndose cada vez más. Mientras que el Gran Templo de Apolo en Dídimo tardó en más de cuatro siglos en construirse (332 a. C. - 130 d.C.) y fue abandonado estando aun sin terminar, las Termas de Caracalla fueron erigidas en cinco años (212 d.C.- 217 d.C.). La estandarización de los materiales de construcción producidos en grandes cantidades fue uno de los secretos de esta sistematización en la construcción, además de una planificación y docilidad en la mano de obra (ADAM, 1996: 84).

IV.3. Variables estudiadas

Los morteros estudiados se han fundamentado en tres líneas de morteros experimentales con sus respectivas variables:

1. **Morteros experimentales de obra:** con el fin de comparar efectos entre materiales originales y afines y los materiales de obra, esta línea de morteros han sido fabricados a base de materiales procedentes de sectores como el de la construcción que han sido utilizados en

proyectos de puesta en valor, conservación y/o restauración de yacimientos arqueológicos. En este caso se han experimentado morteros con áridos utilizados en este sector y cal hidráulica natural comúnmente utilizada en el ámbito europeo; ya que son numerosos los estudios realizados sobre el uso inapropiado de materiales como el cemento y el hormigón armado, habituales hasta la actualidad en la restauración y puesta en valor de enclaves arqueológicos (ver Capítulo II).

2. **Morteros experimentales afines:** para la elaboración de estos morteros se han escogido materiales habituales en intervenciones de puesta en valor, conservación y/o restauración de yacimientos arqueológicos en la Comunidad Valenciana.
3. **Morteros experimentales tradicionales:** Morteros elaborados con materiales basados en las analíticas y caracterización del mortero original de las estructuras arquitectónicas que componen la necrópolis de La Calerilla y en el estudio de morteros hidráulicos romanos y su arquitectura.

4.3.1. Elección de los materiales

Para la elaboración de los morteros experimentales los materiales elegidos son los siguientes:

Cales

- Hidróxido de Calcio de la casa Pachs CL-80S en polvo normalizada por la norma UNE-EN 459-2:2011. Cales Pachs (Barcelona).

La empresa Pachs S. A. fundada como Sociedad Anónima en 1967, está altamente tecnificada y cuenta con 50 años de experiencia en el sector. Especializada en productos a base de óxido cálcico o cal viva e

hidróxido cálcico o cal apagada en polvo, es un referente tanto en calidad como en I+D+i⁴⁵.

Características químicas: Alcalinidad total > 94%, Ca(OH)₂ > 88%, MgO < 0,80%, CO₂ < 2,00%. Humedad H₂O < 1%. Granulometría: Retenido en tamiz de 200 micras: 0,00%, Retenido en tamiz de 90 micras: < 0,10%.

- Cal hidráulica Lafarge NHL 3.5 en polvo.

Lafarge es un grupo francés que comercializada sus productos en España a través de diversas empresas. En este caso la cal se ha conseguido a través de la oficina del grupo localizada en Ribarroja de Túria (Valencia). La historia de Lafarge se inicia en 1833 con el desarrollo de la cal hidráulica natural, cuya fábrica se dedica en exclusiva a la producción de cales hidráulicas naturales para la construcción. En este caso se escogió este tipo de cal por ser uno de los más habituales en restauraciones en el marco europeo (SEPULCRE, 2005: 258).

Características químicas: 66% de óxido de calcio, óxido de silicio en un 12%, 0.6% de alúmina, 0.6% de óxido de azufre, 0.5% de óxido de magnesio, 0.2% de óxido de hierro, 0.1% de óxido de potasio y 0.05 de óxido de sodio.

- Cal hidráulica Pascual NHL5 en polvo.

La empresa Cales Pascual S. L. tiene sede en Paterna (Valencia) y sus productos están destinados tanto para obra nueva como para

⁴⁵ Cumple las normativas medioambientales y ha recibido distintos premios en este sentido: Premio UEP (Unió Empresarial del Penedès) 2007 a la mejor iniciativa medioambiental del Penedès, Premio MEDI AMBIENT 2008 a la mejor trayectoria encaminada a la mitigación del cambio climático y Premio finalista a los Príncipe Felipe (a la excelencia empresarial Edición 2009, en la modalidad “Eficiencia Energética y a las Energías Renovables”). Participa en el capital social de otras compañías, como por ejemplo *Química del Cinca* (una de las cinco compañías que fabrican cloro en España) participando al 15% y *Micro Lime* (empresa portuguesa de cal viva y dolomía destinada principalmente al mercado siderúrgico) al 50,5% (<http://www.calespachs.com/es>; ROSELL, 2013: 40).

restauración y/o bioconstrucción. La Cal hidráulica natural NHL5 se elabora de forma íntegramente natural, a partir de la cocción de piedras calcáreas específicas y sin ningún tipo de aditivo químico.

Características químicas: Trióxido de Azufre (SO₃) (≤2%) 1.74 %.
Tasa de cal libre (Ca(OH)₂) (≥15%) 19.38 %.

Agentes hidraulizantes/adiciones puzolánicas

- Polvo de ladrillo cocido a 1300° C

El polvo de ladrillo se ha obtenido de ladrillos cerámicos prensados cocidos a 1300° C procedentes de la empresa Racerámica S.L. con sede en Sevilla.

- Polvo de ladrillo cocido 900° C

El polvo de ladrillo se ha obtenido de ladrillos cerámicos cocidos a 900° C procedentes de la empresa Ceramosa S.L. con sede en Sueca (Valencia).

- Puzolana volcánica.

Lava volcánica de color rojo o puzolana volcánica roja micronizada comercializada por la casa INFERCO S.L. con sede en Sagunto (Valencia), dispuesta en distintas granulometrías (0-5, 5-10, 10-25 mm).

La micronización, lavado y secado de los agentes hidraulizantes fue posible gracias a la colaboración del Departamento de Transportes en la Unidad de Caminos de la UPV. La micronización se realizó a través de la máquina de desgaste de Los Ángeles a 2500 vueltas en tambor cilíndrico de acero con carga abrasiva (12 bolas), recogido en la norma NLT-149 "Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina de Los Ángeles". Granulometría: retenido en tamiz de 1mm: 0%. Después se procedió a su repasado con mortero de hierro.

Áridos

- Arena del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia). Granulometría: menor de 2mm (Cribada en tamiz de 2mm).
- Arena Sílex de alta pureza. Granulometría 7mm.
- Arena mezclada (arena viva y arena muerta) repasada de la casa Hnos. Vilar Hoyos S.L. Granulometría 5mm. Determinación de cloruros solubles según norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 mediante método Volhard: <0,001%.

Aditivo

- Resina acrílica Acril® 33.

Resina acrílica pura al 100% en dispersión acuosa caracterizada por una óptima resistencia a los agentes atmosféricos y estabilidad química. Por la elevada resistencia a los álcalis, Acril® 33 es especialmente indicada para aplicaciones con ligantes hidráulicos (cal hidratada-hidráulica, cemento, yeso) (CTS, 2017, 2018).

Propiedades-características: Excelente estabilidad al hielo-deshielo, buena estabilidad del pH, óptimo poder ligante y elevada resistencia al amarilleo (CTS, 2017, 2018).

Características químicas:

- Aspecto: líquido lechoso blanco.
- Residuo seco: $46 \pm 1\%$
- Viscosidad: 3750 mPas a 20°C
- pH: 9,5

Agua

El agua utilizada para la elaboración de los morteros experimentales pertenece a la red de agua potable de Valencia, cuyo análisis promedio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.2. Análisis promedio de agua potable. Fuente: ROLDÁN LATORRE, 2011: 52.

Cloruros (mg/l)	Ca y Mg	Sulfatos (mg/l)	Conductividad (µS/cm)	pH
93	480	298	939	7,88

Elementos pétreos

Los elementos pétreos de caliza utilizados han sido recogidos de las terreras y materiales descontextualizados del yacimiento arqueológico y paraje de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia).

IV.3.2. Elaboración de probetas

Los morteros se han elaborado manualmente siguiendo los procesos de dosificación y mezclado de los materiales, amasado, enmoldado, conservación en molde, desmoldado y curado.

Primeramente se seleccionan los materiales y se preparan las dosificaciones requeridas para los morteros experimentales. Las dosificaciones estudiadas han sido 1:3 y 2:1:7 en los siguientes casos:

- Morteros de obra y morteros afines: según Vitruvio y un número elevado de autores, la dosificación ideal recomendada continúa siendo 1:3 (cal y arena). En este sentido Vitruvio dice lo siguiente al respecto “Cuando la cal esté apagada habrá que mezclarla de la manera siguiente: se echará una parte de cal con tres partes de arena de cantera, o dos partes de arena de río o de mar, ésta es la proporción justa para la mezcla que todavía resultará mejor si se añade a la arena de mar –que el autor considera la más mediocre y de uso peligroso- a causa de la sal que se disuelve y que hace que

todo se derrita y de río, una tercera parte de tejoletas trituradas” (VITRUVIO citado en ADAM, 1996: 77). De manera que siguiendo el grueso de bibliografía y documentación al respecto, la dosificación empleada para los morteros de obra y los morteros afines se mantiene en 1:3.

- Morteros tradicionales: Es de gran importancia dar con la cantidad adecuada de puzolana capaz de reaccionar con la cal y formar productos hidráulicos, por esta razón, tras realizar las pruebas convenientes para la elaboración de morteros tradicionales se ha empleado la proporción 2:1:7, siguiendo las recomendaciones e investigaciones realizadas por el autor A. Sepulcre (SEPULCRE, 2005).

A continuación se procede al mezclado de los materiales. El proceso se ha realizado pesando las proporciones previamente para que la dosificación sea exacta. En el caso de los morteros experimentales tradicionales se ha procedido al mezclado primeramente de la cal aérea y la adición puzolánica, tras lo cual se añade el árido y se procede al siguiente mezclado aglomerante-árido.

Una vez preparados los materiales y mezclados homogéneamente con agua hasta adquirir la textura plástica requerida, se procede al vertido de la masa obtenida sobre los moldes.

Para la elaboración de las probetas se ha requerido la realización previa de moldes de silicona con el fin de que los tamaños de éstas se ajustaran a los requeridos en los ensayos normalizados. Los moldes se realizaron mediante elastómero silicónico (RTV-901) con su correspondiente catalizador y fue necesaria la elaboración de los siguientes tipos:

- 2 moldes con 20 formas de prisma de 4x4x2 centímetros cada uno.
- 1 molde con 20 formas circulares de 4x4x2 centímetros.
- 3 moldes con 3 formas cúbicas de 4 centímetros de arista cada uno.

En base a los moldes elaborados se ejecutaron tres tamaños de probetas diferentes y el procedimiento fue el siguiente:

- Aplicación del mortero hasta la mitad de la cavidad de los moldes.
- Golpeado para la correcta distribución del mortero y que no queden huecos libres.
- Compactación del mortero mediante espátula.
- Curado de las probetas dentro del molde durante 4 días.
- Desmoldado y curado de las probetas al aire en condiciones de laboratorio durante 90 y 365 días, dependiendo de los principios de cada ensayo (ver apartado IV.4.1. Procedimiento *ex situ*).

IV.3.3. Series de probetas

A continuación se presentan las características de cada grupo y variables de probetas analizadas, incluyendo su visualización mediante Microscopía Óptica (MO), con el fin de detectar su composición, naturaleza, nivel de porosidad y conglomeración de las partículas integrantes, así como su similitud o no al mortero original. En cada tabla también se determina el número de probetas empleadas por grupo, que son 72, a las que hay que añadir las probetas realizadas específicamente para el ensayo de resistencia a la adherencia (4 por grupo). Por tanto, para la realización de la parte experimental se han producido un total de 532 de probetas.

Tabla 4.3. Composición mortero de obra HLS.

MORTERO HLS (de obra 1)							
Denominación	Nº de probetas	MATERIALES					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
HLS	30	Cal hidráulica Lafarge NHL 3.5	..	Arena Sílex	--	..	1:3
HLSA	30				Acril® 33 10%		
HLSP	6				--	Si	
HLSAP	6				Acril® 33 10%		

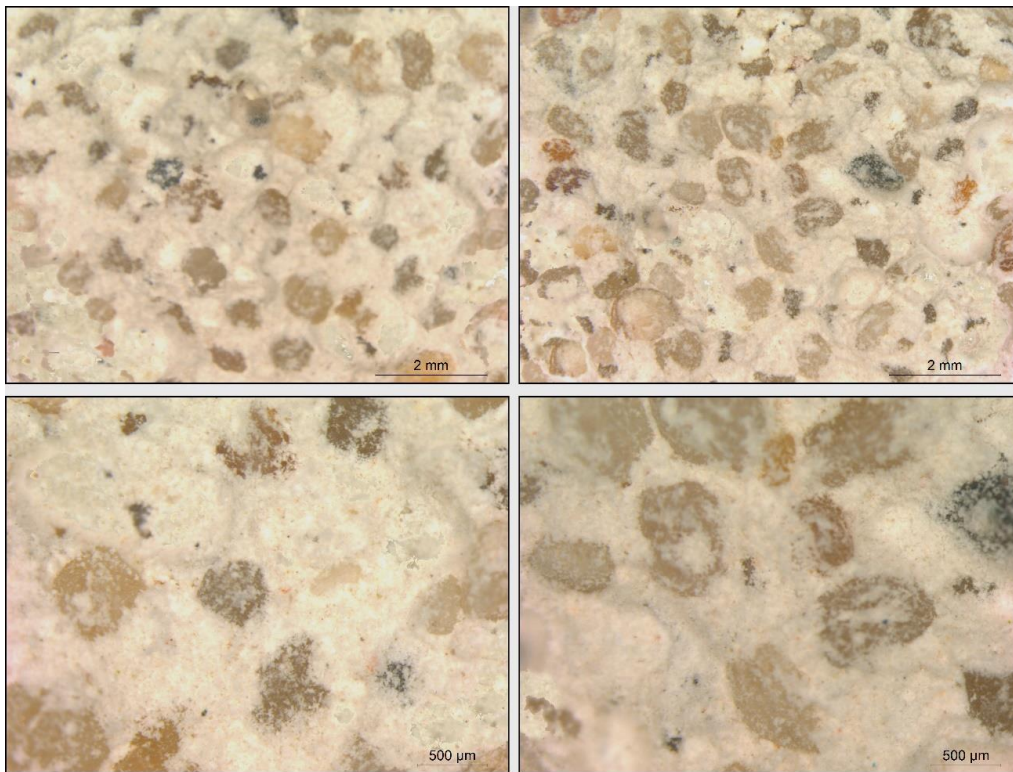


Figura 4.2. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HLS.

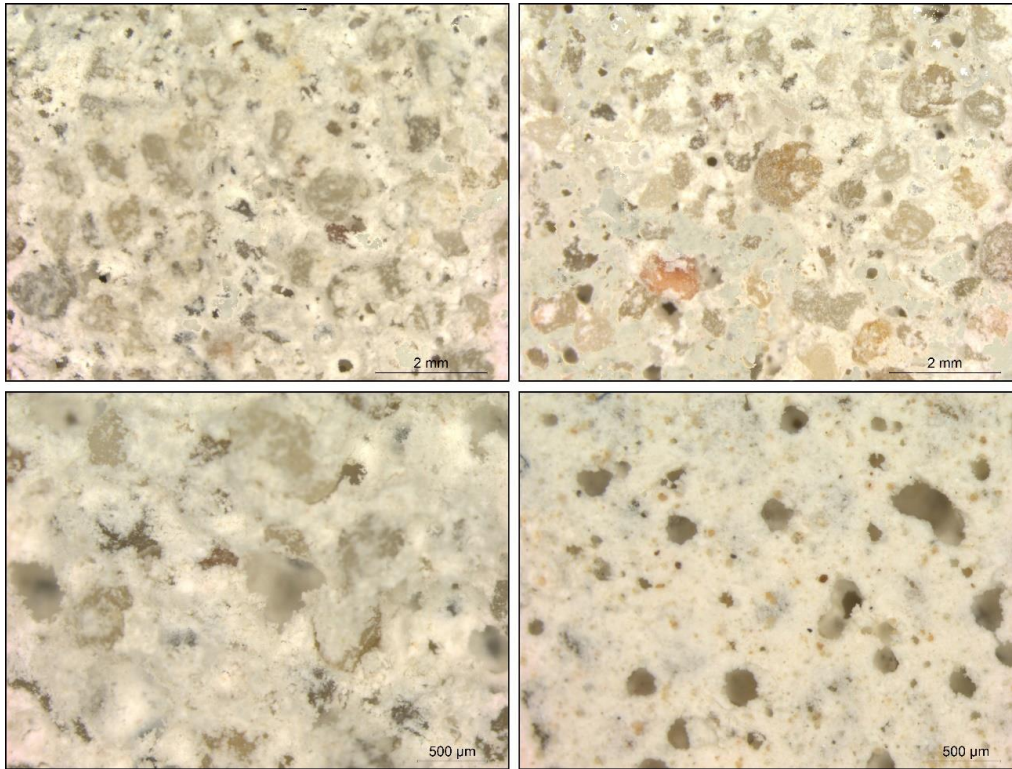


Figura 4.3. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HSLA.

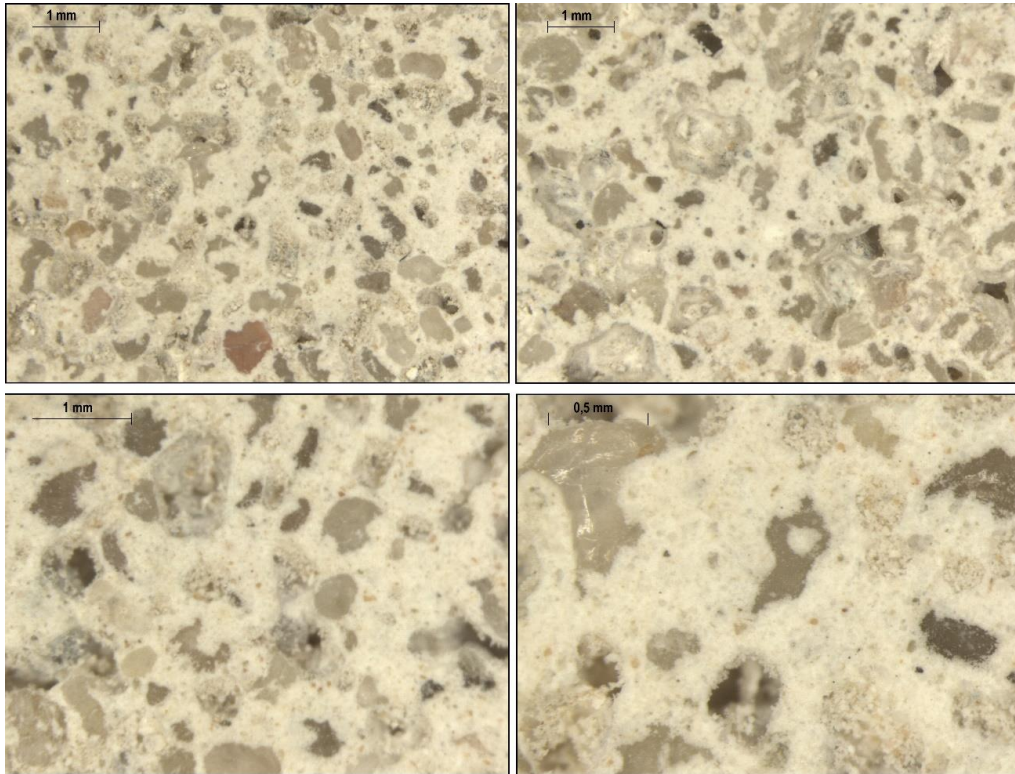


Figura 4.4. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HSLP.

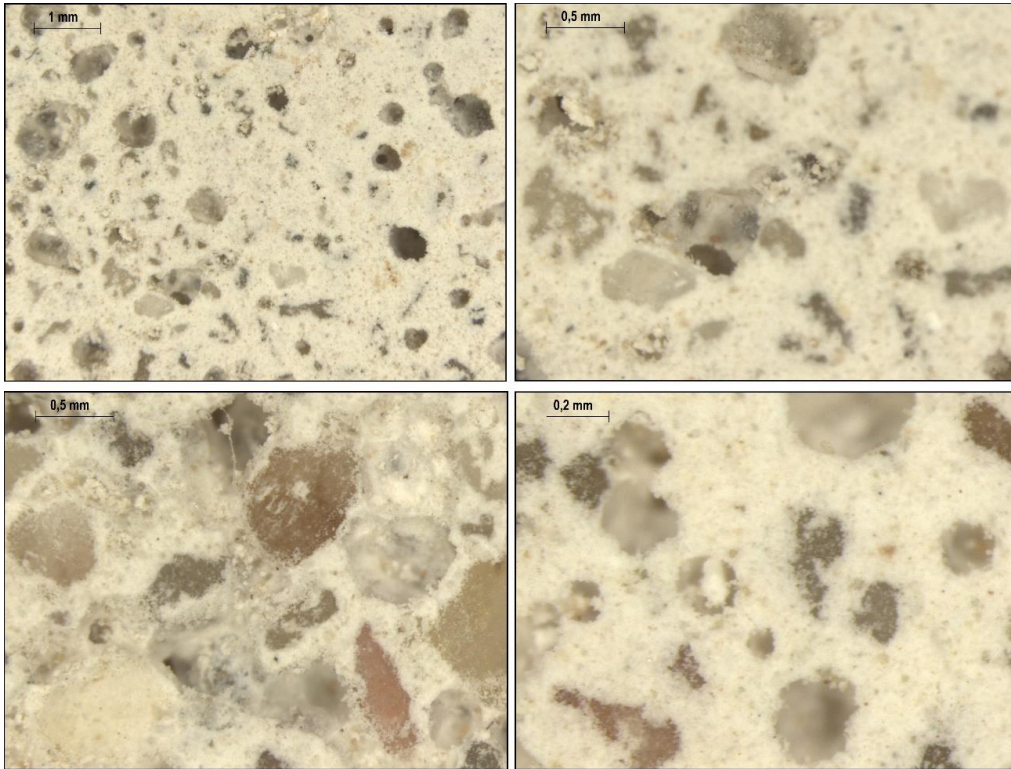


Figura 4.5. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HSLAP.

Tabla 4.4. Composición mortero de obra HC.

MORTERO HC (de obra 2)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
HC	30	Cal hidráulica Lafarge NHL 3.5	--	Arena mezclada y repasa	--	--	1:3
HCA	30				Acril® 33 10%		
HCP	6				--	si	
HCAP	6				Acril® 33 10%		

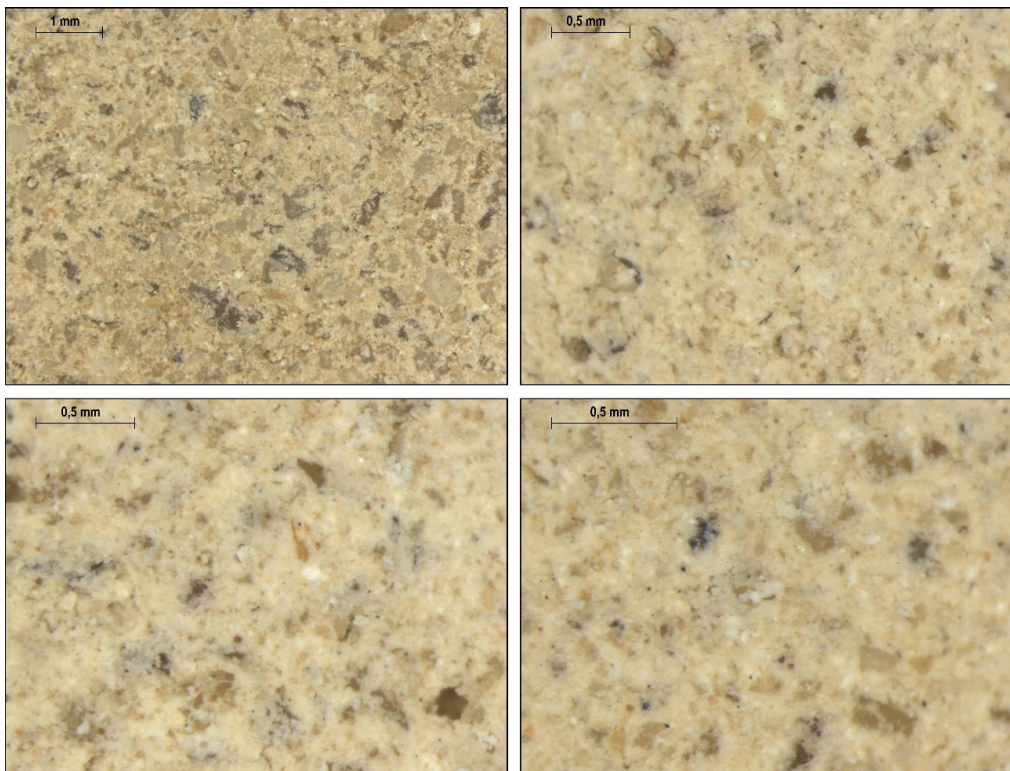


Figura 4.6. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HC.

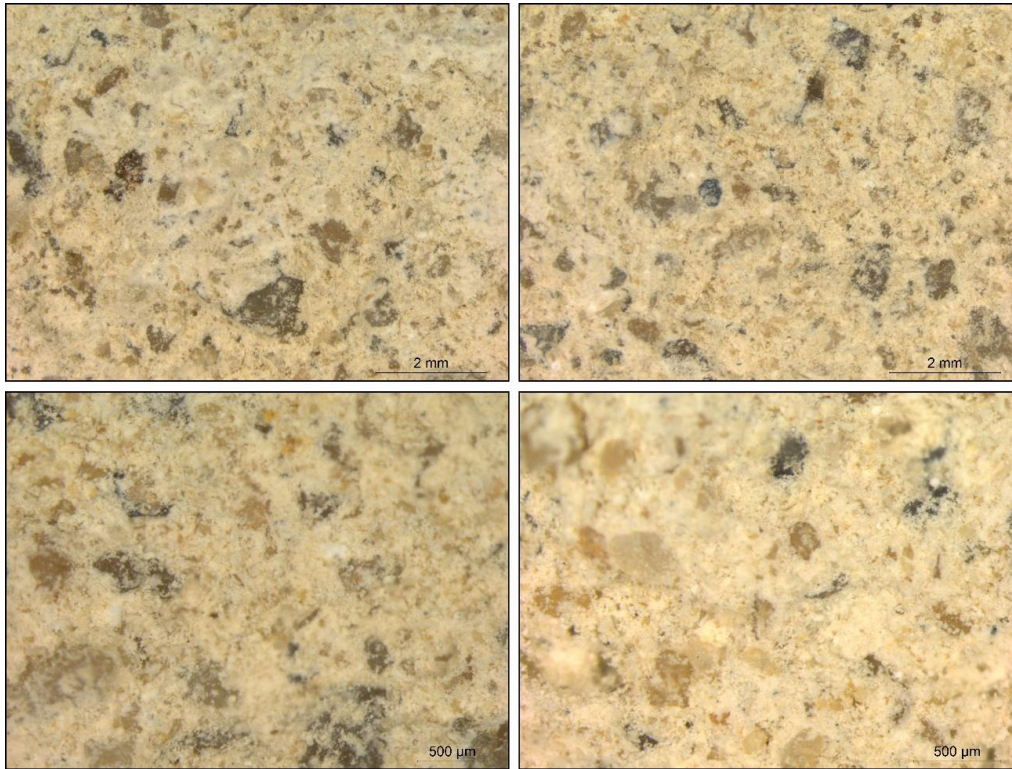


Figura 4.7. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HCA.

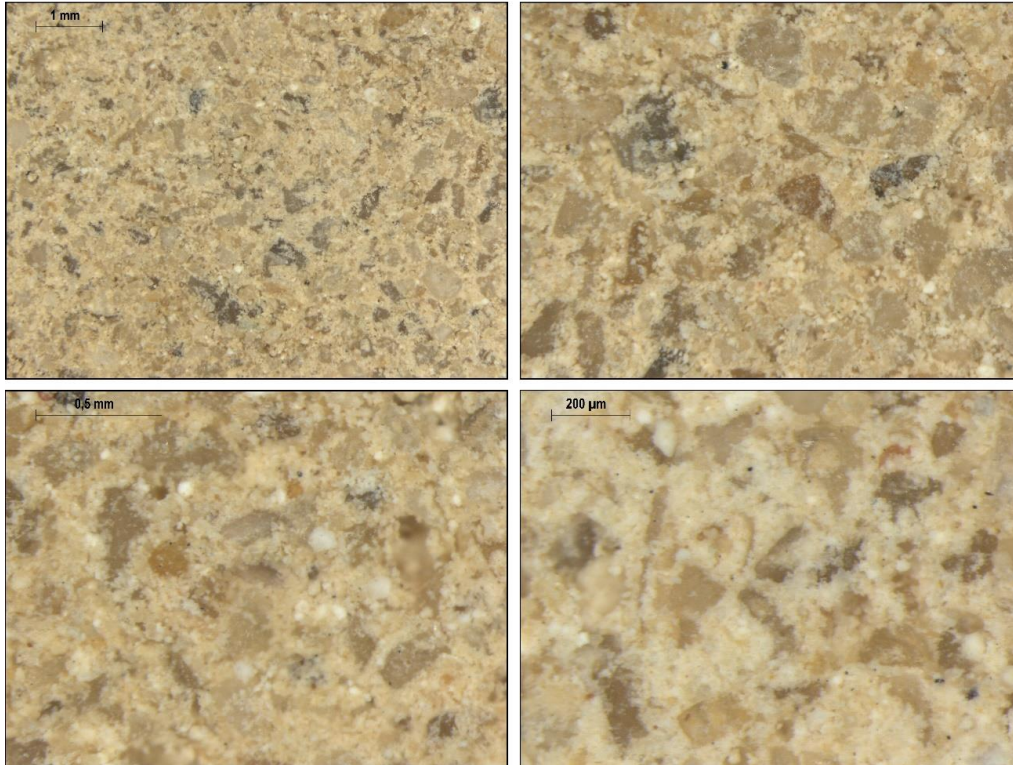


Figura 4.8. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HCP.

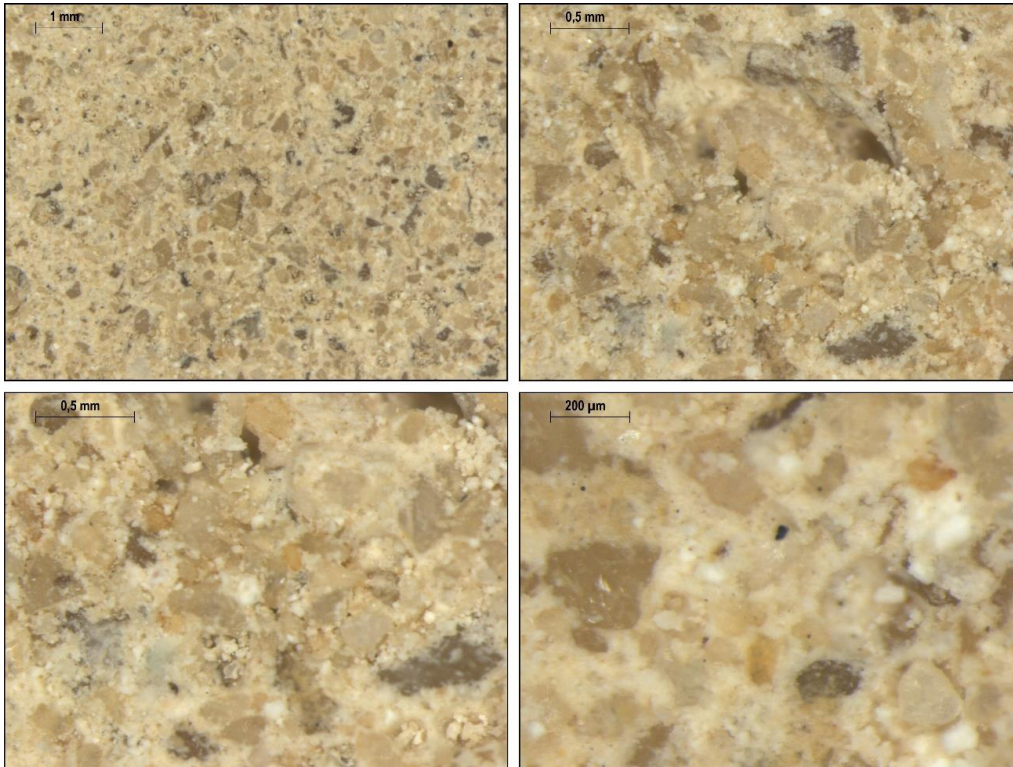


Figura 4.9. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HCAP.

Tabla 4.5. Composición mortero de afin HY3.

MORTERO HY3 (afin 1)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
HY3	30	Cal Hidráulica Pascual NHL5	--	Arena del yacimiento	--	--	1:3
HY3A	30				Acril® 33 10%		
HY3P	6				--	Si	
HY3AP	6				Acril® 33 10%		

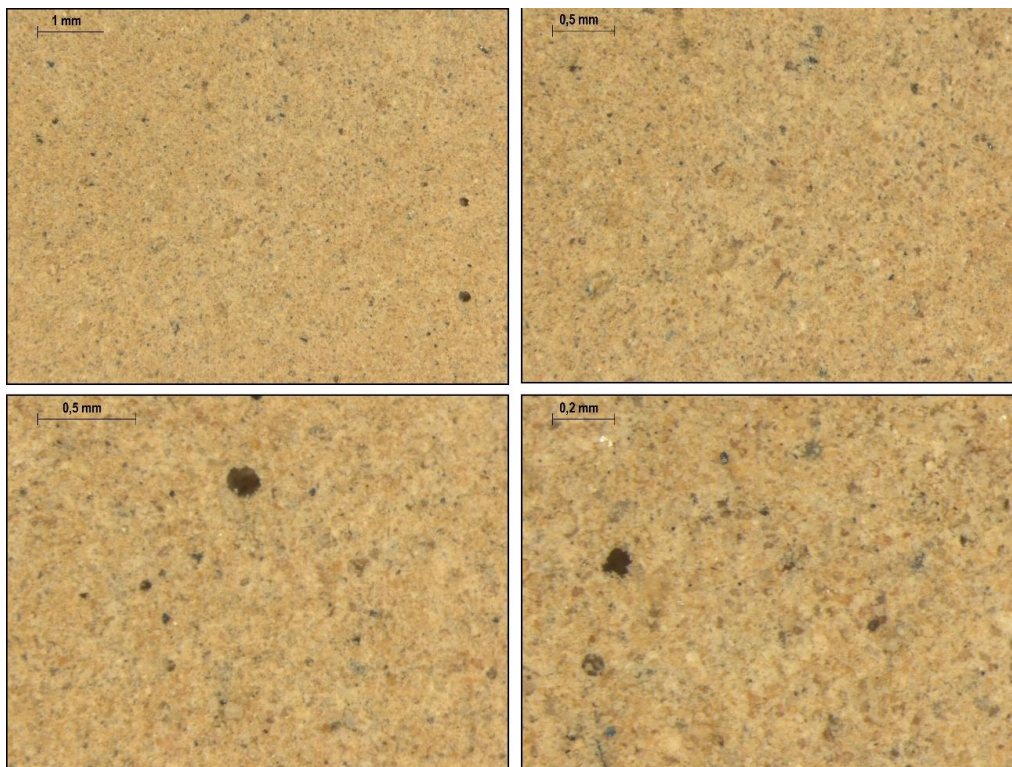


Figura 4.10. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HY3.

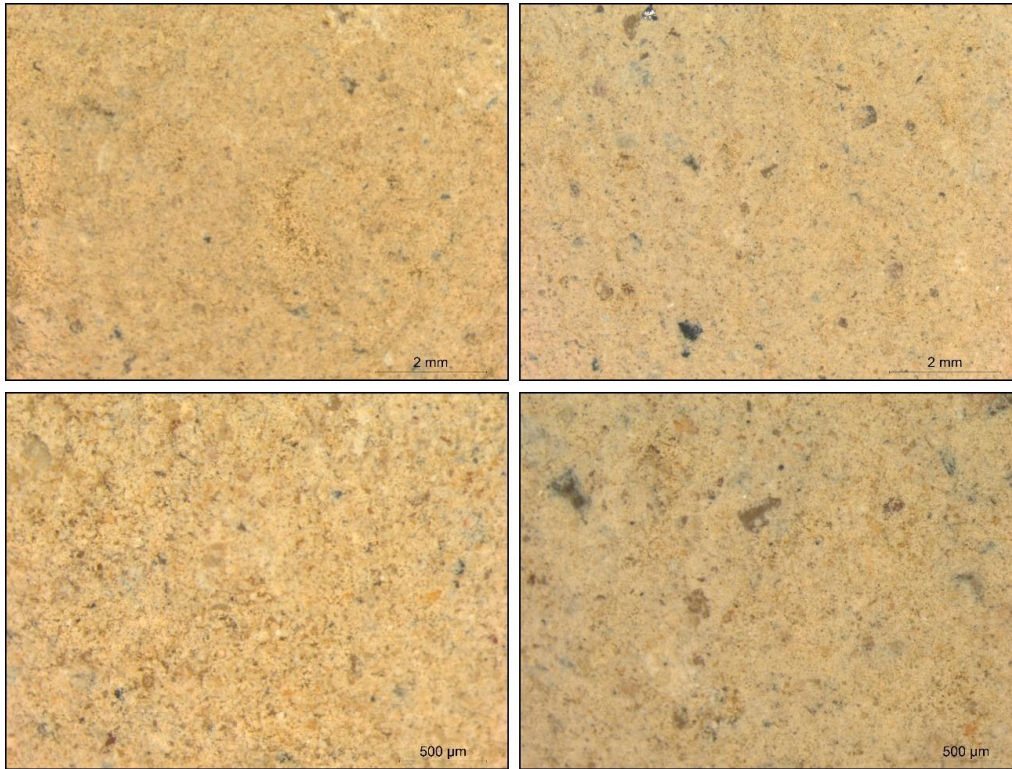


Figura 4.11. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HY3A.

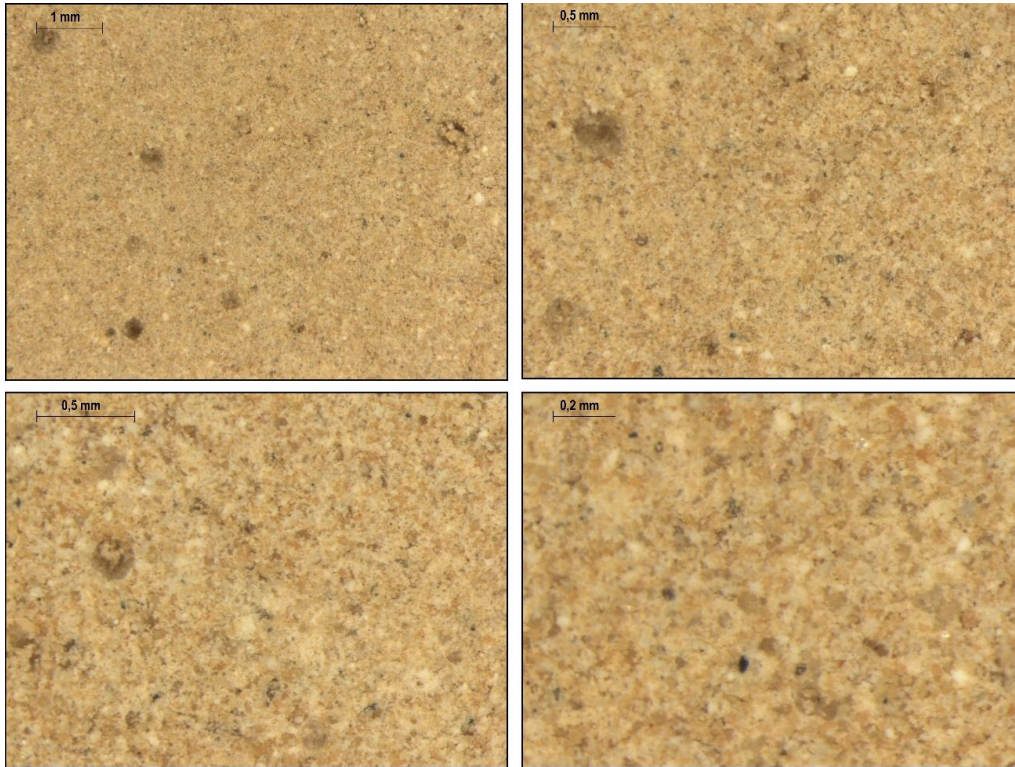


Figura 4.12. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HY3P.

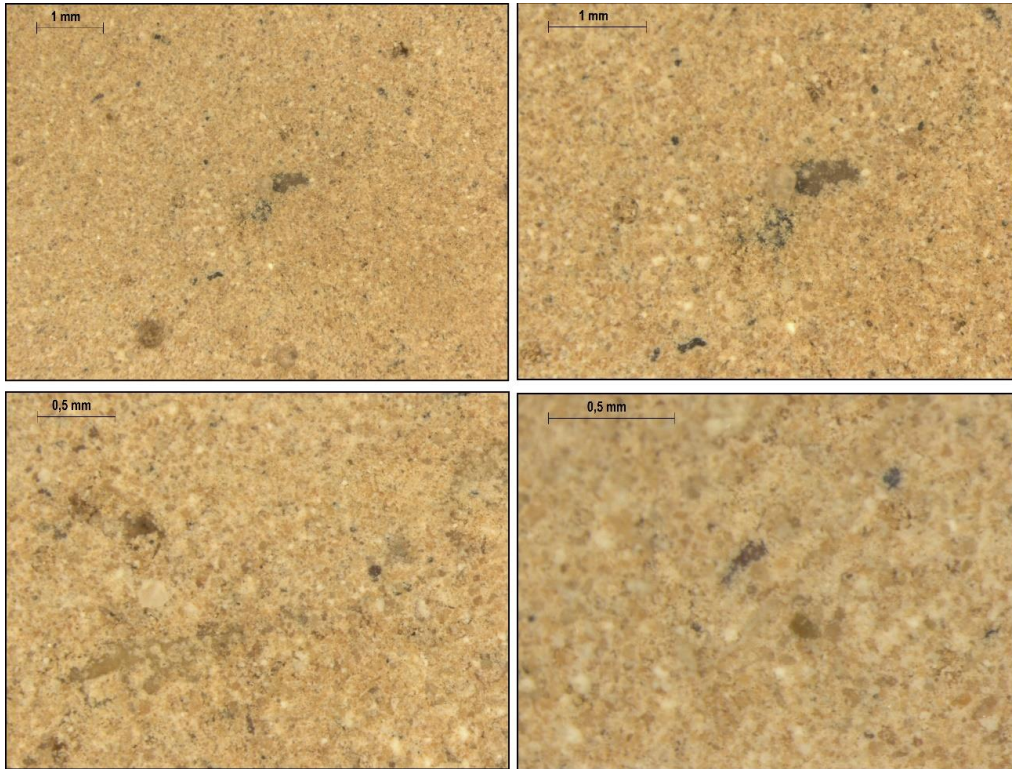


Figura 4.13. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HY3AP.

Tabla 4.6. Composición mortero de afín HLY.

MORTERO HLY (afín 2)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
HLY	30	Cal hidráulica Lafarge NHL 3.5	--	Arena del yacimiento	--	--	1:3
HLYA	30				Acril® 33 10%		
HLYP	6				--	Si	
HLYAP	6				Acril® 33 10%		

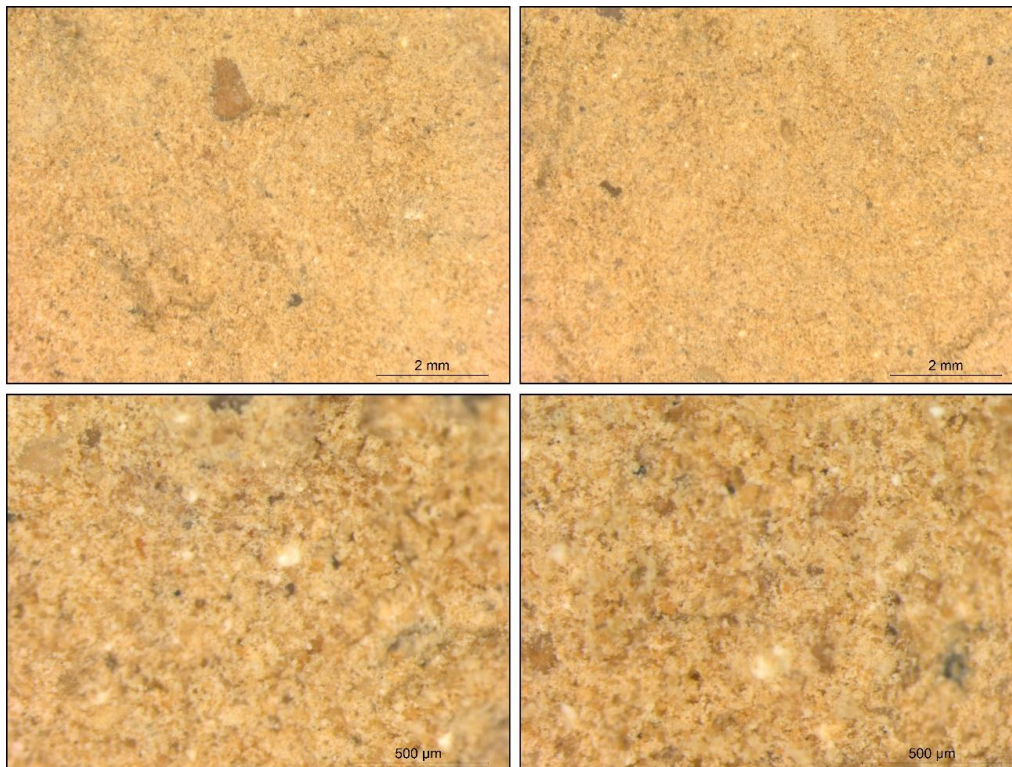


Figura 4.14. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HLY.

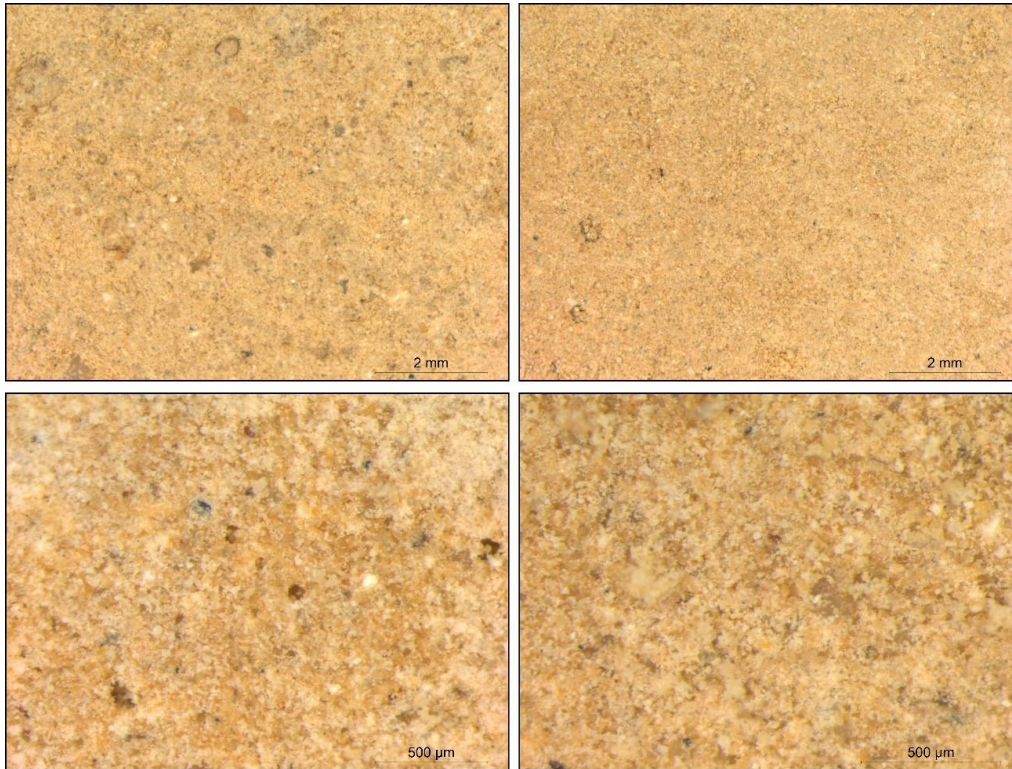


Figura 4.15. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HLYA.

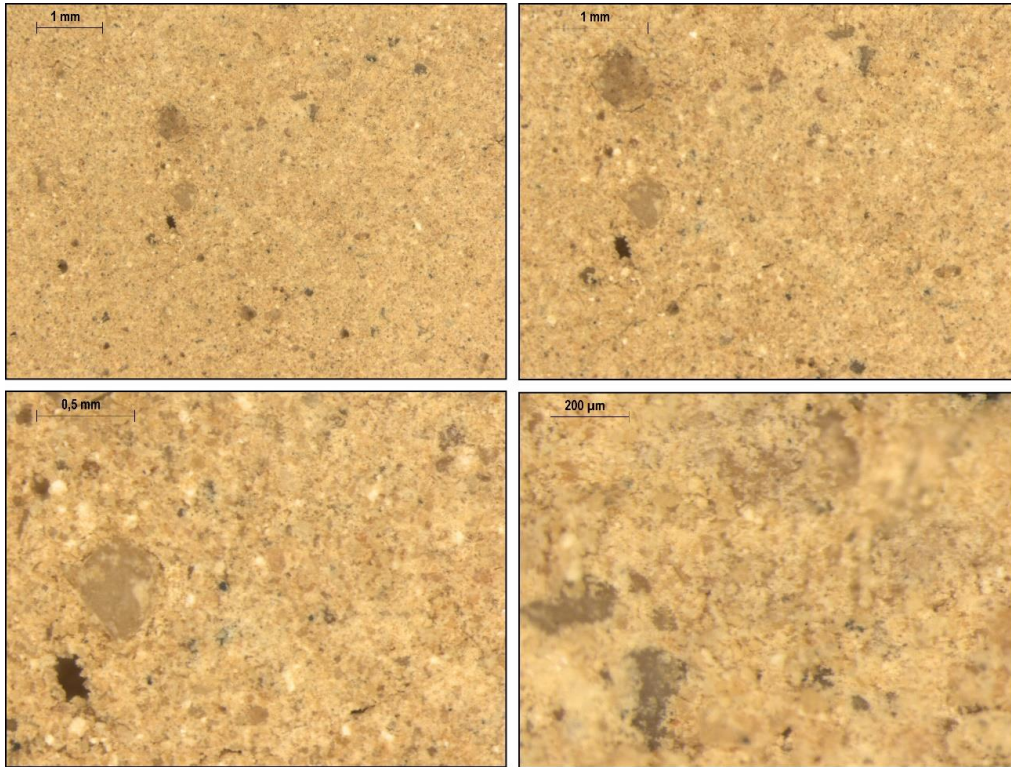


Figura 4.16. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HLYP.

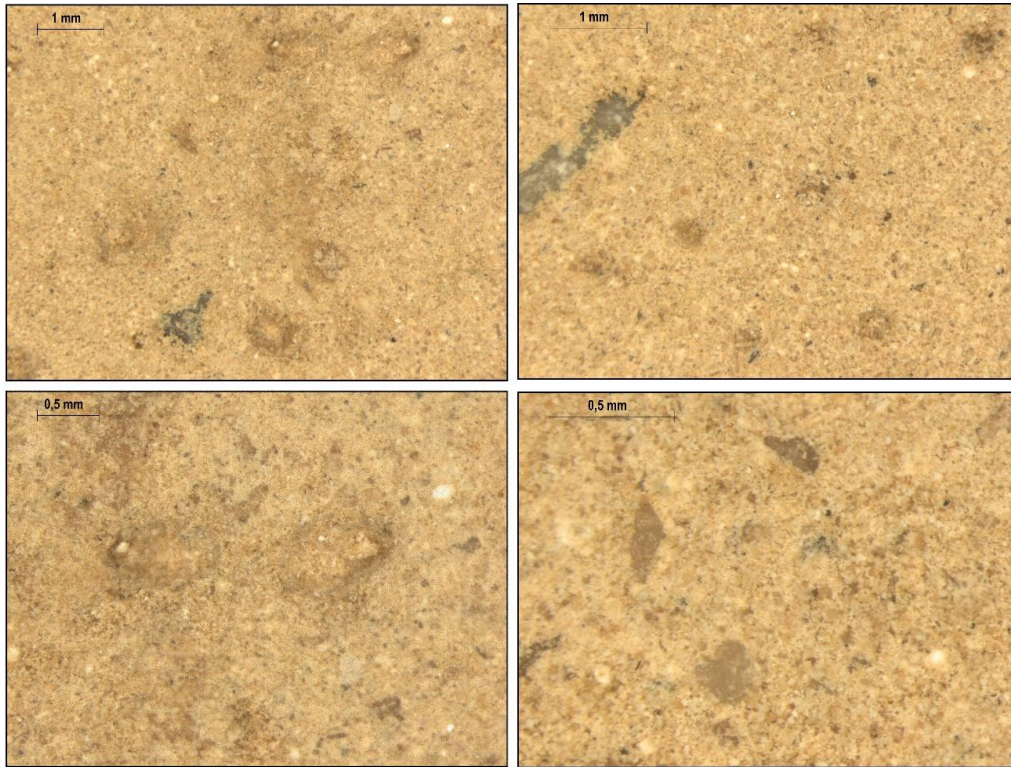


Figura 4.17. Vista en lupa binocular del grupo de probetas HLYAP.

Tabla 4.7. Composición mortero tradicional AVY.

MORTERO AVY (tradicional 1)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
AVY	30	Hidróxido de Calcio, Pachs CL-80S	Puzolana volcánica	Arena del yacimiento	--	--	2:1:7
AVYA	30				Acril® 33 10%		
AVYP	6				--	Si	
AVYAP	6				Acril® 33 10%		

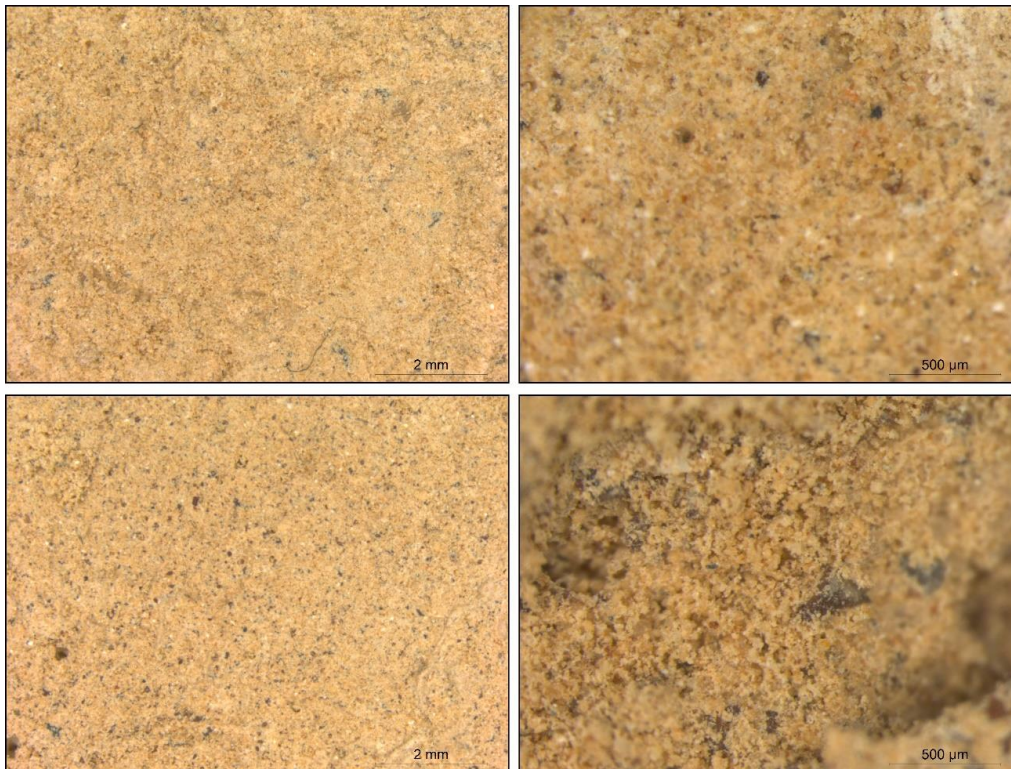


Figura 4.18. Vista en lupa binocular del grupo de probetas AVY.

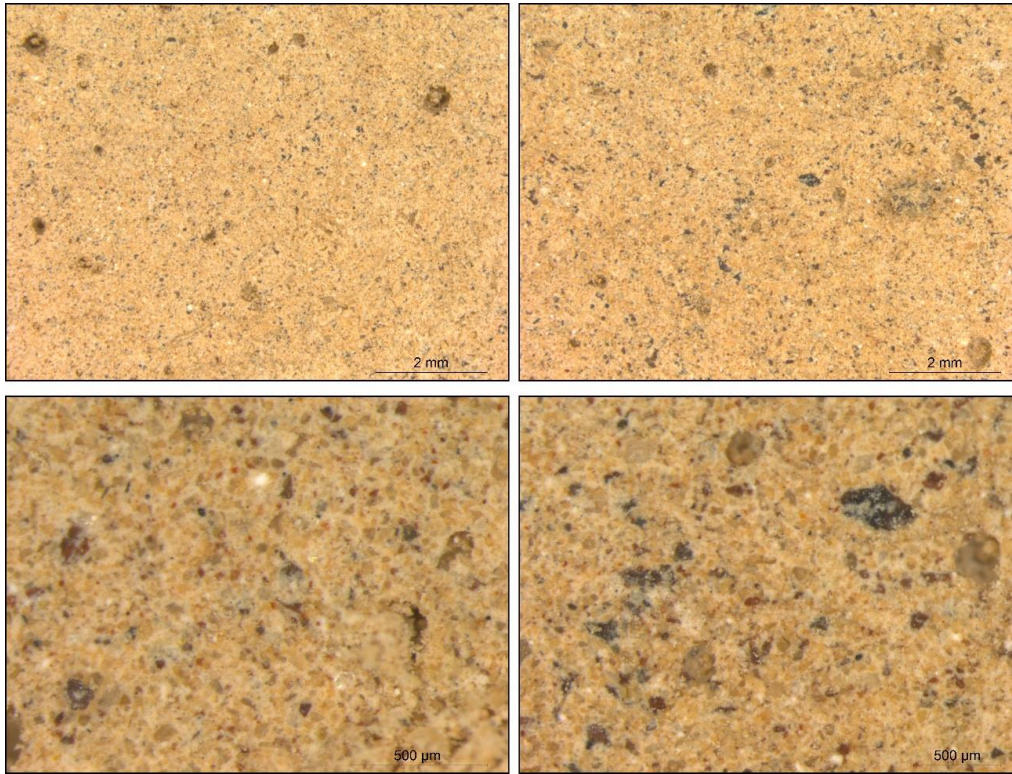


Figura 4.19 Vista en lupa binocular del grupo de probetas AVYA.

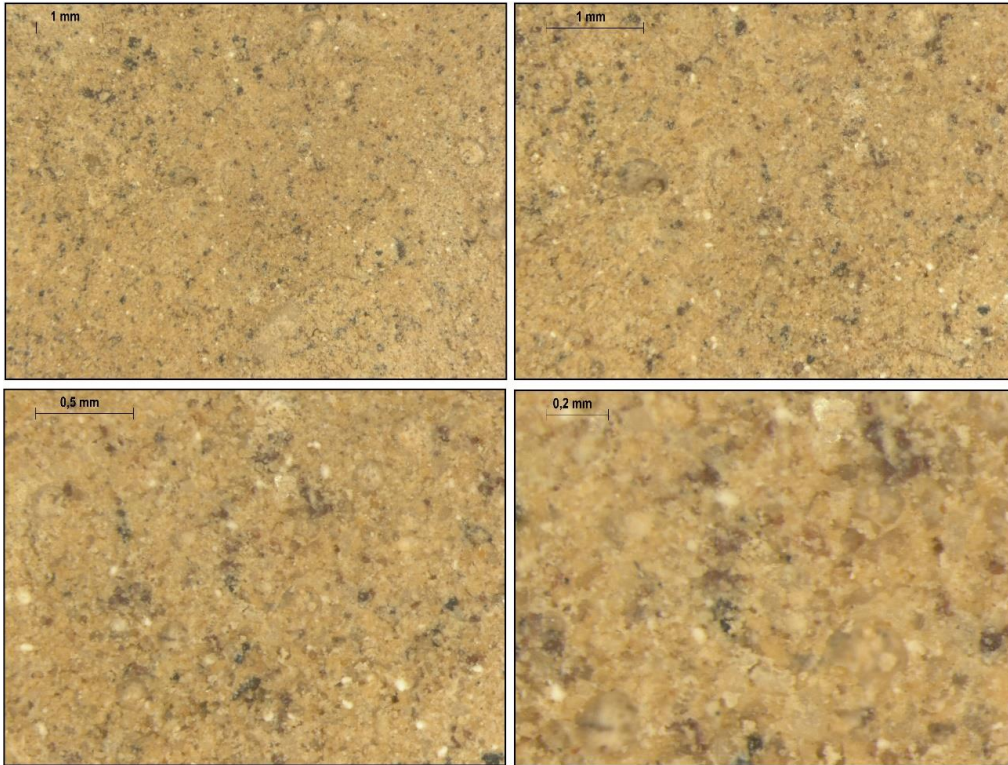


Figura 4.20. Vista en lupa binocular del grupo de probetas AVYP.

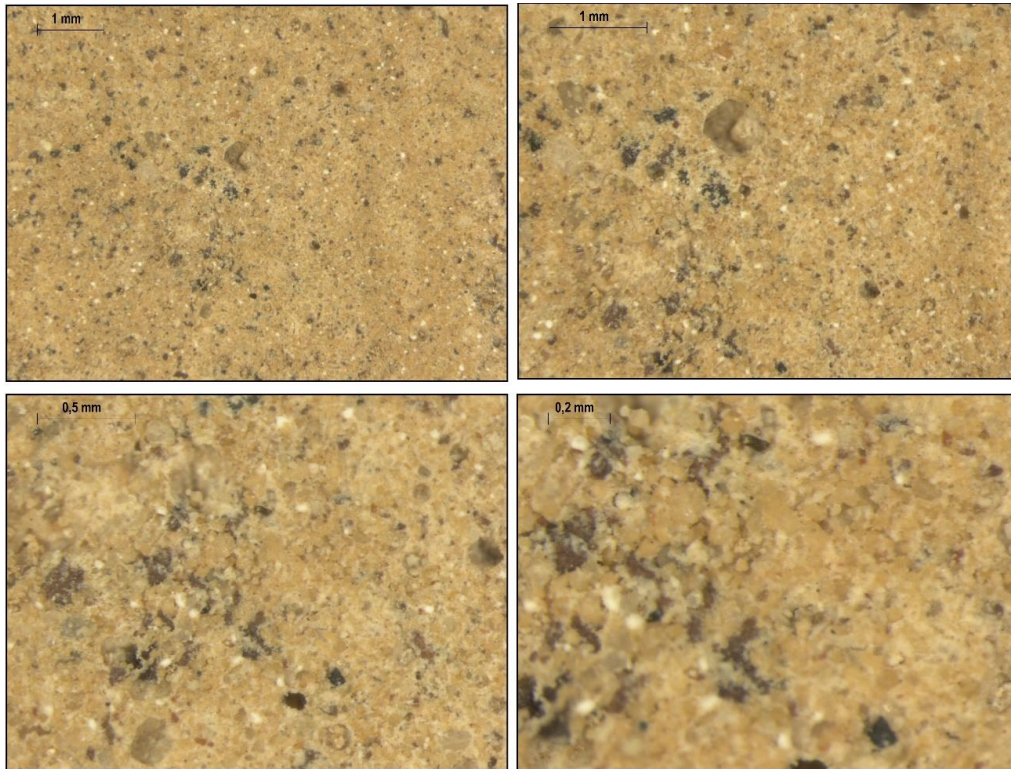


Figura 4.21. Vista en lupa binocular del grupo de probetas AVYAP.

Tabla 4.8. Composición mortero tradicional ALR.

MORTERO ALR (tradicional 2)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
ALR	30	Hidróxido de Calcio, Pachs CL-80S	Ladrillo cocido a 1300° C	Arena del yacimiento	--	--	2:1:7
ALRA	30				Acril® 33 10%		
ALRP	6				--	Si	
ALRAP	6				Acril® 33 10%		

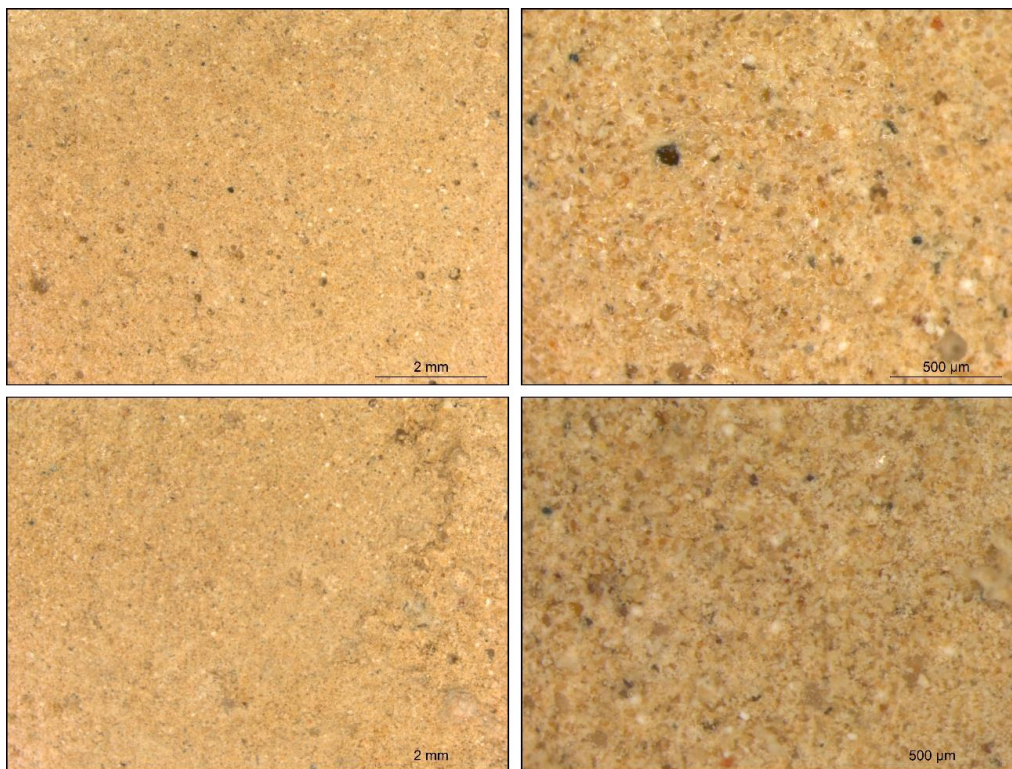


Figura 4.22. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALR.

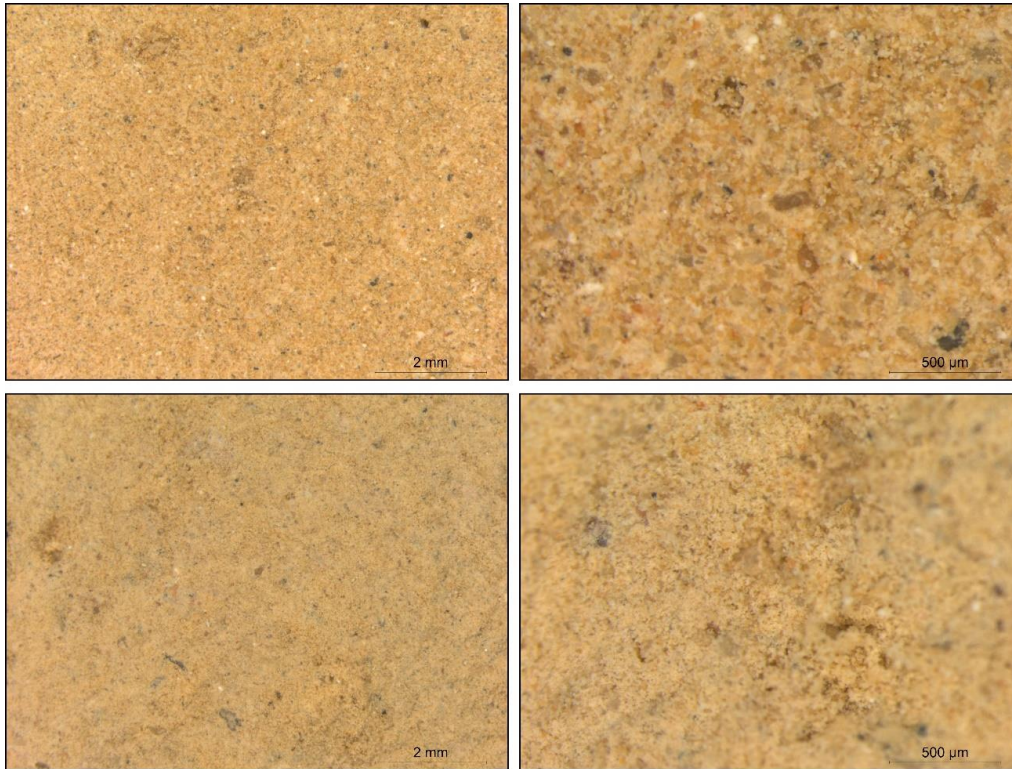


Figura 4.23. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALRA.

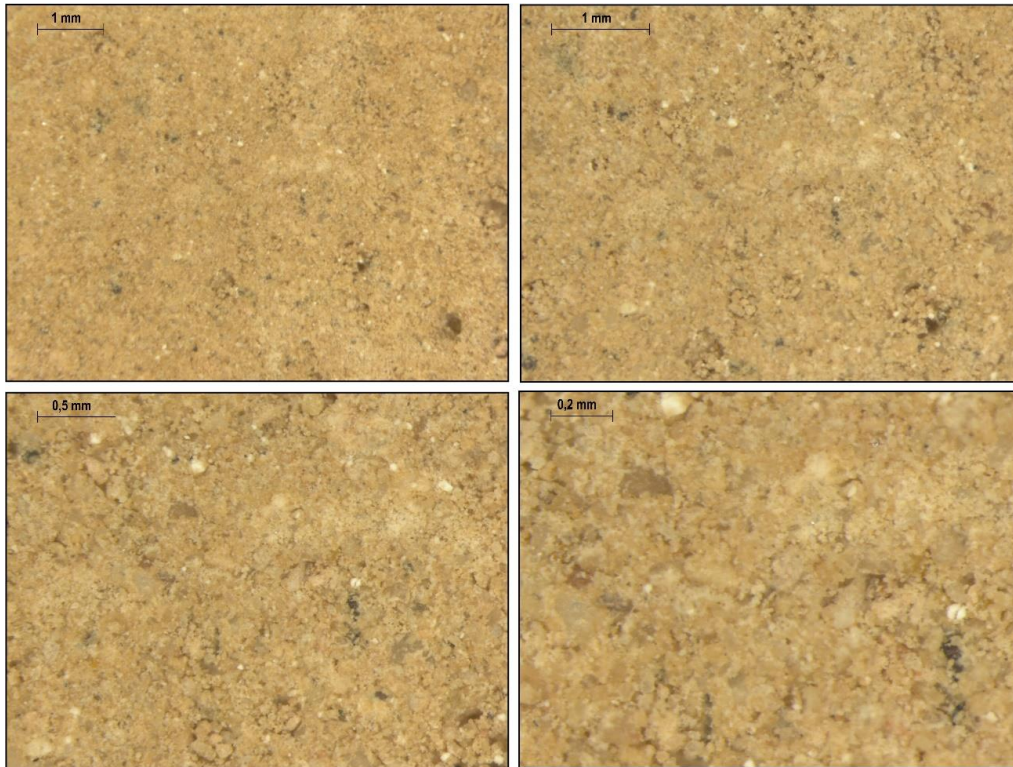


Figura 4.24. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALRP.

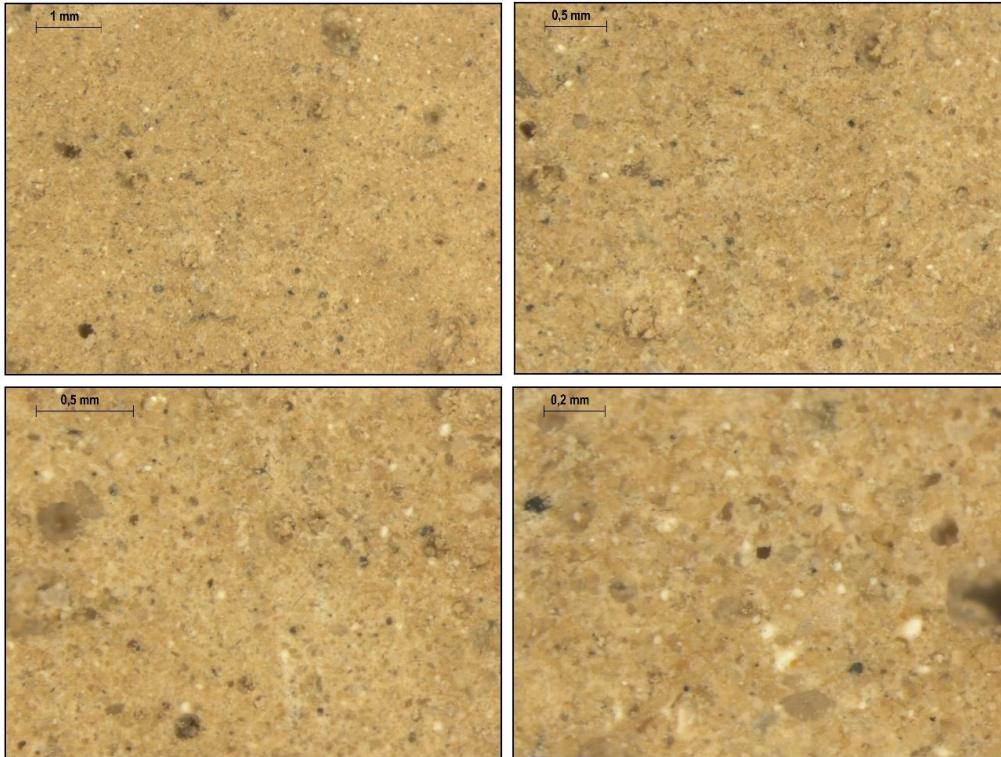


Figura 4.25. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALRAP.

Tabla 4.9. Composición mortero tradicional ALCY.

MORTERO ALCY (tradicional 3)							
Denominación	Nº de probetas	Materiales					
		Conglomerante	Adición puzolánica	Árido	Aditivo	Piedras	Dosificación
ALCY	30	Hidróxido de Calcio, Pachs CL-80S	Ladrillo cocido 900°C	Arena del yacimiento	--	--	2:1:7
ALCYA	30				Acril® 33 10%		
ALCYP	6				--	Si	
ALCYAP	6				Acril® 33 10%		

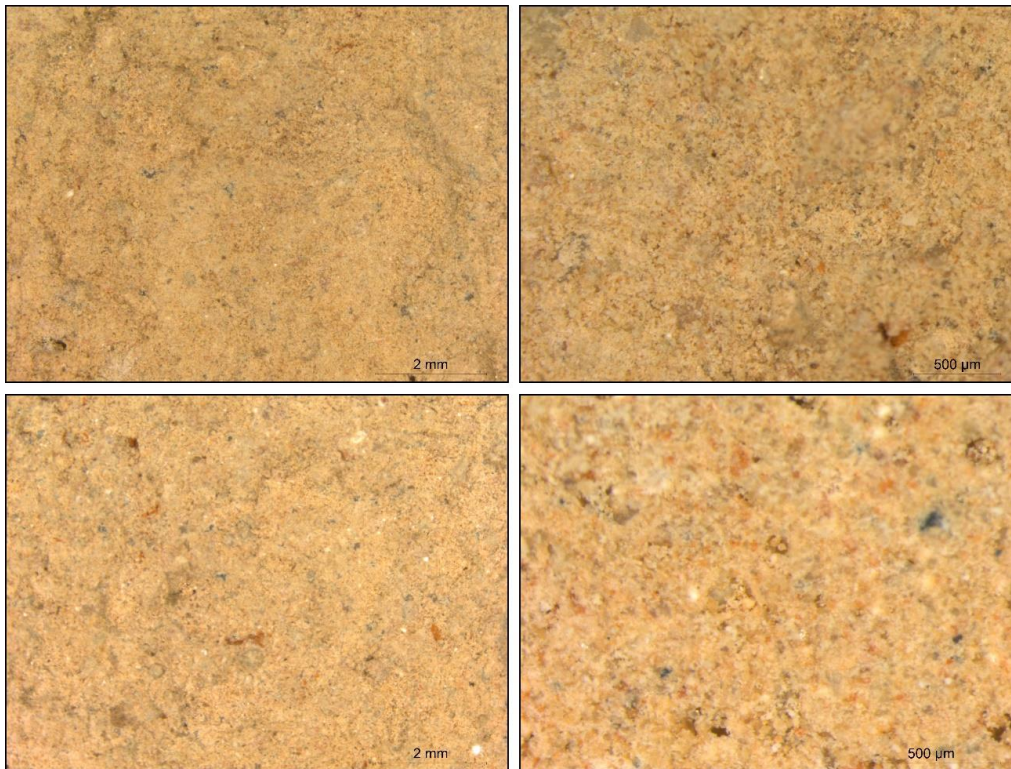


Figura 4.26. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALCY.

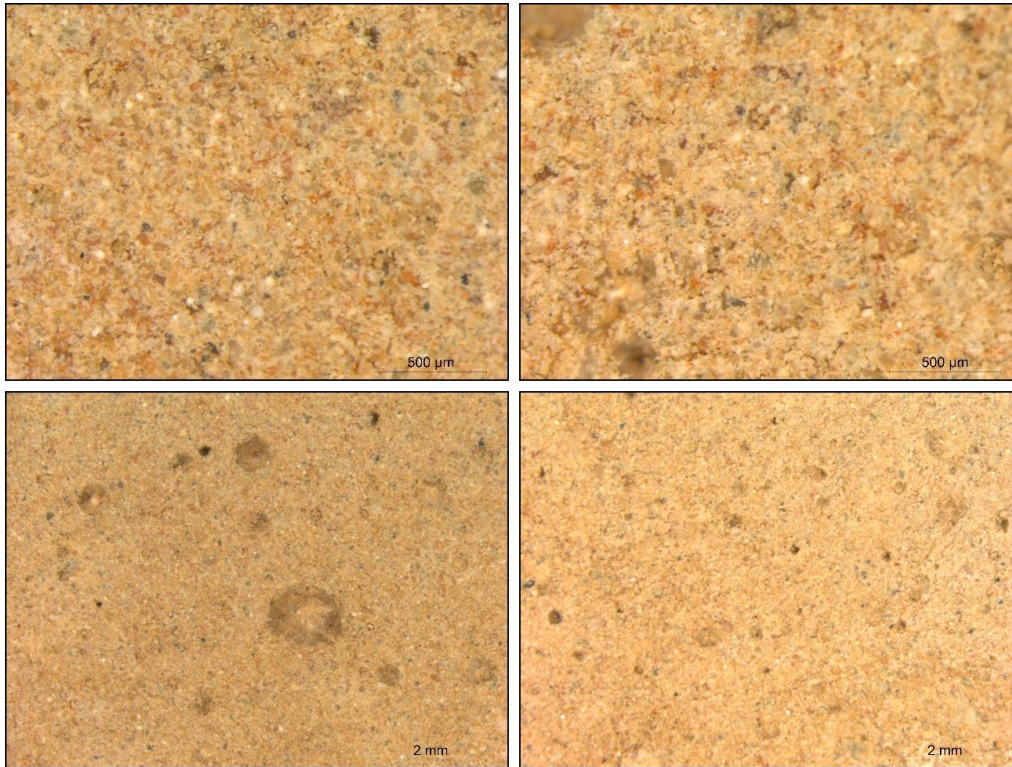


Figura 4.27. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALCYA.

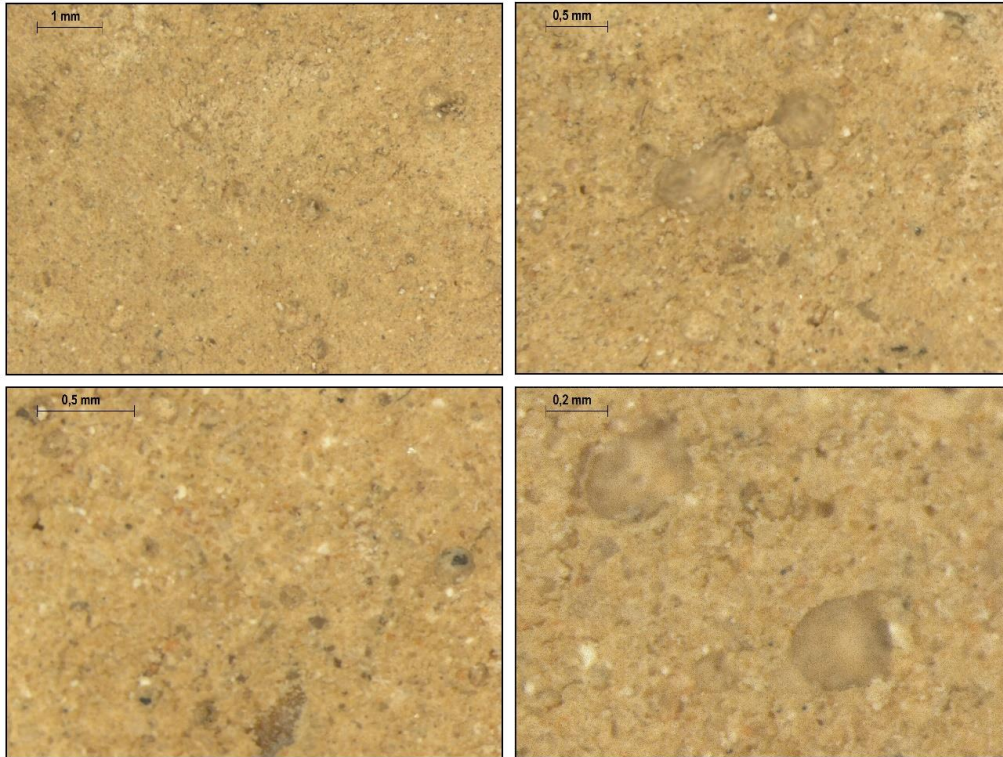


Figura 4.28. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALCYP.

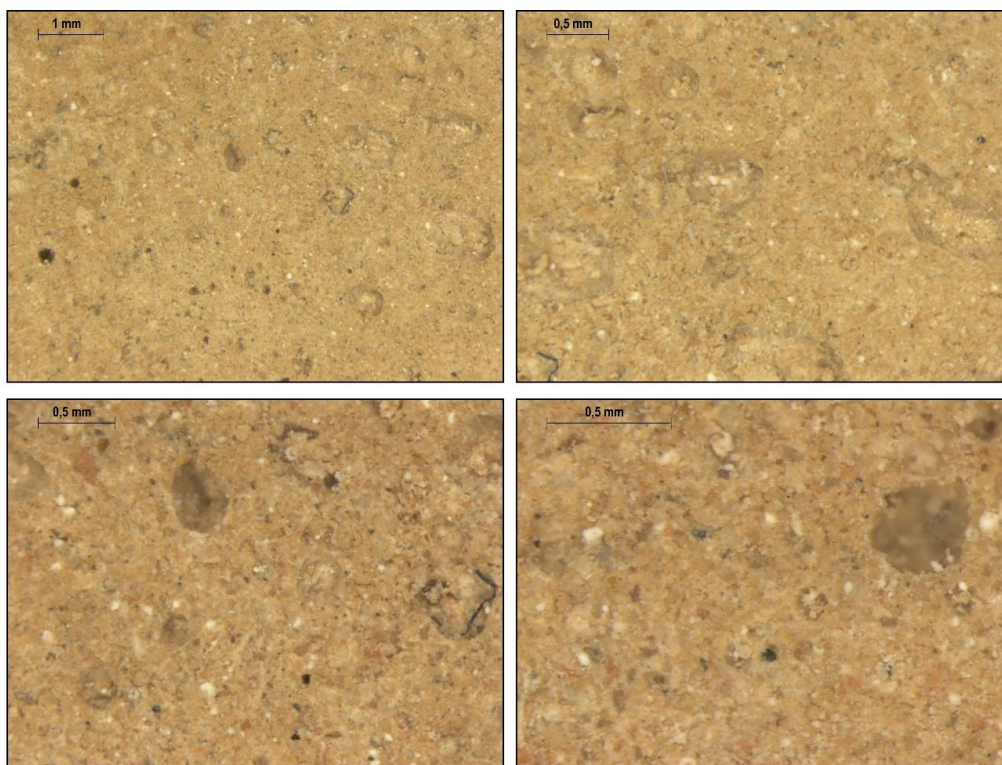


Figura 4.29. Vista en lupa binocular del grupo de probetas ALCYAP.

IV.3.4. Trabajabilidad de los morteros experimentales y primeras impresiones

En base a los criterios planteados para la selección de materiales y preparación de los morteros experimentales, se ha elaborado la gráfica que se corresponde con la Figura 4.30, donde se recogen las primeras impresiones de cada grupo de los morteros que han podido valorarse, según se han ido trabajando en los procesos que incluyen la elaboración de las probetas. Las primeras impresiones se han estimado según los grupos de morteros, no sobre las variables derivadas de cada uno. Se trata de un análisis valorado del 1 (el que menos) al 7 (el que más), ya que son siete el total de familias de morteros estudiadas. Lo que se detecta es lo siguiente:

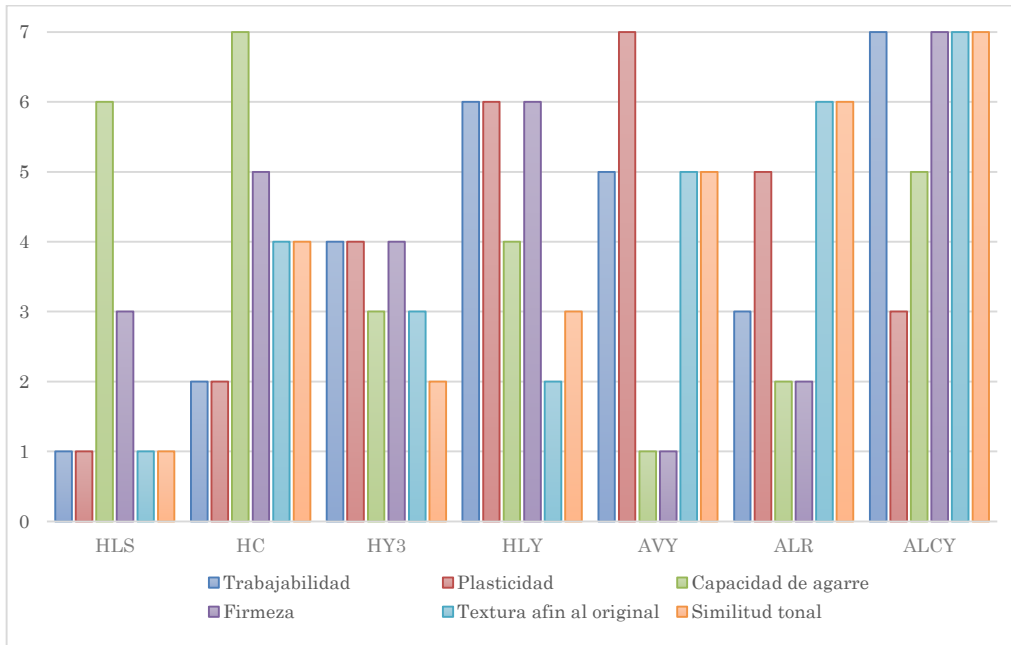


Figura 4.30. Primeras impresiones de los morteros experimentales.

- Grupo HSL: muestra un segundo lugar por detrás del grupo HC en capacidad de agarre y en el resto de propiedades es de los que peores resultados ha ofrecido en esta primera toma de contacto.
- Grupo HC: a diferencia del anterior presenta unas mejores propiedades iniciales, especialmente en la capacidad de agarre y firmeza. En cuanto a la similitud tonal con el mortero original resulta más claro y es más grueso debido a la granulometría que es mayor. La trabajabilidad y la plasticidad en comparación con los morteros afines y tradicionales es peor.

A partir de aquí entre los morteros afines y los tradicionales existen más semejanzas físicas como por ejemplo ocurre con las tonalidades, la trabajabilidad y la plasticidad. Aun así se han apreciado diferencias:

- Grupo HY3: en las primeras impresiones ha resultado ser un mortero intermedio. A pesar de que la tonalidad del mortero es más clara que la del mortero original, el resto de las propiedades son aceptables.
- Grupo HLY: Muestra unas condiciones buenas en cuanto a trabajabilidad, plasticidad y firmeza; en cambio la capacidad de agarre resulta intermedia, y la tonalidad y la textura difieren algo más.
- Grupo AVY: se trata sin duda del grupo que mejor plasticidad ofrece y también una buena trabajabilidad. En cambio las impresiones en capacidad de agarre y firmeza han sido las peor valoradas.
- Grupo ALR: muestra una textura y tonalidad bastante acordes con la del mortero original; mientras que la plasticidad es intermedia; y la trabajabilidad, la capacidad de agarre y la firmeza no son tan buenas.
- El grupo ALCY, tal y como se plantea en el gráfico, presenta unas excelentes propiedades de trabajabilidad y firmeza. La similitud y la textura son muy parecidas a las del mortero original, en cambio la plasticidad también es buena, pero no tanto como sucede en el resto de morteros tradicionales y afines.

IV.4. Caracterización físico-mecánica

IV.4.1. Procedimiento *ex situ*

Teniendo en cuenta las inclemencias climatológicas a las que se ve expuesto el yacimiento arqueológico de La Calerilla, el medio que lo rodea y su exposición a los distintos agentes de degradación, los morteros experimentales han sido sometidos a ensayos de carácter físico-químico y mecánico con el fin de probar su idoneidad para ser susceptibles de ser utilizados en la puesta en valor de las estructuras *in situ*. Los ensayos bajo condiciones controladas han sido realizados en el Laboratorio de Materiales Arqueológicos y Etnológicos del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio en la *Universitat*

Politécnica de València y en cada uno de ellos se especifica el procedimiento desarrollado.

Además de la realización de ensayos en el laboratorio, también se ha realizado un ensayo *in situ* en el yacimiento arqueológico de La Calerilla. Consideramos necesario incluir ensayos de naturaleza diversa ya que deben tenerse en cuenta las condiciones exteriores no controladas y el envejecimiento natural al que se ven a menudo expuestos los morteros de reposición en yacimientos expuestos a la intemperie. La combinación de condiciones tales como los cambios bruscos de temperatura, las fluctuaciones de la humedad relativa, la radiación solar, y agentes tan comunes especialmente en las áreas rurales que carecen de barreras de protección a diferencia de lo que ocurre en las áreas urbanas, como el viento, lluvia hacen que sea necesario probar los materiales en exterior. Por esta razón hemos considerado dividir los ensayos que se han llevado a cabo en dos grupos: ensayos *ex situ*, que se corresponden con los ensayos de laboratorio; y ensayos *in situ*, los realizados en el propio enclave de La Calerilla. El procedimiento *ex situ* a su vez se divide en tres grupos donde se agrupan los diferentes ensayos: propiedades hídricas, propiedades mecánicas y estabilidad frente a agentes de degradación.

Condiciones previas:

Las condiciones del laboratorio han sido de $23\pm 1^\circ\text{C}$ de Temperatura y $50\% \pm 3$ de Humedad Relativa.

Las probetas se secan a masa constante a $50\pm 5^\circ\text{C}$, y respecto al curado de las probetas, los ensayos *ex situ* se han realizado una vez transcurridos 90 días desde su elaboración, excepto las probetas destinadas a la fase A del ensayo de determinación de la resistencia a la adherencia, que tan sólo requiere un curado de 28 días, y las probetas para los ensayos de determinación de la resistencia a la cristalización de sales, de determinación de la resistencia a la heladicidad hielo-deshielo y determinación de la dureza superficial que permanecieron 365 días curando.

IV.4.1.1. Propiedades hídricas

IV.4.1.1.1. Determinación de la absorción de agua por capilaridad

La capilaridad es un fenómeno que se caracteriza por la ascensión de un líquido (agua de lluvia) por canales de reducido diámetro (capilares), producido por la tensión superficial del líquido (CALVO, 1997: 49). La tensión superficial se manifiesta por la elevación o descenso de un líquido en el material, por lo que la capilaridad es producida por dos tipos de fuerzas: una atracción intermolecular entre moléculas semejantes denominada cohesión, y otra fuerza conocida como adhesión, que es la atracción de moléculas distintas. Dependiendo de las magnitudes relativas de la cohesión y de la adhesión del líquido presente en el interior de los muros, se produce la elevación o descenso de los líquidos (CARRASCOSA, LORENTE, 2012: 29). Asimismo, los procesos de resistencia a la intemperie dependen en gran medida de la circulación del agua dentro de los materiales porosos. Por lo tanto los ensayos que conciernen a la absorción de agua y a la transmisión del vapor de agua son relevantes para determinar la durabilidad de los materiales de reposición (MARAVELAKI-KALAITZAKI, 2007: 285; BARBERO, 2011: 961).

Se trata de un fenómeno muy presente en el patrimonio arqueológico expuesto a la intemperie y en el caso específico de La Calerilla de Hortunas, como consecuencia directa de la lluvia, la humedad en el ambiente y situación del terreno, éste es uno de los factores de degradación que, más afecta a las estructuras *in situ*.

IV.4.1.1.1.1. Procedimiento

El objetivo de este ensayo es determinar la absorción de agua por capilaridad sobre las diferentes probetas de morteros experimentales, para así poder obtener información acerca de la cantidad y velocidad de agua absorbida por capilaridad a través de la superficie, cuando la muestra entra en contacto con el agua por su base.

El ensayo se realiza de acuerdo a las pautas establecidas por la norma UNE-EN 15801:2009 para conservación del patrimonio cultural. Para ello se han seleccionado tres probetas de cada grupo de morteros experimentales, un total de 42 unidades, de 4 centímetros de lado y ancho y 2 centímetros de alto, con un curado de 90 días.

El ensayo consta de los siguientes procesos:

- Secado. Se procede al secado de las probetas a 50 °C hasta alcanzar la masa constante.
- Acondicionamiento. En el fondo de una cubeta se coloca un lecho permeable seco con un espesor mínimo de 5 milímetros. Se añade agua hasta que la base del recipiente queda saturada, la cual debe mantenerse así durante todo el ensayo (añadiendo agua cuando sea necesario).
- Registro. Se realiza el correspondiente registro previo de las probetas mediante medición con calibre y pesado.
- Absorción por capilaridad y consiguiente registro. Las probetas se introducen y se colocan sobre el lecho permeable. Al tratarse de morteros hidráulicos al comenzar el ensayo los primeros registros se realizan en periodos muy cortos que van aumentándose proporcionalmente hasta llegar a un único registro cada 24 horas.

El ensayo finaliza cuando transcurren ocho días y la expresión de los resultados se determina a partir de la cantidad de agua absorbida por la probeta (M), por unidad de superficie (S), en el tiempo (t). Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_i = \left[\frac{m_i - m_o}{A} \right]$$

Q_i Cantidad de agua absorbida por unidad de superficie.

M_i Masa de la probeta en el tiempo t_i .

M_o Masa de la probeta en seco.

A Superficie de la probeta en contacto con el agua.

Para determinar la curva de absorción de agua por capilaridad, los valores se representan mediante tablas, obteniéndose de estas unos gráficos con los resultados obtenidos. Se expresan mediante la curva de capilaridad extrayendo su coeficiente.

IV.4.1.1.1.2. Resultados y discusión

Tras calcular la cantidad de agua absorbida por probeta (Kg/m^2) por unidad de superficie en el tiempo (segundos), y realizada la curva de absorción, se aprecian resultados variados en el comportamiento de los distintos tipos de los morteros experimentales.

En la Figura 4.31 se aprecia claramente cómo las líneas representan una pendiente inicial (más o menos acusada), con lo que se expresa la constante absorción de agua de cada una de las muestras hasta que alcanzan su estabilidad. A partir de aquí se detecta un punto de inflexión en las líneas donde esa estabilidad se entiende a partir de la tendencia hacia la horizontalidad. En nuestro caso, ese punto de inflexión se produce para los morteros de obra durante los primeros 90 segundos; en los morteros tradicionales durante los primeros 2 minutos; mientras que en el caso de los morteros afines este periodo se extiende a los 10 minutos.

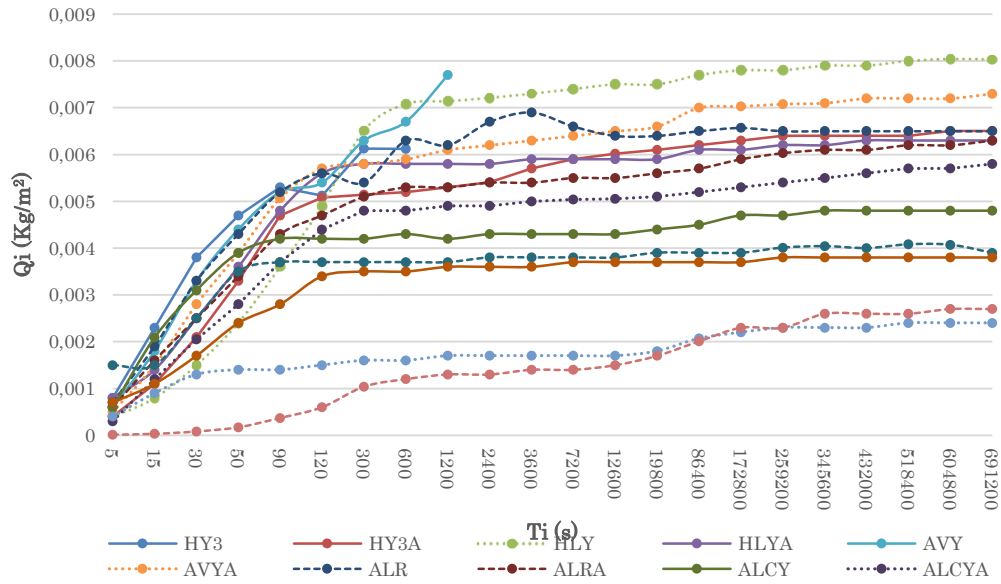


Figura 4.31. Cantidad de agua absorbida por capilaridad por unidad de superficie.

En primer lugar se observa cómo los morteros de obra, sobre todo los HLY, presentan una curva de absorción considerablemente inferior al resto mostrando un acusado efecto hidrorrepelente debido a su composición silícea (ver Figura 4.32).



Figura 4.32. Transcurso del ensayo de absorción de agua por capilaridad sobre las probetas HC y HCA durante los 15 primeros minutos.

Mientras, los morteros afines y tradiciones HLY y ALCY muestran un comportamiento normal sujetos a una absorción de agua inicial durante los primeros cinco minutos de contacto y mostrando una clara estabilidad una vez transcurrido este tiempo. El comportamiento del mortero ALR en cambio se muestra inestable en los primeros minutos y después termina por estabilizarse; mientras que los morteros HY3 y AVY resultan ser demasiado blandos llegando a presentar microfisuras a los 10 y 20 minutos respectivamente.

Por otro lado, en cuanto a las diferencias de los morteros experimentales con y sin las adiciones acrílicas, cabe señalar que el aditivo supone grandes cambios entre los morteros afines y tradiciones, especialmente en el caso del grupo AVY, donde las probetas AVY definitivamente se descartaron, mientras que las AVYA resistieron adecuadamente el ensayo. En cambio, para los morteros de obra las variaciones con y sin adición acrílica son mínimas.

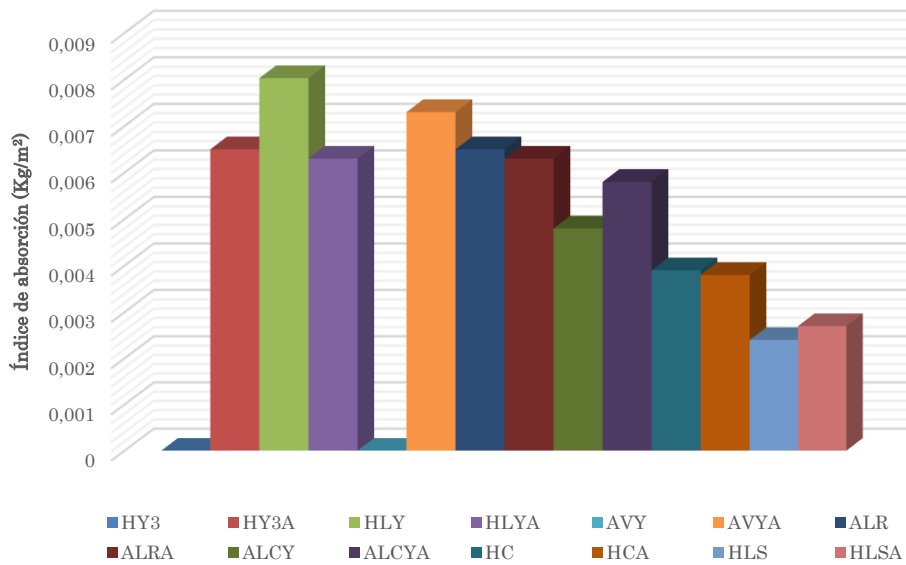


Figura 4.33. Índices de absorción por variable estudiada de mortero experimental.

IV.4.1.1.1.3. Conclusiones

En este ensayo a diferencia de lo que ocurre en el resto, la división de morteros entre morteros afines y tradicionales no representa un orden para determinar qué morteros absorben más o menos agua. Asimismo, se aprecia claramente como los morteros que más líquido absorben son los afines y tradicionales, y los que mayor efecto hidrorrepelente muestran son los de obra. Por otro lado, el grupo que más agua absorbe en su interior es el HLY clasificado como afín, y le sigue el AVYA y ALR, ambos clasificados como tradicionales. A continuación se mantienen a un mismo nivel los HY3A, HLYA y ALRA, afines y tradicional; tras ellos los grupos ALCYA y ALCY tradicionales; mientras que los que mejor repelen el líquido son los grupos de morteros de obra HC, HCA, HLSA y HLS respectivamente.

En primer lugar se detectan diferencias entre los morteros afines y tradicionales frente a los morteros de obra, por lo que la cuestión se centra en el tipo de árido. El árido de sílice de las probetas HLS y HLSA repele el agua más que el resto, y el árido de obra también muestra unos resultados que se diferencian de los morteros tradicionales y afines. El uso del árido proveniente del enclave de La Calerilla muestra unas condiciones más absorbentes, que dependiendo del tipo de adición puzolánica y de la adición acrílica varía considerablemente. Por otro lado, en el tipo de la cal utilizada, no se aprecia que el uso de una u otra afecte en la capacidad de absorción, ya que los morteros de obra y los afines están compuestos por el mismo tipo de cal hidráulica. Los morteros tradicionales, también muestran unos comportamientos variados que a nuestro parecer difieren por la adición puzolánica fundamentalmente. En este caso se observa que el polvo de ladrillo cocido a 900 °C muestra unos mejores resultados que el polvo de ladrillo cocido a 1300 °C o que la puzolana volcánica.

Naturalmente los resultados obtenidos también tienen que ver con la porosidad o los espacios vacíos en el interior. El elevado número de poros abiertos y su disposición favorecen la accesibilidad del líquido. No obstante observando las precipitaciones de Requena, que durante el año no son tan

abundantes pero sí irregulares y torrenciales, la absorción por capilaridad será considerablemente menor a la obtenida en el ensayo realizado.

Estos datos se tendrán en cuenta una vez se valoren el resto de ensayos, ya que una menor absorción de líquido no implica necesariamente una mejor conservación de las estructuras arqueológicas. De hecho la elección de un mortero de menor capacidad de absorción que el mortero original puede suponer la migración directa de líquidos hacia los morteros originales, ya que los morteros añadidos repelerán con mayor facilidad los líquidos. Es por esta razón por lo que se debe hacer hincapié en el uso de un mortero lo más similar posible al mortero original.

IV.4.1.1.2. Determinación de la absorción de soluciones salinas por capilaridad

Las sales solubles pueden llegar a las estructuras arqueológicas mediante la solubilización de los materiales constituyentes, por capilaridad o desde el aire. A causa de las lluvias irregulares y torrenciales registradas en Requena, así como los cambios bruscos tanto de temperatura como de humedad y la posible solubilización de los materiales constituyentes, se ha detectado la presencia de sales solubles por capilaridad en las estructuras murarias del yacimiento (ver apartado III.3.4.1. Factores de deterioro). La presencia de sales provoca escorrentía y erosión, debido a su penetración en los poros de los materiales y cristalizar en su interior. Las sales precipitan y cristalizan a diferentes alturas en una secuencia específica de acuerdo a sus solubilidades y a la temperatura y humedad relativa en el ambiente. De esta forma, el agua se evapora por encima del nivel del terreno y la solución se va concentrando cada vez más, mientras sigue estando sujeta al ascenso por capilaridad. A medida que la solución salina se va saturando durante el transporte, cualquier evaporación adicional causa la cristalización e inmovilización de la sal (LÓPEZ-ARCE, 2008: 25-26).

Dentro de las sales minerales, los sulfatos son las sales más peligrosas para durabilidad del material constructivo, ya que normalmente cristalizan en el interior del material, dependiendo de la viscosidad de la sal, las condiciones

de exposición a la intemperie (humedad y radiación solar fundamentalmente) y la velocidad de secado del material. El sulfato sódico por encima de los 32 °C es anhidro y por debajo de los 24 °C cristaliza con 10 moléculas de agua experimentando grandes cambios de volumen (CARBONELL, 1993: 75). Debido a su alta presión de cristalización, estas sales causan daños como el debilitamiento de la resistencia de los morteros, aparición de fisuras y grietas y desprendimientos (RODRÍGUEZ NAVARRO *et al*, 2000: 1527-1528; ARIZZI *et al*, 2012: 808). En los morteros, el ataque de sulfatos consiste en una secuencia de tres subprocesos: en primer lugar, los iones sulfato se difunden entre los poros del mortero, dependiendo de su permeabilidad; en segundo lugar, los iones sulfato reaccionan con el hidróxido de calcio, lo que facilita aún más la penetración de sulfatos en la matriz calcárea; finalmente, los minerales sulfatos como el yeso o la etringita precipita, dependiendo de la composición del aglutinante (ARIZZI *et al*, 2012: 808).

Siendo así, la realización de este ensayo mediante soluciones salinas de sulfato sódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) al 14% en agua ha permitido simular condiciones próximas a las reales y poder valorar así el comportamiento de los morteros experimentales. Los resultados permiten, además, establecer correlación y comparar los resultados extraídos con los del ensayo de determinación de la absorción de agua por capilaridad.

IV.4.1.1.2.1. Procedimiento

Este ensayo se basa en los mismos procesos que el ensayo de determinación de la absorción de agua por capilaridad regulado mediante la norma UNE EN 15801:2009, con la diferencia de que en este caso se ha utilizado una solución de sulfato sódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) al 14% en agua. Se han utilizado dos probetas de cada mortero experimental de 4x4x2 centímetros con 90 días de curado y los procesos que se han seguido son los siguientes:

- Secado. Se procede al secado de las probetas a 50 °C hasta alcanzar la masa constante.

- Acondicionamiento. En el fondo de una cubeta se coloca un lecho permeable seco con un espesor mínimo de 5 milímetros. Se añade la solución de sulfato sódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) al 14% en agua hasta que la base del recipiente queda saturada manteniéndose así durante todo el ensayo (añadiendo la solución en agua cuando sea necesario).
- Registro. Se realiza el correspondiente registro previo de las probetas mediante medición con calibre y pesado.
- Absorción por capilaridad y consiguiente registro. Las probetas se introducen y se colocan sobre el lecho permeable. Al tratarse de morteros hidráulicos al comenzar el ensayo los primeros registros se realizan en periodos muy cortos que van aumentándose proporcionalmente hasta llegar a un único registro cada 24 horas.

El ensayo finaliza cuando transcurren ocho días (si las probetas no se han roto antes) y la expresión de los resultados se determina a partir de la cantidad de la solución en agua absorbida por la probeta (M), por unidad de superficie (S), en el tiempo (t); y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_i = \left[\frac{m_i - m_o}{A} \right]$$

- Q_i Cantidad de la solución absorbida por unidad de superficie.
 M_i Masa de la probeta en el tiempo t_i .
 M_o Masa de la probeta en seco.
 A Superficie de la probeta en contacto con la solución.

IV.4.1.1.2.2. Resultados y discusión

En comparación con los resultados obtenidos del ensayo de determinación de la absorción de agua por capilaridad, en este ensayo se aprecian algunas diferencias significativas. Las más visibles se corresponden con el comportamiento de los grupos AVY y ALR que a partir de los 2 primeros minutos se desestabilizan hasta llegar a su fractura al transcurrir una hora de

ensayo y tener que ser descartadas. El grupo AVYA también sufre una visible desestabilización que dura 6 días, hasta que finalmente se estabiliza y muestra los mismos comportamientos que los grupos ALRA y HLYA durante las últimas 72 horas del ensayo. Mientras, el resto de grupos muestran un comportamiento similar al del ensayo de absorción de agua por capilaridad (ver Figura 4.34).

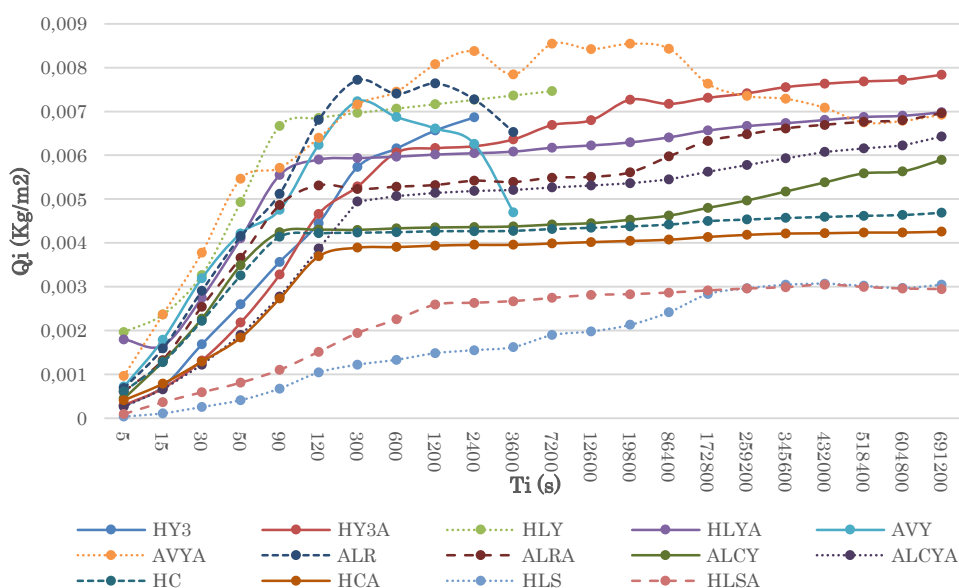


Figura 4.34. Cantidad de agua absorbida por capilaridad con solución de sulfato sódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) al 14% por unidad de superficie.

Los grupos HSL y HSLA permanecen como los grupos menos atacados por la solución salina y, de igual forma, como los más hidrorrepelentes. En este caso muestran mínimas diferencias en su comportamiento, donde efectivamente el grupo HSL se muestra más estable hasta transcurridas 48 horas del ensayo, donde a partir de aquí ambos grupos presentan una misma tendencia.

A continuación se muestran los grupos HC, HCA, ALCY y ALCYA. En el ensayo de absorción de agua por capilaridad se mostraban diferencias más claras entre los morteros de obra y los morteros tradicionales, pero en este caso presentan tendencias aún más semejantes si cabe. En la gráfica se distingue

cómo los grupos HC y ALCY presentan un mismo comportamiento durante las primeras 5,5 horas, mientras que los HCA y ALCYA con adición acrílica muestran un inicio semejante hasta que a partir de los 2 primeros minutos comienzan a distanciarse cada vez más. Mientras HCA muestra una tendencia prácticamente invariable, ALCYA mantiene un progresivo aumento a partir de las 24 horas manteniéndose igualmente por encima del grupo ALCY.

Respecto a los grupos ALRA, HLYA y HY3A, éstos muestran comportamientos similares donde su estabilización se manifiesta a partir de los 2 minutos. A partir de aquí HY3A presenta una tendencia más progresiva; mientras que los otros dos grupos muestran comportamientos idénticos transcurridas 48 de horas del ensayo.

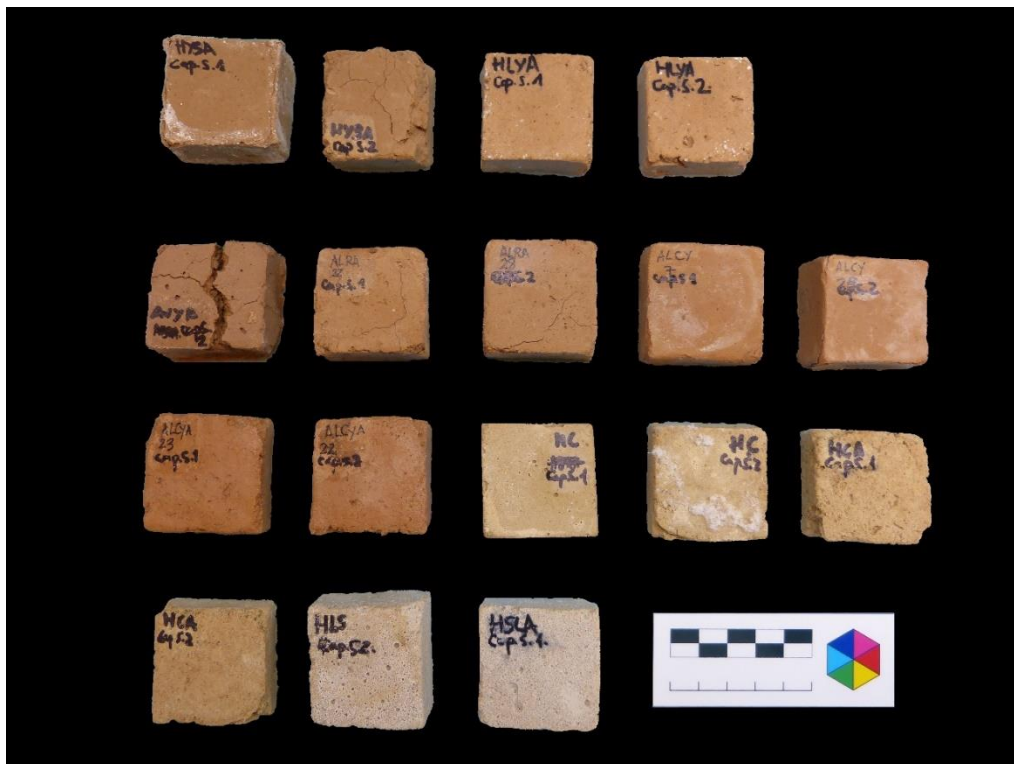


Figura 4.35. Aspecto final de las probetas que han resistido el ensayo determinación de la absorción de soluciones salinas por capilaridad.



Figura 4.36. Aspecto final de las probetas tras el ensayo. Imágenes de detalle de una probeta de cada grupo que ha pasado el ensayo.

Respecto a la resistencia de las probetas frente a la solución salina, si se observan las Figura 4.36, donde se muestra el aspecto final de las probetas ensayadas y el detalle de una probeta de cada grupo que ha resistido este ensayo. Las probetas que muestran menor cantidad de eflorescencias salinas son las del grupo ALCY, seguido por los grupos ALCYA, HLYA y AVYA. A partir de aquí el contenido en sales aumenta en las siguientes probetas con el orden que sigue: HY3A, HSL, HSLA, HCA, y HC. En este último caso, en el grupo HC, la presencia de eflorescencias salinas en el exterior de la probeta es la mayor registrada con la consecuente pérdida de material superficial en pequeños fragmentos (ver Figura 4.37). También cabe la posibilidad de que las otras probetas alberguen en su interior casos de cristalización subeflorescencias, ya que su presencia desde el exterior no tiene porqué notarse y, en este caso, sí se trataría de casos más graves que el registrado en el grupo HC.



Figura 4.37. Visibles eflorescencias salinas en el exterior de la probeta HC.Cap-S-2 tras la evaporación del líquido, el consiguiente aumento de volumen y desprendimiento de fragmentos en forma de lascas.

IV.4.1.1.2.3. Conclusiones

Con la realización de este ensayo ha sido posible reproducir los procesos por los que atraviesan las estructuras arqueológicas expuestas a la intemperie tras la absorción de líquidos que contienen soluciones salinas. En la restauración de un patrimonio tan vulnerable como es el patrimonio arqueológico al exterior, resulta fundamental no introducir más sales solubles, ya que el edificio de por sí está expuesto a su ataque debido a su condición de exposición a la intemperie. Por este motivo resulta esencial trabajar con materiales libres de sales, en sustitución del hormigón o del cemento y áridos contenedores de sales.

Como conclusiones de este ensayo se extrae que deben diferenciarse dos cuestiones: por un lado la capacidad de absorción capilar de líquidos de las probetas y, por otro lado, la presencia de eflorescencias que presentan aquellas probetas que han resistido al ensayo. En esta línea los morteros tradicionales ALCY en primer lugar y ALCYA en segundo lugar, son los que muestran unos mejores resultados presentando una línea de absorción normal y una presencia mínima de eflorescencias en comparación con el resto de los grupos. Los morteros de obra en este caso son los que mayores eflorescencias presentan, lo que constituye uno de los agentes más dañinos para el patrimonio arqueológico,

ya que las sales solubles migrarían a los materiales originales poniendo en peligro su integridad. El resto de morteros tradicionales sí se han mostrado más débiles y vulnerables, por lo que su uso en lugares de altos contrastes térmicos requeriría una constante revisión especialmente en los meses de mayor amplitud térmica y húmeda. En cambio, los morteros afines muestran unos resultados intermedios: experimentan unos buenos resultados frente al ataque de sales y además al ser materiales libres de sales su uso en intervenciones de patrimonio no introduce más sales solubles de las que ya de por sí pueden contener las estructuras arqueológicas por su condición de exposición.

El grado de deterioro de las probetas y el carácter destructivo de este ensayo ha ofrecido unos resultados más determinantes que en el ensayo de absorción de agua por capilaridad, lo que ha hecho posible realizar una valoración más específica del comportamiento de los morteros experimentales. Aunque, a diferencia de lo que ocurre *in situ*, este ensayo se ha realizado representando los procesos a los que se ven expuestas las estructuras arqueológicas, pero bajo condiciones de laboratorio. Esto quiere decir que los cambios bruscos de temperatura y humedad, tal y como ocurre *in situ*, no se representan. De manera que en condiciones extremas los daños manifestados en el ensayo pueden magnificarse más aun y debilitar la resistencia de los morteros y su adhesión a la mampostería en un mayor grado que el expuesto. Por esta razón, es fundamental la comparación de los resultados obtenidos en este ensayo con los del ensayo de envejecimiento natural *in situ* especialmente, con el fin de establecer una correlación y poder valorar los resultados en su conjunto.

IV.4.1.1.3. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica

Mediante la absorción de agua a presión atmosférica se puede determinar la cantidad máxima de agua que un material puede albergar en su interior y se expresa generalmente en porcentaje respecto al peso de la probeta en seco. Siendo así, un mortero con una elevada capacidad de absorción puede resultar inadecuado en los procesos de alteración estudiados, especialmente si se expone

a condiciones climáticas adversas sobre todo durante los meses de invierno con los procesos de hielo-deshielo tal y como ocurre en el yacimiento arqueológico de La Calerilla (BARBERO, 2011: 958; MAS BARBERÁ, 2006: 206).

IV.4.1.1.3.1. Procedimiento

El objetivo de este ensayo es poder determinar la cantidad de agua máxima que los morteros experimentales son capaces de absorber, pudiendo observar así el efecto que en ellos produce. Se han escogido 3 probetas de 4 centímetros de arista con un curado de 90 días.

El ensayo se ha realizado siguiendo las pautas establecidas en la normativa UNE-EN 13755:2008 para ensayo de piedra natural que consiste en las siguientes fases:

- Secado. Las probetas se secan en estufa a 50 °C hasta alcanzar la masa constante.
- Registro. Cada probeta se pesa en seco y a continuación se colocan en el interior de un tanque con base plana y apoyos metálicos inoxidable en su interior (no absorbentes), permitiendo que todas las caras de las probetas estén en contacto con el agua.
- Proceso de inmersión. Se va añadiendo agua corriente a 20 ± 10 °C, primeramente hasta la mitad de la altura de las probetas; tras una hora hasta alcanzar las tres cuartas partes de la altura de las probetas; y en dos horas se añade agua hasta que las probetas queden totalmente sumergidas.
- Inmersión. Las probetas deben permanecer 48 horas sumergidas
- Registro. Tras las primeras 48 horas se procede a su registro por sistema de pesadas y a partir de aquí se realiza cada 24 horas.

El ensayo no concluye hasta que las probetas alcanzan la masa constante en inmersión o masa de la probeta saturada. La expresión de los resultados se

determina a partir de la absorción de agua a presión atmosférica A_b de cada probeta y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A_b = \frac{ms - md}{md} * 100$$

A_b Absorción de agua a presión atmosférica.

M_s Masa de la probeta saturada (hasta que alcanza la masa constante en inmersión).

M_d Masa de la probeta en seco.

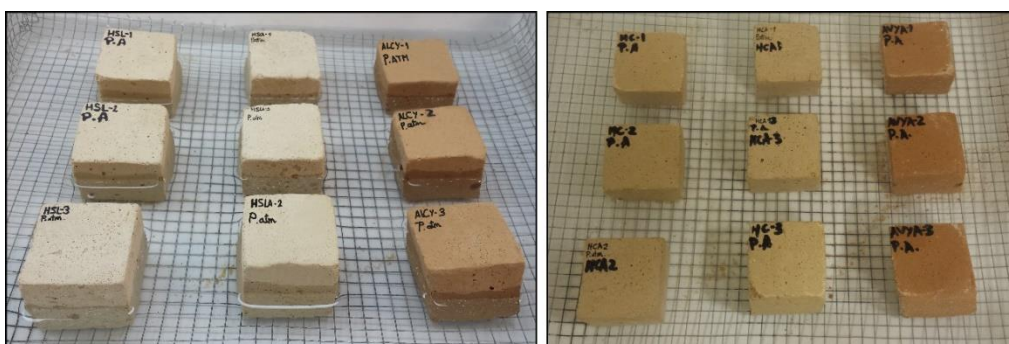


Figura 4.38. Proceso de inmersión de distintos grupos de probetas y transcurso del ensayo de determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.

IV.4.1.1.3.2. Resultados y discusión

La capacidad de absorción agua a presión atmosférica de los morteros experimentales presenta unos resultados diferentes. Los resultados pueden diferenciarse en cuatro puntos: primeramente aquellos morteros que no aguantan el ensayo; en segundo lugar los morteros que presentan una capacidad de absorción en torno al 11%; en tercer lugar los morteros cuya capacidad de absorción oscila sobre el 14%; y finalmente los morteros que se sitúan entre el 26 y el 29% con un mayor índice de absorción de agua a presión atmosférica (ver Figura 4.38). Este se trata de un ensayo largo, de un total de 432 horas, hasta que el último grupo alcanzó su masa constante a presión atmosférica.

En cuanto a la representación gráfica de los resultados de la Figura 4.39, en ella se puede apreciar una primera pendiente en la línea que representa a

todos los grupos de morteros que se corresponde con la inmersión de las probetas en agua durante las primeras 48 horas hasta que se realiza su primer registro. A partir de aquí se aprecia una clara estabilidad en la mayoría de los grupos hasta que las probetas que resisten el ensayo terminan por alcanzar su masa constante en sumersión.

Durante el transcurso del ensayo aquellos grupos de morteros que no resistieron el ensayo fueron AVY, AVYA, ALR y HY3, que tuvieron que ser descartados al descomponerse antes de alcanzar su masa constante. Esto sucedió en los casos de AVY y ALR tras alcanzar las 48 horas, en el grupo AVYA tras alcanzar las 216 horas y en el HY3 tras 336 horas.

El resto de grupos alcanzaron los objetivos del ensayo de forma satisfactoria presentando datos variados. En primer lugar en la Figura 4.39 se observa cómo cada grupo de probetas presenta una capacidad de absorción variada y cómo tras más de 15 días de ensayo su momento de alanzar la masa constante a presión atmosférica también varía de unos grupos a otros. Aquellos grupos que menor capacidad de absorción presentan son los siguientes: En primer lugar el grupo HSL con un 11,14% de capacidad de absorción, que muestra una tendencia algo más progresiva que el resto hasta que alcanza su masa constante tras 384 horas de ensayo. En segundo lugar se encuentra el grupo ALCY que muestra una tendencia similar con tan solo un 11,6% de capacidad de absorción transcurridas 408 horas.

Los siguientes grupos presentan una capacidad de absorción de en torno al 14%: el grupo HC un 14,28%; HSLA presenta un 14,42%; y HCA un 14,82%. A partir de aquí los grupos que siguen muestran una capacidad de absorción mayor de entre el 26% y el 29%: el grupo ALCYA un 26,5%; el grupo HYL A un 27,61%; el HLY un 27,94%; HY3A un 28,7%; y finalmente, el grupo ALRA con un 28,85% (ver Figura 4.40).

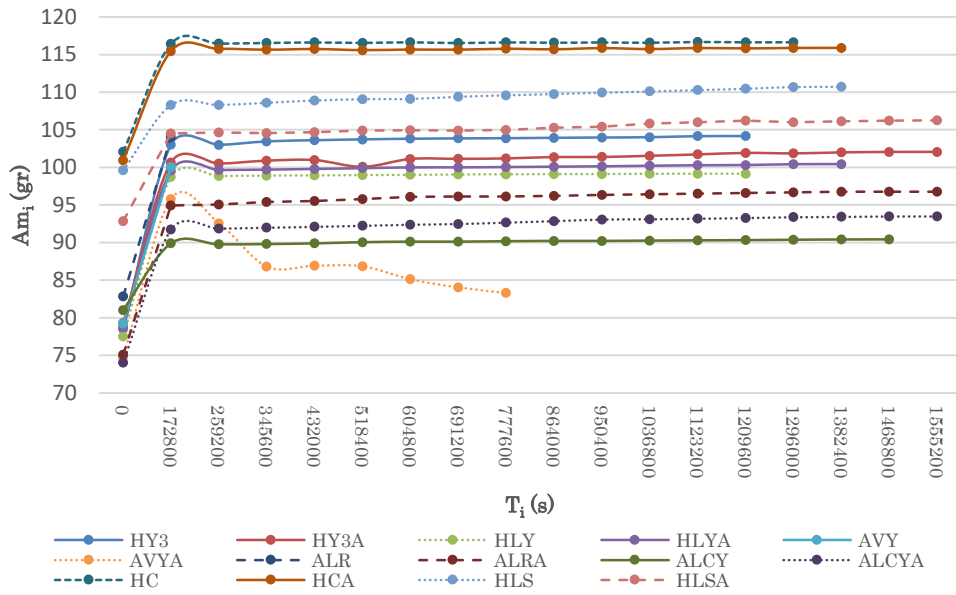


Figura 4.39. Variación de la masa de las probetas en el transcurso del ensayo de absorción a presión atmosférica.

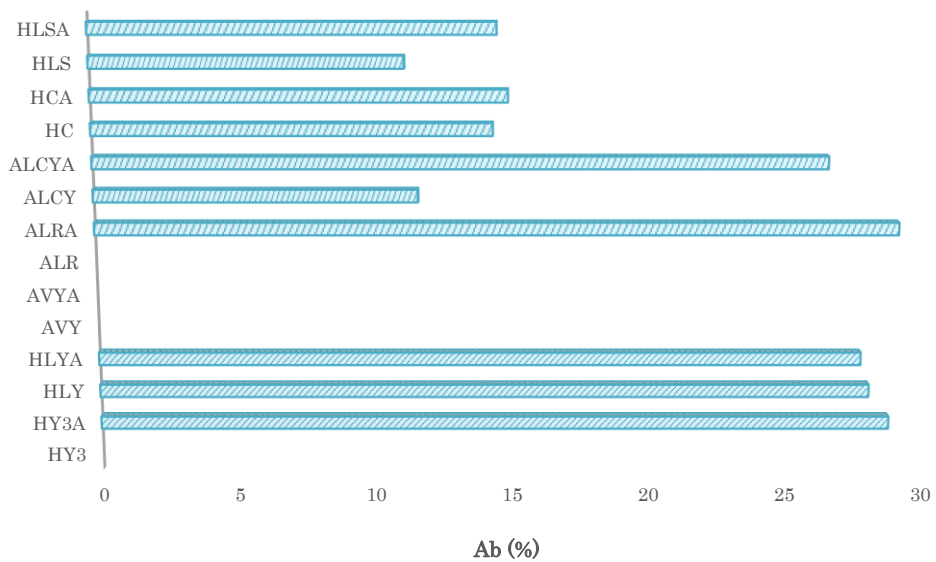


Figura 4.40. Porcentaje de absorción de agua a presión atmosférica que acumulan en su interior las probetas una vez conseguida la saturación de las probetas.

IV.4.1.1.3.3. Conclusiones

En este caso se trata de un ensayo cuyas condiciones difícilmente podrían reproducirse en un yacimiento arqueológico *in situ* como el de La Calerilla de Hortunas. Aun así este ensayo ha resultado fundamental para conocer la capacidad de absorción de agua de cada grupo de mortero experimental, una información valiosa a tener en cuenta para seleccionar aquellos más adecuados en la puesta en valor de estructuras arqueológicas.

En este sentido en términos generales, lo que puede extraerse de este ensayo es que ningún mortero muestra una capacidad de adsorción de agua elevada. Más específicamente cabe destacar cómo los morteros de obra muestran una capacidad de absorción mayor que el mortero tradicional ALCY, que ha experimentado unos mejores resultados. Por otro lado, en este ensayo también se han podido ver dentro de los morteros tradicionales cómo las diferencias están claramente marcadas por las adiciones puzolánicas, donde cabe resaltar el excelente comportamiento del polvo de ladrillo cocido a 900 °C, ofreciendo una buena resistencia al grupo ALCY especialmente. Mientras, que aquellos grupos con adiciones de polvo de ladrillo cocido a 1300 °C y puzolana volcánica no experimentan unos resultados tan positivos en este ensayo.

Por otro lado, en este caso la adición acrílica del 10% no ha mostrado grandes diferencias en lo que a la capacidad de absorción se refiere. Al contrario, en los grupos de morteros de obra los ejemplos con adición acrílica experimentan una capacidad mayor de absorción. Sin embargo su efecto sí puede observarse en los grupos de morteros afines especialmente en el grupo HY3, donde HY3A alcanza unos resultados significativos y mejores que HY3 que no resiste el ensayo.

IV.4.1.1.4. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad al vapor de agua es un parámetro de gran importancia ya que el mortero escogido deberá ser lo suficientemente permeable como para facilitar la libre circulación de la humedad y poder evitar así la cristalización de sales solubles. El mortero debe permitir que el vapor de agua salga hacia el

exterior evaporándose y evitando la retención de agua y condensación que provocarían grandes daños en su estructura interna (BARBERO, 2011: 976). Por este motivo la permeabilidad al vapor de agua (δ_p) es un factor de gran importancia en la edificación y dentro del patrimonio arqueológico, especialmente en el caso de aquellos yacimientos al aire libre objetos de reconstrucciones volumétricas. Puesto que las estructuras arqueológicas del yacimiento de La Calerilla serán reconstruidas en el futuro, es imprescindible someter los morteros experimentales a este ensayo. En las reconstrucciones volumétricas parciales y en las totales sobre todo, es imprescindible evitar las condensaciones en las estructuras, como consecuencia de una insuficiente permeabilidad al vapor de agua, así como la posibilidad de que la adherencia entre un estrato y otro se vea afectada, provocando la aparición de humedades y consiguientes agrietamientos y futuros desconchados.

En este sentido se debe tener en cuenta que el vapor de agua consiste en moléculas separadas de agua con un diámetro próximo a $0.28 \cdot 10^{-9}$ m (0.28 nm), mientras que el agua está compuesta por grupos de moléculas de mayor diámetro. En consecuencia, los poros permeables al vapor de agua podrían no ser accesibles al agua. Por lo que algunos materiales son impermeables pero no son resistibles al vapor de agua. De esta forma, el coeficiente de permeabilidad al vapor de agua expresa la dificultad que las moléculas de agua encuentran a su paso a través del mortero; por lo que a menor coeficiente, mayor será la permeabilidad. De igual forma, a mayor succión o menor humedad relativa, menor es la permeabilidad a la humedad (BARBERO, 2011: 976).

IV.4.1.1.4.1. Procedimiento

Con este ensayo se pretende comprobar la transpiración de los morteros experimentales fabricados y la influencia de los aditivos. El procedimiento se basa en la norma UNE-EN 15803:2010 de conservación del patrimonio cultural, donde se ha escogido el sistema de “cubeta húmeda” con solución salina saturada de Nitrato Potásico (KNO_3) al 32%. Las condiciones establecidas han sido de 23 °C de temperatura y 93% de humedad relativa interna (dentro de la

cubeta) y del 50% humedad relativa en el exterior. De esta manera los poros de la probeta se llenan de agua aumentando el transporte de agua en estado líquido y reduciendo el transporte de vapor.

Para poder llevar a cabo este ensayo se han seleccionado tres probetas cilíndricas de 4 centímetros de diámetro y 2 centímetros de espesor por cada grupo de mortero experimental una vez transcurridos los 90 días de curado. El ensayo se ha desarrollado durante un total de 10 días y el proceso ha sido el siguiente:

- Secado. Se procede al secado de las probetas en estufa a 50 °C hasta masa constante.
- Registro. Las probetas son medidas y pesadas.
- Montaje. Las probetas se han montado sobre las cubetas contenedoras de la solución de KNO_3 y han sido selladas mediante *Parafilm M*.
- Registro. Se determina nuevamente la masa de las probetas con la cubeta añadida
- Registro. Las probetas se pesan cada 24 horas.



Figura 4.41. Inicio del proceso de secado de las probetas y parte de las probetas en transcurso del ensayo de determinación de la permeabilidad al vapor de agua.

Para determinar la variación de la masa acumulada y densidad del caudal de vapor de agua para cada serie de pesadas sucesivas de las probetas (cada 24

horas), se ha calculado la variación de la masa acumulada Δm_i , aplicando la siguiente fórmula:

$$\Delta m_i = m_i - m_o$$

- Δm_i Variación de la masa acumulada.
- M_o Masa del conjunto de la probeta y de la cubeta.
- M_i Masa del dispositivo de ensayo en los tiempos t_i .

Los resultados obtenidos permiten calcular por regresión lineal la densidad del caudal de vapor de agua, mediante la siguiente fórmula:

$$g = \frac{G}{A}$$

- g Densidad del caudal de vapor de agua, en Kg/(m²·s).
- G Caudal de vapor de agua a través de la probeta, en Kg/s.
- A Área de la superficie de ensayo, en m².

Una vez obtenida la densidad del caudal de vapor de agua es posible calcular la permeabilidad del vapor de agua a través de la fórmula:

$$W_p = \frac{G}{A \cdot \Delta p_v}$$

- W_p Penetración de vapor de agua con respecto a la presión parcial del vapor, Kg/(m²·s·Pa)
- G Caudal de vapor de agua a través de la probeta, en Kg/s.
- A Área de la superficie de ensayo, en m².
- Δp_v Diferencia de presión del vapor de agua a través de la probeta, en Pa.

Seguidamente, el valor de Δp_v se calcula a partir de la media de la temperatura y la humedad relativa en el interior y exterior de la cubeta de la probeta, medidas en el transcurso del ensayo. Dado que la temperatura es mayor de 0° C, la presión de vapor se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$P_{sat} = 610.5 \cdot e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}}$$

Donde θ es en este caso 23° C. Con este dato y el de las humedades relativas (HR 1 y HR 2), la presión del ensayo se ha calculado de la siguiente forma:

$$P_v = P_{sat} \cdot HR = P_{sat} \cdot \frac{(HR1+HR2)2}{100}$$

A partir de aquí puede calcularse la permeabilidad al vapor de agua mediante la fórmula:

$$\delta_p = W_p \times D$$

- δ_p Permeabilidad del vapor de agua con respecto a la presión parcial del vapor, Kg/(m²·s·Pa).
- W_p Penetración de vapor de agua con respecto a la presión parcial del vapor, Kg/(m²·s·Pa).
- D Espesor medio de la probeta, en m.

Y el coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua, μ , mediante la siguiente fórmula:

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta_p}$$

- μ Coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua (-).
- δ_a Permeabilidad del aire al vapor, Kg/(m·s·Pa).
- δ_p Permeabilidad del vapor de agua con respecto a la presión parcial del vapor, Kg/(m²·s·Pa).

Donde δ_a se calcula a través de la fórmula de Schirmer:

$$\delta_a = \frac{0.083 \cdot p_0}{R_v \cdot T \cdot p} \cdot \left(\frac{T}{273} \right)^{1.81}$$

- δ_a Permeabilidad del aire al vapor, en Kg/(m·s·Pa).
- P_0 Presión barométrica típica = 1013.25, en hPa.
- R_v Constante de gas del vapor de agua = 462, en N·m (kg·K).
- P Presión barométrica, en hPa.

Finalmente, el espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d , indicadora de la capacidad de secar el soporte por el mecanismo de difusión viene dada por la fórmula:

$$S_d = \mu D$$

S_d	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, en m.
μ	Coefficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua (-).
D	Espesor medio de la probeta, en m.

IV.4.1.1.4.2. Resultados y discusión

En el transcurso del ensayo se experimenta una notable variación de la masa de las probetas analizadas. En la gráfica 4.42 es visible el carácter descendente de las líneas que representan a cada uno de los grupos de morteros experimentales al contrario de lo que ocurría en el ensayo de capilaridad, donde la tendencia era ascendente. En este caso el peso de la cubeta húmeda junto con las probetas pierde masa al traspasar la solución en forma de vapor a través de las probetas, lo que quiere decir que los morteros transpiran.

Si se comparan las siguientes gráficas, en los resultados puede apreciarse como los morteros que mayores cambios experimentan son los morteros afines, especialmente el grupo HY3, HLY, ALCY, HY3A, y ALCYA. A continuación se sitúan el resto de morteros tradicionales, los cuales experimentan un transcurso bastante irregular en comparación con el resto. Finalmente, se encuentran los morteros de obra, que muestran unas variaciones menores y muy estables sin mostrar altibajos.

En cuanto a la adición acrílica, dentro de los morteros de obra no se aprecian diferencias, mientras que en el caso de los morteros afines y tradicionales sí se aprecian cambios algo más visibles. La excepción de todos ellos son las variables ALCY y ALCYA que muestran unos mejores resultados con y sin adición.

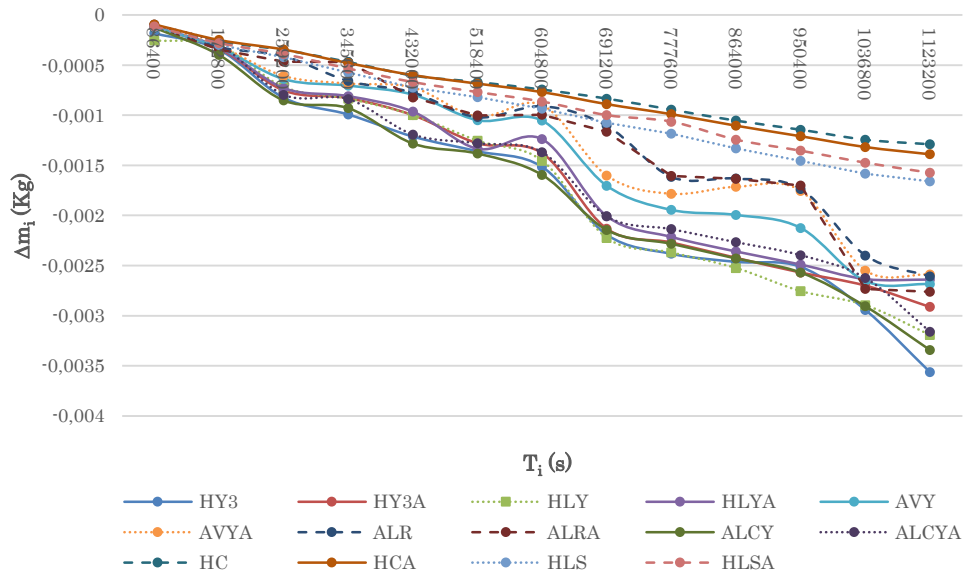


Figura 4.42. Variación de la masa tras el ensayo de permeabilidad al vapor de agua.

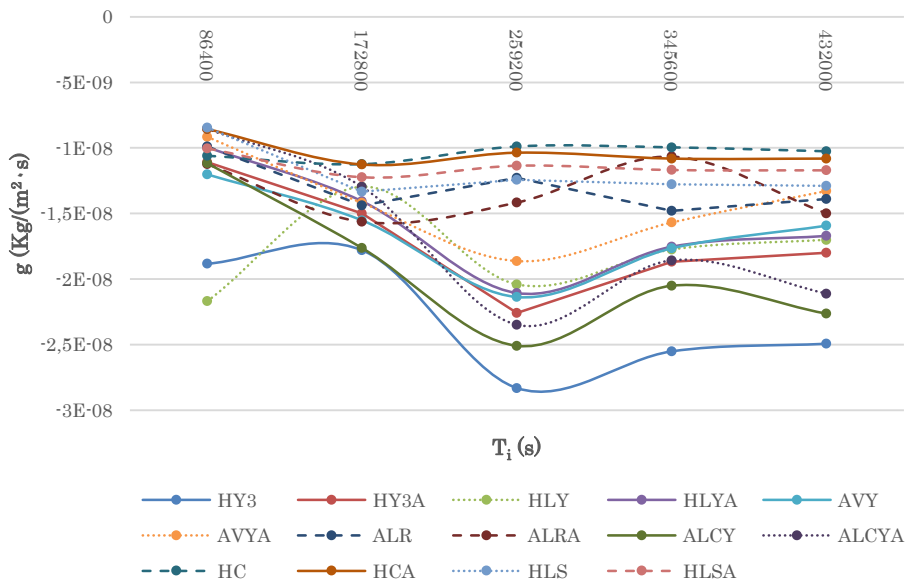


Figura 4.43. Densidad del caudal de vapor de agua.

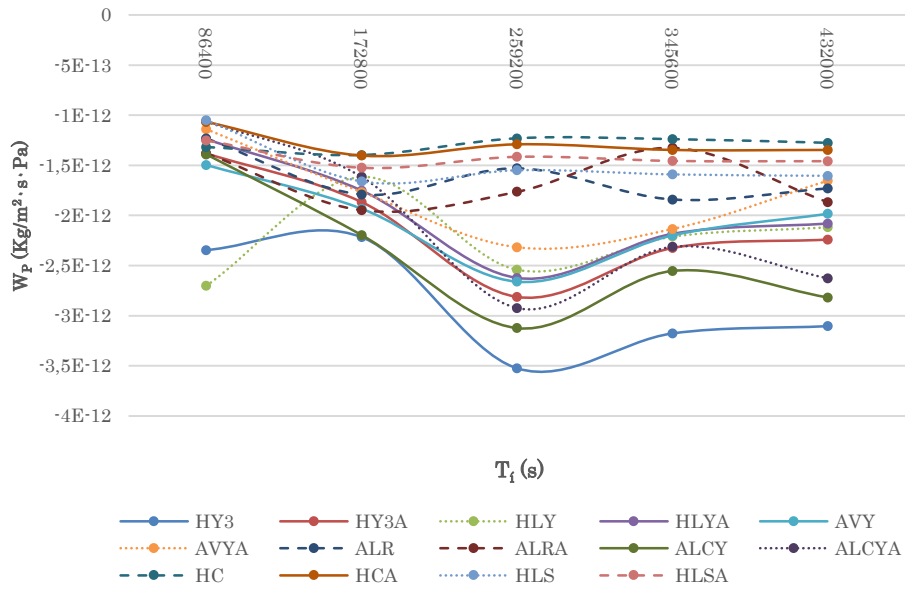


Figura 4.44. Penetración del vapor de agua

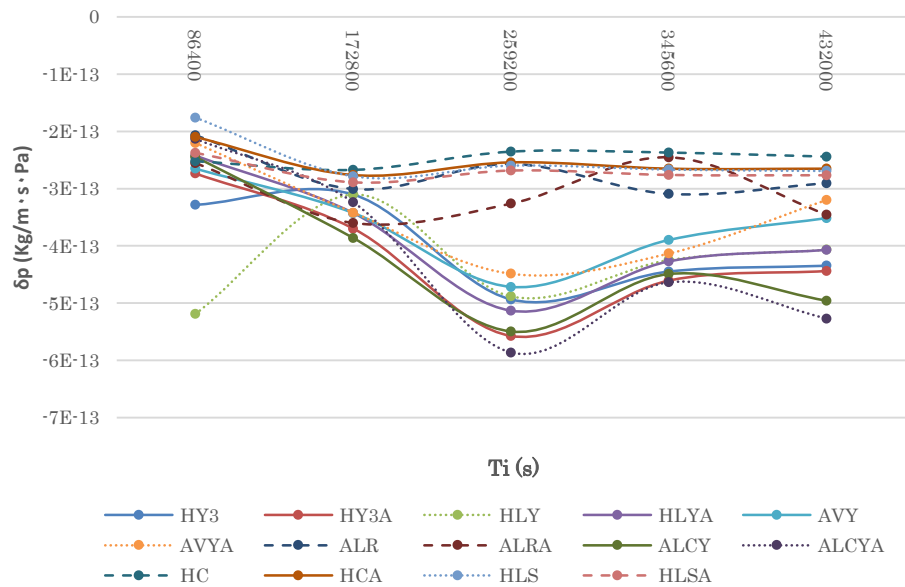


Figura 4.45. Permeabilidad al vapor de agua.

IV.4.1.1.4.3. Conclusiones

La importancia de este ensayo reside en que la permeabilidad al vapor de agua es una de las propiedades más importantes que han de tener los morteros de reposición. Los morteros deben tener un buen nivel de permeabilidad al vapor, para poder asegurar la libre circulación del vapor de agua, ya que de no ser así, tal y como se ha visto anteriormente, ello puede desencadenar graves problemas de retención de líquidos y condensación con las consecuencias que ello puede conllevar.

Por otro lado, además del mortero a utilizar en una intervención de este tipo, se deben tener cuenta también las condiciones climatológicas del lugar, ya que al tratarse de yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie, en los meses de lluvia y momentos de alta humedad como ocurre en La Calerilla el uso de un mortero que no transpire correctamente acarreará graves consecuencias.

Siendo así y teniendo en cuenta los resultados del ensayo, hay que decir que los morteros de obra no presentan una buena permeabilidad, mientras que el resto de los morteros se muestran permeables aunque alguno de ellos excesivamente inestable. Los morteros que mejores comportamientos han registrado son los HY3, HLY, ALCY y ALCYA, datos que se tendrán en cuenta en la valoración general de todos los ensayos para escoger el mortero que mejores condiciones generales muestre.

IV.4.1.2. Propiedades mecánicas

IV.4.1.2.1. Determinación de la dureza superficial

Las estructuras arqueológicas expuestas al aire libre *in situ*, experimentan un desgaste mínimo continuo debido principalmente a la incidencia de factores atmosféricos como los fuertes vientos, lluvia, granizo etc., y a factores biológicos que inciden sobre las estructuras arqueológicas *in situ*. En el caso de La Calerilla las lluvias y las rachas de viento registradas (ver apartado III.3.2. Análisis climatológico) y la presencia de la diversidad faunística del lugar, inciden sobre los materiales inorgánicos de las estructuras

originando un claro desgaste por rozamiento y erosión. De manera que hasta que las estructuras sean reconstruidas volumétricamente continuarán expuestas sin protección, por lo que el mortero escogido para su conservación y puesta en valor deberá cumplir con unos requisitos mínimos de durabilidad.

IV.4.1.2.1.1. Procedimiento

Este ensayo se ha realizado con el fin de poder determinar el comportamiento de los distintos tipos de morteros experimentales a la abrasión y poder comprobar su dureza superficial. A pesar de tratarse de un ensayo no regulado por normativa, los resultados obtenidos revelan una información valiosa y decisiva a la hora de clasificar los morteros, en base a la determinación de la dureza superficial.

El ensayo se lleva a cabo mediante sistema mecanizado por medio del abrasímetro lineal de la casa *Taber*, modelo 5750, que consta de un brazo horizontal que a su vez sujeta una barra perpendicular, en cuyo extremo se colocan los distintos tipos de puntas abrasivas. Este brazo permite ser programado pudiendo escoger distintos tipos de velocidad, número de ciclos y recorrido, experimentando un movimiento de derecha a izquierda. Este movimiento arrastra consigo la barra vertical que incide sobre el material escogido mediante su punta abrasiva. La ventaja es que la movilidad vertical de esta barra no está fijada; por un lado, puede adaptarse al tamaño y naturaleza del objeto escogido y, por otro, se puede modificar la fuerza ejercida colocando distintos discos de peso. Las puntas abrasivas que inciden directamente sobre las probetas de ensayo mediante movimiento lineal, son intercambiables y facilitadas por el fabricante.

El objetivo del ensayo es determinar la resistencia de los morteros al deterioro por abrasión. Para ello se han seleccionado tres probetas de cada variable⁴⁶ estudiada de 4x4x2 centímetros y 365 días de curado. Para la

⁴⁶ Sin incluir las variables que contienen elementos pétreos. Éstas únicamente han sido empleadas en el ensayo de envejecimiento natural *in situ*.

realización del ensayo se ha considerado necesario dividirlo en tres fases consecutivas (Fase A, Fase B y Fase C), donde en cada una de ellas se han utilizado puntas abrasivas de distinta dureza y distinto número de ciclos (ver Tabla 4.3.). Se barajó la posibilidad de experimentar con los tres tipos de puntas escogidas en cada una de las probetas pero, con el fin de poder determinar el alcance, resistencia y pérdida de la masa de cada una de ellas, se decidió realizar cada fase en una probeta distinta, utilizando necesariamente tres probetas de cada grupo. De esta forma ha sido posible determinar la resistencia de las probetas a las puntas más duras sin el consiguiente deterioro previo de las fases A y B.

Tabla 4.10. Planteamiento del ensayo de determinación de la dureza superficial.

	Ciclos	Velocidad	Distancia de recorrido	Abrasímetro
Fase A	100	15 ciclos/minuto	2 centímetros	CS-8 (blando)
Fase B	50	15 ciclos/minuto	2 centímetros	H-10 (intermedio)
Fase C	30	15 ciclos/minuto	2 centímetros	H-22 (duro)

El ensayo se ha dividido en los siguientes procesos:

- Registro. Pesada y medida de las probetas en seco.
- Rozamiento. Exposición al proceso de rozamiento en seco mediante los distintos tipos de abrasímetros y número de ciclos determinado.
- Registro. Una vez concluido el proceso, se procede al registro de las probetas mediante el sistema de pesadas e inspección visual.

La variación de la masa experimentada se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta M = M_0 - M_i$$

ΔM Variación de la masa de la probeta en seco, en porcentaje.

M_0 Masa de la probeta en seco, en gramos.

M_i Masa de la probeta en seco tras el ciclo, en gramos.

IV.4.1.2.1.2. Resultados y discusión

Tras analizar el estado de las probetas una vez realizado el ensayo se han podido detectar distintos comportamientos de los morteros experimentales a través de su deterioro. El tipo de hendidura provocado por los abrasímetros y el porcentaje de la pérdida de masa hace que sea posible valorar la respuesta de los materiales empleados.

En el transcurso del ensayo se ha detectado un comportamiento variado entre los morteros de obra, mostrándose estos muy duros y resistentes. Ejemplo de ello es el desgaste prácticamente inapreciable en la fase A, detectándose incluso un pulido de la superficie. Sin embargo, en las fases B y C se aprecia una hendidura que no es uniforme debido a la granulometría de los áridos, que a diferencia de lo que ocurre con los morteros afines y tradicionales, éstos experimentan pérdidas mayores e irregulares.

Por otro lado, los morteros afines naturalmente son morteros más blandos que los de obra, donde se aprecia una pérdida del material de forma uniforme desde la fase A. Sin embargo, esa variación de la masa no supera el 1%. La diferencia se aprecia fundamentalmente en la fase C, especialmente en el grupo HLY alcanzando un 1.8% de pérdida. En cualquier caso, estos morteros presentan un grado de cohesión más elevado que los morteros de obra, apreciándose una clara diferencia en el tipo de hendidura más uniforme y gradual (ver Figura 4.46).

En cuanto a los morteros tradicionales, según los resultados estos deben dividirse en dos grupos: por un lado los grupos AVY y ALR y, por otro, los ALCY. En el caso de los primeros, se experimenta una pérdida considerable que en el caso del grupo ALR supera el desgaste de los morteros afines. En cambio en el grupo ALCY el comportamiento es muy positivo, experimentando una pérdida mínima, similar a la de los morteros de obra. Por otro lado, en cuanto al tipo de hendidura, esta es uniforme y gradual, tal y como ocurre en el caso de los morteros afines. Por esta razón puede decirse que el grupo ALCY muestra un comportamiento simbiótico: por un lado experimenta un debilitamiento

mínimo, propio de los morteros de obra; y, por otro, su pérdida y debilitamiento en el transcurso del ensayo es uniforme debido a su fina granulometría, tal y como ha quedado demostrado con los morteros afines (ver Figura 4.46).

Finalmente, la influencia de la adición acrílica en el comportamiento de los morteros experimentales es visible fundamentalmente en los morteros afines y en los morteros tradicionales AVY y ALR especialmente. En cambio, en la evolución de este ensayo la adición acrílica en los morteros tradicionales ALCY y en los morteros de obra es prácticamente imperceptible mostrando una variación mínima de la masa y un tipo de hendidura similar (ver Figura 4.47 y 4.48).



Figura 4.46. Detalle del deterioro de las diferentes probetas del grupo HY3 tras haber sufrido el efecto de los abrasímetros en cada una de las fases (de izquierda a derecha fases A, B y C).



Figura 4.47. Resultados visibles en el transcurso de las distintas fases del ensayo de determinación de la dureza superficial. Fuente: SANTOS *et al.* 2017 (en prensa).

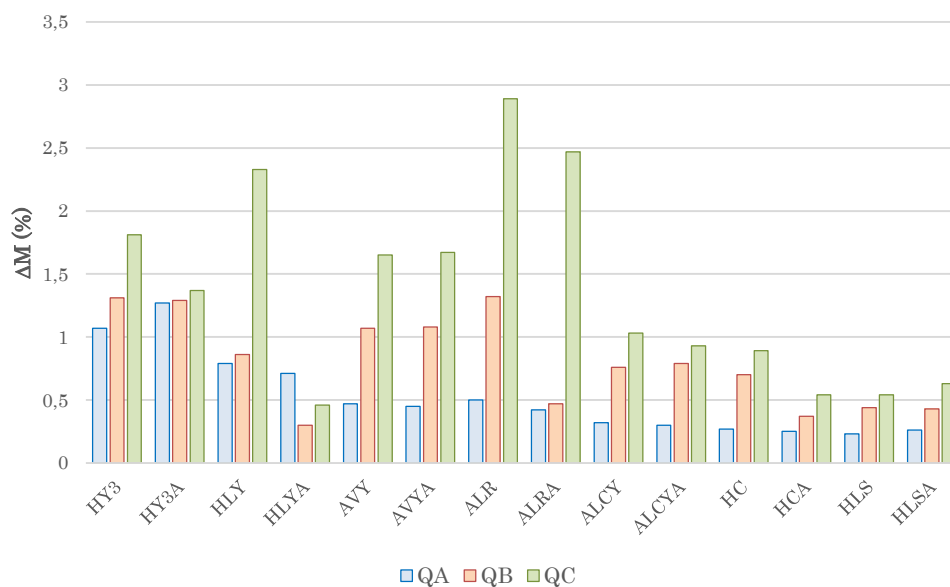


Figura 4.48. Variación de la masa en porcentajes de las diferentes fases del ensayo de determinación de la dureza superficial. Fuente: SANTOS *et al.* 2017 (en prensa).

IV.4.1.2.1.3. Conclusiones

En los morteros de obra la granulometría influye considerablemente, conllevando consecuencias en la cohesión de los materiales que obviamente resulta muy diferente de los morteros afines y tradicionales. Este tipo de morteros de obra comúnmente utilizados en la restauración de patrimonio arqueológico a la intemperie especialmente, se muestran como morteros muy duros y resistentes frente a los agentes atmosféricos; pero, en cambio, son especialmente vulnerables frente a agentes biológicos. El caso hipotético de la aplicación *in situ* de los morteros HC y HSL y una vez experimentado el consiguiente deterioro con el transcurso del tiempo, en estos morteros el debilitamiento experimentado significaría la aparición de sucesivas oquedades y huecos, así como evidentes desconchados. Este síntoma en la superficie de las estructuras conllevaría consecuencias negativas como el acumulo inicial de

sustancias orgánicas, fuente de alimento de organismos y la consecuente presencia de agentes biológicos en general.

En el caso de los morteros afines, su debilitamiento es más evidente pero también lo es su estado cohesivo, mostrándose como morteros útiles y favorables para la intervención del patrimonio arqueológico *in situ* al aire libre. Sin embargo, el uso de estos morteros conllevaría un protocolo de conservación preventiva o conservación indirecta más estricto debido a su posible desgaste en condiciones atmosféricas especialmente adversas.

Finalmente, en los morteros tradicionales, como se ha señalado anteriormente es necesario diferenciar los grupos AVY y ALR del grupo ALCY. Con los dos primeros se ha experimentado una evolución negativa en este ensayo que hace que para futuras líneas de investigación se planteen modificaciones en su naturaleza con las que poder experimentar. Esas modificaciones se centrarían en la sustitución de la adición puzolánica, especialmente de la puzolana volcánica seleccionada de la casa Iferco S. A. por otro tipo de material volcánico así como el estudio de aditivos naturales utilizados tradicionalmente como la arcilla mezclada o la adición de fibras naturales, una vez comprobada la idoneidad y efectividad del mortero experimental ALCY y su presencia en la composición de morteros romanos. Sin duda, un mortero con las características que reúne el grupo ALCY expuesto a la intemperie experimentaría un deterioro, pero este no presentaría a corto plazo los visibles deterioros en forma de desconchados y laminaciones que se muestran en el caso de los morteros de obra, sino un debilitamiento más paulatino y uniforme.

IV.4.1.2.2. Determinación de la resistencia a la adherencia

La adherencia es la propiedad mecánica que poseen los morteros de adherirse a otros elementos de naturaleza inorgánica, como habitualmente son la piedra y/o el ladrillo (CABRERA, 1995: 47). Se trata de una propiedad fundamental y la más importante para los morteros destinados a la construcción. En cambio en el campo de la conservación y restauración del patrimonio arqueológico, interesa también que las intervenciones sean

reversibles y respetuosas con los materiales originales. Sobre todo cuando se realizan restauraciones o reconstrucciones volumétricas de yacimientos, en base a teorías que pueden estar sujetas a posibles modificaciones en un futuro próximo, durante el transcurso de nuevas investigaciones arqueológicas. Por otro lado, los morteros de reposición deben ofrecer una fuerza cohesiva y adhesiva adecuada, ya que de no ser así, se corre el riesgo de separación de capas y consecuentes desprendimientos, especialmente en aquellos casos en los que la presencia de humedad es elevada, como ocurre en el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas.

En este sentido, los cambios dimensionales o de expansión y retracción que experimentan los morteros en el proceso de curación, pueden dar lugar a los comúnmente llamados fallos de adhesión. Estos fallos de adhesión también pueden ser detectados mediante este ensayo de determinación de la resistencia a la adherencia por tracción directa, al estudiar el tipo de rotura previsible. Asimismo, la rotura puede ser adhesiva o cohesiva y dependiendo del lugar exacto en el que se produzca (interfaz del mortero y el soporte pétreo, mortero o en el soporte) permite también detectar cuál es el punto más débil de la unión. De esta forma es posible indicar cuál de los morteros experimentales es el más adecuado para su uso en la intervención de estructuras arqueológicas.

IV.4.1.2.2.1. Procedimiento

La realización de este ensayo tiene como objetivo verificar la idoneidad de los morteros experimentales fabricados mediante la comprobación su fuerza cohesiva y adhesiva a otros materiales inorgánicos. La adherencia de un mortero depende de tres factores: el tipo de mortero, el soporte y su aplicación. Siendo así, se han elaborado probetas con los morteros experimentales sobre elementos pétreos procedentes del enclave de La Calerilla y su aplicación se ha realizado en estado plástico, con el fin de que se produzca una unión física por anclaje mecánico de los materiales inorgánicos. De esta forma, en el transcurso del fraguado se han ido generando nuevos puntos de anclaje entre el mortero y el soporte que han sido evaluados en el presente ensayo.

El ensayo ha quedado dividido en dos fases, puesto que el comportamiento de los morteros puede llegar a ser muy variado según su curado, carbonatación y consecuentes cambios dimensionales, por lo que se ha creído necesario evaluar su comportamiento mecánico en dos periodos diferentes:

- Fase A, con la elaboración de 14 probetas que se mantuvieron 28 días curando, una por cada grupo de mortero experimental.
- Fase B, con la elaboración de 14 probetas que se mantuvieron 90 días curando, una por cada grupo de mortero experimental.

Para determinar el grado de adherencia de los morteros se ha utilizado un probador de adherencia digital KN-10 de la marca *Neurtek Instruments* con un rango de medición de 5 a 1000 Kgf utilizando para el arranque pastillas de acero.

El ensayo se divide en los siguientes procesos:

- Preparación del soporte. Recogida elementos pétreos procedentes de terreras y depósitos del enclave arqueológico de La Calerilla de Hortunas. Traslado al laboratorio, limpieza⁴⁷ y previo humectado⁴⁸.
- Elaboración y aplicación de los morteros experimentales. Tras la fabricación de los morteros estos son aplicados sobre los elementos pétreos adaptándose a su superficie irregular, en forma de circunferencia de $\varnothing 50$ mm de diámetro por 10 mm de altura.
- Curado. Las probetas permanecieron en condiciones de laboratorio hasta cumplir los 28 y 90 días de curado.

⁴⁷ La limpieza se realizó mediante cepillos, brochas y bisturí y se empleó de manera puntual alcohol etílico para poder eliminar las visibles concreciones terrosas y restos biológicos presentes en sus caras.

⁴⁸ Proceso necesario y determinante en el comportamiento mecánico tanto del soporte como del mortero, ya que se puede evitar la captura del agua de amasado retenida por el mortero y también se reduce la succión que el soporte realiza sobre el mortero antes de endurecer.

- Preparación de las probetas. Finalizado el proceso de curación preestablecido, las probetas son tratadas mediante papel abrasivo para obtener una superficie limpia y homogénea.
- Adhesión de las pastillas de acero. Una vez transcurrido el periodo de curación se adhieren los discos o pastillas (denominadas “sufrideras”) a los morteros mediante adhesivo de ensayo *Araldite* rápido de dos componentes de la casa Ceys. Las sufrideras miden $\varnothing 50$ mm de diámetro por 15 mm de altura.
- Acción de tracción directa. Mediante el acoplamiento de las sufrideras a un manómetro o probador de adherencia digital *NEURTEK KN-10* se ejerce la fuerza necesaria para extraer el disco de acero.



Figura 4.49. Preparación y transcurso del ensayo de determinación de la resistencia a la adherencia.

El método de ensayo consiste en realizar una tracción directa sobre las pastillas de acero unidas en superficie a los morteros experimentales. El equipo utiliza un sistema de tracción que permite medir la fuerza ejercida en *Kgf*. Una vez obtenidos los valores, estos se calculan mediante las siguientes pautas:

La tensión de rotura (σ) viene dada por la siguiente fórmula:

$$\sigma = F/A$$

- σ Tensión de rotura, en megapascales.
- F Fuerza de la rotura, en newtons.
- A Área de la sufridera, en milímetros cuadrados.

Con la elección de las sufrideras de $\varnothing 50$ mm de diámetro por 15 mm de altura, las fórmulas que se aplican para convertir los datos obtenidos en Kgf a Kgf/cm² y a MPa son las siguientes:

$$kgf/cm^2 = \frac{valor\ kgf}{\pi \cdot 2,5^2}$$

$$MPa = kfg \cdot \frac{9,8}{\pi 25^2} = kgf/cm^2 \cdot \frac{9,8}{100}$$

Finalmente, el tipo de rotura se obtiene valorando visualmente el resultado de los arranques utilizando como guía la siguiente tabla:

Tabla 4.11. Descripción de los tipos de rotura producibles.

Tipo de rotura		Descripción
A	Rotura adhesiva	Rotura en la interfase entre el mortero y el soporte. Valor de ensayo igual a la resistencia a la adhesión (resistencia de unión).
B	Rotura cohesiva	Rotura en el mortero. La resistencia a la adhesión (resistencia de unión) es mayor que el valor de ensayo.
C	Rotura cohesiva	Rotura en el soporte. La resistencia a la adhesión (resistencia de unión) es mayor que el valor de ensayo.
Y	Rotura adhesiva	Rotura entre el adhesivo y la sufridera.

IV.4.1.2.2.2. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos son positivos y fundamentales para valorar el tipo de unión, capacidad de adherencia y reversibilidad de los morteros experimentales.

Si observamos ambas fases del ensayo en la Figura 4.50 y en tabla 4.5 que se presentan a continuación, pueden apreciarse algunas diferencias. Durante la fase A los resultados son similares sin experimentar grandes contrastes entre la acción de un mortero y otro sobre el soporte pétreo. Mientras, en la fase B, los resultados sí revelan comportamientos más variados. Las diferencias, por tanto, entre un curado de 28 días a 90 días son claramente visibles aumentando la tensión de rotura y consecuentemente ocasionando ciertas modificaciones en el tipo de rotura.



Figura 4.50. Selección de arranques y tipos de rotura de las fases A y B. De izquierda a derecha y de arriba abajo: HY3-1; HY3A-2; HLY-2; HLYA-1; AVY-1; AVYA-2; ALR-1 Y ALRA-2; ALCY-1; ALCYA-2; HC-1; HCA-2; HLS-2 y HLSA-2.

Tabla 4.12. Resultados experimentados en el ensayo durante las fases A (28 días de curado) y B (90 días de curado).

Morteros	Fase	Fuerza rotura	Tensión rotura (\varnothing 50 mm)	Tipo de rotura
		Kgf	MPa	(%)
HY3	Fase A	10	0.05	90% A – 10% B
	Fase B	14	0.07	90% A – 10% B
HY3A	Fase A	12	0.06	85% A – 15% B
	Fase B	14	0.07	90% A – 10% B
HLY	Fase A	10	0.05	100% A
	Fase B	16	0.08	85% A – 15% B
HLYA	Fase A	10	0.05	85% A – 15% B
	Fase B	16	0.08	90% A – 10% B
AVY	Fase A	10	0.05	70% A – 30% B
	Fase B	20	0.1	80% A – 20% B
AVYA	Fase A	10	0.05	80% A – 20% B
	Fase B	22	0.11	80% A – 20% B
ALR	Fase A	10	0.05	100% A
	Fase B	26	0.13	100% A
ALRA	Fase A	10	0.05	100% A
	Fase B	26	0.13	100% A
ALCY	Fase A	10	0.05	100% A
	Fase B	26	0.13	100% A
ALCYA	Fase A	10	0.05	100% A
	Fase B	26	0.13	100% A

HC	Fase A	12	0.06	95% A – 5% B
	Fase B	30	0.15	85% A – 15% B
HCA	Fase A	14	0.07	90% A – 10% B
	Fase B	31	0.155	85% A – 15% B
HSL	Fase A	12	0.06	80% A – 20% B
	Fase B	32	0.16	70% A – 30% B
HSLA	Fase A	14	0.07	60% A – 40% B
	Fase B	32	0.16	90% B – 10% Y

Los morteros en fase A, como ya se adelantaba, experimentan una tensión de rotura y un tipo de rotura muy similares. La tensión de rotura oscila entre 0.05 y 0.06 MPa y el tipo de rotura que predomina es el A en altos porcentajes y el tipo B en porcentajes menores. Mientras que el tipo de rotura de los morteros tradicionales es de tipo A 100%, cabe destacar como excepción el comportamiento del mortero de obra HSLA, que muestra un porcentaje significativamente diferente del resto en un 60% tipo A y en un 40% tipo B. En esta fase por tanto, predomina una rotura adhesiva mayormente, donde el valor de ensayo es prácticamente igual a la resistencia a la adhesión.

En cambio, en la fase B los resultados son bien dispares. Por un lado, los morteros afines experimentan una tensión de rotura que varía entre 0.07 y 0.08 MPa. Comparados con el comportamiento de la fase anterior, la diferencia se ve más clara en los morteros HLY-HLYA que contienen cal hidráulica Lafarge en su composición mostrando unos cambios que van desde 0.05 a 0.08 MPa. El tipo de rotura que predomina entre los afines continúa siendo el A en altos porcentajes y en porcentajes menores el tipo B.

Por otro lado, los cambios en el comportamiento de los morteros tradicionales son más visibles ya que varían entre 0.1 y 0.13 MPa a diferencia de lo que se mostraba en la fase previa con resultados de 0.05 MPa. Mientras

los cambios en la tensión de rotura son más significativos, los resultados en el tipo de rotura continúan exactamente igual mostrando todos el tipo A 100% a excepción de AVY-AVYA con 80% A y 20% B. De manera que continúa el predominio de una rotura adhesiva mayormente, donde el valor de ensayo es prácticamente igual a la resistencia a la adhesión.

Para terminar, los valores de los morteros de obra son los que mayores cambios han experimentado en esta fase B, ascendiendo a 0.15, 0.155 y 0.16 MPa. Por tanto es en los casos que mayores diferencias se aprecian teniendo en cuenta lo que ocurría en la fase A con unos resultados de entre 0.06 y 0.07 MPa. Respecto al tipo de rotura también se experimentan algunos cambios donde los morteros de obra se muestran más resistentes que en su fase anterior llegando a experimentar un tipo de rotura B al 90% e Y al 10% en el caso del mortero HSLA. Por lo que en este caso el tipo de rotura pasa a ser cohesiva, donde la rotura ocurre en el mortero y la resistencia a la adhesión es mayor que el valor de ensayo.

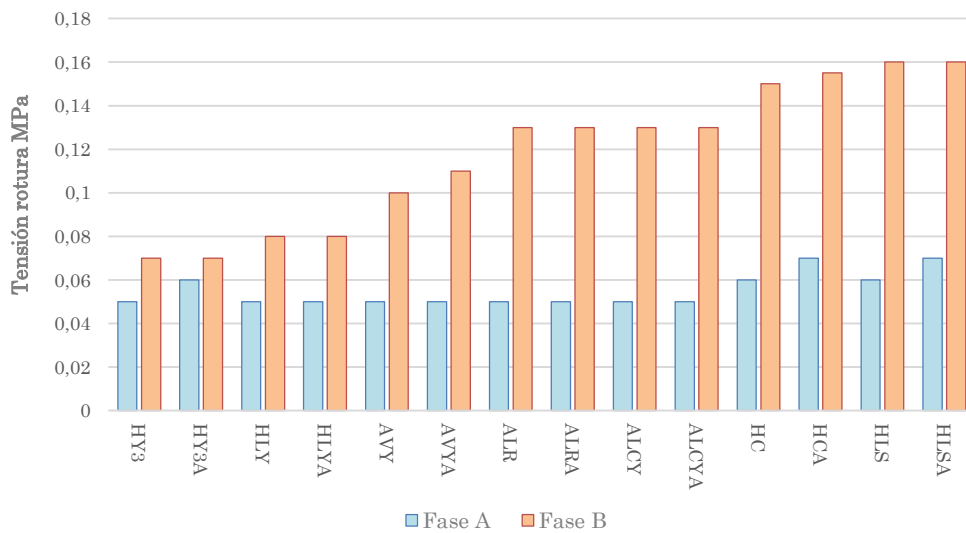


Figura 4.51. Gráfica comparativa de los resultados obtenidos en las fases A (28 días de curado) y B (90 días de curado).

IV.4.1.2.2.3. Conclusiones

A través de este ensayo se ha determinado una cualidad mecánica de elevada importancia en los morteros experimentales de reposición, como es la resistencia a la adhesión. Los resultados han sido muy positivos, especialmente al contar con la comparativa en dos fases diferentes relativas a su periodo de curado. En una primera fase la capacidad de adherencia resultaba muy pobre, mientras que tras un curado de 90 días los resultados han variado considerablemente mostrándose como normales para los morteros de cal, especialmente los de tipo tradicional. En el caso de los morteros de obra los resultados se manifiestan más resistentes y posiblemente lo serán mucho más en el transcurso de un periodo de tiempo mayor y especialmente en condiciones de curado más húmedas pudiendo llegar a traspasar los límites de la reversibilidad.

Las condiciones a las que se ven expuestos los morteros en su fase de curado influyen considerablemente en su comportamiento. Las características mecánicas de los mismos morteros ensayados *in situ* y *ex situ* (en laboratorio) varían debido a la cantidad de humedad presente en el ambiente, como lo muestran autores como M. R. Veiga, A. Velosa o A. Magalhaes en intervenciones *in situ* (VEIGA et al., 2009: 323). Los morteros con adiciones puzolánicas requieren de una mayor cantidad de agua que la existente en las condiciones estables de laboratorio, de manera que estos resultados quedan sujetos a su comprobación *in situ* antes de su aplicación definitiva, ya que los valores mostrados podrían variar significativamente.

En cuanto al criterio de reversibilidad, este debe predominar en los trabajos de restauración de yacimientos arqueológicos, sujetos a posibles reconstrucciones volumétricas según las investigaciones arqueológicas y teorías fundamentadas. De manera que el mortero susceptible de ser empleado en este tipo de intervenciones debe ser reversible pero, a su vez, tiene que mostrar una adherencia que permita su correcta conservación. En este sentido los morteros tradicionales son los que han mostrado unas condiciones más ajustadas a este

criterio (previa comprobación *in situ*), ya que los grupos afines muestran unas condiciones más bajas y los de obra cada vez han mostrado un comportamiento de adhesión más cercano al del cemento que al de los morteros de cal.

IV.4.1.3. Estabilidad frente a agentes de degradación

IV.4.1.3.1. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales

A través de este ensayo se reproducen los fenómenos originados por la cristalización de sales. Cuando el agua que contiene disueltas diferentes especies salinas, accede al interior de la estructura porosa del mortero y al evaporarse el líquido se produce el efecto de cristalización. Tal y como se ha visto hasta ahora, las sales dan lugar a distintos tipos de acciones destructivas, especialmente cuando se da la cristalización en el sistema poroso de los materiales. La presión que ejerce la presencia de sales provoca el hinchamiento de los materiales y una consecuente rotura que provoca desde la aparición de pequeñas fisuras, hasta la pérdida de material y desprendimientos cuando se trata de una exposición prolongada durante varios años.

El punto en el que se produce la cristalización está determinado por un balance dinámico entre la velocidad de escape del agua desde la superficie y la velocidad de acceso de la disolución a dicho punto. La velocidad de evaporación depende de la temperatura, la humedad relativa y las corrientes de aire del local. La velocidad de acceso de la disolución a un determinado punto depende de su tensión superficial, el radio de los poros, la viscosidad y la distancia entre la fuente de acopio de la disolución y el punto de evaporación. Sólo si la humedad relativa ambiente es inferior a la humedad relativa de equilibrio de la disolución salina saturada, se producirá la cristalización de la sal (RAMÍREZ MARTÍNEZ, 1995: 19). Esta forma de variar la humedad relativa del aire junto con otros fenómenos, puede producir ciclos de cristalización y más en un entorno como es el de La Calerilla de Hortunas caracterizado por su amplitud tanto térmica como húmedica.

IV.4.1.3.1.1. Procedimiento

El ensayo se compone de quince ciclos de hidratación y deshidratación (si las probetas no se rompen antes) que reproducen los procesos a los que las estructuras arqueológicas *in situ* se ven expuestas cuando se da la aparición de eflorescencias. El ensayo se basa en la inmersión total de las probetas en una cubeta contenedora de una solución salina de sulfato sódico al 14%, para después extraerlas del medio acuoso y someterlas a su secado. Para su realización se han seguido las indicaciones de la norma UNE-EN 12370:1999 y se han empleado tres probetas de cada tipo de mortero experimental (a excepción de los morteros HSL y HLSA, de los que se han seleccionado dos de cada grupo) de 4 centímetros de arista y 365 días de curado. Siendo así el ensayo se compone de los siguientes procesos:

- Secado. Las probetas se secan a 50 °C hasta alcanzar la masa constante.
- Inmersión. Las probetas se sumergen durante 2 horas en una solución de sulfato sódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) al 14% en agua desionizada.
- Secado. Las probetas se secan en estufa a 50 °C en un periodo mínimo de 16 horas.
- Secado al aire. Las probetas se dejan enfriar a temperatura ambiente durante 2 horas.
- Registro. Se procede al registro de las probetas mediante el sistema de pesadas para determinar el aumento/disminución de la masa.

El ensayo consta de un máximo de quince ciclos (excepto si las probetas se rompen antes), tras los cuales se procede a su inmersión durante 24 horas en agua y su posterior lavado. A continuación las probetas se pesan hasta secarlas a masa constante, siempre que su estado de cohesión lo permita. La expresión de los resultados se expresa como una diferencia relativa de la ΔM (pérdida o

ganancia de la masa) en porcentaje con respecto a la masa seca inicial M_d . Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$\Delta M = \frac{M_f - M_{dl}}{M_d} * 100$$

- ΔM Diferencia relativa de masas antes y después de ensayar (pérdida de masa o ganancia), en porcentaje.
- M_f Masa de la probeta seca, marcada con una etiqueta, después de 15 ciclos, en gramos.
- M_d Masa de la probeta seca, en gramos.
- M_{dl} Masa de la probeta seca, marcada con una etiqueta, antes del primer ciclo, en gramos.

IV.4.1.3.1.2. Resultados y discusión

A través del ensayo se observa cómo la presión ejercida por el proceso de cristalización de sales en el interior de los poros de las probetas, puede llegar a sobrepasar su resistencia. La precipitación de agregados salinos en el interior de los poros a medida que se han ido sucediendo los ciclos ha sido mayor, por lo que se ha podido determinar durante el ensayo el comportamiento de cada grupo de morteros experimentales. Morfológicamente los deterioros visibles experimentados en este ensayo han sido la disgregación del mortero, fisuras superficiales, redondeo de las aristas, la pérdida de la capa externa y la fractura de las probetas.

En el registro realizado se ha experimentado un crecimiento mínimo de las probetas, que seguramente se debe a que mientras éstas pierden material y se van desgastando, también experimentan un hinchamiento y crecimiento de la masa debido a la presencia de los cristales en su interior (ver Figura 4.53). Ello ha causado modificaciones en la estructura interna, lo que especialmente ha sucedido con los morteros afines y tradicionales. La excepción de estos dos tipos de morteros ha sido el mortero ALCYA que ha resistido prácticamente intacto hasta el final (ver Figura 4.53-4.56). En un primer momento son notorios los daños que sufren las probetas de los grupos HY3, AVY y ALR que tan solo aguantan hasta el segundo ciclo. Mientras, el mortero AVYA aguanta hasta el 3º ciclo; el HY3A hasta el 5º; y HLYA hasta el 6º. El grupo ALCY, a pesar de que durante el 9º ciclo se desintegra, muestra una buena estabilidad durante el

ensayo, con una mínima decadencia en su transcurso. Por otro lado, el grupo ALRA, que aguanta hasta el ciclo 12º, sí manifiesta una clara inestabilidad e importantes variaciones en su masa.



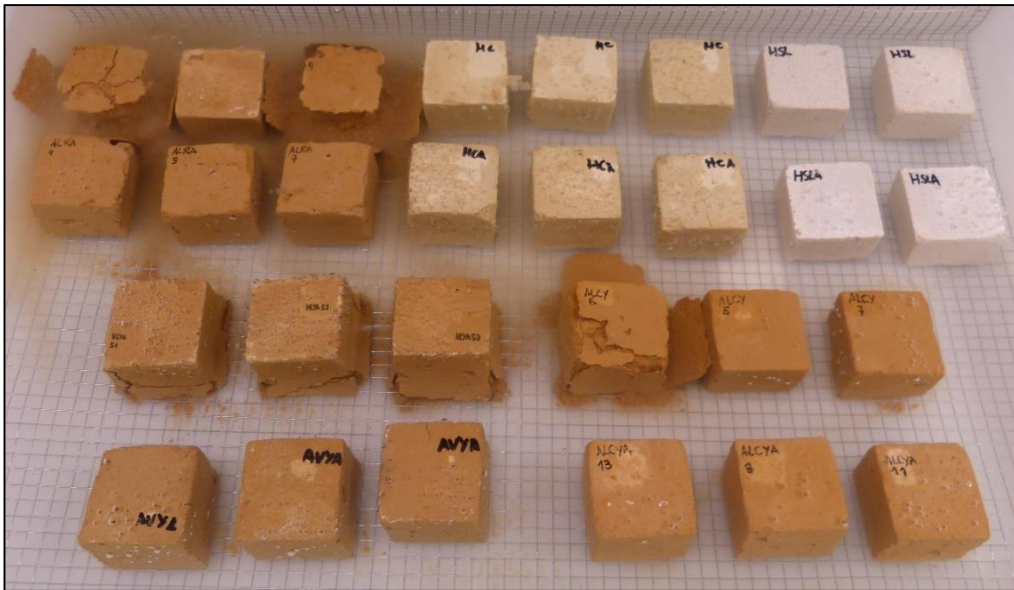
Figura 4.52. Detalle de las probetas durante el proceso del ensayo. A la Izquierda probeta grupo AVYA durante el 2º ciclo. A la derecha, estado de la probeta grupo ALCY tras la pérdida de la capa superficial durante el 6º ciclo.

En este sentido los morteros afines y tradicionales experimentan cambios variados sin exponer un patrón definido por cada categoría. Dentro de los afines se detectan grandes diferencias entre los morteros que contienen cal Pascual y cal Lafarge en su composición (ya que el árido utilizado es el mismo), donde los HLY-HLYA resisten en mejores condiciones que los HY3-HY3A.

Respecto a los resultados que han mostrado los morteros tradicionales también son muy variados. En primer lugar los AVY continúan siendo los morteros más débiles, a continuación los ALR y finalmente los que mejor resisten las condiciones son los ALCY.

En el caso de los morteros de obra no se han experimentado grandes cambios, únicamente puede apreciarse en el caso de los HC y HCA una leve variación de la masa que se produce cada cinco ciclos y que en el siguiente ciclo se recupera. Esta variación la asociamos a la penetración y evacuación del agua

contenedora de especies salinas y a su hinchamiento y mínima pérdida de la masa.



Figuras 4.53. Visible deterioro de las probetas durante el 3º ciclo.

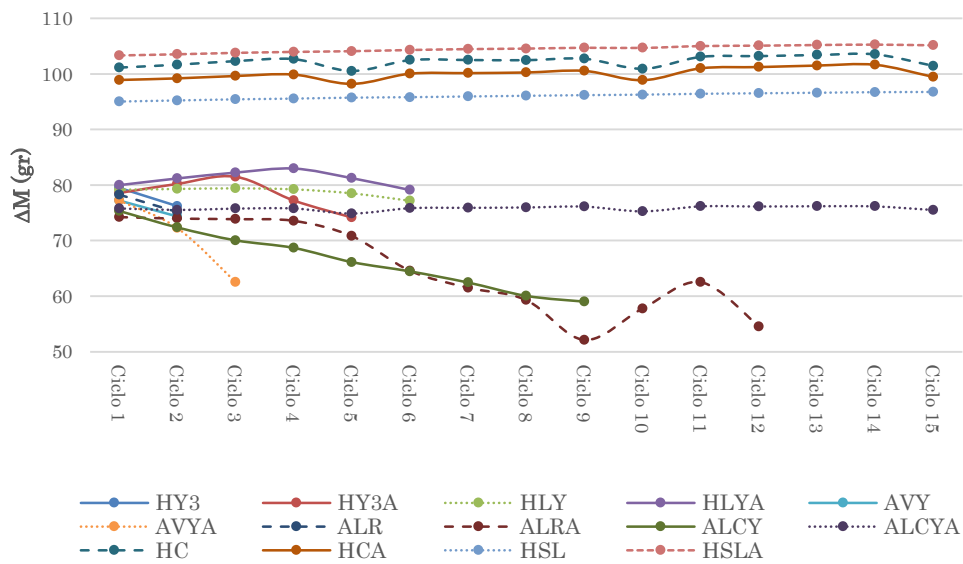


Figura 4.54. Variación de la masa de las probetas en el transcurso del ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales. Fuente: SANTOS *et al.* 2017, (en prensa).

Respecto a la adición acrílica al 10% en este ensayo se aprecian claras diferencias en los grupos afines y tradicionales, entre aquellas probetas que cuentan con la adición en su composición y las que no. El ejemplo que mejor expone esta afirmación es el ALCY-ALCYA, ya que mientras que el grupo ALCY a pesar de mostrar una buena consistencia durante el ciclo 9 se derrumba; el grupo ALCYA perdura hasta el final del ensayo sin percibirse de forma visual prácticamente ningún cambio.

Finalmente, tan solo cinco tipos de morteros experimentales resistieron los 15 ciclos, mostrando una variación mínima en su masa y un estado de conservación inalterable. Estos morteros son los denominados HLS, HLSA, HC, HCA y ACLCYA, en los que la variación de la masa queda comprendida entre el 0% y el 2,27% (ver Figuras 4.55 y 4.56).

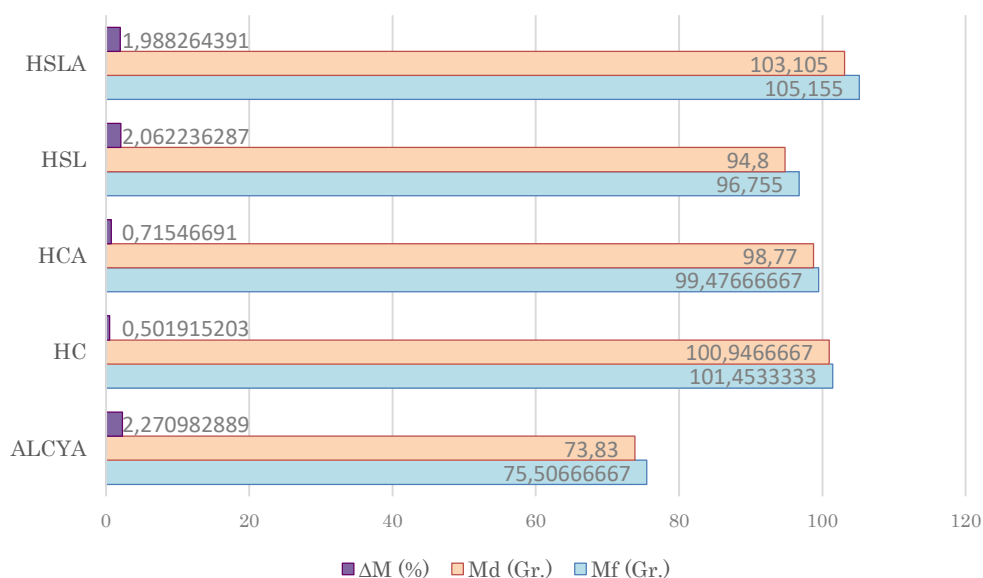


Figura 4.55. Variación de la masa de las probetas que han resistido el ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales.



Figura 4.56. Estado final de las probetas que han resistido el ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales. Fuente: SANTOS *et al.* 2017, (en prensa).

IV.4.1.3.1.3. Conclusiones

Con este ensayo se ha podido evaluar la resistencia que los distintos tipos de morteros poseen frente a las alteraciones provocadas por sales tan dañinas como son los sulfatos. A diferencia de lo ocurrido hasta el momento, este ensayo sí ha ofrecido unos resultados más determinantes permitiendo distinguir más claramente entre unos morteros y otros⁴⁹.

En este sentido se extrae que los morteros afines y tradicionales muestran unos comportamientos generales más débiles en comparación con la resistencia mostrada por los morteros de obra. Se prevé que los morteros ALCY-ALCYA, que son los que han mostrado un mejor comportamiento de entre los morteros afines y tradicionales, al ser muy semejantes a los morteros originales son los

⁴⁹ Lo mismo ocurre con el ensayo de resistencia a las heladas, donde pueden observarse también unos resultados que permiten diferenciar unos grupos de morteros de otros al presentar comportamientos variados en su resistencia.

que pueden ofrecer unas mejores condiciones en la conservación *in situ*. Además de manifestarse como los más estables, los ALCY-ALCYA resisten adecuadamente los ataques salinos. Por otro lado, los morteros de obra visualmente se han mostrado prácticamente inmunes al ataque de sulfatos mostrando un hinchamiento progresivo el cual, con el paso del tiempo terminaría por mostrarse como un comportamiento negativo en una hipotética intervención. Este progresivo hinchamiento dañaría la estructura y morfología de los materiales originales, tal y como ha ocurrido en innumerables ocasiones, suponiendo una amenaza para su salvaguarda. Las incompatibilidades entre el comportamiento de materiales originales y añadidos de mayor dureza y resistencia acarrearán este tipo de consecuencias.

Por otro lado, se trata de un ensayo cuyas condiciones en un enclave arqueológico expuesto al aire libre frente un clima adverso se volverían aún más adversas, ya que en este ensayo los cambios bruscos tanto térmicos como húmidos no se representan. En este sentido también tiene una gran importancia los efectos que las rachas de viento ejercen sobre las estructuras arqueológicas produciendo su repentina deshidratación y cristalización de las sales solubles depositadas en su interior. Por esta razón éstos resultados deben contrastarse con los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la heladicidad y dureza superficial, donde se experimentan grandes cambios de temperatura y cambios de presión ejercida por abrasión.

IV.4.1.3.2. Determinación de la resistencia a la heladicidad

El ensayo de determinación de la resistencia a la heladicidad permite caracterizar el comportamiento y resistencia a la helada de los distintos tipos de morteros experimentales fabricados, reproduciendo los efectos originados por la heladicidad y las fuertes variaciones de humedad y temperatura que ello conlleva.

El debilitamiento de las estructuras arqueológicas a la intemperie durante los meses de invierno, puede ser elevado especialmente si se trata de climas adversos como ocurre en el yacimiento de La Calerilla de Hortunas en

los meses de invierno. El visible deterioro de detectado en las estructuras *in situ* se produce cuando el agua presente en el interior de los poros y fisuras de los materiales inorgánicos se congela y el material aumenta aproximadamente en un 9% su volumen. Este aumento producido en el agua al pasar del estado líquido al estado sólido, junto con el grado de saturación en agua del mismo, su estructura porosa y la rapidez y duración del enfriamiento, son los factores principales que influyen en la degradación de los morteros sometidos a bajas temperaturas (MARTÍNEZ RAMÍREZ, 1995: 18).

Según Martínez Ramírez, para ello existen varias hipótesis acerca del proceso de degradación originado por la disminución de temperatura en materiales que presentan agua en su interior. En general, las diferentes hipótesis se basan en el crecimiento de los cristales de agua sólida (hielo) y el consiguiente aumento de las tensiones en el material que lo rodea, produciendo la formación de fisuras y fracturas en el material. Una de las hipótesis que plantea la autora, supone que la bajada de temperatura produzca la formación de un cristal. Si la temperatura permanece baja, el cristal tiende a crecer, alimentándose con el agua del capilar adyacente. Esto produce un aumento de la presión sobre la pared del capilar que hace que se pueda superar la resistencia del mortero y provocar la formación de una red de fisuras. Otro factor a tener en cuenta en la formación de cristales de hielo, es el diámetro del poro. Los poros grandes se ven menos afectados por el proceso de congelación que poros pequeños, de manera que un material poco poroso con poros pequeños sufrirá mayor degradación que un material muy poroso con poros grandes (diferencias que se analizarán a continuación en los resultados del ensayo) (MARTÍNEZ RAMÍREZ, 1995: 18-20).

La resistencia al hielo, por lo tanto, depende además de la cantidad de agua que pueda retener el material, de la estructura y distribución de los poros, de su tamaño y forma. Además, al no existir espacio libre para absorber esa expansión, ésta genera unas tensiones de tracción en las paredes de la red capilar, que pueden llegar a fisurar y a romper su estructura. De esta forma, los morteros experimentan daños estructurales interiores, que externamente se

detectan a través de fisuras, descascarillados, desprendimiento de fragmentos, fracturas y consiguientes derrumbes (MARTÍNEZ RAMÍREZ, 1995: 19; CAZALLA, 2002: 86; AL-ASSADI, 2009: 12). En las Figura 4.57 se aprecia claramente el efecto que tienen los procesos que engloban los ciclos de hielo-deshielo sobre los morteros experimentales:

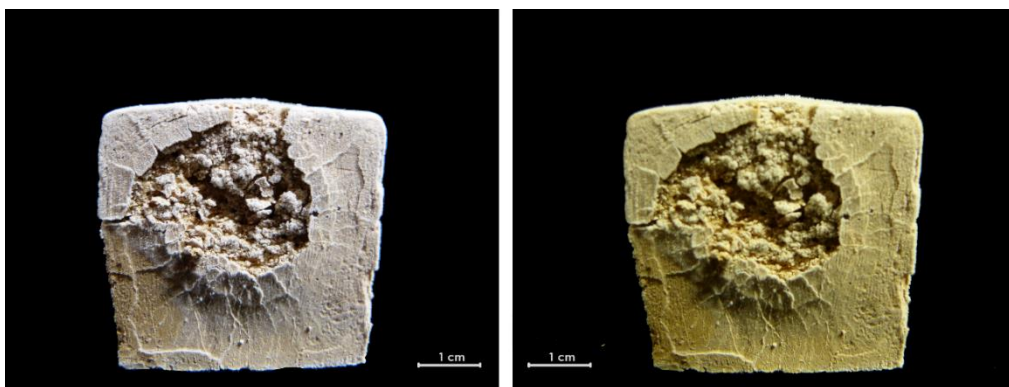


Figura 4.57. Visible estado de deformación y deterioro. Proceso de descongelación de la probeta HLYA-1 tras su exposición a los 12º y 13º ciclos de hielo-deshielo.

El comportamiento de los morteros experimentales frente a condiciones adversas, donde se dan los ciclos de hielo-deshielo, también depende de factores internos como son su contenido en agua, el grado de saturación, el coeficiente de permeabilidad, la longitud de la red capilar, la estructura del poro y su distribución. Según Lindmark, la presión entre el hielo y las paredes de los poros puede llegar a oscilar entre 8 y 10 MPa, valores superiores a la resistencia de la tracción en este caso del hormigón (LINDMARK, 1998: 118; AL-ASSADI, 2009: 14). Por lo que, en la exposición a la intemperie de morteros de cal en climas adversos, han de tenerse todavía si cabe más en cuenta todos los factores expuestos y experimentar previamente antes de ejecutar una intervención.

IV.4.1.3.2.1. Procedimiento

El ensayo se realiza a través del procedimiento descrito en las recomendaciones de la Comisión 25 PEM de la RILEM 1980 (Ensayo nº V. 3). Para ello, se han seleccionado un total de 38 probetas cúbicas de 4 centímetros

de arista. En el caso de los morteros más duros (HC, HCA, HSL y HSLA) se escogieron 2 probetas de cada uno y 3 del resto de grupos una vez transcurridos 365 días de curado.

El objetivo del ensayo es determinar la resistencia de los morteros exponiéndolos a ciclos de congelación en aire y deshielo en agua. En este caso sobre un total de 15 de ciclos al igual que en el ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales. El ensayo completo incluye los siguientes procesos:

- Secado. Primeramente se realiza el secado de las probetas en estufa a 50 °C hasta obtener un valor de masa constante.
- Inmersión. Saturación de las probetas en agua que se sumergen durante 48 h a 20 ± 2 °C.
- Registro. Pesada y medida de las probetas saturadas en agua.
- Congelación. Periodo de congelación de las probetas en aire a -15 ± 2 °C durante 6 horas.
- Descongelación. Periodo de deshielo en agua en cámara frigorífica durante 18 horas a $10 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.
- Registro. Una vez concluido el ciclo, se procede al registro de las probetas mediante el sistema de pesadas e inspección visual con el fin de detectar posibles microfisuras.

La inspección visual se ha realizado siguiendo las pautas especificadas en el apartado 7.3.2.2 de la norma UNE EN 12371:2010 (Tabla 4.6).

Tabla 4.13. Escala de valores propuesta en la norma UNE EN 12371:2010 para evaluar el estado de las probetas tras cada uno de los ciclos de hielo/deshielo.

Estado de conservación de las probetas	
0	Probeta intacta
1	Daños mínimos (redondeo mínimo de esquinas y aristas) que no comprometen la integridad de la probeta.
2	Una o varias grietas pequeñas ($\leq 0,1$ mm de ancho) o rotura de pequeños fragmentos (≥ 30 mm ² , por fragmento).
3	Una o varias grietas, agujeros o rotura de fragmentos de mayor tamaño que el definido en el punto 2, o una alteración del material en vetas; o la probeta muestra signos importantes de desagregación o disolución.
4	Probeta con grandes grietas o rota en dos o más trozos o desintegrada.

El porcentaje de variación de la masa se determina mediante los datos registrados en las sucesivas medidas al finalizar cada ciclo de hielo-deshielo donde se aplica la siguiente fórmula:

$$\Delta M = \frac{Msat(i) - Msat(n)}{Msat(i)} \times 100$$

ΔM_{sat} Variación de la masa de la probeta saturada, en porcentaje.

$M_{sat(i)}$ Masa de la probeta saturada antes del número determinado de ciclos, en gramos.

$M_{sat(n)}$ Masa saturada tras número determinado de ciclos, en gramos.

IV.4.1.3.2.2. Resultados y discusión

En el transcurso del ensayo se observan significativos cambios en las probetas, pero estos no han sido en la misma medida que los experimentados en el ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales (ver Figura 4.58). A excepción de los grupos HY3, HLY, AVY, AVYA y ALR el resto de grupos de morteros sí resisten el número total de ciclos fijados en el ensayo, mostrando visibles diferencias que a continuación se analizan.

Según se muestra en la Figura 4.58 y Tablas 4.7 y 4.8, los primeros morteros experimentales en deteriorarse y tener que ser descartados del ensayo son los AVY y ALR durante el ciclo 2. En este mismo ciclo se detecta una pérdida

de la masa de las probetas ALCY mientras el resto de grupos continúan con una ganancia progresiva de la masa. En el ciclo 3 se detecta la desestabilización de las probetas HY3 y durante el ciclo 4 se aprecia la visible pérdida de masa de los grupos HY3A y HLY. En el siguiente ciclo el grupo ALRA comienza a experimentar pérdida de la masa, mientras que los morteros de obra y el mortero tradicional ALCY se mantienen estables. Durante el ciclo 9 tras un claro declive, el grupo HLY es descartado del ensayo y en el grupo HC se detecta una inicial pérdida de masa, mientras que ALRA, HY3 y ALCY continúan con su progresivo deterioro. Finalmente, si se consulta la variación de la masa en porcentajes, el único grupo que no muestra pérdida de la masa es el ALCYA (ver Tabla 4.7). Aun así, en estos resultados ocurre en cierta medida como en el ensayo de resistencia a la cristalización de sales, donde la pérdida de la masa se va compensando con el aumento de cristales en su interior, en este caso ocurre con la formación de cristales de hielo.

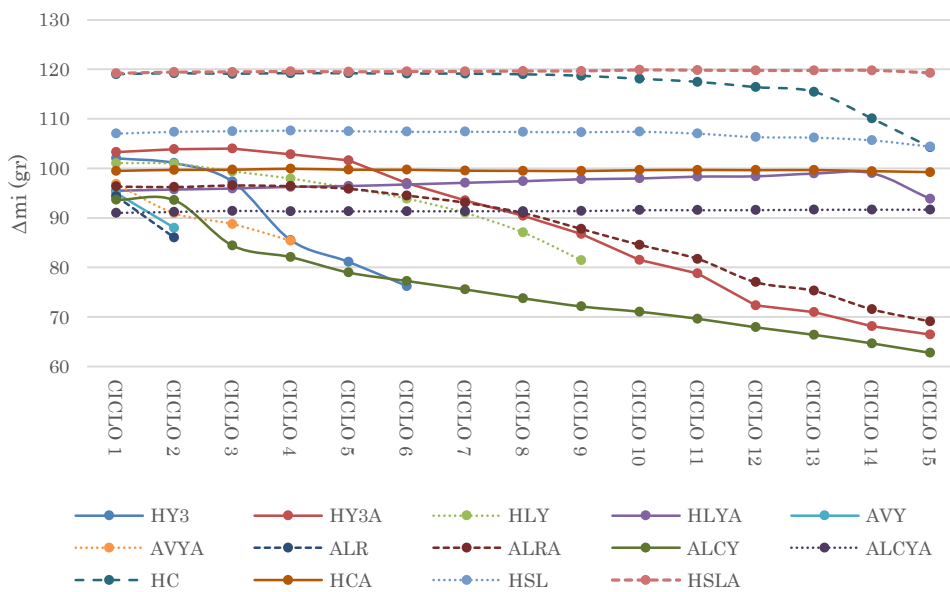


Figura 4.58. Variación de la masa de las probetas en el transcurso del ensayo de determinación de la resistencia a la heladicidad.

Una de las mayores diferencias que se aprecian a simple vista es que en la exposición a los ciclos de hielo-deshielo donde los morteros de obra han sufrido un deterioro algo más significativo que en el resto de los ensayos; mientras que los morteros afines y tradicionales, en cambio, han ofrecido unos resultados más positivos. De hecho, cabe comparar los morteros HC y HLYA, que muestran un comportamiento similar (ver Figura 4.59).

La mejora de estos resultados en los morteros afines y tradicionales, especialmente la del mortero HLY que resiste hasta el ciclo 9 y la de ALCY que soporta todo el ensayo, seguramente es debido a su capacidad para retener el agua en el primer caso, y a su adición de polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas que aumenta su resistencia a la helada en el caso del segundo. La adición de Acril 33 al 10%, indicada para materiales expuestos a bajas temperaturas y ciclos de hielo-deshielo, también ha hecho que se haya dado este cambio en su comportamiento. Por este motivo se detectan notables mejoras en el comportamiento de las probetas especialmente del grupo HLYA y también del HY3A.

Tabla 4.14. Pérdida/ganancia de masa en porcentajes durante el transcurso del ensayo de determinación de la resistencia a la heladicidad.

Morteros	Nº de ciclos	Ciclo 1	Ciclo 4	Ciclo 7	Ciclo 10	Ciclo 13	Ciclo 15
		Δm_{sat} (%)					
HY3	6	2,03	-14,47	--	--	--	--
HY3A	15	1,08	0,69	-8,46	-20,17	-30,49	-34,96
HLY	9	1,04	-2,06	-8,99	--	--	--
HLYA	15	0,44	1,26	2,12	3,04	4,07	-1,3
AVY	2	-4,98	--	--	--	--	--
AVYA	4	-2,49	-14,01	--	--	--	--
ALR	2	2,57	--	--	--	--	--
ALRA	15	0,56	0,63	-2,83	-11,72	-21,41	-27,84

ALCY	15	2,71	-9,94	-17,1	-22,05	-27,15	-31,15
ALCYA	15	0,38	0,73	0,77	1,015	1,11	1,14
HC	15	0,109	0,28	0,19	-0,68	-2,88	-12,27
HCA	15	0,06	0,5	0,11	0,21	0,23	-0,18
HLS	15	-0,25	0,31	0,1	0,1	-1,01	-2,7
HLSA	15	0,05	0,37	0,39	0,64	0,55	0,12

Tabla 4.15. Evaluación a través de la inspección visual de los morteros experimentales en el transcurso del ensayo en base a la escala de valores propuesta por la norma UNE EN 12371:2010.

Morteros	Nº de ciclos	Ciclo 1	Ciclo 4	Ciclo 7	Ciclo 10	Ciclo 13	Ciclo 15
		Inspección visual					
HY3	6	1	2	3	--	--	--
HY3A	15	0	0	2	3	3	3
HLY	9	0	1	2	--	--	--
HLYA	15	0	0	0	0	1	2
AVY	2	2	--	--	--	--	--
AVYA	4	1	4	--	--	--	--
ALR	2	2	--	--	--	--	--
ALRA	15	0	0	1	2	3	3
ALCY	15	0	2	2	2	3	3
ALCYA	15	0	0	0	0	0	0
HC	15	0	0	0	1	1	2
HCA	15	0	0	0	1	1	2
HSL	15	1	1	1	1	1	2
HSLA	15	0	0	0	1	1	2

El efecto de la adición acrílica también puede detectarse en uno de los morteros de obra. A partir del ciclo n° 9 las probetas HC experimentan un descenso en la variación de su masa llegando a un -12,27%, mientras que las HCA continúan con una situación estable mostrando una pérdida del -0,18%. En el caso de los grupos HSL y HSLA también se experimentan diferencias aunque la variación de la masa continúa siendo mínima con tan sólo un -2,7% y 0,12% respectivamente (ver Tabla 4.7).

Los resultados del grupo ALCY, el único grupo ensayado que no está aditivado con Acril 33, presentan una decadencia debido a su paulatina pérdida de la masa del -31,15%, que únicamente es superada por el grupo HY3A con un -34,96%. Aun así se trata de un resultado muy positivo si lo comprobamos con el resto de grupos que, efectivamente, en su composición contienen la adición acrílica. De hecho, presenta un estado final similar al de los grupos HY3A y ALRA.

Cabe destacar el comportamiento estable del mortero ALCYA que muestra unos resultados mejores que los obtenidos por los grupos HC, HCA, HSL y HSLA. El grupo ALCYA no ha mostrado debilitamiento alguno, observándose durante todo el ensayo un incremento mínimo en la variación de su masa (ver Figura 4.58 y Tablas 4.7 y 4.8).

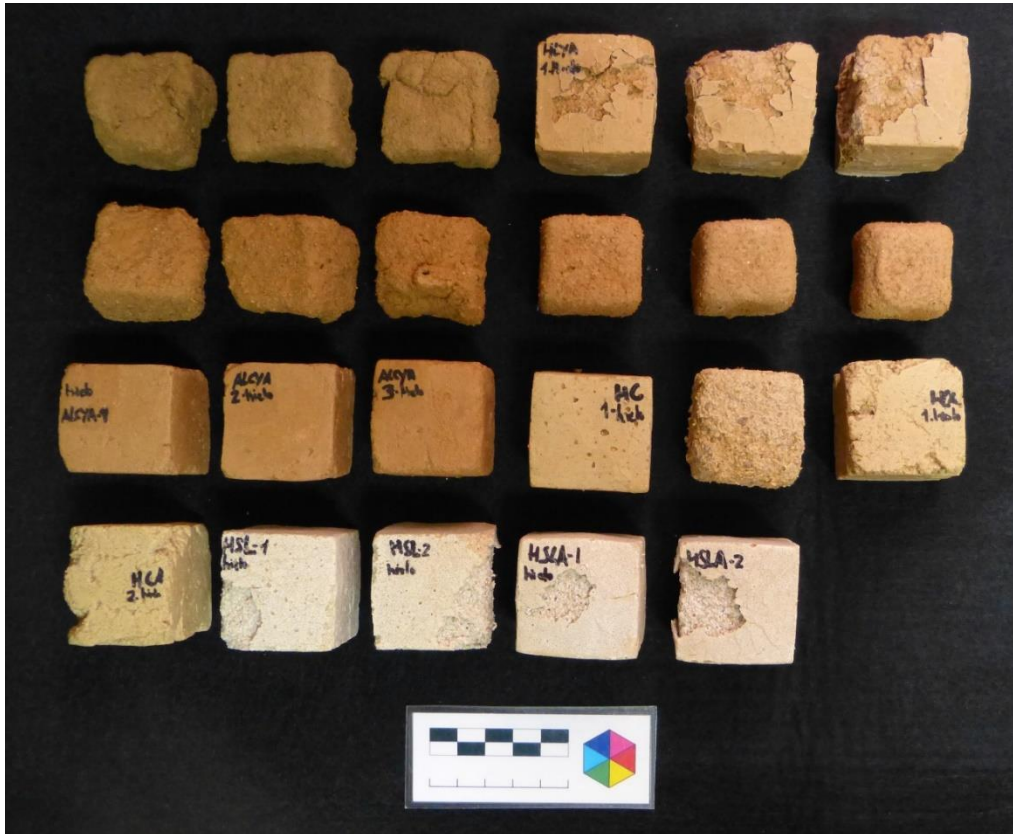


Figura 4.59. Aspecto final de las probetas que han resistido al ensayo de determinación de la resistencia a la heladicidad. De izquierda/derecha y de arriba/abajo: grupo HY3A; grupo HLYA; grupo ALRA; grupo ALCY; grupo ALCYA, grupo HC, grupo HCA, grupo HSL y grupo HSLA.

Los deterioros visibles que se han experimentado en este ensayo han sido desgastes superficiales, redondeo de las aristas, fisuración, pérdida de la capa externa, disgregación, fracturas y desmoronamiento de las probetas teniendo que ser retiradas del ensayo.

IV.4.1.3.2.3. Conclusiones

En el transcurso de este ensayo se puede observar cómo el deterioro no ha sido tan visible como en el ensayo de resistencia a la cristalización de sales. En comparación con el resto, se ha percibido un peor comportamiento de los morteros de obra; mientras que los grupos de morteros afines y tradicionales

que han superado el ensayo han mostrado unos comportamientos más estables que en el ensayo de cristalización de sales. Con este ensayo lo que se ha podido extraer es que los morteros experimentales fabricados resisten en mejores condiciones los ciclos de hielo deshielo que los de cristalización sales. Siendo así, puede afirmarse que en este ensayo los resultados resultan menos espectaculares que en el de sales, lo que nos ha permitido extraer conclusiones si cabe todavía más concretas.

Se observa cómo el tamaño del poro influye, ya que los morteros de obra tienen los poros más grandes que el resto y a corto plazo pueden soportar mejor los efectos producidos por los ciclos de hielo-deshielo. En cambio los morteros afines y tradicionales al presentar una red de poros más pequeños su visible deterioro y pérdida material ha resultado más determinante. Sin embargo los resultados indican un previsible aumento de volumen de los morteros de obra lo que proporcionará futuros problemas a los materiales originales.

Por otro queda comprobado como el polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas ofrece una buena resistencia frente a las bajas temperaturas, así como la adición acrílica que también presenta un buen comportamiento. En este caso, cabe destacar que la adición acrílica permite el hinchamiento de los morteros contenedores de cristales de hielo en su interior lo que se presenta como una diferencia de la simple adición puzolánica. La adición puzolánica resiste las condiciones extremas, pero no experimenta un hinchamiento, sino una leve y paulatina disgregación del mortero. Este punto, valorado junto a los resultados del resto de los ensayos debe tenerse en cuenta puesto que no afectaría la estabilidad de los morteros originales en una hipotética intervención, especialmente si se trata de una reconstrucción volumétrica.

IV.4.1.3.3. Envejecimiento acelerado por humidificación y secado

Con este ensayo es posible analizar los efectos que las variaciones de humedad relativa y secado producen en los morteros. Las condiciones de humedad en las muestras se pueden lograr por exposición a una atmósfera con 100% de humedad relativa, por inmersión, niebla o sobresaturación,

manteniendo en este último caso las proximidades de la muestra (LASTRAS, 2007: 178-179; CULTRONE, 2001:52). Teniendo en cuenta las variaciones de humedad y la elevada amplitud térmica existente en el yacimiento arqueológico de La Calerilla (ver análisis climatológico (apartado III.3.2.) resulta conveniente valorar previamente el comportamiento de los morteros experimentales simulando esas condiciones de contraste entre el día y la noche.

IV.4.1.3.3.1. Procedimiento

El ensayo no está regulado por normativa específica y ha sido planteado mediante sucesivos ciclos de humedad y sequedad de 24 horas. Para ello han sido necesario simular las dos atmosferas (humectante y secante) mediante campanas de vidrio de tipo desecación (Campana A y Campana B). La base de la Campana A se llena de agua y sobre su rejilla cerámica se disponen las probetas acompañadas en todo momento de un higrómetro indicativo de los valores de H-R (las probetas en ningún momento están en contacto con el agua); mientras que la base de la Campana B se llena de gel de sílice y sobre la rejilla cerámica se disponen las probetas, acompañadas igualmente por un higrómetro. Los valores que se alcanzan en cada una de las atmosferas creadas son los siguientes:

- Campana A: La campana alcanza el 99% de H.R.
- Campana B: La campana alcanza valores de entre el 15 y el 20% de H.R.

El ensayo ha consistido en 15 ciclos de 24 horas de exposición simulando contrastes de humedad y sequedad tal y como ocurre en el enclave arqueológico. Se han escogido tres probetas de cada variable con 90 días de curado. En el ensayo se incluyen los siguientes procesos:

- Secado. Las probetas se secan previamente en estufa a 50 °C hasta alcanzar masa constante.
- Exposición en cámara de humedad. Las probetas se introducen en la cámara de humedad a durante 16 horas.

- Exposición en cámara de desecación. Las probetas se introducen en la cámara de desecación a durante 8 horas.
- Registro. Al finalizar cada ciclo las probetas se pesan para determinar variaciones en su masa tras la absorción y cesión de humedad.

Tras finalizar la parte correspondiente a la exposición en cámara de desecación y una vez introducidas las probetas en la cámara de humedad, se retira el gel de sílice de la campana de B y se introduce en la estufa con el fin de secarlo y dejarlo listo para comenzar el siguiente ciclo.

IV.4.1.3.3.2. Resultados y discusión

Durante el transcurso del ensayo, a lo largo de los 15 ciclos se han detectado fluctuaciones mínimas en la masa debido a los cambios simulados entre la atmósfera húmeda y la atmósfera seca. Aun así, en prácticamente en todo momento se ha registrado aumento de la masa ya que las probetas estaban más horas expuestas en la campana de humedad.

Los resultados quedan reflejados en las Figuras 4.60 y 4.61, donde pueden apreciarse ciertas diferencias entre unas y otras variables en la ganancia de su masa, ya que no se ha experimentado ningún caso de pérdida de masa final (Δm_i). En el caso de los morteros de obra, las probetas HLS y HSLA se mantienen estables y no experimentan cambios perceptibles, sin embargo en las probetas HC y HCA sí se perciben cambios algo más significativos entre un ciclo y otro mostrando una línea algo más ascendente.

Respecto a los morteros tradicionales los resultados muestran si cabe un transcurso similar a las probetas HC en el caso de las probetas ALR y ALRA. En cambio las probetas AVY, AVYA, ALCY y ALCYA si experimentan los procesos de cambio entre los contrastes de humedad-sequedad.

Los morteros afines son los que mayores cambios experimentan, aunque tampoco resultan excesivos en el transcurso de los 15 ciclos. Las mayores variaciones de la masa quedan reflejas con las probetas de HY3 y los cambios menos significantes mediante las probetas HLY.

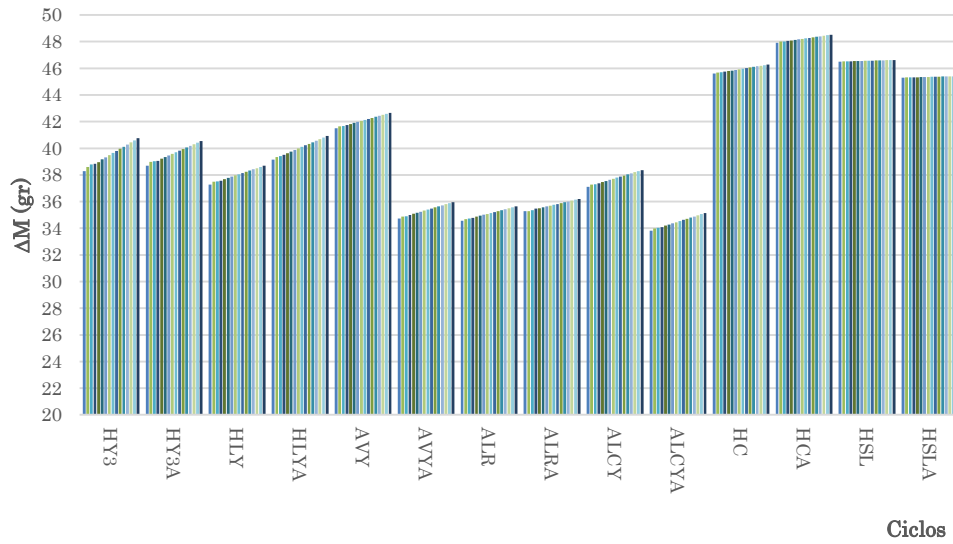


Figura 4.60. Variación de la masa de las probetas en el transcurso de los 15 ciclos de exposición.

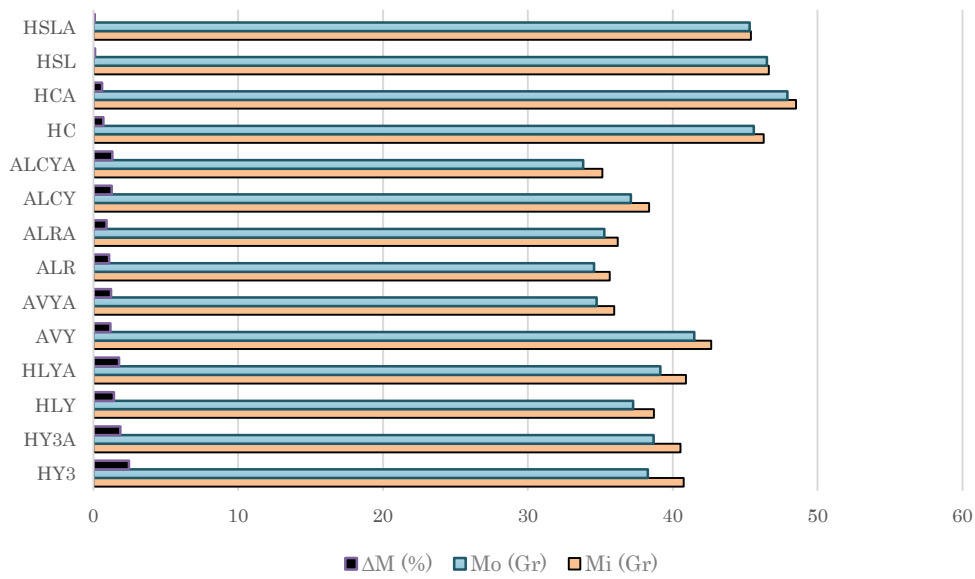


Figura 4.61. Variación de la masa de las probetas antes y después de los ciclos de exposición.

En cuanto a la adición acrílica, a pesar de que los cambios son mínimos en el transcurso de los 15 ciclos, puede notarse su efecto en las probetas de morteros afines, especialmente entre los elaborados con cal de la casa Pascual (HY3 y HY3A), ya que en el resto las diferencias entre la variable con y sin adición acrílica son mínimas.

IV.4.1.3.3.3. Conclusiones

Con este ensayo se han podido percibir los cambios de expansión y contracción de los morteros experimentales, lo que ha permitido extraer conclusiones en base a ese comportamiento. De ello se interpreta que los morteros de obra resultan excesivamente resistentes a los cambios de una atmosfera humectante a secante. Por otro lado, dentro de los morteros tradicionales el mortero que experimenta movimientos acordes con la situación generada es el grupo ALCY; y dentro de los morteros afines, que muestran unos movimientos mayores, el mortero que más cambios experimenta es el HY3. Contando con que en el yacimiento arqueológico de La Calerilla existe una gran amplitud húmica, se considera que los morteros de obra no se adaptarían plenamente a los movimientos que los morteros originales *in situ* sí experimentarían. Mientras que los morteros ALCY-ALCYA, HLY-HLYA, HY3-HY3A sí se adaptarían según los resultados expuestos.

Si se comparan los resultados de este ensayo con los del ensayo de envejecimiento térmico por variaciones de temperatura y humedad relativa (apartado IV.4.1.4.5.), se verá que los resultados son similares. Los morteros más duros (los de obra) se mantienen estables, mientras que los tradicionales muestran algunos cambios y en el caso de los afines las diferencias son algo mayores.

IV.4.1.3.4. Envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta

Con el fin de valorar los efectos que la radiación ultravioleta ejerce sobre los materiales constructivos presentes en los yacimientos arqueológicos expuestos a la intemperie, se ha considerado oportuno exponer las probetas al envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta. Se trata de una técnica

utilizada en el campo de Conservación y Restauración de Bienes Culturales que permite evaluar el comportamiento de los materiales frente a la radiación UV de forma anticipada. En el caso de los morteros se trata de materiales que no resultan especialmente sensibles a la luz solar, pero igualmente resulta conveniente realizar este tipo de ensayos de envejecimiento artificial acelerado, para poder detectar a tiempo cualquier tipo de anomalía.

IV.4.1.3.4.1. Procedimiento

El envejecimiento acelerado de las probetas se ha realizado en una cámara QUV-Basic de Q-Panel, con lámpara UV UVA-315 con una potencia de 40 w. Ello ha permitido simular la radiación a la que se exponen los yacimientos arqueológicos en su exposición a la intemperie. Para la realización de este ensayo se han escogido tres probetas de cada variable estudiada con 90 días de curado.

Con el fin de detectar variaciones y poder valorar los posibles cambios que han experimentado las probetas entre el antes y el después de su exposición, se ha utilizado la técnica de la Espectrofotometría visible/colorimetría. Para ello fue necesario contar con un espectrofotómetro Minolta CM 2600d (ver Figura 4.62), y a continuación se escogieron el observador estándar 10° C y el iluminante estándar CIE tipo D65 (luz día con temperatura de color 6500° K) y el área de medida de 8mm Ø (CIE, 2004: 3-10).

Los datos se han registrado con componente especular incluida (SCI) con brillo, y con componente especular excluida (SCE), sin brillo. Las mediciones de color se han realizado sobre las probetas seleccionadas que estuvieron sujetas a un total de entre 3 y 5 mediciones cada una, tanto antes como después del proceso. La medición se ha realizado sobre la parte más uniforme de la probeta y para asegurarnos de que la toma de datos era realizada sobre el mismo punto en el antes y en el después del proceso, se fabricaron unas plantillas de acetato especificando los puntos de medición a partir del cual se ha calculado su media y desviación estándar.

Las probetas se han mantenido irradiadas durante un total de 300 horas y las condiciones ambientales en la cámara de envejecimiento durante todo el proceso han sido de 40° C y 50% de humedad relativa.



Figura 4.62. Medición del color a través del espectrofotómetro Minolta CM 2600d.

Para la interpretación de los datos del color que se extraen se debe tener en cuenta que:

- Coordenada L*= claridad
- Coordenada a*= eje rojo/verde
- Coordenada b*= eje amarillo/azul
- Coordenada C*= croma
- Coordenada H*= matiz

Y el cálculo de la variación total del color (ΔE^*) se ha calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

ΔE^* Variación total del color

ΔL^* Diferencia entre L final y L inicial.

Δa^* Diferencia entre a final y a inicial.

Δb^* Diferencia entre b final y b inicial.

Se trata de la fórmula de CIELAB76 que, de acuerdo con los métodos internacionales recomendados por la Comisión Internacional de Iluminación (*Commission Internationale de l'Éclairage*) definidos en 1976, es la más empleada en estudios y trabajos de investigación relacionados con el campo de la conservación y restauración (LINARES, 2017: 105).

IV.4.1.3.4.2. Resultados y discusión

Tras comparar los resultados y no observar diferencias significativas entre SCI (con brillo) y SCE (sin brillo), los datos reflejados a continuación se corresponden con los SCI. Por otro lado, para la valoración de los resultados se han tenido en cuenta los parámetros indicados por los autores Melgosa, Pérez, Yebra y Huertas (MELGOSA *et al.*, 2001), que determinan que la diferencia de color justamente perceptible abarca un rango de entre 0,38 y -0,73, una diferencia de color en torno a 1,75 como supraumbral; y como grandes diferencias de color, aquellas que estén por encima de 5,0 unidades CIELAB (LINARES, 2014: 334). Teniendo en cuenta estos valores, se estima que las probetas sometidas a la exposición de radiación UV durante 300 horas no han experimentado cambios apreciables (ver Figuras 4.63-4.65).



Figura 4.63. Gráfica de incrementos ΔL^* , ΔC^* , Δh^* y ΔE^* .

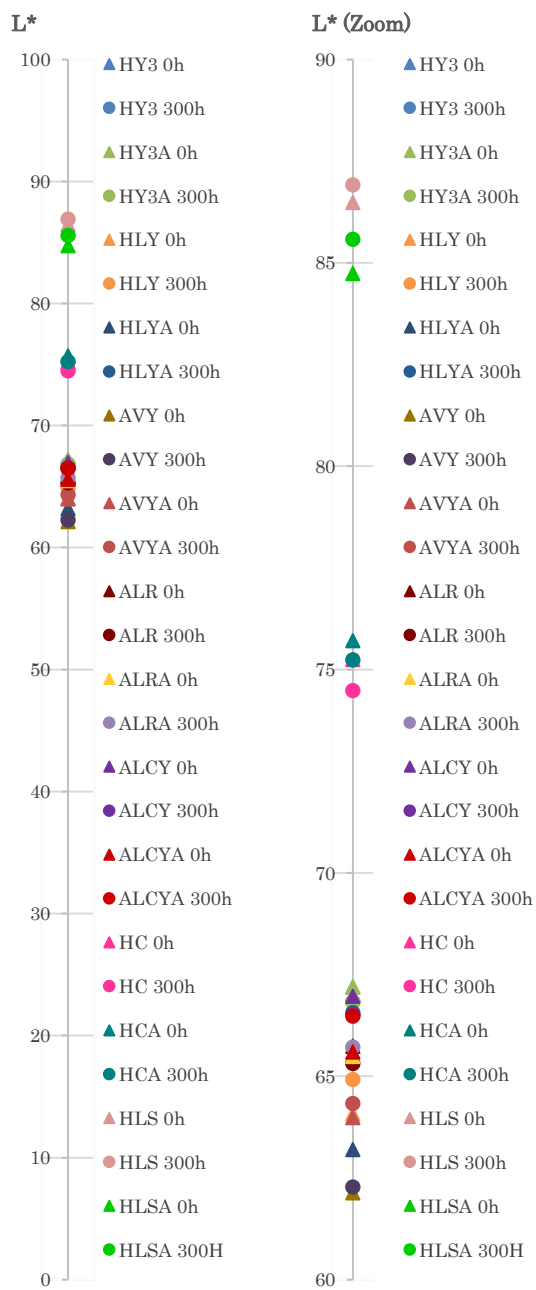


Figura 4.64. Diagrama CIELAB antes y después de la exposición UV. L* con zoom y sin zoom.

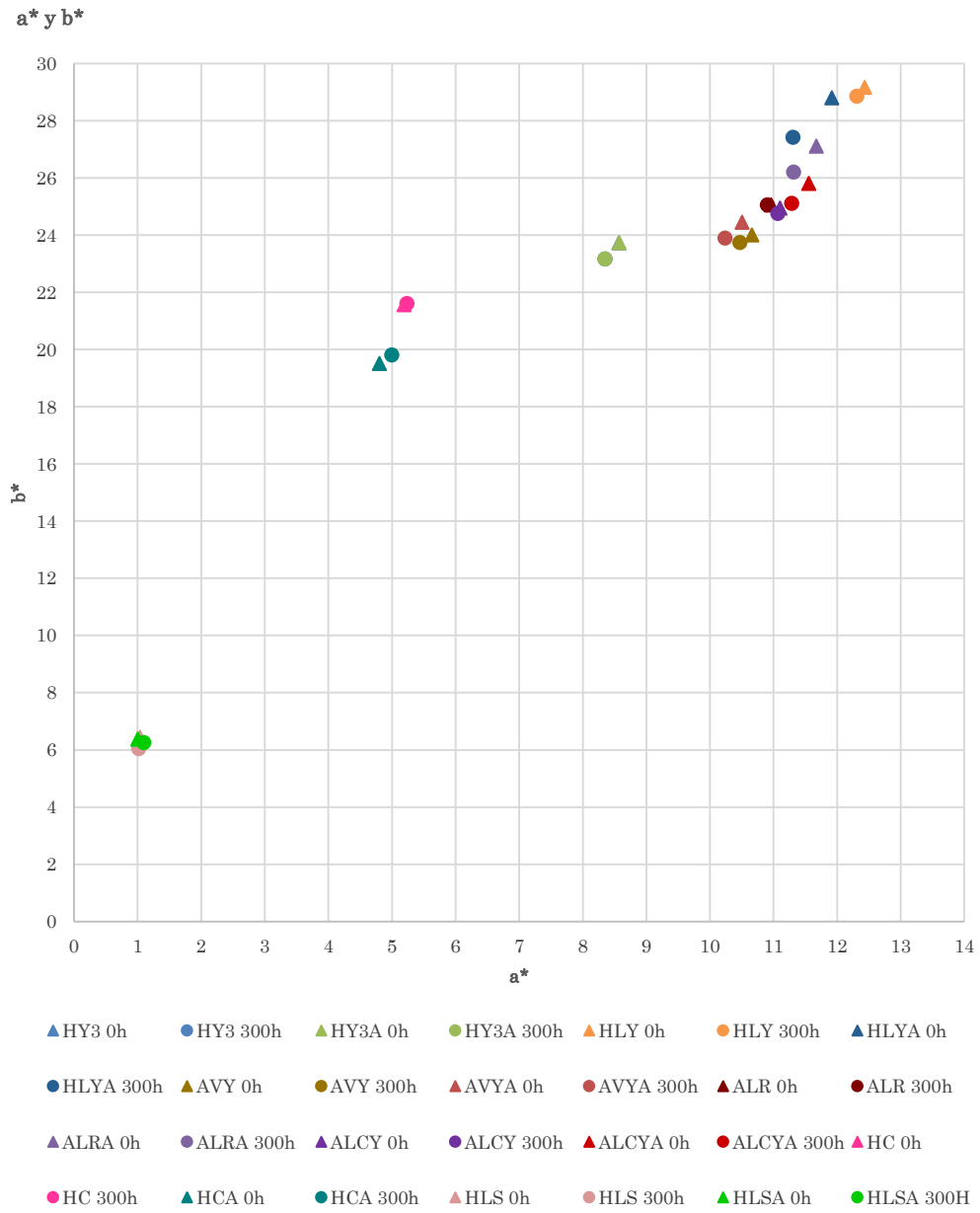


Figura 4.65. Diagrama CIELAB antes y después de la exposición UV.

Tal y como se aprecia en la gráfica, los morteros experimentales afines son los que mayores cambios cromáticos sufrieron, especialmente la variable con adición acrílica HLYA. Pero como decimos, no resultan grandes cambios. A continuación, el resto de las variaciones producidas en los otros grupos se sitúan dentro de los límites no perceptibles.

IV.4.1.3.4.3. Conclusiones

Como se ha podido observar durante este ensayo, al tratarse de morteros de cal, las variaciones provocadas mediante luz UV en cámara de envejecimiento acelerado son mínimas y las diferencias no son apreciables a simple vista. Sin embargo este ensayo deberá compararse con el de envejecimiento natural *in situ* (ver apartado IV.4.2. Ensayo de envejecimiento natural *in situ*). En este caso las probetas han sido expuestas a la intemperie durante un año y sí se muestran ciertos cambios que resultan algo más perceptibles para el ojo humano.

IV.4.1.3.5. Envejecimiento térmico por variaciones de temperatura y humedad relativa

A través de este ensayo se valoran los cambios que experimentan las probetas sometidas a periodos largos de simulación controlada de condiciones de humedad relativa y temperatura. Las propiedades de los morteros (color, brillo, saturación, resistencias mecánicas, etc.) varían en función de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, radiación), siendo estos cambios más significativos en aquellas zonas con ambientes húmedos y cálidos, como resulta en el caso del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas (MAS BARBERÁ, 2005: 156). Con este ensayo ha sido posible realizar comprobaciones acerca del comportamiento de los morteros experimentales con el fin de determinar el tipo de variación en condiciones controladas basadas en las medias reales de tanto temperatura como humedad relativa.

IV.4.1.3.5.1. Procedimiento

Teniendo en cuenta las condiciones medias diarias de humedad relativa y la media máxima de temperatura recogidas en el apartado de análisis climatológico del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, las condiciones controladas a las que se han expuesto las probetas son las siguientes: 70% de H-R y 27° C de T. Para la realización de este ensayo se han requerido 3 probetas de cada variable de mortero experimental estudiado con 90 días de curado.

Con el fin de evaluar cambios en las probetas, se ha registrado la variación de la masa antes y después de su exposición en cámara climática. El instrumental empleado en este ensayo ha sido la cámara climática Dycometal DI-100 con rango de temperaturas desde -25° C hasta 150° C, con una humedad relativa de entre el 15% y el 98% con una velocidad de refrigeración y calentamiento de 1/2° C/minuto.

Los procesos han sido los siguientes:

- Secado. Las probetas se secan previamente en estufa a 50 °C hasta alcanzar masa constante.
- Registro. Antes de comenzar el ensayo se procede a pesar las probetas para determinar su masa inicial.
- Exposición en cámara climática. Las probetas se introducen en cámara climática durante 300 horas.
- Registro. Al finalizar el ensayo se procede a pesar las probetas para determinar variaciones en su masa tras su periodo de exposición.

IV.4.1.3.5.2. Resultados y discusión

Si se observa la siguiente gráfica, las probetas no han experimentado cambios bruscos adaptándose plenamente a la nueva atmosfera creada. Si bien, son perceptibles algunos cambios que sugieren el movimiento físico de las

probetas experimentando una ganancia de la masa en función de la humedad absorbida.

Los morteros de obra, se muestran prácticamente inmunes a las nuevas condiciones de humedad y temperatura, mientras que los morteros tradicionales sí muestran algunos cambios. De estos grupos la variable ALCYA es la que más variación en la masa ha experimentado (+1,14%) y en segundo lugar ALRA (+0,6%). Entre los morteros afines destaca de entre todos ellos la variable HLY con un aumento de masa mayor (+2,3%), y le siguen HLYA con un aumento no tan significativo (+0,9%) y HY3A (+0,89%). Los únicos casos que han experimentado pérdida de la masa han sido la variable AVY (-0,8%) y la HLS, que es prácticamente imperceptible (-0,09%) (Figura 4.66).

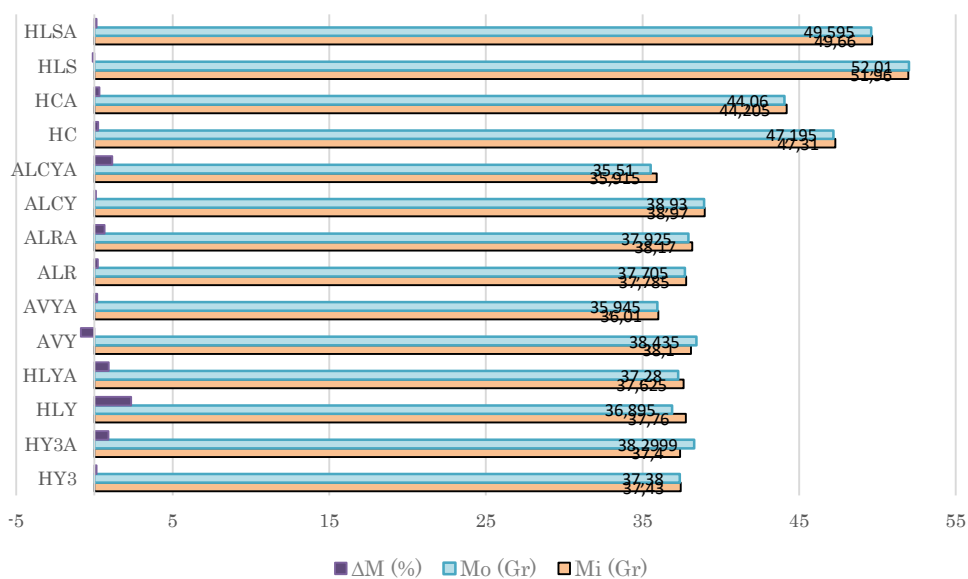


Figura 4.66. Variación de la masa de las probetas entre el antes y el después del ensayo.

En este caso puede afirmarse que las variables con adición acrílica como norma general son las que experimentan unos cambios más significativos en su masa, pero tal y como ha quedado reflejado, los cambios son mínimos.

IV.4.1.3.5.3. Conclusiones

Como ya se adelantaba en el ensayo de envejecimiento acelerado por humidificación y secado (apartado IV.4.1.4.3.), las diferencias visibles son similares y los comportamientos de los morteros de obra se acercan más al comportamiento de los morteros de cemento, resultando más duros y resistentes. Se puede reafirmar por tanto que aquellos morteros que muestran unos movimientos más acordes y en consonancia con las condiciones a las que han sido expuestos, son los que garantizarán una compatibilidad mecánica junto con los morteros originales de La Calerilla.

IV.4.2. Procedimiento *in situ*: ensayo de envejecimiento natural

El ensayo de envejecimiento natural *in situ* es un ensayo no normalizado que permite completar junto con los ensayos de laboratorio el comportamiento de los distintos morteros experimentales en condiciones reales, tras un año de exposición a la intemperie de las probetas en el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas. Asimismo, la deposición de probetas de cada variable *in situ* en puntos diferentes del enclave, y su estudio antes, durante y después del ensayo ha permitido extraer datos cualitativos del comportamiento de cada uno de los morteros estudiados.

IV.4.2.1. Procedimiento

Para este ensayo se ha estimado necesario el empleo de probetas elaboradas con y sin elementos pétreos con el fin de poder valorar y determinar diferencias entre el comportamiento de las probetas de mortero (sin piedras) y las de hormigón (con piedras). Para ello se han requerido tres probetas por cada variable de grupo, de las cuales un ejemplo de cada ha servido como probetas testigo (ver Figura 4.67) y los otros dos se han depositado *in situ*. Antes y después de disponer las probetas *in situ* se ha procedido a la realización del

registro correspondiente, un estudio fotográfico y colorimétrico⁵⁰ con el fin de detectar posibles variaciones antes, durante y después del ensayo.

A continuación, de las dos probetas de cada variable depositadas *in situ*, un ejemplo de cada grupo se ha dispuesto en la cara norte del muro de cierre, y el otro ejemplo de cada en su cara sur. Se ha escogido este procedimiento con el objetivo de comparar resultados y determinar el comportamiento de los morteros experimentales en condiciones *in situ*. Para tal fin, la estructura más adecuada del enclave es sin duda el muro de cierre, puesto que la cara norte del muro presenta condiciones de elevada humedad y consiguiente crecimiento de agentes biológicos; mientras que la cara sur está caracterizada por los altos niveles de insolación, debido a su efecto barrera en un terreno que presenta inclinación.

En este sentido, las probetas una vez desmoldadas en el laboratorio, se trasladaron al yacimiento y depositaron en los bajos del muro a un lado y a otro, para poder experimentar así su curado y envejecimiento durante el año, especialmente en las partes más bajas, que presentan un mayor índice de degradación (ver apartado III.3.4. Análisis del estado de conservación y diagnóstico). Como se trata de un enclave arqueológico que por el momento permanece sin valorizar y se localiza en un terreno abierto, como medida preventiva ha resultado imprescindible supervisar las probetas acudiendo al yacimiento cada dos semanas con su consiguiente toma de documentación. Siendo así, la exposición de las probetas a la intemperie se mantuvo durante todo un año, desde abril de 2016 hasta mayo de 2017.

⁵⁰ El procedimiento aplicado ha sido el mismo que el desarrollado en el ensayo de ultravioleta y la valoración de los resultados se basa en los mismos parámetros (ver apartado IV.4.1.3.4). Envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta).

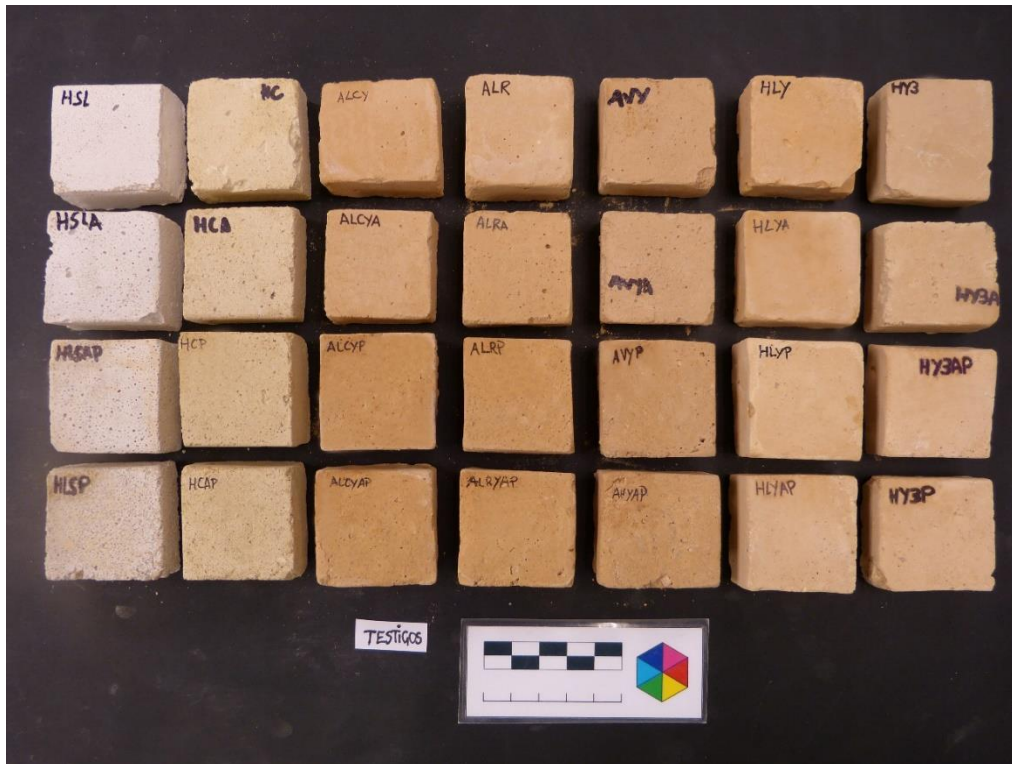


Figura 4.67. Probetas testigo para el ensayo de envejecimiento natural *in situ*.

Las condiciones a las que han estado expuestas las probetas según, los datos meteorológicos 2016-2017 facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) son los siguientes:

Niveles pluviométricos

Por lo que respecta a las precipitaciones totales anuales, éstas presentan una total de 645,7 mm entre los meses de abril de 2016 y marzo de 2017. Si lo comparamos con el análisis de las precipitaciones general realizado para estudio climatológico del yacimiento entre los años 2001 y 2015, podemos decir que se trata de un año especialmente lluvioso, ya que, como norma general, las precipitaciones totales anuales del clima de esta área se sitúan en torno a una media de 350-400mm (ver figuras 4.68).

En el intervalo de tiempo en el que las probetas estuvieron depositadas en el yacimiento de La Calerilla, los meses de mayor precipitación fueron abril y noviembre, coincidiendo con las estaciones de primavera y otoño que son las más lluviosas de este tipo de clima. Por contra, los meses con menor índice de precipitación fueron junio, julio, agosto y septiembre, coincidiendo con la época estival, de una aridez acusada en estas zonas de interior (ver Figuras 4.68-4.70).

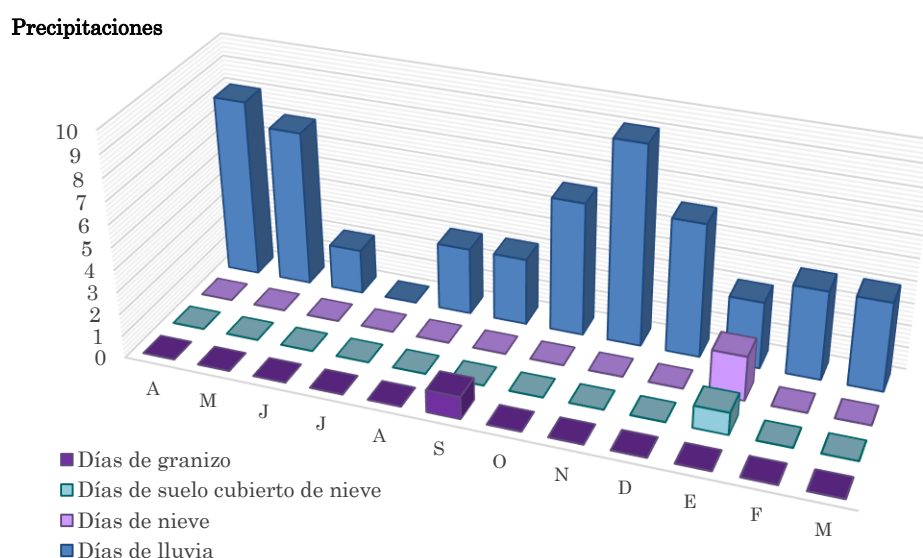


Figura 4.68. Tipos de precipitaciones de abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Regímenes térmicos

En lo que respecta a las temperaturas, destaca la elevada amplitud térmica, es decir, la acusada diferencia de temperatura entre los meses más cálidos, que se sitúa en torno a los 24-26°C de media en los meses de verano (junio, julio y agosto), frente a la temperatura de los meses de invierno (diciembre, enero y febrero), que se sitúa de media en torno a los 5°C. En este último aspecto, es especialmente importante señalar las bajas temperaturas mínimas así como el elevado número de días con heladas (hasta 19 en un mismo

mes), que nuevamente se da en la estación de invierno entre los meses de diciembre y febrero (ver Figuras 4.69 y 4.70).

Climograma Requena

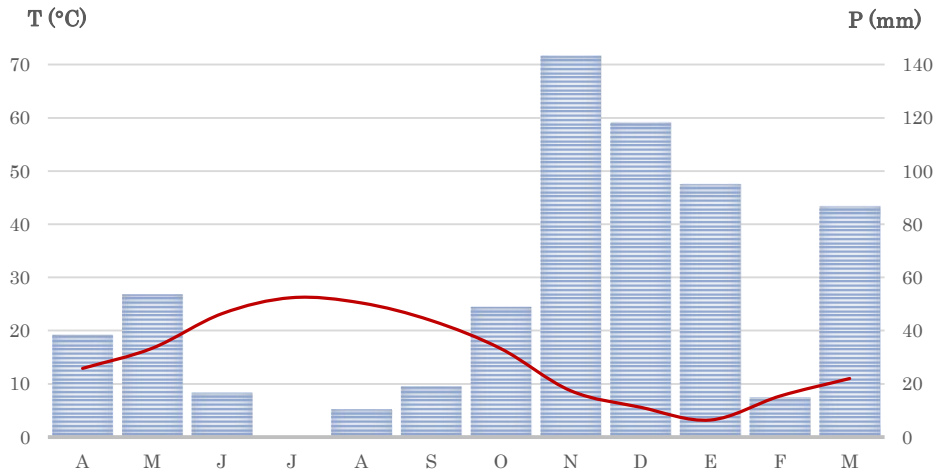


Figura 4.69. Precipitaciones anuales de abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Temperaturas

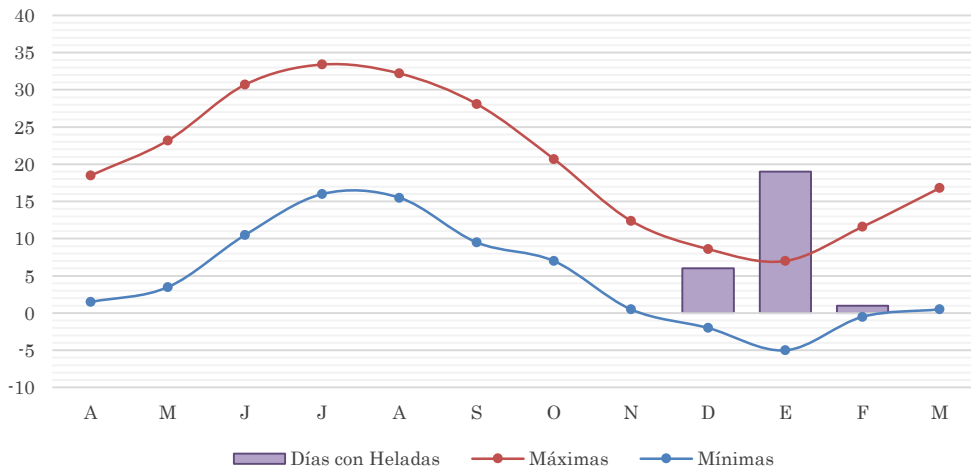


Figura 4.70. Temperaturas máximas, mínimas y días con heladas de abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Índices de humedad

Tal y como se apuntaba en el análisis climatológico, en este lugar es acusada la amplitud húmedica entre el día y la noche, especialmente durante los meses de verano, donde se ha registrado durante los meses de junio y julio una humedad media mínima mensual del 15 y 16% frente a una media máxima mensual del 95 y 97%. La humedad media anual durante el año 2016-2017 se sitúa en un 72,08%, ligeramente más elevada que la media calculada entre los años 2001 y 2015 (70,12%), probablemente debido al mayor índice de precipitaciones registradas durante este año.

Humedad

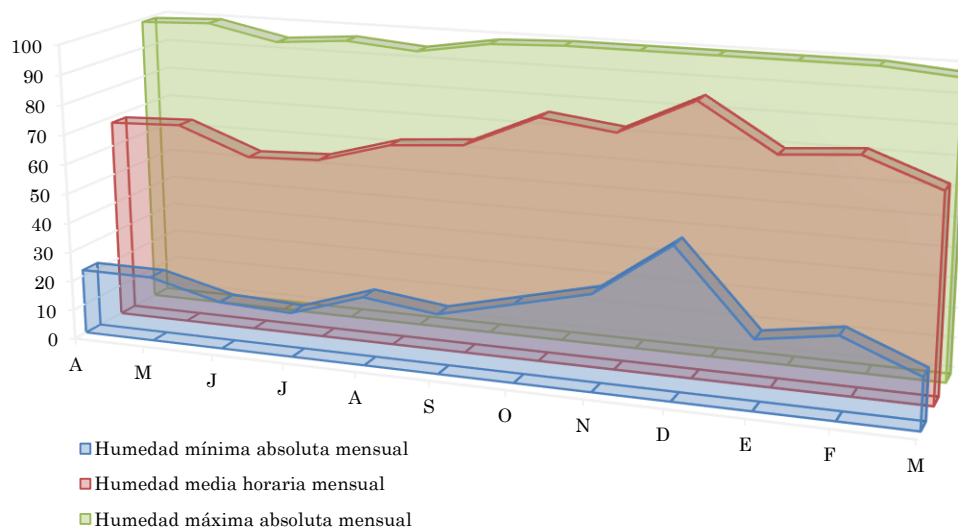


Figura 4.71. Humedad media, máxima y mínima de abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Acción de los vientos

La dirección del viento durante el año 2016-2017, expresada originalmente en decenas de grado y en relación al Norte geográfico, queda distribuida de la siguiente manera:

Tabla 4.16. Dirección del viento durante abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
WNW	WNW	W	W	SE	WNW	W	WSW	ESE	NW	WNW	W
N = Norte		S = Sur		E = Este		W = Oeste					

Velocidad de rachas máximas de viento

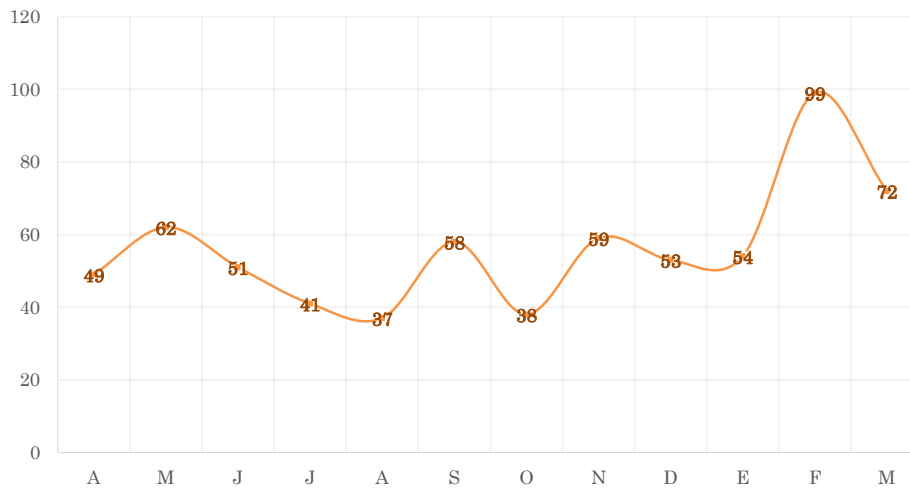


Figura 4.72. Velocidad de rachas máximas de viento entre abril de 2016 a marzo de 2017. Elaboración propia según datos facilitados por AEMET.

Según la interpretación de estos datos, continúan prevaleciendo rachas de viento consideradas fuertes especialmente en los meses de invierno y otoño, con dirección predominante de Oeste Noroeste.

IV.4.2.2. Resultados y discusión

Tal y como se puede apreciar en las Figuras 4.73-4.80, las probetas que presentan un mejor estado de conservación son aquellas que fueron depositadas en la cara sur del muro de cierre. Las diferencias en el estado de conservación entre las probetas depositadas en la cara norte y sur del muro de cierre en primer lugar, como ya se señalaba, es debido a la barrera que supone esta estructura para la inclinación del terreno, que provoca que las aguas de escorrentía se acumulen en la cara norte del muro. De esta forma, por la misma

razón, en la cara sur de la estructura muraria se detecta claramente una situación más benigna. La razón por la cual las probetas HY3, HLYP, AVY, ALR Y ALRP no aparecen en la Figura 4.71 y las probetas HY3, HY3A, HLY, HLYA, HLYAP, AVY, AVYA, AVYP, ALRA, ALRP Y ALRAP tampoco aparecen en la Figura 4.72, es debido a su estado de descomposición *in situ*, lo que ha imposibilitado registrar la variación de su masa y su correspondiente análisis colorimétrico. Aun así, con los cambios registrados puede intuirse el comportamiento de las variables que no han resistido el ensayo, ya que de cada grupo de mortero experimental en todos los casos ha resistido como mínimo una muestra.

Los tipos de deterioro detectados en las probetas tras su exposición a la intemperie son los siguientes:

- Concreciones terrosas
- Redondeo de las aristas
- Pérdida de la capa externa
- Cambios colorimétricos
- Fisuras
- Grietas
- Eflorescencias

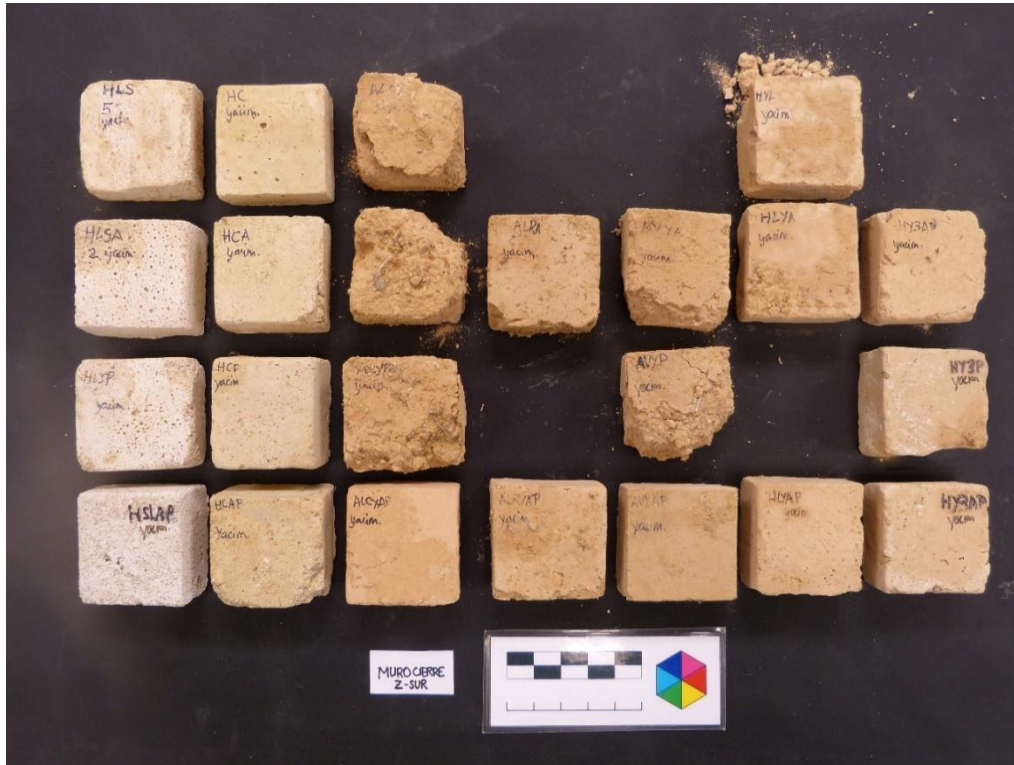


Figura 4.73. Estado de conservación de las probetas depositadas entre la cara sur del muro de cierre.

Tabla 4.17. Variación de la masa de las probetas depositadas entre la cara sur del muro de cierre.

Probeta	Mo (gr)	Mi (gr)	δ (gr)	Δm (%)
HY3-1	40,47			-100
HY3A-1	39,33			-100
HY3P-1	48,03	47,85	0,18	-0,37476577
HY3AP-1	39,57	38,24	1,33	-3,36113217
HLY-1	44,91	44,48	0,43	-0,9574705
HLYA-1	39,11	39,03	0,08	-0,20455127
HLYP-1	51,32			-100
HLYAP-1	52,37	52,12	0,25	-0,47737254

AVY-1	39,08			-100
AVYA-1	45,03	41,95	3,08	-6,83988452
AVYP-1	38,39	38,33	0,06	-0,1562907
AVYAP-1	49,07	48,86	0,21	-0,42796006
ALR-1	38,18			-100
ALRA-1	37,51	36,94	0,57	-1,51959477
ALRP-1	48,35			-100
ALRAP-1	51,66	51,54	0,12	-0,23228804
ALCY-1	33,22	32,9	0,32	-0,96327514
ALCYA-1	41,28	41,1	0,18	-0,43604651
ALCYP-1	45,66	45,52	0,14	-0,3066141
ALCYAP-1	52,9	52,78	0,12	-0,2268431
HC-1	51,99	51,83	0,16	-0,30775149
HCA-1	49,55	48,85	0,7	-1,41271443
HCP-1	56,03	55,89	0,14	-0,24986614
HCAP-1	55,89	55,66	0,23	-0,41152263
HLS-1	45,41	45,3	0,11	-0,24223739
HLSA-1	47,71	47,66	0,05	-0,10479983
HLSP-1	46,4	46,35	0,05	-0,10775862
HLSAP-1	54,08	54,04	0,04	-0,0739645



Figura 4.74. Estado de conservación de las probetas depositadas en la cara norte del muro de cierre.

Tabla. 4.18. Variación de las probetas depositadas en la cara norte del muro de cierre.

Probeta	Mo (gr)	Mi (gr)	δ (gr)	Δm (%)
HY3-2	40,01			-100
HY3A-2	38,27			-100
HY3P-2	49,19	49,13	0,06	-0,12197601
HY3AP-2	49,9	49,84	0,06	-0,12024048
HLY-2	41,12			-100
HLYA-2	40,36			-100
HLYP-2	45,71	45,53	0,18	-0,39378692
HLYAP-2	48,01			-100

AVY-2	40,11			-100
AVYA-2	39,56			-100
AVYP-2	48,44			-100
AVYAP-2	44,01	37,59	6,42	-14,5875937
ALRA-2	39,02			-100
ALRP-2	48,83			-100
ALRAP-2	49,07			-100
ALCY-2	35,07	34,52	0,55	-1,56829199
ALCYA-2	39,3	39,22	0,08	-0,20356234
ALCYP-2	45,62	45,55	0,07	-0,15344147
ALCYAP-2	54,66	54,58	0,08	-0,14635931
HC-2	58,16	58,14	0,02	-0,0343879
HCA-2	48,65	48,62	0,03	-0,06166495
HCP-2	58,53	58,51	0,02	-0,03417051
HCAP-2	54,03	53,9	0,13	-0,24060707
HLS-2	47	46,07	0,93	-1,9787234
HLSA-2	49,59	49,49	0,1	-0,20165356
HLSP-2	53,29	53,16	0,13	-0,24394821
HLSAP-2	53,53	53,5	0,03	-0,05604334

Teniendo en cuenta por tanto el estado de conservación documentado, la variación de la masa y los cambios colorimétricos registrados, se detecta en primer lugar un comportamiento más resistente de los morteros de obra. Las probetas de los grupos de obra son las que mejor estado conservación presentan (ver Figuras 4.73 y 4.74). Respecto a la variación de la masa, la máxima variación registrada de las probetas que han resistido el ensayo, es la de la probeta HCAP con tan solo un 0,23gr (-0,41%), en las probetas depositadas en la cara sur del muro. Mientras, en el caso de las probetas expuestas en la cara

norte es la HLS la que ha experimentado un mayor cambio con 0,93gr (-1,9%) de variación entre el antes y el después del ensayo (ver tabla 4.17). Si se observa la variación colorimétrica, los cambios son más visibles en la probeta HLS donde su variación total de color se sitúa en torno a 15 unidades, por lo que se puede considerar un cambio tonal (ver Figura 4.73). Este cambio se ha detectado en la probeta más clara de todas las expuestas experimentando una variación tonal que va desde blanco (86,49) a muy claro (73,4) considerando el sistema de nominación cromática (MARTÍNEZ BAZÁN, 1999, 2007).

En los morteros tradicionales el estado de conservación es variado, aunque aquellas probetas que resisten el ensayo en mejores condiciones tanto en estado de conservación como en estabilidad tonal, son las variables del grupo ALCY en ambas localizaciones. Los grupos ALR y AVY en cuanto a estado de conservación muestran comportamientos parecidos y respecto al análisis colorimétrico, la variable AVYA depositada en la cara norte del muro muestra una variación algo más acusada que el resto, mostrando un cambio perceptible superior a 5 unidades (ver Figuras 4.76, 4.79 y 4.80).

En el caso de las probetas de morteros afines, estas han experimentado mejores resultados incluso que los grupos ALRA y AVY aunque algunos de sus ejemplos no han resistido el ensayo *in situ*. El cambio más acusado en colorimetría es el de la probeta HLYA en la cara sur del muro de cierre, que se sitúa en torno a un incremento de 6 unidades en la variación total del color (ver Figuras 4.75, 4.77 y 4.79).

Por otro lado, se aprecia una diferencia entre las probetas fabricadas con y sin elementos pétreos, donde se muestra una mejor resistencia en el caso de las segundas especialmente en las probetas depositadas en la cara sur de la estructura arqueológica.

En cuanto a la resistencia de las probetas, las pertenecientes a los grupos de morteros afines y tradicionales a excepción de ALCY, la variable sin adición acrílica es la que ha resistido el ensayo en la cara sur del muro de cierre mostrando unas mejores condiciones.

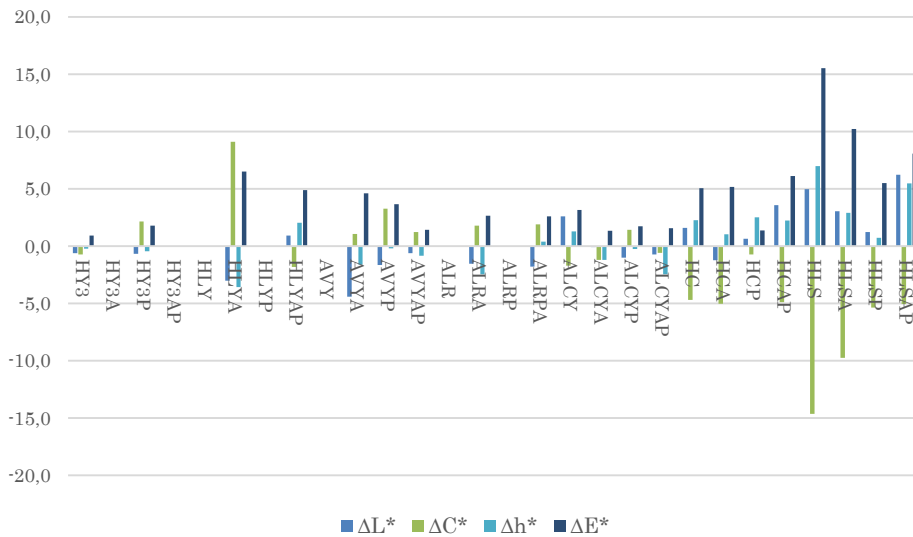


Figura 4.75. Variación de los valores ΔL^* , ΔC^* , Δh y ΔE^* de las probetas depositadas en cara sur del muro de cierre.

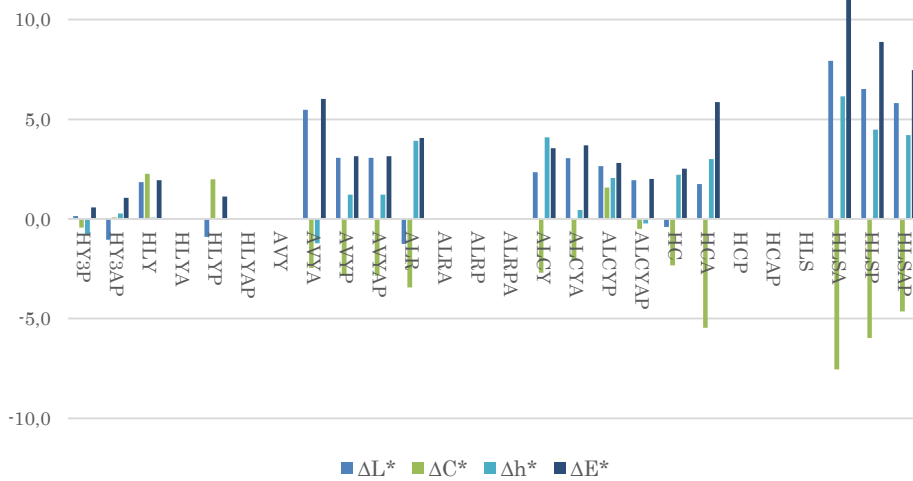


Figura 4.76. Variación de los valores ΔL^* , ΔC^* , Δh y ΔE^* de las probetas depositadas en cara norte del muro de cierre.

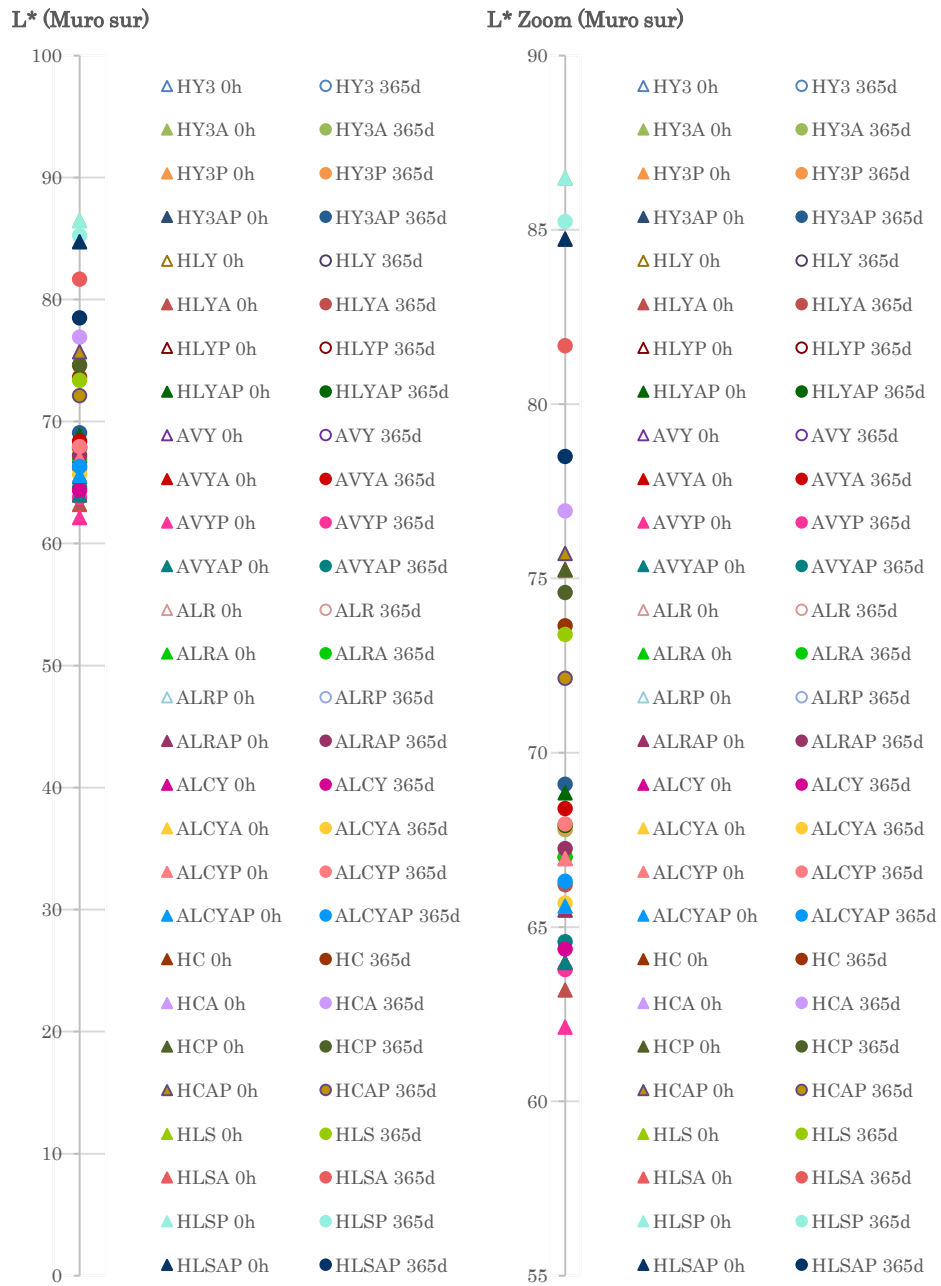


Figura. 4.77. Diagrama CIELAB. Antes y después de la exposición de las probetas a la intemperie durante un año en la estructura muro de cierre zona sur. L* con zoom y sin zoom.

a* y b* (Muro sur)

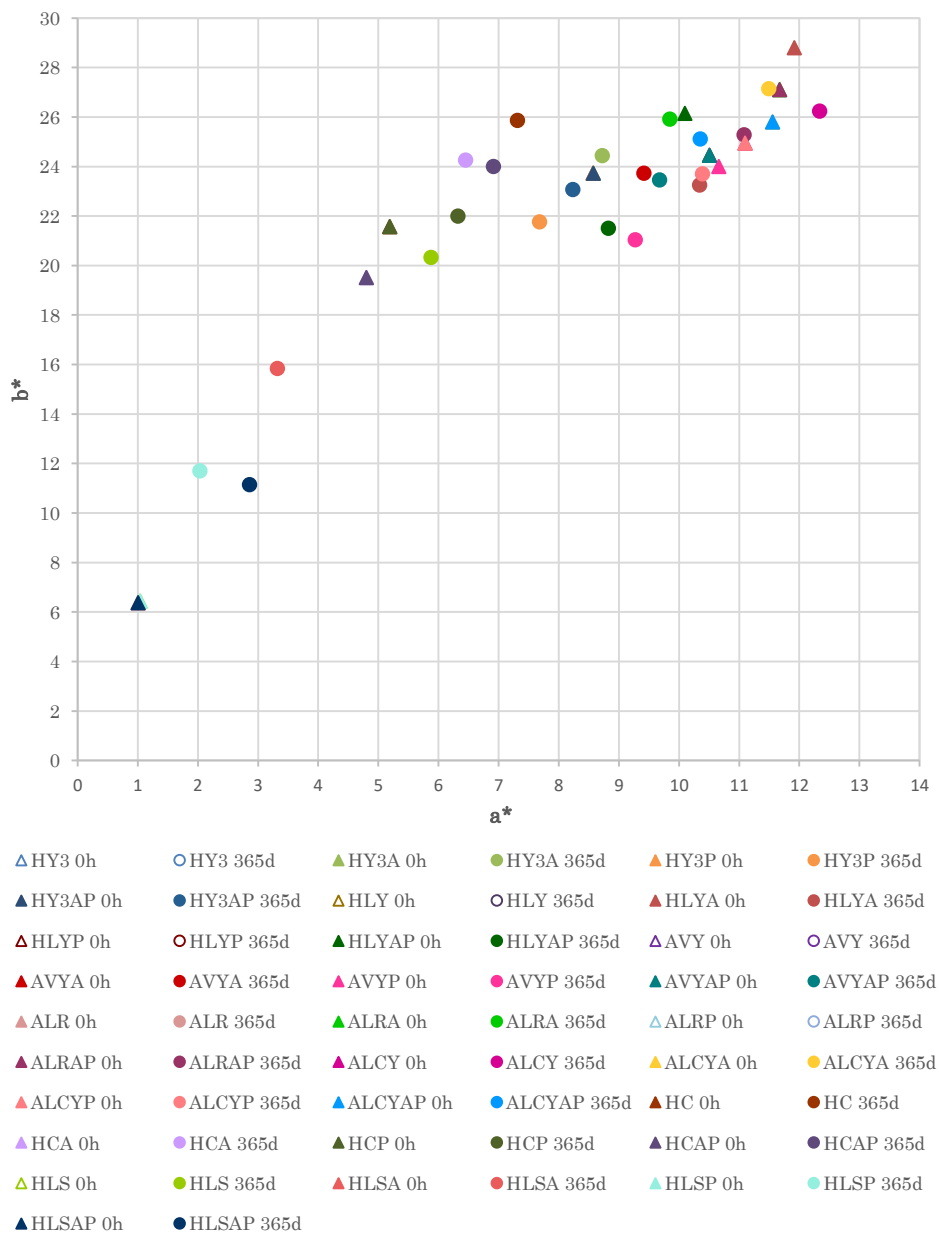


Figura 4.78. Diagrama CIELAB antes y después de la exposición de las probetas a la intemperie durante un año en la estructura muro de cierre zona sur.

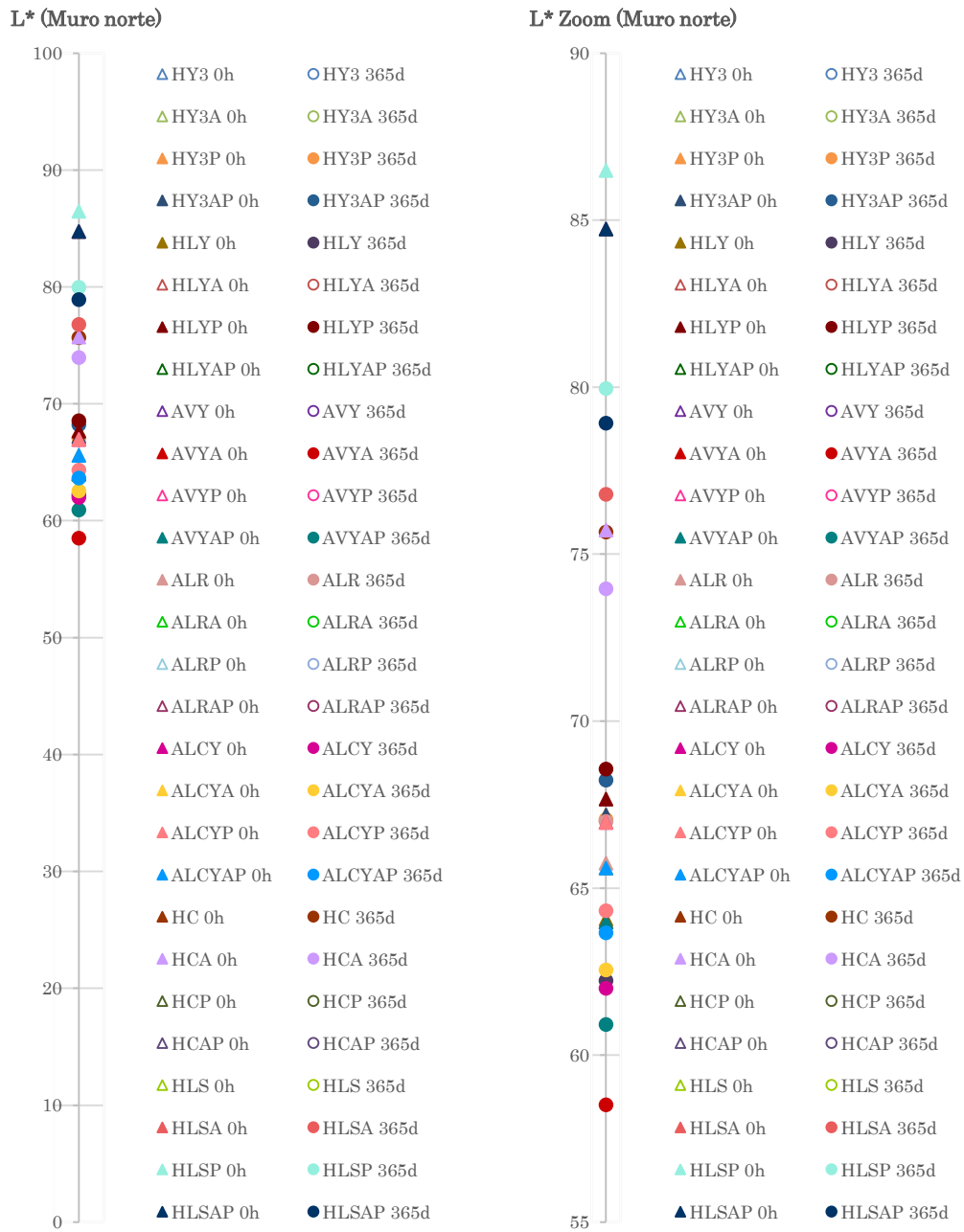
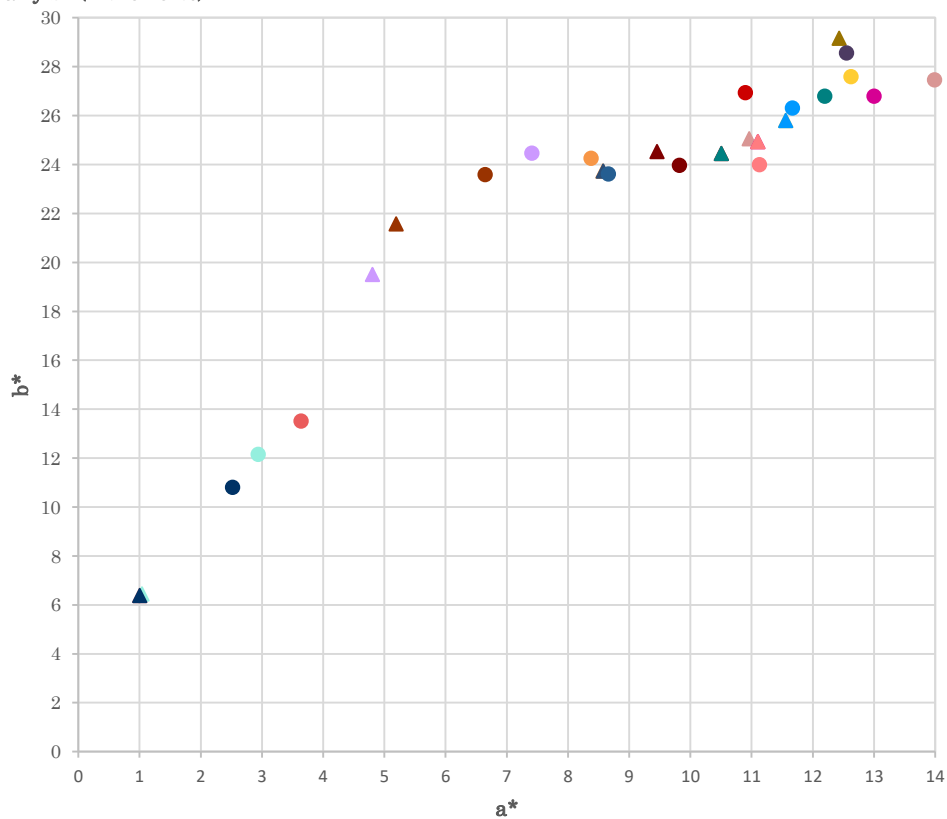


Figura. 4.79. Diagrama CIELAB. Antes y después de la exposición de las probetas a la intemperie durante un año en la estructura muro de cierre zona norte. L* con zoom y sin zoom.

a* y b* (Muro norte)



△HY3 0h	○HY3 365d	△HY3A 0h	○HY3A 365d	▲HY3P 0h	●HY3P 365d
▲HY3AP 0h	●HY3AP 365d	▲HLY 0h	●HLY 365d	△HLYA 0h	○HLYA 365d
▲HLYP 0h	●HLYP 365d	△HLYAP 0h	○HLYAP 365d	△AVY 0h	○AVY 365d
▲AVYA 0h	●AVYA 365d	△AVYP 0h	○AVYP 365d	▲AVYAP 0h	●AVYAP 365d
▲ALR 0h	●ALR 365d	△ALRA 0h	○ALRA 365d	△ALRP 0h	○ALRP 365d
△ALRAP 0h	○ALRAP 365d	▲ALCY 0h	●ALCY 365d	▲ALCYA 0h	●ALCYA 365d
▲ALCYP 0h	●ALCYP 365d	▲ALCYAP 0h	●ALCYAP 365d	▲HC 0h	●HC 365d
▲HCA 0h	●HCA 365d	△HCP 0h	○HCP 365d	△HCAP 0h	○HCAP 365d
▲HLS 0h	●HLS 365d	▲HLSA 0h	●HLSA 365d	▲HLSP 0h	●HLSP 365d
▲HLSAP 0h	●HLSAP 365d				

Figura. 4.80. Diagrama CIELAB. Antes y después de la exposición de las probetas a la intemperie durante un año en la estructura muro de cierre zona norte.

IV.4.2.3. Conclusiones

Con este ensayo ha sido posible valorar las condiciones a las que se exponen los yacimientos arqueológicos a la intemperie que no están sujetos a protocolos de actuación y mantenimiento periódico conllevando a la pérdida de material, desgaste, ataque biológico, ataque por sulfatos, etc. Por esta razón es indispensable el cuidado y adecuado mantenimiento de los yacimientos *in situ*. En este caso, en lo que a datos colorimétricos se refiere, a diferencia de los resultados obtenidos en el ensayo de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta, se aprecian variaciones de tono más significativas en algunos casos ya valorados, debido a las circunstancias que conlleva la exposición *in situ* en un paraje rural.

La relevancia de este ensayo reside en que los datos extraídos sirven como precedente para las intervenciones futuras a realizar en el yacimiento arqueológico de La Calerilla, ya que al tratarse de un enclave sin valorizar y que permanece abierto (a pesar de ser un terreno privado) tanto a agentes antrópicos como biológicos (con ello nos referimos al libre tránsito de animales) estos resultados no pueden tomarse como definitivos; pero sí han reflejado datos a tener en cuenta para el futuro. La comprobación *in situ* de los materiales antes de la elección definitiva del mortero a emplear debe ser un punto indispensable en todo proyecto de puesta en valor de yacimientos *in situ*.

IV. 5. Conclusiones

IV.5.1. Valoración de la eficiencia e idoneidad de los morteros experimentales

La elaboración de los morteros experimentales se ha planteado en base a tres metodologías diferentes: a) metodología convencional; b) metodología basada en el empleo de materiales afines; y c) metodología basada en los principios de la sostenibilidad. Las tres líneas de morteros experimentales (y sus variables) elaborados, se corresponden con cada una de las metodologías: para la metodología convencional, los denominados “morteros de obra” (aquellos morteros cuyos materiales provienen del área de la construcción); para la metodología basada en el empleo de materiales afines los “morteros afines” (elaborados mediante materiales del área de Conservación y Restauración); y

para la metodología basada en los principios de la sostenibilidad los “morteros tradicionales” (morteros semejantes al original, cuyos materiales y técnicas de elaboración se basan en el estudio de la arquitectura a la cual pertenece el patrimonio a intervenir, y en las analíticas y caracterización del mortero original). Con el fin de evaluar su comportamiento y determinar qué método y qué material es el más idóneo para la intervención *in situ* de yacimientos arqueológicos, en este caso, para la necrópolis de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia), a continuación se presenta la valoración del conjunto de los resultados obtenidos en el proceso experimental.

IV.5.1.1. Valoración del comportamiento *ex situ*

Los ensayos realizados en laboratorio bajo condiciones controladas han servido para determinar las siguientes propiedades de los morteros experimentales estudiados: 1) Propiedades hídricas; 2) Propiedades mecánicas; y 3) Estabilidad frente a agentes de degradación, de los cuales se extrae lo siguiente:

1. Propiedades hídricas:

Dentro de los ensayos hídricos se observa, como norma general, en cada uno de los ensayos que los morteros afines son más débiles que el resto; a continuación se encuentran los morteros tradicionales y finalmente los de obra que son los más resistentes. Pero si se presta atención a los ensayos realizados en su conjunto, se detectan ciertos aspectos a tener en cuenta.

En el caso de los ensayos hídricos, los grupos de morteros de obra HLS (elaborados mediante cal hidráulica Lafarge NHL 3.5 y árido de sílice), y HC (elaborados mediante cal hidráulica Lafarge NHL 3.5 y árido mezclado y repasado), son los que mayor efecto hidrorrepelente presentan. Pero, si recurrimos al ensayo de permeabilidad al vapor de agua (recordemos que se trata de uno de los requisitos que los morteros de restitución deben cumplir), los morteros de obra son los que menos permeabilidad muestran. En cambio, los morteros afines son los que han

presentado una mejor respuesta en el ensayo de permeabilidad, junto con el grupo de mortero tradicional ALCY (elaborado mediante hidróxido de calcio Pachs CL-80S, adición de polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas y árido de La Calerilla). En los ensayos de capilaridad y presión atmosférica ocurre lo mismo: los morteros afines y tradicionales que resisten el ensayo, son los que mayor capacidad de agua pueden acumular en su interior, mientras que los de obra muestran una alta resistencia a la penetración del agua. La excepción en estos ensayos es el mortero tradicional ALCY, que aunque en el ensayo de capilaridad muestra un resultado intermedio y similar entre sus versiones con y sin adición acrílica, en el ensayo de presión atmosférica existen diferencias a considerar entre una variable y otra.

Teniendo en cuenta lo expuesto, en lo que respecta a este apartado resultaría más negativa la elección de un mortero de menor capacidad de absorción que la del mortero original. Como ya se apuntaba anteriormente, ello puede suponer la migración directa de líquidos transportadores de sustancias (como pueden ser las sales solubles), hacia los morteros originales, ya que en el caso de escoger un mortero hidrorrepelente, los morteros añadidos rechazarán con una mayor facilidad los líquidos. Es por esta razón, por lo que se debe hacer hincapié en el uso de un mortero lo más similar posible al mortero original.

En cuanto a la mínima retracción de los morteros, requisito fijado para los morteros de restitución, no se han detectado cambios en los morteros en el tiempo de curado que transcurre, entre la realización de las probetas y el registro previo de cada una de ellas antes de la ejecución de los ensayos.

Para concluir este punto, se considera lo siguiente: los morteros tradicionales con polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas, siguiendo las recetas de la arquitectura romana son los que mejores resultados han obtenido. En cambio la puzolana volcánica es la que peores resultados

presenta por detrás de los morteros afines. De esta línea de morteros tradicionales, ALR muestra unos resultados intermedios entre ALCY y AVY, pero aun así, su versión sin adición acrílica no resulta lo suficientemente resistente, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas en un paraje como el de La Calerilla. Por tanto los morteros tradicionales AVY y ALR deben descartarse para una intervención de estas características.

2. Propiedades mecánicas:

En los ensayos mecánicos, igualmente los morteros de obra han mostrado una resistencia mayor que el resto, especialmente es superior a la mostrada por los morteros afines. Esta resistencia además, se ve *in crescendo* en el caso del ensayo de adherencia, como se verá a continuación.

En el ensayo de dureza superficial, los resultados determinantes han sido los detectados en la Fase C. En esta fase, los materiales de obra han resultado excesivamente duros y debido a su granulometría, han experimentado pérdidas mayores que en sus fases anteriores. Mientras, los morteros afines han resultado ser más blandos, aunque se cuenta con una excepción, que es el mortero HLYA (compuesto por cal hidráulica Lafarge NHL 3.5, arena del yacimiento de La Calerilla y Acril® 33 al 10%). En cuanto a los morteros tradicionales, el grupo ALCY muestra un buen resultado y el grupo AVY una tendencia intermedia. Sin embargo, el comportamiento del grupo ALR (con y sin adición acrílica), ha resultado ser el más débil de todos al ofrecer unos resultados negativos. En cuanto a la adición acrílica, en este ensayo sí se aprecian diferencias notables especialmente en los morteros afines; en cambio, en los morteros de obra y en los grupos de morteros tradicionales AVY y ALCY, las diferencias son mínimas entre una variable y otra.

Por otro lado, el ensayo de adherencia supone uno de los ensayos más relevantes para la puesta en obra, en intervenciones de yacimientos

arqueológicos, ya sean consolidativas o reconstructivas volumétricamente, en un mayor o menor porcentaje. En este caso, el ensayo se ha dividido en dos fases, donde las diferencias entre una y otra han permitido detectar la progresiva unión física por anclaje mecánico entre el mortero y el soporte. Así mismo, en el transcurso del fraguado es obvio que se han ido generando nuevos puntos de anclaje una vez valoradas las diferencias entre la Fase A (28 días de curado) y la Fase B (90 días de curado). El progresivo grado de adherencia mostrado especialmente por los morteros experimentales de obra, conlleva una fuerza mayor y un tipo de rotura que incluye un porcentaje de tipo B, donde la resistencia a la adhesión es mayor que el valor de ensayo. Consecuentemente, esta resistencia irá en aumento. Mientras, los morteros tradicionales muestran unos resultados adecuados en base a la reversibilidad con un tipo de rotura fundamentalmente adhesiva, pero también unas resistencias adecuadas para el fin planteado. En cambio, los puntos de anclaje generados por los morteros afines resultan más débiles en ambas variables (con y sin adición acrílica).

Como norma general, aquellos morteros que han mostrado un buen comportamiento en los ensayos mecánicos, su variable con adición acrílica al 10% no ha experimentado unos cambios significativamente mejores.

3. Estabilidad frente a agentes de degradación:

Respecto a los ensayos más agresivos de este grupo, que son los de determinación de la resistencia a la cristalización de sales y determinación de la resistencia a la heladicidad, se extrae lo siguiente:

Mientras que, como norma general, el deterioro de las probetas suele ser mayor en los ensayos de heladicidad que en el de cristalización de sales (MAS BARBERÁ, 2005: 232; CAZALLA, 2002: 174), en este caso ha ocurrido lo contrario. Un mayor número de morteros ha superado el ensayo de heladicidad que el de cristalización de sales. Esto se debe a la adición de Acril® 33 al 10%, que permite a aquellos morteros que incluyen

la adición acrílica en su composición claramente una mayor resistencia a la heladicidad. De hecho, en este ensayo, resisten todos los morteros en su versión con adición acrílica, excepto el mortero tradicional AVYA (elaborado mediante hidróxido de calcio Pachs CL-80S, adición de puzolana volcánica, árido de La Calerilla y Acril® 33 al 10%). El comportamiento de los morteros afines HLYA y HY3A ha resultado excelente, ya que resisten el ensayo adecuadamente. Debe tenerse en cuenta de nuevo el grupo ALCY, que con la adición acrílica resiste en muy buenas condiciones, aunque sin el aditivo presenta también una buena resistencia y estabilidad hasta la desintegración de las probetas durante el ciclo 9°.

Sin embargo, el efecto de la adición con Acril® 33 no tiene las mismas consecuencias en aquellos ensayos cuyo fundamento se basa en el ataque por sulfatos. En el caso del ensayo de determinación de la resistencia a la cristalización de sales, se aprecia claramente como la versión de los morteros aditivados no resiste de igual forma que en el ensayo de heladicidad. Ejemplo de ello son los morteros ALRA, AVY, HLYA y HY3A, que mientras que en el ensayo de heladicidad muestran unos buenos resultados, en este caso de este ensayo no soportan los 15 ciclos de inmersión y su posterior secado. En cambio, con los morteros de obra, ocurre lo contrario, a pesar de que los resultados no son tan visibles ya que experimentan una pérdida de masa mayor en el ensayo de heladicidad que en el de cristalización de sales. Esto puede detectarse entre las variables HC y HCA, donde existe una variación de la masa de un -15% entre uno y otro en el ensayo de heladicidad; mientras que en el ensayo de cristalización, la diferencia únicamente es de un 0,2%. Entre los morteros experimentales HLS y HLSA la diferencia no es tan apreciable, pero si han experimentado un cambio algo mayor en el ensayo de heladicidad en torno al 2,6%, frente al 0,07% detectado en el ensayo de cristalización de sales.

En cuanto a la variación registrada en los ensayos de envejecimiento acelerado por humidificación y secado, envejecimiento térmico acelerado por variaciones de temperatura y humedad relativa, y envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta, los resultados no son tan perceptible. Respecto a los resultados de los dos primeros, se han podido detectar cambios de dilatación y contracción que los morteros de restitución deben experimentar en la medida en que lo hace el mortero original una vez se materializa la intervención. En este sentido, no se han detectado variaciones en los morteros de obra, mostrándose más rígidos y estables; mientras, los morteros tradicionales y afines sí muestran estos movimientos (especialmente los afines, aunque las variaciones en estos ensayos, como se indicaba anteriormente, apenas son perceptibles). Respecto a los cambios colorimétricos en el ensayo de ultravioleta, como ya se adelantaba, también son mínimos entre el antes y el después, detectándose si acaso, un cambio algo mayor en el caso de los morteros afines HLY-HLYA.

IV.5.1.2. Valoración del comportamiento *in situ*

En el caso del ensayo de envejecimiento natural *in situ*, las variaciones han resultado más perceptibles tras un año de exposición y, a pesar de que los resultados obtenidos revelan unos cambios mayores, estos han ido en consonancia con lo expuesto hasta el momento acerca de los diferentes ensayos.

Los morteros han resistido los factores de degradación climático, biológico y antrópico del lugar, en su exposición a la intemperie sin ningún tipo de protección (salvo las variables mencionadas en el apartado anterior). De manera que, haciendo referencia a los ensayos más agresivos llevados a cabo en laboratorio, como son los de cristalización de sales, absorción de sales por capilaridad y el de heladicidad, en este caso se puede corroborar el buen comportamiento de los morteros *in situ*. Los llevados a cabo en el laboratorio fueron sometidos a condiciones extremas y hasta la descomposición de las probetas en los casos señalados, mientras que en *in situ* las condiciones han

sido reales. Del mismo modo, debe tenerse en cuenta también que las condiciones del yacimiento, cuando se encuentre valorizado serán diferentes y más benignas, puesto que al menos el grado de protección frente a agentes biológicos y antrópicos será mayor. De este modo, se puede intuir que los morteros presentarán en las nuevas condiciones un buen comportamiento.

Los cambios colorimétricos entre el ensayo de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta y el ensayo de envejecimiento natural *in situ*, presentan diferencias más notables en el caso del mortero de obra HLS, en los que la variable con adición acrílica no experimenta cambios mayores. En el caso de mortero HLYA, en el ensayo de UV, el cambio se producía exactamente en la probeta de adición acrílica, y en el ensayo *in situ* ocurre lo mismo. Aun así, este ejemplo no se debe tomar como determinante para desaconsejar el uso del Acril® 33, pues en el caso de otros morteros como ALCY, la variación colorimétrica entre la muestra con adición y sin adición resulta semejante. Lo que sí se ha podido detectar más claramente, es que los morteros con elementos pétreos (u hormigón) presentan una variación cromática menor. De manera que en la puesta en obra *in situ* los cambios de tono aun serían menos perceptibles. Volviendo al mortero de obra HLS y teniendo en cuenta los cambios colorimétricos que ha experimentado en este caso, si el grupo y sus variables hubieran obtenido unos resultados generales más acordes con los requisitos fijados para un mortero de restitución, se hubiera podido valorar la posibilidad de experimentar de nuevo con este mortero, pero con la posibilidad de incorporar una carga inerte que oscureciera su tono tan claro. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en el resto de los ensayos, éste debe ser descartado.

IV.5.2. Valoración final

Tras la valoración de los resultados específicos y generales, el mortero que más se adapta al tipo de intervención planteada en esta investigación es el grupo ALCY, cuya composición se basa en las técnicas empleadas por los antiguos romanos y en los resultados de las analíticas del mortero original.

Como se ha podido observar, la adición acrílica mejora el comportamiento del mortero frente al ataque por sulfatos y a agentes atmosféricos adversos como la heladicidad en condiciones muy adversas pero, aun así, el mortero sin adición ha presentado unos resultados positivos en cada uno de los ensayos, incluido el de envejecimiento natural *in situ*. Así pues, tomando como referencia los requisitos mínimos que se requieren de un mortero de restitución, como son: la compatibilidad físico-química entre originales y añadidos, reversibilidad, mínima retracción, durabilidad, resistencia y adherencia en relación al material original, trabajabilidad, similitud estética y sostenibilidad, el grupo de mortero experimental que mejor garantiza el cumplimiento de estos criterios es el grupo ALCY, elaborado mediante cal aérea con adición puzolánica de polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas y arena del propio yacimiento arqueológico de La Calerilla en proporción 2:1:7.

Con todo lo expuesto, se concluye este apartado haciendo hincapié en que la metodología empleada para la elaboración del mortero experimental tradicional seleccionado, ha demostrado ser la más idónea de entre las tres estudiadas. Se trata de un procedimiento que puede ser aplicado a cualquier caso de estudio, siempre y cuando se lleve a cabo un control de todos los agentes que intervienen en un proyecto interdisciplinar. El estudio de materiales y técnicas utilizados por los antiguos del lugar, la extracción de muestras y caracterización de morteros originales, el análisis técnico del lugar y la ejecución de ensayos tanto *ex situ* (en laboratorio), como *in situ*, forman parte de un proceso minucioso el cual únicamente persigue un fin: la salvaguarda del patrimonio arqueológico en las mejores condiciones posibles.

Capítulo V

Conclusiones finales y futuras líneas de
investigación

V.1. Conclusiones

En esta tesis se ha desarrollado una línea de intervención alternativa con la que poder solventar la problemática existente en el campo de la conservación y puesta en valor de yacimientos arqueológicos de época altoimperial en España. La consolidación y reconstrucción volumétrica de los restos arqueológicos mediante materiales y técnicas modernas, incompatibles y descontextualizantes, ha sido una constante a lo largo del siglo pasado y del actual. De ahí la importancia de desarrollar un tipo de intervención in situ sostenible, basada en la elección justificada de los materiales y técnicas a utilizar, sin que ello suponga un riesgo para los yacimientos y que, además, permita una mejor comprensión e interpretación del patrimonio arqueológico inmueble por parte del público.

Una vez estudiados los tipos de intervención y de presentación en la puesta en valor de yacimientos arqueológicos altoimperiales in situ, se han detectado modalidades muy dispares. Primeramente debemos diferenciar entre las técnicas de intervención, y los materiales a emplear:

- Entre las técnicas de intervención se han diferenciado tres: la presentación de tipo ruina; los híbridos o reconstrucciones volumétricas parciales; y las reconstrucciones volumétricas integrales. Esta última técnica a su vez también se subdivide según su localización en: in situ, directamente sobre los restos arqueológicos; ex situ, junto a los yacimientos; o de tipo traslado.
- En cuanto a los materiales a emplear, en primer lugar, las intervenciones pueden ser ejecutadas mediante materiales y técnicas actuales; en segundo lugar, a través de materiales afines a los originales empleados por los antiguos pobladores; o, en tercer lugar, combinando ambas metodologías.

Como norma general, en los países nórdicos los enclaves que se incluyen dentro de los museos al aire libre (Archaeological sites in the open sky) están sujetos a intervenciones que incluyen distintos grados de reconstrucciones volumétricas mediante materiales afines a los originales y a seguimientos y protocolos preventivos regulares. Mientras, en los países mediterráneos y concretamente en España, tal y como se ha mostrado, ocurre lo contrario. Dentro de que son escasos los yacimientos valorizados en el medio rural, en aquellos enclaves que se intervienen, mayormente se escoge la técnica de tipo ruina y los materiales que se utilizan para su consolidación y musealización proceden del campo de la construcción. Habitualmente son materiales actuales y resistentes, que originan una alta y rápida transformación dentro de los propios enclaves. Además, no es corriente la comprobación previa del efecto que tienen estos materiales sobre los originales y el tipo de intervención queda enmarcada dentro de proyectos a corto plazo y no interdisciplinarios. Tras la materialización de la puesta en valor y/o musealización, en estos enclaves

tampoco es común la realización de seguimientos que garanticen un adecuado estado de conservación de los yacimientos en el futuro.

Como alternativa a este tipo de intervención tan usual en España, en esta investigación se ha desarrollado una metodología basada en el empleo de materiales afines a los originales, ya sea tanto para consolidaciones, como para reconstrucciones volumétricas *in situ*. Para ello, dentro de un proyecto interdisciplinar y a largo plazo, lo primero que se requiere es un estudio previo exhaustivo del yacimiento a intervenir. Esta información es determinante y debe incluir estudios histórico-arqueológicos del enclave y del periodo que abarca, y análisis técnicos, tanto del yacimiento, como del medio en el que se localiza.

Del estudio histórico-arqueológico de un enclave como es el de La Calerilla de Hortunas de Requena (Valencia), cuyo desarrollo transcurre fundamentalmente entre los siglos I-IV d. C., debemos hacer hincapié en el tipo de arquitectura desarrollada por los antiguos. Se trata de una arquitectura caracterizada por el empleo de materiales inorgánicos no perecederos, donde el elemento central es el mortero puzolánico. Mediante los estudios arqueológicos de la cultura material, se ha podido corroborar la presencia de materiales como la cal y los agregados volcánicos y arcillosos que dotaban el mortero de hidraulicidad.

Por otro lado, la importancia del análisis de los materiales constituyentes y las técnicas constructivas, debe combinarse y corroborarse mediante análisis técnicos, como la caracterización de los elementos mediante análisis mineralógicos. En nuestro caso, a través de la técnica de Difracción de Rayos X (DRX), se ha confirmado lo expuesto en el estudio histórico-arqueológico, donde, efectivamente, los romanos lejos de poder conseguir la puzolana originaria, emplearon los suelos arcillosos del lugar y, sobre todo, cerámica triturada como aditivo para hidraulizar los morteros y dotarlos de una mayor resistencia.

En base a la teoría formulada, la parte experimental de la presente investigación se ha fundamentado en la elaboración de morteros

experimentales con los que poder poner en valor estructuras arqueológicas de periodos altoimperiales, tomando como ejemplo el yacimiento de La Calerilla. De esta forma hemos incluido: 1) la elaboración de diferentes líneas y tipos de morteros hidráulicos, y 2) la evaluación de su comportamiento mediante su sometimiento a distintos ensayos de naturaleza físico-mecánica.

Para el desarrollo experimental ha sido requisito indispensable determinar a qué condiciones se halla el inmueble de La Calerilla mediante el apartado técnico, con el fin de probar y someter los morteros a las mismas condiciones y a condiciones extremas. Estas condiciones se han definido mediante un triple análisis del lugar tanto climatológico, como del suelo en el que se localiza el enclave, así como del estado de conservación de las estructuras arqueológicas in situ:

- Análisis climatológico: el enclave se halla expuesto a un clima de altos contrastes, donde se precisa de la elaboración de un mortero de restitución capaz de adaptarse a los grandes cambios que se han registrado y que pueda ejercer de elemento protector frente a las condiciones más adversas. Debemos recordar que el yacimiento permanecerá a la intemperie en el futuro como museo arqueológico al aire libre, por este motivo, el mortero a emplear y el grado de consolidación y reconstrucción a ejecutar resulta determinante.
- Análisis del suelo: en este caso las pruebas realizadas para comprobar la calidad del terreno, como su determinación geológica, han comprendido la determinación del pH, el grado de salinidad y de humedad. Mediante estos parámetros se ha concluido que se trata de un suelo apto para la conservación in situ de las estructuras arqueológicas y para su empleo en la elaboración de los morteros experimentales, permitiendo la aplicación de la metodología desarrollada por los antiguos, a través del aprovechamiento de los suelos arcillosos del lugar.

- Estado de conservación del yacimiento: según se ha podido determinar mediante este análisis, el grado de deterioro que sufren las estructuras arqueológicas in situ es elevado y requieren de una intervención mediante materiales respetuosos que garanticen su integridad. Los factores que mayor efecto negativo han causado han sido fundamentalmente los atmosféricos, seguidos de los biológicos y, finalmente, de los antrópicos. La amplitud térmica registrada entre los efectos de los ciclos de hielo-deshielo en invierno y las altas temperaturas y grado de insolación en verano, en enclaves que no cuentan con ningún tipo de protección y que no están sujetos a protocolos de conservación preventiva, resultan fatales y provocan consecuencias tan graves como su desintegración, incluso la pérdida integral como se ha podido constatar. Los agentes biológicos y los antrópicos pueden corregirse mediante protocolos de actuación, pero en el caso de yacimientos que van a permanecer expuestos a la intemperie, los factores atmosféricos continuarán siendo un problema, si no se toman medidas como la protección de las estructuras mediante su consolidación y diferentes niveles de recrecidos de las estructuras, según su estado de conservación y grado requerido. Por este motivo, los morteros de restitución deben garantizar una adecuada conservación de las estructuras arqueológicas in situ, sin ocasionar daño alguno en los originales.

De manera que, teniendo en cuenta lo expuesto, los ensayos escogidos para el desarrollo de la parte experimental han sido un total de doce, para así poder determinar las propiedades hídricas, mecánicas y grado de estabilidad de los morteros elaborados frente a los agentes de degradación detectados.

A partir de aquí, con toda la información disponible, es posible poner en marcha un protocolo basado en criterios firmes, que determine qué mortero es el más adecuado para una intervención in situ. Un mortero de restitución, a diferencia de lo que se pensaba hasta ahora, debe ser lo más similar posible al original, ya que tan sólo así se podrá garantizar la estabilidad y conservación

de los restos arqueológicos de forma más segura, controlada y en las mejores condiciones. Hasta el momento, han primado los criterios de resistencia y durabilidad superiores al mortero original, lo que ha conducido a la migración de líquidos y sustancias desde los añadidos a los originales, causando su paulatina desintegración. Asimismo, los materiales empleados comúnmente, al provenir del campo de la construcción, además de por su alta resistencia y durabilidad frente a condiciones en exteriores, también se han caracterizado por su alto contenido en sales e incompatibilidad físico-química con los originales. Por este motivo, mantenemos que la creación de morteros de restitución debe realizarse mediante aquellos materiales que más se parezcan a los originales y, si puede ser, mediante los propios del entorno mejor aún.

Siendo así, para la elaboración del mortero idóneo, se han incluido tres líneas de morteros experimentales: morteros de obra y morteros afines, basados en materiales utilizados en el área de la construcción y habituales en la puesta en valor de yacimientos arqueológicos de la Comunidad Valenciana; y morteros experimentales tradicionales, fundamentados en las analíticas del mortero original del yacimiento de La Calerilla y en las técnicas romanas de época altoimperial. A continuación ha sido precisa la producción de un total de 532 probetas, las cuales han sido sometidas a doce ensayos físico-mecánicos de diversa naturaleza. Solo de esta forma, mediante la comparación de las propiedades, ventajas e inconvenientes de cada línea y variables desarrolladas, ha sido posible determinar qué mortero funciona mejor.

Una vez sometidos las probetas a los diferentes ensayos, tal y como se muestra en el capítulo de resultados generales y discusión, el grupo de mortero que mejores resultados ha ofrecido ha sido el ALCY (elaborado mediante hidróxido de calcio Pachs CL-80S, adición de polvo de ladrillo cocido a bajas temperaturas -900° C- y árido de La Calerilla), basado en la composición del mortero original y ejecutado a partir de las técnicas de construcción de época altoimperial estudiadas. Este mortero ha resultado ser un material de buena trabajabilidad, estable y con una buena resistencia, dentro de lo que hemos considerado como límites de reversibilidad. Se trata de un mortero del que

podemos resaltar las siguientes propiedades, las cuales lo hacen idóneo para el tipo de intervención planteada:

- Es compatible físico-químicamente con el mortero original del yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, y de todos los morteros experimentales estudiados es el que más se asemeja morfológicamente al original.
- Es resistente a las condiciones climáticas detectadas en el paraje en el que se localiza el yacimiento.
- Muestra un buen grado de reversibilidad.
- Es permeable al vapor de agua.
- La retracción que ha presentado es mínima.
- La trabajabilidad es buena.
- Estéticamente es muy similar al mortero original.
- Es sostenible y su intervención viable económicamente, ya que los materiales seleccionados para su composición son accesibles y además el árido es el del propio paraje.

Hay que recordar que una intervención en patrimonio arqueológico, según la técnica escogida, puede variar desde la consolidación hasta la reconstrucción volumétrica parcial o total de los restos, de manera que la reversibilidad es un factor determinante. Las investigaciones arqueológicas pueden experimentar giros inesperados y aunque parezca extraño, las reconstrucciones volumétricas una vez materializadas deben estar sujetas a posibles modificaciones futuras.

Es necesario hacer hincapié en la importancia de realizar comprobaciones previas de los materiales seleccionados, especialmente mediante ensayos de distinta naturaleza, tanto *ex situ* (en laboratorio), como *in situ* (en el

yacimiento). Los resultados pueden variar considerablemente, sobre todo en el caso de morteros con adiciones puzolánicas, ya que las condiciones a las que se ven expuestos en su fase de curado, influyen en su comportamiento. No es lo mismo una fase de curado en el propio yacimiento que en laboratorio, donde las condiciones están controladas y son totalmente diferentes de las de los parajes donde se localizan los yacimientos expuestos a la intemperie y sin protección. De manera que una vez se detecten mejoras en la elaboración de los morteros en laboratorio, estos deben ser expuestos in situ y evaluar su comportamiento antes de tomar cualquier tipo de determinación.

El argumento va más allá de lo que hasta ahora se entendía por intervenciones económicas (que no es lo mismo que sostenibles), basadas fundamentalmente en el criterio de durabilidad del material en el tiempo (ejemplo de ello, son la reconstrucción de estructuras mediante cemento o la colocación de cubiertas de acero corten sobre los restos, etc.). El empleo de materiales más resistentes, además, evitaba en teoría gastos en el futuro mantenimiento, pero la herencia recibida no ha sido otra que la de un evidente estado de conservación alarmante de los yacimientos arqueológicos intervenidos. En cambio, mediante la recuperación de los materiales tradicionales donde los criterios de mayor importancia pasan a ser la compatibilidad físico-química entre originales y añadidos, la reversibilidad y la similitud con el original entre otros, no solo se recuperan antiguos oficios artesanales, el uso de materiales antiguos como la cal, las técnicas tradicionales y parte de nuestra cultura material e inmaterial; sino que, además, se invierte en técnicas sostenibles, autofinanciables y en el bienestar de nuestro patrimonio arqueológico a largo plazo.

Hasta el momento hemos podido detectar en el estudio de los distintos tipos de intervención, cómo los yacimientos forman parte de la creación de atractivos turísticos no sujetos a una gestión sostenible, donde la rapidez con la que se han materializado los procesos de puesta en valor y/o musealización de los yacimientos arqueológicos ha sido una prioridad. Frente a esta realidad, si de algo estamos seguros es de que el patrimonio arqueológico es un recurso

irrenovable y la herencia de nuestros antepasados. Por ello merece ser conservado en las mejores condiciones y formar parte de proyectos interdisciplinarios basados en la sostenibilidad, bien planteados a largo plazo y que velen por los intereses del conjunto de la sociedad. Como se ha podido demostrar, esto solo es posible bajo un marco de operación común, como son los proyectos plurales e interdisciplinarios y sobre todo planteados a largo plazo.

En línea con este planteamiento sostenible, el *modus operandi* definido es perfectamente viable y extrapolable a yacimientos arqueológicos de otros periodos históricos. De manera que, haciendo un buen estudio previo de las características y tipo de arquitectura de cada yacimiento, es posible diseñar materiales que se ajusten a sus necesidades tal y como se ha mostrado.

Por otro lado, también debemos ser críticos en el empleo de materiales y técnicas sostenibles, y somos conscientes de que aún queda un largo camino por recorrer para implantar definitivamente la metodología propuesta. También debemos tener en cuenta que de poco sirve el empleo de materiales y técnicas sostenibles si no se plantea y se cumple debidamente un protocolo de mantenimiento. Y es que el uso de las técnicas definidas sin un compromiso y protocolo de actuación posterior, también puede ocasionar pérdidas económicas y materiales al desvanecerse todo el trabajo realizado con el paso del tiempo, especialmente en cuanto a la exposición a agentes atmosféricos se refiere.

Desde el punto de la gestión y uso de este patrimonio, el patrimonio arqueológico inmueble también constituye una fuente de conocimiento y empoderamiento social basado en el grado de accesibilidad y democratización de los contenidos. Por un lado, son muchos los yacimientos abandonados a la intemperie y sin protección, en el medio rural especialmente, que han sido objetos de investigaciones y cuyos resultados no están al alcance de todo el mundo; pero por otro, de los yacimientos valorizados, aún son menos aquellos proyectos que han permitido su apropiación social. La decisión de poner en valor un yacimiento arqueológico mediante técnicas sostenibles, basado en su relevancia científica y el estado de conservación, no solo garantiza la generación

y transmisión del conocimiento, sino que contribuye al empoderamiento social en el sentido amplio de la palabra.

De esta forma, la contextualización de los restos arqueológicos sin contrastes entre materiales actuales y originales, ha demostrado ser, además, una poderosa herramienta didáctica. Se trata de un medio por el cual se facilita una adecuada interpretación de los yacimientos transportándonos al pasado y, por ende, el establecimiento de vínculos entre la sociedad y su patrimonio arqueológico. Es esta relación recíproca la que se define como la apropiación social del patrimonio: la culminación de un proceso de empoderamiento social, que permite una mejor conservación de los restos gracias a la concienciación y sensibilización de la sociedad para con su patrimonio, al velar por su salvaguarda. De nada sirve realizar una intervención sin impacto social, pues no se podrá garantizar la pervivencia del patrimonio a largo plazo.

Así pues, rompiendo con los parámetros de la gestión tradicional, los modelos de gestión social y sostenible en los que se ha inspirado el proyecto de La Calerilla de Hortunas de Requena, se centran en finalidades de índole conservacionista, educativa, socio-cultural, científica y económico-turística. O lo que es lo mismo, tratan de adaptarse a las necesidades tanto de los inmuebles arqueológicos como de la población. Con este nuevo enfoque, los yacimientos arqueológicos de época altoimperial podrán convertirse en un futuro próximo en lugares más vivos, contextualizados y protegidos, que fomentarán la construcción de identidades, y podrán así contribuir al acercamiento y fortalecimiento de vínculos entre culturas del presente y del pasado.

V.2. Futuras líneas de investigación

Con la presente tesis se ha aportado un nuevo punto de vista en las actuaciones sobre yacimientos arqueológicos a la intemperie. Aun así son varias las incógnitas que han quedado por resolver y somos conscientes de que aún nos queda un largo camino por recorrer en esta dirección.

Respecto a las analíticas, las muestras se han analizado mediante Difracción de Rayos X (DRX), lo que nos ha permitido establecer los minerales que componen el mortero original de las estructuras arquitectónicas de la necrópolis de La Calerilla de Hortunas. Hasta el momento se han detectado materiales de composición similar en el área de la necrópolis pero, en la medida en que se vayan retomando las excavaciones arqueológicas en el enclave y se

investiguen las estancias que pertenecen al área de la *pars urbana* (la villa), seguramente se detectarán diferencias en los morteros de cada habitáculo dependiendo de la función a la que estuvieran destinados. Siguiendo el criterios de compatibilidad entre materiales originales y añadidos, será necesario detectar las posibles variaciones de los materiales y sus dosificaciones, especialmente si se tratara de morteros con otras adiciones de diversa naturaleza (vegetal, orgánica, etc.) así como los productos de alteración de los mismos. El uso de técnicas analíticas como la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX), Cromatografía de Iones (IC), Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), Fluorescencia de Rayos X (XRF) o Difracción de Rayos X (XRD) esclarecerán este tipo de cuestiones.

Por otro lado, la realización de ensayos multitécnica es una línea que sin duda resolverá incógnitas que han surgido y surgirán durante el camino. De los resultados que se obtengan en el futuro, el mortero seleccionado en la presente investigación podría ser mejorado al investigar los materiales naturales vegetales que se utilizaban en época altoimperial y que desconocemos si se emplearan o no en La Calerilla. Estos materiales podrían sustituir la acción de adiciones acrílicas y conseguir elaborar un mortero aún más natural y similar al original. Naturalmente el mortero resultante tendrá diferentes variantes en distintas proporciones y quedará sujeto a los diferentes ensayos tanto *in situ* como *ex situ*, tal y como se ha planteado esta investigación.

Respecto a los ensayos a realizar para comprobar la idoneidad de los morteros, también ha quedado pendiente la realización de morteros *in situ*, aunque bien es cierto que las probetas se depositaron una vez desmoldadas para la ejecución del ensayo de envejecimiento natural *in situ*. Lo que no se han ejecutado son ensayos mecánicos *in situ* como el de resistencia a la adhesión, para poder evaluar su comportamiento tras su curado en el yacimiento. Como ya se ha afirmado anteriormente, resulta interesante evaluar este comportamiento en condiciones climatológicas reales antes de seleccionar definitivamente el mortero susceptible de ser empleado.

En cuanto a la restauración del enclave arqueológico de La Calerilla y la aplicación del mortero seleccionado, primeramente para el desarrollo de esta tesis se planteó un estudio experimental con dos fases: la primera fase incluía la fabricación de morteros experimentales, mientras que la segunda se basaba en la puesta en obra *in situ*. Obviamente en los tres años que dura el actual plan de estudios ha resultado imposible abarcar las dos fases y la presente tesis se ha centrado únicamente en la primera. De este modo queda pendiente para el futuro la puesta en valor del yacimiento arqueológico de La Calerilla.

Otra línea a investigar será el diseño de protocolos de mantenimiento de las estructuras arqueológicas *in situ*, una vez materializada la puesta en valor. Como se ha visto a lo largo de la presente investigación se ha hecho referencia a los trabajos realizados en el norte de Europa, tomando como ejemplo los centros de museos arqueológicos al aire libre, que constituyen buenos ejemplos con una amplia trayectoria en esta materia. Sería de gran relevancia estudiar el tipo de gestión y protocolos que allí desarrollan. De acuerdo con el análisis del estado de la cuestión sabemos que en España el tipo de intervención no es el más adecuado debido a la carencia de una legislación específica y metodología de actuación, al tradicionalismo en los modos de actuar, a la falta de una interdisciplinariedad, formación y contratación de profesionales cualificados, etc. Es de vital importancia continuar con la divulgación de estas líneas de actuación para que puedan ser aplicadas en un futuro, en un número cada vez mayor de proyectos de puesta en valor del patrimonio arqueológico *in situ*.

Bibliografía

Bibliografía

ABAD CASAL, L. (1985). *Arqueología del País Valenciano: panorama y perspectivas*. Alcoy: Universidad de Alicante.

ADAM, J-P. (1996). *La construcción romana, materiales y técnicas*. León: Editorial de los oficios.

AL-ASSADI, G. (2009). *Influencia de las condiciones de curado en el comportamiento del hormigón sometido a ciclos de hielo-deshielo*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

- ALCINA FRANCH, J. (coor.) (1998). *Diccionario de Arqueología*, Madrid: Alianza Editorial.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, F. J. (1997). *El Albero como árido para la fabricación de morteros de color*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla. Disponible en <<http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/2807/el-albero-como-arido-para-la-fabricacion-de-morteros-de-color/>> [consulta: 15 de diciembre de 2017]
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, F. J., FLORES ALÉS, V. (1998). “Los morteros tradicionales de albero de la comarca de Los Alcores (Sevilla), un primer paso hacia su caracterización” en *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (A Coruña, 22-24 octubre), F. Bores (coord.). Madrid: Instituto Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, Universidad de La Coruña. 1-6. <<http://hdl.handle.net/2183/10553>> [Consulta: 19 de enero de 2018]
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, F.J. (2002). *Textos de doctorado, Historia, caracterización y restauración de morteros*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- ALMAGRO-GORBEA, M.; GÓMEZ, R.; LORRIO, A.J.; MONEO, T. (1996). “El poblado ibérico de El Molón” en *Revista de Arqueología*, 181, p. 8-17.
- AMANN A., CÁNOVAS, A., MARURI, N. (2012). “Cubierta para el parque arqueológico del Molinete. Parque del Molinete, Cartagena, Murcia” en *Restauración & rehabilitación*, nº 116-117, p. 66-77.
- ALMANSA SÁNCHEZ, J., (2010). “Pre-editorial: Towards a Public Archaeology” en *AP: Online Journal in Public Archaeology*, Vol. 1, p. 1-3. Disponible en <<http://dx.doi.org/10.23914/ap.v1i1.2>> [Consulta: 19 de mayo de 2015]

- ALMANSA SÁNCHEZ, J. (2011). “Arqueología para todos los públicos, hacia una definición de la arqueología «a la española»” en *Arqueoweb* Vol. 13, p. 87-107.
- ALMANSA SÁNCHEZ, J. (2013). *La Arqueología Pública en España*. Madrid: JAS Arqueología.
- ALMARCHE VÁZQUEZ, F. (1917). *La antigua civilización ibérica en el Reino de Valencia*. Valencia: Tipografía Moderna.
- ALONSO P., FERNÁNDEZ, J. (2013). “Rural Development and Heritage Commons Management in Asturias (Spain): The Ecomuseum of Santo Adriano” en *Journal of Settlements and Spatial Planning, Special Issue*, n. 2, p. 245-253.
- ANDREJKOVICOVA, S., VELOSA, A., ROCHA, F. (2010). “Effect of pozzolanic activity of metakaolin in the mechanical properties of air and quicklime mortars” en *2nd Historical Mortars Conference HMC2010 and RILEM TC 203-RHM Final workshop*, (22-24. 2010. Prague, Czech Republic), J. Valek (ed.). Bagneux: RILEM Publications SARL. 853-861.
- ANDREJKOVICOVA, S., ALVES, C., VELOSA, A., ROCHA, F. (2015). “Bentonite as a natural additive for lime and lime–metakaolin mortars used for restoration of adobe buildings” en *Cement & Concrete Composites* 60, p. 99–110.
- ARASA, F. (2003). “La Romanización de los *oppida* en el País Valenciano. Evolución del poblamiento en los siglos II-I a.C.” en *Alebus. Cuadernos de estudios históricos del valle de Elda*, n. 13, p. 199-219.
- ARASA, F. (2003). “El territorio de las vías y centuriaciones” en *Romanos y visigodos en tierras valencianas*, H. Bonet, R. Albiach, M. Gonzalves

- (coords.). Valencia: Servei d'Investigació Prehistòrica, Diputació de València, p. 151-160.
- ARASA GIL, F. (2003). “Las villas. Explotaciones agrícolas” en *Romanos y visigodos en tierras valencianas*, H. Bonet, R. Albiach, M. Gonzalves (coords.). Valencia: Servei d'Investigació Prehistòrica, Diputació de València, p. 161-174.
- ARASA GIL, F., ROSSELLÓ VERGER, V. M. (1995). *Les vies romanes del territori valencià*. Valencia: Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.
- ARCONES PASCUAL, G., HERNÁNDEZ OLIVARES, F., SEPULCRE AGUILAR, A. (2016). “Comparative properties of a lime mortar with different metakaolin and natron additions” en *Construction and Building Materials* 114, p. 747–754.
- ARIZZI, A., VILES, H., CULTRONE, G. (2012). “Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings” en *Construction and Building Materials* 28, p. 807–818.
- ARREDONDO Y VERDÚ, F. (1991). *Yesos y cales*, Servicio de publicaciones. Madrid: Obras Publicas E. T. S. Ingenieros y Caminos.
- AYÁN VILA, X. M. (2001). *Arqueotectura 2: La vivienda castreña. Propuesta de reconstrucción en el castro de Elviña*. Santiago de Compostela: Trabajos de Arqueoloxía e Patrimonio.
<<http://hdl.handle.net/10261/6007>> [Consulta: 15 de marzo de 2014]
- AYÁN VILA, X. M. (2001). “Reconstrucciones de castros del Noroeste Peninsular” en *Revista de Arqueología*, n. 243, p. 6-13.

- AYÁN VILA, X. M., GONZÁLEZ VEIGA, M., RODRÍGUEZ MARTINEZ, R. M^a. (2012). “Más allá de la arqueología pública: Arqueología, democracia y comunidad en el yacimiento multivocal de A Lanzada (Sanxenxo, Pontevedra)” en *Treballs d'Arqueologia*, n. 18, p. 63-98.
- BABINSKI, L. (2011). “Investigations on pre-treatment prior to freeze-drying of archaeological pine wood with abnormal shrinkage anisotropy” en *Journal of Archaeological Science*, n. 38, p. 1709-1715.
- BABINSKI, L., IZDEBSKA-MUCHA, D., WALISZEWSKA, B. (2014). “Evaluation of the state of preservation of waterlogged archaeological wood based on its physical properties: basic density vs. wood substance density” en *Journal of Archaeological Science*, n. 46, p. 372-383.
- BABINSKI, L. (2015). “Dimensional changes of waterlogged archaeological hardwoods pre-treated with aqueous mixtures of lactitol/trehalose and mannitol/trehalose before freeze-drying” en *Journal of Cultural Heritage*, n. 16, p. 876–882.
- BALLART, J. (2002). *El patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso*. Barcelona: Ariel Patrimonio.
- BALLESTER, I. (1949). *La labor del SIP y su Museo*. Valencia: Museu de Prehistoria de València.
- BALLESTEROS, M. (1989). *Historia de Utiel*. Utiel: Ayuntamiento de Utiel.
- BARREIRO MARTÍNEZ, D. (2005). *Arqueología y sociedad: Propuesta epistemológica y axiológica para una Arqueología Aplicada*. Tesis Doctoral. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

- BELFIORE, C. M., FICHERA, G. V., ORTOLANO, G., PEZZINO, A., VISALLI, R., ZAPPALÀ, L. (2016). “Image processing of the pozzolanic reactions in Roman mortars via X-Ray Map Analyser” en *Microchemical Journal*, n. 125, p. 242–253.
- BELLO, M.A. (1992). “Los procesos químicos como factores de alteración de materiales pétreos empleados en construcción” en *Revista de Edificación*, n. 11, p. 39-44.
- BELTRÁN, J. (2004). “*Monumenta Sepulcrales* en forma de altar con pulvinos de los territorios hispanorromanos: revisión de materiales y estado de la cuestión” en *Archivo Español de Arqueología*, n. 77, p. 101-141.
- BELTRÁN VILLAGRASA, P. (1972). *Obra completa I*. Zaragoza: Facultad de Letras.
- BENAVENTE, J.A., GALVE, F. (2004): “El cabo de Andorra (Teruel): un complejo arqueológico de divulgación de la cultura ibérica del Bajo Aragón”, en *Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos* (15. 2004. Zaragoza), VV.AA. Zaragoza: Ayuntamiento de Zaragoza-IFC, p. 97-102.
- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L., LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V.M., DERDE, W., PUTMAN, J-L. (2011). “Reconstrucciones volumétricas: estado de la cuestión y avances metodológicos en la villa romana de La Ontavia (Terrinches, Ciudad Real)” en *Her&Mus: heritage & museography*, Vol. 3, n. 1, p. 42-51.
- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, ÁLVAREZ GARCÍA, H. J., MATA TRUJILLO, E., LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V.M., MORALEDA SIERRA, J. (2011). “Villae en el municipium de Mentesa Oretana. Termas romanas y necrópolis tardo-romana en la Ontavia (Terrinches, Ciudad Real).

Resultados de la investigación y proyecto de musealización” en *Herakleion*, n. 4, pp. 69-124.

BERNABEU LÓPEZ, R. (1945). *Historia Crítica y Documentada de la Ciudad de Requena*. Requena: Ayuntamiento de Requena.

BISCONTIN, G.; BAKOLAS, A.; MOROPOULOU, A.; ZENDRI, E. (1994). "Caratteristiche microstrutturali delle malte storiche a Venezia" en *La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo: Materiali lapidei e monumenti, metodologie per l'analisi del degrado e la conservazione; Atti del 3° Simposio Internazionale* (22.25. 1994. Venezia), V. Fassina, H. Ott, F. Zezza (eds.). Venecia: ICCROM. 405-410.

BISCONTIN, G.; BAKOLAS, A.; MOROPOULOU, A.; ZENDRI, E. (1998). "Characterization of structural byzantine mortars by thermogravimetric analysis" en *Thermochimica Acta*, n. 321, p. 151-160.

BOLADO R. *et al.*, (2007). "Arqueología Experimental como herramienta de divulgación científica" en *Primer Congreso de arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, M. L. Ramos, J. E. Urquijo, J. Baena (coords.). Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental. 21-28.

BONET, H., RIBERA, A.V. (2003). "La conquista romana y el proceso de romanización en el mundo ibérico" en H. Bonet, R. Albiach y M. Gozalbes (coords.), *Romanos y visigodos en tierras valencianas*. Valencia: Servei d'Investigació Prehistòrica, Diputació de València, p. 79-90.

BONET, H., ALBIACH R., GOZALBES, M. (2003). *Romanos y visigodos en tierras valencianas*. Valencia: Servei d'Investigació Prehistòrica, Diputació de València.

- BONET, H., FORTEA, L., RIPOLLÉS, E. (2014). *Museo de Prehistoria de Valencia. Guía oficial*. Valencia: Diputación de Valencia.
- BRANDI, C. (2002). *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma 2002.
- CABRERA, J.L. (1995). “La adherencia en los morteros de albañilería” en *Materiales de Construcción*, Vol. 45, n. 240, p. 47-52.
- CALAMA RODRÍGUEZ, J. M. (2014). “Idoneidad de los morteros de cal para revestimientos en restauración patrimonial” en *La cal. Investigación, Patrimonio y Restauración*, Alejandro Sánchez, F. J., Flores Alés, V., Blasco López, F. J., Martín del Río, J. J. (coord.). Sevilla: Universidad de Sevilla. 119-134.
- CALVO, A. (1997). *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z*. Barcelona: Serbal.
- CAMPILLO, D., SUBIRÀ, M^a E. (2010). *Antropología para arqueólogos*. Barcelona: Ariel Prehistoria.
- CAMPOAMOR MARTÍNEZ, M., HERNÁNDEZ DE LA TORRE, C. (2004). “Musealización de Necrópolis de Inhumación descubierta en el atrio de Santa María de los Huertos, Sigüenza (Guadalajara)” en *Actas del I Congreso de Patrimonio Histórico de Castilla-La Mancha, La Gestión del Patrimonio Histórico Regional* (1. 2004. Valdepeñas), M. M. Zarzalejos Prieto, M. A. García Valero, L. Benítez de Lugo Enrich, (coords.). Ciudad Real: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). 21-25.
- CAMPOREALE, S., DESSALER, H., PIZZO, A. (2008). “Arqueología de la construcción. Los procesos constructivos en el Mundo Romano: Italia y las provincias occidentales” en *Anejos del Archivo Español de Arqueología*. Mérida: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- CARBONELL DE MASY, M. (1993). *Conservación y restauración de monumentos. Piedra, cal arcilla*. Barcelona: edición del autor.
- CARDONA GÓMEZ, G., ROJO ARIZA, M^o C. (2012). “Investigación en museografía de espacios arqueológicos” en *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos*, F. X. Hernández Cardona, M. C. Rojo Ariza (coords.). Gijón: Trea.
- CARDONA GÓMEZ, G., (2011). “Sobre reconstrucciones arqueológicas y un mejor acercamiento al público: el caso del yacimiento de Heuneburg (Herbertingen, Alta Suabia, BadenWürttemberg)” en *Her&mus* 6, Vol. III, n. 1, p. 81-89.
- CARO BAROJA, J. (1954). “La escritura en la España prerromana” en *Historia de España dirigida por D. Ramón Menéndez Pidal*. I, 3. Madrid: Espasa Calpe.
- CARRASCOSA MOLINER, B., LASTRAS PÉREZ, M. (2006). “Conservar el pasado. Actuaciones *in situ* en yacimientos arqueológicos” en *Arché*, n. 1, p. 131-137.
- CARRASCOSA MOLINER, B., LASTRAS PÉREZ, M. (2008). “Sistemas alternativos para la reintegración y musealización de cerámicas arqueológicas” en *17th Meeting on Heritage Conservation*, P. Roig Picazo (coord.). Castellón: Fundación de la Comunidad Valenciana La Llum de les Imatges, Conselleria de Cultura i Esport, Generalitat Valenciana. p. 509-512.
- CARRASCOSA MOLINER, B., LASTRAS PÉREZ, M., LORENZO, F., MEDINA, O. M^a, RODRÍGUEZ, F., GIL CEBOLLA, I. (2008). “¿Necesidad para el entendimiento? la reintegración formal” en *17th Meeting on Heritage Conservation*, P. Roig Picazo (coord.). Castellón: Fundación de

la Comunidad Valenciana La Llum de les Imatges, Conselleria de Cultura i Esport, Generalitat Valenciana. p. 800-801.

CARRASCOSA MOLINER, B., MEDINA LORENTE, O. M^a, SANZ CATALÁ, A., NIETO PÉREZ, C., BLASCO GARRIDO, A., DIDIER NIQUET, N. (2011). “Intervención restaurativa y musealización. Las ánforas ibéricas de Requena” en *Conferencia Internacional TICCH, Paisajes y patrimonio cultural del vino y de otras bebidas psicotrópicas*, A. Martínez Valle, C. Pérez García (eds.). Requena: Ayuntamiento de Requena, p. 397-399.

CARRASCOSA MOLINER, B., MEDINA LORENTE, O. (2012). *Conservación y restauración de las plataformas cerámicas preincaicas de Cochasquí. II fase: Cooperación al Desarrollo Cultural y –formativo para la Puesta en Valor de las Pirámides Preincaicas de Cochasquí, Ecuador*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

CARRASCOSA MOLINER, B., PASÍES OVIEDO, T. (2004). *La conservación y restauración del mosaico*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

CARRERA RAMÍREZ, F. (1993). “La conservación de yacimientos arqueológicos excavados” en *Actas del curso de verano de la Universidad de Vigo (1. 1992. Xinzo de Limia)*, F. Carrera Ramírez (ed.). Xinzo de Limia: Excmo Concello de Xinzo de Limia, Univesidade de Vigo. 99-116.

CASTELLANO CASTILLO, J. J. (2000). “*Albinus*: Un alfarero gálico documentado en "La Calerilla" de Hortunas (Requena-Valencia)” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal*, n. 15, p. 51-62.

CAZALLA VÁZQUEZ, O. (2002): *Morteros de cal. Aplicación en el Patrimonio Histórico*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.

- CEBRIÁN ABELLÁ, F. (Coord.) (2008). *Turismo rural y desarrollo local*. Cuenca: Universidad de Castilla la Mancha y Universidad de Sevilla.
- CEREZO LORENZO, A. T., ANGULO BUJANDA, I., GRAU RAMOS, S., RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, D., ÁLVAREZ GARCÍA, H. J., BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L., LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V. M., TORRES MAS, M. (2010). “La restauración de la villa romana de La Ontavia (Terrinches, Ciudad Real)” en *Pátina*, Vol. II, n. 16, p. 45-57.
- CHAVARRÍA ARNAU, A. (2007). *El final de las villas en Hispania (siglos IV-VIII)*, Parte 3. Bibliothèque de l'Antiquité Tardive 7. Turnhout: Brepols.
- CHAVARRÍA, A., ARCE J., BROGIOLO J.P. (Eds.) (2006). *Villas tardoantiguas en el Mediterráneo Occidental*, Anejos de Archivo Español de Arqueología XXXIX. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CIVALERO, R. (2010). “El patrimonio construido y su mensaje cultural” en *Actas del X Congreso Internacional CICOP Rehabilitación del patrimonio arquitectónico y edificación. Nuevas perspectivas y dimensiones del patrimonio* (10. 2010. Santiago de Chile) A. Pirozzi Villanueva (Pdte). Santiago de Chile: Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio – Chile. Disponible en: <<https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca//7097/7128/7129/83492.pdf>> [Consulta: 13 de junio de 2015]
- COMA QUINTANA, L. (2011). *Actividades y didáctica del patrimonio en las ciudades españolas. Análisis, estado de la cuestión y valoración para una propuesta de modelización*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.

- CORTÉS Y LÓPEZ, M. (1836). *Diccionario geográfico-histórico de la España antigua. Tarraconense, Bética y Lusitania*. Madrid: Imprenta Real. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000001898>
- CRIADO-BOADO, F. (2001). “Problems, functions and conditions of archaeological knowledge” en *Journal of Social Archaeology*, Vol. 1, p. 126-146.
- CTS (2017). Resinas acrílicas y vinílicas. Disponible en <http://www.ctseurope.com/es/catalogo.php?category=6#form_news> [Consulta: 22 de enero de 2017]
- CTS (2018). *Productos, equipos e instalaciones al servicio de la restauración. Catálogo general 2018*. Disponible en: <<http://www.ctseurope.com/es/pdf/CATALOGO-GENERAL-CTS2018.pdf>> [23 de enero de 2018]
- DE LA TORRE, M., MAC LEAN, M. (1997). “The Archaeological Heritage in the Mediterranean Region” en *The conservation of archaeological sites in the Mediterranean Region, an International Conference* (1995, Los Ángeles), M. de la Torre (ed.). Los Ángeles: Getty Conservation Institute, Paul Getty Museum. 5-14.
- DE MIGUEL IBÁÑEZ, M.P., LORRIO, A.J., SÁNCHEZ DE PRADO, M.D., DE MIGUEL IBÁÑEZ, P. (2009). “Inhumaciones islámicas en El Molón (Camporrobles, Valencia)” en *Actas del IX Congreso Nacional de Paleopatología, Investigaciones histórico-médicas sobre salud y enfermedad en el pasado*, M. Polo Cerdá, E. García-Prósper (eds.). Morella: Sociedad Española de Paleopatología. 271-275.

- DEGRYSEA, P., ELSENA, J., WAELKENS, M. (2002). "Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation" en *Cement and Concrete Research*, n. 32, p- 1457 – 1463.
- DÍAZ-ANDREU, M., MORA RODRÍGUEZ, G., CORTADELLA MORRAL, J. (2009). *Diccionario Histórico de la Arqueología en España (siglos XV-XX)*. Madrid: Marcial Pons historia.
- DÍAZ-JIMÉNEZ, J.E. (1922). "La villa romana de León" en *Boletín de la Real Academia de la Historia*, n. 80, p. 446-462.
- DOEHNE, E., PRICE, C. A. (2010). *Stone conservation. An Overview of Current Research*. Los Ángeles: The Getty Conservation Institute.
- DOMÍNGUEZ ARRANZ, A. (2008). "Nada es más hermoso que conocer: Lastanosa, entre el Anticuarismo y la Erudición" en *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 40, p. 205-218.
- EDGREN, B. (1998). "Eketorp Rediviva: "An Ongoing Scientific Discussion" en *Museum International* 50, vol. 2, p. 10-15.
- ELSEN, J., DEGRYSE, P., WAELKENS, B. (2001). "Mineralogical and petrographic study of ancient mortars from Sagalassos in view of their conservation" en *Proceedings of the 8th Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials*, M. Stamatakis, B. Georgali, , D. Fragoulis, E.-E, Toumbakari. Athens: Euroseminar on Microscopy Applied to Buidings Materials. 331-337.
- ESCOLANO, G. (1610). *Decada primera de la historia de la insigne y Coronada ciudad y Reyno de Valencia*. Valencia: Diputación de Valencia.

- ESPONDA CASCAJARES, M. (2010). “Zonas arqueológicas de Italia y Grecia restauradas con hormigón armado. Valoración de su estado” en *Loggia, Arquitectura & Restauración*, n. 22-23, p. 38-59.
- ESTEPA, J. (2012). “Enfoques de investigación en educación patrimonial desde la didáctica de las ciencias sociales: el taller EDIPATRI” en *I Congreso Internacional de Educación Patrimonial. Mirando a Europa: estado de la cuestión y perspectivas de futuro*, O. Fontal Merillas, A., Ibañez Etxeberria, C. Gómez Redondo. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 164-178.
- F. RICO, J. M^a (2010). *Formas de inserción de los yacimientos arqueológicos en áreas fuertemente antropizadas de la costa del Sol: una aproximación metodológica previa al aprovechamiento territorial de la ruina*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- FARCI, A., FLORIS, D., MELONI, P. (2005). “Water permeability vs. porosity in samples of Roman mortars” en *Journal of Culture Heritage*, n. 6, p. 55–59.
- FLETCHER VALLS, D. (1953). *Inscripciones ibéricas del Museo de Prehistoria de Valencia. Estudios ibéricos 2*. Valencia: Diputación Provincial de Valencia.
- FLETCHER VALLS, D. (1982). *La Labor del Servicio de Investigación Prehistórica y su Museo en el pasado año 1980*. Valencia: Diputación Provincial de Valencia
- FONT TULLOT, I. (2007). *Climatología de España y Portugal*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

- FONTAL MERILLAS, O. (2013). *La educación patrimonial. Del patrimonio a las personas*. Gijón: Trea.
- GALVE JUAN, F. J. (2008). “Los iberos en la comarca de Andorra-Sierra de Arcos” en *Comarca de Andorra-Sierra de Arcos*, J. Alquezar Penon, P. Rújula López. Zaragoza: Gobierno de Aragón y Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior, p. 85-92.
- GARATE ROJAS, I. (2002). *Artes de la cal*. Madrid: Munilla-Lería.
- GARCERÁ, A.; MARTÍNEZ, A., Y A. SOLER, (1993a). “Estudio antropológico de los restos óseos hallados en Requena (Valencia)” en *Actas del II Congreso Nacional de Patología*, J. D. Villaín Blanco, C. Gómez Bellard, F. Gómez Bellard. Universitat de València: Asociación Española de Paleopatología/Universitat de València. 217-219.
- GARCERÁ, A., MARTÍNEZ, A., SOLER A. y J.M. ORTIZ, (1993b). “Estudio odontológico de algunos restos humanos hallados en la necrópolis de Requena (Valencia)” en *Actas del II Congreso Nacional de Patología*, Universitat de València, J. D. Villaín Blanco, C. Gómez Bellard, F. Gómez Bellard. Asociación Española de Paleopatología/Universitat de València. 403-404.
- GARCÍA CUETOS, P. (2009). *Humilde condición: el patrimonio cultural y la conservación de su autenticidad*. Gijón: Trea.
- GARCÍA DE FUENTES, L., GARCÍA EJARQUE, L. (1993). *Caudete de las Fuentes ayer y hoy*. Caudete de las Fuentes: Ayuntamiento de Caudete de las Fuentes.
- GARCÍA DE PAREDES, A., G. PEDROSA, I. (2010). “Villa romana La Olmeda” en *Revista ph*, n. 73, p. 88-111.

- GARCÍA DÍAZ, P. (2011). “Los museos arqueológicos de Gijón” en *Her&Mus: heritage & museography*, n. 7, p. 57-64.
- GARCÍA FORTES, S., FLOS TRAVIESSO, N. (2008). *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*. Madrid: Síntesis.
- GARCÍA GONZÁLEZ, J. (2016). *Arquitectura contemporánea y Arqueología: intervenciones en el Patrimonio (1985-2010)*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- GARCÍA SÁNCHEZ, A. (2016). *Propuesta de intervención para la restauración de una pieza del bronce del Museo de Requena (Valencia)*. Trabajo Final de Grado. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- GARRIDO VALERO, S. (1993). *Interpretación de análisis de suelos*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Estructuras Agrarias.
- GAYO RUBIO, A. (2012). “La reconstrucción de inmuebles de interés cultural. Del teatro de Sagunto al museo del Prado” en *Revista ph*, n. 82, p. 30-33.
- GENESTAR, C., PONS, C., MÁS, A. (2005). “Analytical characterization of ancient mortars from the archaeological Roman city of *Pollentia* (Balearic Islands, Spain)” en *Analytica Chimica Acta*, n. 557, p. 373-379.
- GONZÁLEZ REVERTÉ, F. (2000). “El patrimonio local como estrategia de reordenación urbana y turística en la Costa *Daurada*” en *Actas IV Coloquio de Geografía Urbana y VI Coloquio de Geografía del Turismo, Ocio y Recreación, Las Palmas de Gran Canaria, Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (4. 6. 1998, Las Palmas de Gran Canaria)*, G. Morales Matos (ed.). Asociación de Geógrafos Españoles, p. 412-417.

- GÓMEZ ROBLES, L. (2010). “Los valores del monumento restaurado. Una aproximación a la restauración científica” en *Revista ph*, n. 75, p. 80-93.
- GÓNZÁLEZ TASCÓN, I., VELÁZQUEZ, I. (2004). *Ingeniería romana en Hispania. Historia y técnicas constructivas*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.
- GONZÁLEZ-VARAS, I. (1996). *Restauración monumental en España durante el siglo XIX*. Valladolid: Ámbito Ediciones S. A.
- GONZÁLEZ-VARAS, I. (2008). *Conservación de Bienes Culturales. Teoría, historia, principios y normas*. Madrid: Cátedra.
- GONZÁLEZ-VARAS, I. (2015). *Patrimonio cultural. Conceptos, debates y problemas*. Madrid: Cátedra.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, R. (2001). *El mundo funerario romano en el País Valenciano. Monumentos funerarios y sepulturas entre los siglos I. a. de C. – VII d. de C.* Madrid-Alicante: Casa Velázquez/Instituto Alicantino de Cultura “Juan Gil-Albert”.
- GRAU LOBO, L. (2007): *Plan Museológico del Museo de León*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- GRILO, J., FARIA, P., VEIGA R. SANTOS SILVA, A., SILVA, V., VELOSA, A. (2014): “New natural hydraulic lime mortars – Physical and microstructural properties in different curing conditions” en *Construction and Building Materials* 54, p. 378–384.
- GUÉRIN, P., MARTÍNEZ VALLE, R., “Inhumaciones infantiles en poblados ibéricos del área valenciana” en *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 21, p. 231-265.

- GUERRA GARCÍA, P. (2015). *Sola romani: morteros romanos hidráulicos en la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- GUERRA GARCÍA, P. (2016). “Arqueología de la cal: investigar, analizar e innovar” en *A cal no espaço ibérico: um futuro com história. V Jornadas FICAL-Fórum Ibérico da Cal*, M. do Rosário Veiga, M. Menezes, A. Santos Silva, A. Rita Santos, D. Santos, S. Botas (eds.). Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil y Fórum Ibérico da Cal 2016, pp. 117-128.
- GUERRA GARCIA, P., MARQUÉS MARTÍN, I., BERMÚDEZ MÉDEL, A., POLO ROMERO, A. (2017): “Caracterización macroscópica de morteros romanos de tipo industrial en Villamanta (Madrid). Primeros datos” en *European Scientific Journal*, Vol. 13, n. 35, p. 1-23).
- GUERRA GARCÍA, P., SANZ-ARAUZ, D., (2013) “Metodología arqueologica aplicada al estudio de los materiales constructivos históricos. Un ejemplo de los morteros romanos en España” en *Reuso, Actas del Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Vol. I, Criterio y método en época de crisis, Ingeniería y técnica al servicio de la Restauración*, S. Mora Alonso-Muñoyerro, A. Rueda Márquez de la Plata, P. Alejandro Cruz Franco (eds.). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 465-471.
- GUILLEM CALATAYUD, P. M. (2017) “Restos de micromamíferos identificados en dos conjuntos de época romana: Valentia (la Almoína, València) y la Calerilla de Hortunas (Requena)” en *Archaeofauna: International Journal of archaeozoology. La Romanización de la Península Ibérica, una visión desde la Arqueozoología*, n. 26, p. 143-156.

- HANLEY, R., PAVÍA, S. (2008). “A study of the workability of natural hydraulic lime mortars and its influence on strength” en *Materials and Structures*, n. 41, p. 373–381.
- HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, A. (2012). “Tres décadas de conservación del patrimonio arqueológico en España (1978-2008)” en *Pós-31. Revista do Programa de Pós-graduação em arquitetura e urbanismo da fauusp*, 19, n. 31, p. 251-264.
- HERRERO Y MORAL, E. (1891). *Historia de la tres veces muy leal, dos veces muy noble y fidelísima ciudad real de Requena*. Valencia: Imprenta de Manuel Alufre.
- HODDER, I. (2010). “Cultural Heritage Rights: From Ownership and Descent to Justice and Well-being” en *Antropological Quarterly*, 83 (4), p. 861-882.
- HORTELANO IRANZO, J.L. (2007). “Ocupación y organización del espacio del altiplano de Requena-Utiel a mediados del siglo XIII” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal* n. 22, *III Congreso de Historia Comarcal*. Requena: Centro de Estudios Requenenses. 200- 213.
- HORTELANO PIQUERAS, L. (1998). “El poblamiento de la Comarca de Requena-Utiel: Una visión histórica” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal*, n. 13, p. 25-43.
- IBORRA ERES, M^a P. (2017). “Arqueozoología de época romana en el País Valenciano” en *Archaeofauna: International Journal of archaeozoology. La Romanización de la Península Ibérica, una visión desde la Arqueozoología*, n. 26, p. 23-38.
- IRANZO VIANA, P. (2004). *Arqueología e Historia de Sinarcas*. Sinarcas: Ayuntamiento de Sinarcas.

- IZQUIERDO MORENO, E. (2016). *Los pondera ibéricos hallados en el yacimiento de las Casillas del Cura: Intervención restaurativa*. Trabajo Final de Grado. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- JOVER, F. J., PASTOR, M., MARTÍNEZ, I., VILAPLANA, E. (2016). “El uso de la cal en la construcción durante la Prehistoria reciente: nuevas aportaciones para el levante de la Península Ibérica” en *Arqueología de la Arquitectura*, n. 13, e039. <<http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2016.005>> [Consulta: 7 de julio de 2017]
- LARA ORTEGA, S. (1991). *El teatro romano de Sagunto, génesis y construcción*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- LARA ORTEGA, S. (2002). “El Teatro Romano de Sagunto: avatares de una década” en *Loggia* n. 13, p. 32-37. <<https://doi.org/10.4995/loggia.2002.3570>> [Consulta: 1 de febrero de 2016]
- LASTRAS PÉREZ, M. (2007). *Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas cerámicas arqueológicas*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- LINDMARK, S. (1998). *Mechanisms of Salt Frost Scaling of Portland Cement-bound Materials: Studies and Hypothesis*. Lund: Lund University.
- LINARES SORIANO, M^a A., CARRASCOSA MOLINER, B., (2014). “La masilla “Bonestuc” como alternativa para la restauración de materiales sensibles a la humedad: ensayos preliminares” en *Libro de Actas Emerge. Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración del Patrimonio*, M. V. Vivancos, M. T. Doménech, M. Sánchez Pons, J. Osca

Pons (eds). Valencia: Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. 329-338.

LINARES SORIANO, M^a A., CARRASCOSA MOLINER, B., (2016). “Determinación de la resistencia a la adhesión de las masillas empleadas en la reintegración volumétrica de materiales óseos arqueológicos” en *Libro de Actas Emerge. Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración del Patrimonio*, M. V. Vivancos, M. T. Doménech, J. Osca Pons, A. A. Dura, C. Mileto, M. Sánchez, J. Llopis Verdú (eds.). Valencia: Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. 185-192.

LINARES SORIANO, M^a A. (2017). *La reconstrucción volumétrica de material óseo arqueológico: caracterización de las propiedades físico-mecánicas de los estucos más empleados e investigación de nuevas masillas de relleno para su conservación y restauración*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.

LLONCH, N., SANTACANA, J. (2011). *Claves de la museografía didáctica*. Lleida: Milenio.

LÓPEZ-ARCE MARTÍNEZ, P. (2008). “Deterioro de edificios históricos por acción de las sales” en *Actas de las Jornadas III Jornadas técnicas. Durabilidad y conservación de materiales tradicionales naturales del patrimonio arquitectónico*. Cáceres: Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales Construcción-INTROMAC. 23-62.

LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V. M. (2013). *La musealización del patrimonio arqueológico in situ. El caso español en el contexto europeo*. Oxford: BAR International Series 2535.

- LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V.M. (2012). *Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre*. Gijón: Trea.
- LÓPEZ MULLOR, A. (2002). “Arqueología y restauración. El oppidum del Turó del Montgròs (El Brull, Barcelona)” en *Actas de la I Bienal de la restauración Monumental Academia del Partal* [Quaderns Científics i Tècnics de Restauració Monumental, n. 13]. Barcelona: Diputació de Barcelona, Àrea de Cooperació, Servei del Patrimoni Arquitectònic Local. 53-65.
- LORENZO MORA, F., CARRASCOSA MOLINER, B. (2011). “Estudios previos en morteros tradicionales de cal para la evaluación de su comportamiento hídrico y la idoneidad de ser empleados en clima tropical” en *Arché* n. 6, p. 55-62.
- LORENZO MORA, F., CARRASCOSA MOLINER, B. (2014). “La restauración de los estucos incisos de La Blanca. Estudios previos en morteros de cal con aditivos vegetales y evaluación de su comportamiento en clima tropical” en *Libro de Actas Emerge. Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración del Patrimonio*, M. V. Vivancos, M. T. Doménech, M. Sánchez Pons, J. Osca Pons (eds). Valencia: Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. 63-70.
- LORRIO ALVARADO, A. J., ALMAGRO-GORBEA, M.; MONEO RODRÍGUEZ, T. (1999). “El sistema defensivo del poblado de El Molón” en *Congreso Nacional de Arqueología (24. 1997. Cartagena)*, vol. 3. Murcia: Gobierno de la Región de Murcia, Instituto de Patrimonio Histórico. 307-316.

- LORRIO ALVARADO, A. J. (ed.) (2001a). *Los íberos en la Comarca de Requena-Utiel (Valencia)*. Alicante: Universitat d'Alacant.
- LORRIO ALVARADO, A. J. (2001b). “El poblado y la necrópolis de El Molón (Camporrobles, Valencia)” en *Los Iberos en la Comarca Requena-Utiel (Valencia)*, A.J. Lorrio (ed.), Anejo a la revista *Lucentum* nº 4, p. 151-170.
- LORRIO ALVARADO, A.J.; SÁNCHEZ DE PRADO, M.D. (2004). “La mezquita y el hisn de El Molón (Camporrobles, Valencia)” en *De la medina a la villa. II Jornadas de Arqueología Medieval*, J. Jover y C. Navarro (coords.). Alicante: Museo Arqueológico de Alicante - MARQ. 139-166.
- LORRIO ALVARADO, A. J., ALMAGRO-GORBEA, M., SÁNCHEZ DE PRADO, M^a D., LOUIS CERECEDA, M., GARCÍA DEL CURA, M^a A., ESQUEMBRE BEBIA, M. A., ORTEGA PÉREZ, J. R., PEDRAZ PENALVA, T., TEJERINA ANTÓN, D. (2006). “Intervención para la puesta en valor de "El Molón" (Camporrobles, Valencia): consolidación y musealización de un yacimiento arqueológico en un entorno rural” en *IV Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos. Conservación y presentación de yacimientos arqueológicos en el medio rural. Impacto social en el territorio*, M^a P. Varela Campos. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. 349-356.
- LORRIO ALVARADO, A.J. (2007). “El Molón (Camporrobles, Valencia) y su territorio: Fortificaciones y paisaje fortificado de un espacio de frontera” en *Paisajes fortificados de la Edad del Hierro. Las murallas protohistóricas de la Meseta y la vertiente atlántica en su contexto europeo. Actas del coloquio celebrado en la Casa de Velázquez*, L. Berrocal-Rangel y P. Moret (eds.). Madrid: Real Academia de la Historia – Casa de Velásquez. 213-236.

- LORRIO ALVARADO, A.J.; SÁNCHEZ DE PRADO, M.D. (2007). “El Molón (Camporrobles, Valencia). Un asentamiento altomedieval en la Comarca de Utiel-Requena” en *Boletín de Arqueología Medieval*, 13, p. 69-87.
- LORRIO ALVARADO, A.J., SÁNCHEZ DE PRADO, M.D. (2008). “El Molón (Camporrobles, Valencia). Un poblado de primera época islámica” en *Lucentum* XXVII, p.141-164.
- LORRIO ALVARADO, A.J., ALMAGRO-GORBEA, M., SÁNCHEZ DE PRADO, M.D. (2009). *El Molón (Camporrobles, Valencia). Oppidum prerromano y hisn islámico. Guía turística y arqueológica*. Camporrobles: Ayuntamiento de Camporrobles.
- LORRIO ALVARADO, A. J., SÁNCHEZ DE PRADO, M^a D., SELLES MARIANO, F., ORTEGA PÉREZ, J. R., ESQUEMBRE BEBIA, M. A. (2010). “El Molón, su historia a través del tiempo” en *Virtual Archaeology Review*, Vol. 1, n. 2, p. 129-132.
- LOWENTHAL, D. (1998). *El pasado es un país extraño*. Barcelona: Akal.
- MADOZ, P. (1847). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones en Ultramar*, Vol. VI. Madrid: Imprenta Real.
- MADOZ, P. (1849). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones en Ultramar*, Vol. XIII. Madrid: Imprenta Real.
- MADOZ, P. (1986). “Los pueblos de la Comarca de Requena, según el Diccionario Geográfico de D. Pascual Madoz” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal*, p. 51-64.

- MARAVELAKI-KALAITZAKI, P., BAKOLAS, A., MOROPOULOU, A. (2003). "Physico-chemical study of Cretan ancient mortars" en *Cement and Concrete Research*, Vol. 33, p. 651 – 661.
- MARAVELAKI-KALAITZAKI, P. (2007). "Hydraulic lime mortars with siloxane for waterproofing historic masonry" en *Cement and Concrete Research*, Vol. 37, Issue 2, p. 283-290.
- MARAVELAKI-KALAITZAKI, P., GALANOS, A., DOGANIS, I., KALLITHRAKAS-KONTOS, N. (2011). "Physico-chemical characterization of mortars as a tool in studying specific hydraulic components: application to the study of ancient Naxos aqueduct" en *Applied Physics A. Materials Science & Processing*, n. 104, p. 335–348.
- MARTÍN PIÑOL, C. (2011). *Estudio analítico descriptivo de los centros de interpretación patrimonial en España*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- MARTÍN PIÑOL, C. (2013). *Manual del centro de interpretación*. Gijón: Trea.
- MARTÍN PIÑOL, C., SANTACANA MAESTRE, J. (2010). "¿Quiénes hacen los museos? Conceptualizando la nueva museografía. Una visión desde las empresas" en *Hermus Heritage & Museography*, n. 4, p. 8-14.
- MARTÍNEZ BAZÁN, M^a L. (1999). *Determinación de los colores existentes en la decoración al fresco, ejecutada por A. Palomino, en un fragmento de la nave central de la iglesia de los Santos Juanes en Valencia*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- MARTÍNEZ BAZÁN, M^a L. (2007). *Colorimetría aplicada al campo de la Conservación y Restauración*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

- MARTÍNEZ CABRERA, F., IRANZO, P. (1988). “La Maralaga. Excavación de urgencia. Abril, 1987” en *La Voz de Sinarcas*, n. 6, p. 16-20.
- MARTÍNEZ GARCÍA, J.M. (1982). *Carta arqueológica de Utiel y su comarca*. Tesis de Licenciatura. Valencia: Universitat de València.
- MARTÍNEZ LÁZARO, I. (2015). *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y materiales afines*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València 2016.
- MARTÍNEZ RAMÍREZ, M^a S. (1995). Desarrollo de nuevos morteros de reparación resistentes al ataque biológico. Empleo de la sepiolita como material soporte de los biocidas. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (1987). “El Tesoro Califal de “Los Villares” en *Acta numismática*, n. 17-18, p. 177-196.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (1991). “Una inscripción funeraria hallada en La Calerilla (Hortunas, Requena)” en *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 24, p. 167-172.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (1993). “Dos esgrafiados ibéricos sobre una estela romana de Requena (Valencia)” en *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 26, p. 247-251.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (1995a). “El Monumento Funerario de “La Calerilla” de Hortunas (Requena-Valencia)” en *Archivo Español de Arqueología*, n. 68, p. 259-281.

- MARTÍNEZ VALLE, A. (1995b). “Minerva de bronce del yacimiento “El Ardal” de Requena (Valencia)” en *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 28, p. 279-282.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (2000). “El Monumento Funerario de La Calerilla de Hortunas (Requena-Valencia)” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal*, n. 15, p. 5-25.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (2001). “Historiografía y desarrollo Memoria descriptiva de la investigación arqueológica en la comarca de Requena-Utiel” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarca, Primer Congreso de Historia Comarcal “Requena-Utiel, una comarca fronteriza. En el 150 aniversario de su incorporación a Valencia*, n. 16, p. 641-656.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (2014). “La Musealización de la bodega Ibérica de la Solana de las Pilillas (S. VI-V a.C.) (Requena, Valencia)” en *RdM. Revista de Museología*, n. 60, p. 43-53.
- MARTÍNEZ VALLE, A. (2016). *Vino y sociedad en la Meseta de Requena-Utiel en la época ibérica*. Tesis Doctoral. Alicante: Universidad de Alicante.
- MARTÍNEZ VALLE, A., PÉREZ GARCÍA, C. (2010). “2500 años de producción de vino en la comarca de Requena-Utiel. Arquitectura y espacios de elaboración: lagares, bodegas y haciendas” en *Segundo Seminário de Patrimônio Agroindustrial Lugares de Memória*. Disponible en: <<http://www.iau.usp.br/sspa/arquivos/pdfs/papers/01515.pdf>> [Consulta: 5 de mayo de 2014]
- MARTÍNEZ VALLE, A., HORTELANO PIQUERAS, L. (2011). “Ánforas vinarias de Casillas del Cura (Venta del Moro) y Solana de las Pilillas (Requena). Caracterización, similitudes y diferencias” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarcal*, n. 26, p. 71-88.

- MARTÍNEZ VALLE, A., MARONDA MÉRIDA, M^a J. (2013). “Testimonios de viticultura durante la Antigüedad en la comarca de Requena-Utiel” en *Patrimonio cultural de la vid y el vino. Conferencia Internacional*, S. Celestino Pérez, J. Blázquez (coords.). 177-187.
- MAS i BARBERÁ, X. (2006). *Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- MAS i BARBERÁ, X. (2011). *Conservación y restauración de materiales pétreos. Diagnóstico y tratamiento*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- MASRIERA EZQUERRA, C. (2007). *Anàlisi dels espais de presentació arqueològics de l'edat dels metalls*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- MASRIERA ESQUERRA, C. (2008). “Presentación del patrimonio arqueológico: ruinas «versus» reconstrucciones, ¿Qué entiende más el público?” en *Íber Didáctica de las Ciencias Sociales*, n. 57, p. 39-51.
- MASRIERA ESQUERRA, C. (2009). “Las reconstrucciones arqueológicas: problemas y tendencias” en *Hermes: Revista de museología*, n. 1, p. 41-49.
- MATA PARREÑO, C. (1991). *Los Villares (Caudete de las Fuentes), origen y evolución de la cultura ibérica*. Trabajos Varios, 88. Valencia: Servei d'Investigació Prehistòrica, Diputació de Valencia.
- MATA PARREÑO, C. (2001). “La Difusión del Patrimonio arqueológico: Dinamizador de la Economía Comarcal” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarca, Primer Congreso de Historia Comarcal “Requena-Utiel, una*

comarca fronteriza. *En el 150 aniversario de su incorporación a Valencia*, n. 16, p. 189-197.

- MATA PARREÑO, C., MORENO MARTÍN, A., QUIXAL SANTOS, D. (2008). “Hábitat Rural y Paisaje agrario durante la Segunda Edad del Hierro en el Este de la Península Ibérica. Paisajes rurales del mundo púnico” en *Bolletino di Archeologia on line, XVII International Congress of Classical Archaeology*, A. Wallace-Hadrill (Pdte). Roma: Ministero per i Beni e le Attività Culturali. 32-46.
- MATA PARREÑO, C., MORENO MARTÍN, A., QUIXAL SANTOS, D. (2009). “Estrategias de ocupación y explotación del entorno periurbano de Kelin” en *El paisatge periurbà a la Mediterrània occidental durant la protohistòria i l'antiguit. Actes del colloqui internacional*, M. C. Belarte Franco, R. Plana Mallart (coords.). Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica. 183-197.
- MELGOSA, M., PÉREZ, M., YEBRA, R., & HUERTAS, E. (2001). “Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color” en *Óptica Pura y Aplicada*, 34, p. 1-10.
- MIRIELLO, D., BARCA, D., BLOISE, A., CIARALLO, A., CRISCI, G. M., DE ROSE, T., GATTUSO, C., GAZINEO, F., LA RUSSA, M. F. (2010). “Characterisation of archaeological mortars from Pompeii (Campania, Italy) and identification of construction phases by compositional data analysis” en *Journal of Archaeological Science*, n. 37, p. 2207-2223.
- MONTALVÁ CONESA, J. L., RAMÍREZ BLANCO, M. J., SOTO ARÁNDIGA (eds.) (2006). *Fórum UNESCO. Universidad y Patrimonio. X Aniversario (1995-2005)*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

- MONTERO RUIZ, I., GARCÍA HERAS, M., LÓPEZ-ROMERO, E. (2007). “Arqueometría: cambios y tendencias actuales” en *Trabajos de Prehistoria* 64 n. 1, p. 23-40.
- MONZÓN BATISTA, G. (2012). *Estudio y actuación para la puesta en valor del yacimiento aborigen de los barros, gran canaria. Una intervención integral sobre conservación y restauración in situ*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- MORA, G. (2004). “La arqueología en España durante el Renacimiento y la Ilustración” en *Zona arqueológica [Pioneros de la Arqueología en España (del siglo XVI a 1912)]*, n. 3, p. 17-18.
- MORENA LÓPEZ, A., ABRIL HERNÁNDEZ, J. M. (2013). “Estudio arqueoastronómico del santuario ibero-romano de Torreparedones (Baena, Córdoba)” en *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, n. 23, p. 293-321.
- MORENA LÓPEZ, J.A. (2012). “El Parque Arqueológico de Torreparedones (Baena, Córdoba): Un proyecto de desarrollo rural desde el patrimonio histórico” en *Arte, Arqueología e Historia*, n. 12, p. 249- 255.
- MORENO LOZANO, S. (2015). “Técnicas edilicias en la ciudad ibero-romana de Torreparedones (Baena, Córdoba)” en *Arqueología y Territorio*, n. 12, p. 75-88.
- MORENO MARTÍN, A. (2010). *Cuando el paisaje se convierte en territorio: Aproximación al proceso de territorialización ibero en La Plana d’Utiel, Valencia (ss. VI-II a.n.e.)*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat de València.

- MORENO MARTÍN, A. (2006). *Paisaje, SIG y territorio: El análisis de la Plana d'Utiel entre los ss. VI-V a.n.e.* Trabajo de Investigación de Licenciatura. Valencia: Universitat de València.
- MORENO MARTÍN, A., VALOR ABAD, J. (2010). “Casas, personas y comunidades: aproximación al cómputo poblacional de la ciudad ibérica de *Kelin* (Caudete de las Fuentes, València) y su territorio” en *Arqueología de la Población, Arqueología Espacial*, n. 28, p. 245-264.
- MORENO MARTÍN, A., QUIXAL SANTOS, D. (2009). “El territorio inmediato de *Kelin* en época ibérica (siglos IV-III a.C.): estrategias productivas y poblaciones” en *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*. n. 41, p. 109 - 118.
- MORENO MARTÍN, A., QUIXAL SANTOS, D. (2012). “El territorio inmediato de *Kelin* en época ibérica (siglos IV-III a.C.): un caso práctico de análisis con SIG” en *Anejos de Archivo Español de Arqueología LIX. Tecnologías de información geográfica y análisis arqueológico del territorio. Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, V. Mayoral Herrera, S. Celestino Pérez (eds.). Mérida: Instituto de Arqueología – Mérida CSIC - Junta de Extremadura - Consorcio de Mérida. 193-202.
- MORENO ONORATO, A., MARTÍN HARO, M. (2008). “El Centro de Interpretación de Los Millares recrea la vida de la prehistoria andaluza” en *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n. 58, p. 14-15.
- MUÑOZ SOLIVA, T. (1866). *Historia de la ciudad de Cuenca*: Cuenca: Imp. de El Eco
- MUÑOZ VIÁS, S. (2003). *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid: Síntesis.

- MUÑOZ VICENTE, A., GARCÍA JIMÉNEZ, I. (2010). “La nueva sede institucional. Revalorización y puesta en valor de nuevos espacios en el conjunto arqueológico de *Baelo Claudia*” en *V Congreso Internacional Musealización de Yacimientos Arqueológicos, Arqueología, discurso histórico y trayectorias locales (5. 2008. Cartagena)* I. Pérez López, M. Comas Gabarrón, L. Vitaller Prieto, J. Beltrán de Heredia Tercero, J. Roca i Albert, S. Rascón Marqués, A. Lucía Sánchez (coords). Cartagena: Ayuntamiento de Cartagena: Ayuntamiento de Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat, Ayuntamiento de Alcalá de Henares. 243-251.
- NAVARRO GASCÓN, V. (2008). “Aplicaciones de la difracción de rayos X al estudio de los bienes culturales” en *La ciencia y el arte: ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*, M. Bueso (coord). Madrid: Instituto del Patrimonio Histórico Español y Ministerios de Educación, Cultura y Deporte. Vol. 1., p. 134-139.
- NÄSMAN, U. (2013). “Aspects on realizing house reconstructions: a Scandinavian perspective” *Experimental Archaeology* 2. Disponible en: <<https://exarc.net/issue-2013-2/ea/aspects-realizing-house-reconstructions-scandinavian-perspective>> [Consulta: 7 de noviembre de 2015]
- NIETO, J. M., NOCETE, F., SÁEZ, R., FRANFO, F. (2002). “Cambios mineralógicos en restos óseos en función de las condiciones de pH del suelo” en *Geoaceta* 31, p. 181-184.
- NIETO PÉREZ, C. (2013). *La didáctica como herramienta indispensable para la sensibilización en la Conservación y Restauración del Patrimonio: El caso del Parque Arqueológico de Cochasquí, Ecuador*. Tesis Final de Máster. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia 2013.

- NOGUERA CELDRÁN, J.M., MADRID BALANZA, M^a J., MARTÍNEZ PERIS, I., CÁNOVAS ALCARAZ, A. (2012). “La Ínsula I del Molinete. El barrio del foro romano, Cartagena, Murcia” en *Restauración & rehabilitación*, n. 116-117, p. 78-89.
- NOGUERA GIMÉNEZ, J.F., GUIMARAENS IGUAL, G., LARA ORTEGA, S., NOGUERA MAYÉN, M. (2011). “Teatros romanos de Hispania: introducción a su estado de conservación y criterios de restauración” en *Arché*, n. 6, p. 383-390.
- ORÚS ASSO, F. (1965). *Tratado genérico de la cal como material de la construcción en España*. Madrid: Dossat.
- ÖZKAYA, O. A., BÖKE, H. (2009). “Properties of Roman bricks and mortars used in Serapis temple in the city of Pergamon” en *Materials Characterization* n. 60, p. 995-1000.
- PAARDEKOOOPER, R. P. (2012). *The Value of an Archaeological Open-Air Museum is in its use. Understanding Archaeological Open-Air Museums and their Visitors*. Leiden: Sidestone Press.
- PAARDEKOOOPER, R. (2015). “EXARC and Experimental Archaeology” en *Boletín de Arqueología Experimental*, n. 10, p. 4-12.
- PALOMARES, E. (1966). “Hallazgos arqueológicos de Sinarcas y su comarca” en *Archivo de Prehistoria Levantina*, Vol. XI, p. 231-249.
- PARGA-DANS, E., CASTRO-MARTÍNEZ, E., FERNÁNDEZ DE LUCIO, I. (2012). “La arqueología comercial en España: ¿un sistema sectorial de innovación?” en *Cuadernos de Gestión*, Vol. 12, p. 139-156.

- PAVIA, S., CARO, A. (2008). “An investigation of Roman mortar technology through the petrographic analysis of archaeological material” en *Construction and Building Materials*, n. 22, p. 1807–1811.
- PÉREZ JORDÁ, G.; MATA PARREÑO, C.; MORENO MATÍN, A.; QUIXAL SANTOS, D. (2007). “L’assentament ibèric del Zoquete (Requena, València): resultats preliminars de la 1^a campanya d’excavació” en *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 39, p. 185-187.
- PÉREZ CÁMBRES, M., *La restauración de un soporte expositivo: un ánfora ibérica siglo V-IV a.C.* Trabajo Final de Grado. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- PÉREZ-JUEZ GIL, A. (2012). “El museo fuera del museo: la gestión del patrimonio arqueológico *in situ*” en *Construcciones y usos del pasado. Patrimonio Arqueológico Territorio y Museo*, C. Ferrer García, J. Vives-Ferrándiz Sánchez (eds.). Valencia: Museu de Prehistòria de València – Diputació de Valencia.
- PÉREZ MÍNGUEZ, R. (2006). *Aspectos del mundo rural romano en el territorio comprendido entre los ríos Turia y Palancia*. Valencia: Diputació Provincial de Valencia.
- PETERSSON, B. (2003). *Föreställningar om det förflutna. Arkeologi och rekonstruktion*, Thesis. Lund: University of Lund.
- PINGARRÓN SECO, E. (1981). *Estructuras del poblamiento rural romano entre los ríos Magro y Palancia*. Tesis de Licenciatura. Valencia: Universitat de València.

- PIOTROWSKA, D. (1997). “Biskupin, 1933-1996: Archaeology, politics and nationalism” en *Archaeologia Polona. Journal of Archaeology*, Vol. 35-36, p. 255-285.
- PIQUERAS HABA, J. (1990). *Geografía de la meseta Requena-Utiel*. Requena: Centro de Estudios Requenenses.
- PIZZO, A. (2008). “El análisis de la Arquitectura romana. Cuestiones metodológicas y propuesta para el estudio de aspectos tecnológicos” en *Anales de Prehistoria y Arqueología*, n. 23-24, p. 75-88.
- PIZZO, A. (2009). “La Arqueología de la Construcción. Un laboratorio para el análisis de la arquitectura de época romana” en *Arqueología de la Arquitectura*, n. 6, p. 31-45.
- PIZZO, A. (2010). “El Opus Testaceum en la Arquitectura pública de Augusta Emérita” en *Archivo Español de Arqueología*, n. 83, p. 147-174.
- PIZZO, A. (2011). “Los patíbulos son andamios. Giovanni Battista Piranesi y la técnica edilicia de época romana” en *Archivo Español de Arqueología*, n. 84, p. 267-283.
- PLA, E. (1980). *Los Villares (Caudete de las Fuentes – Valencia)*. Trabajos Varios 68. Valencia: Servei d’Investigació Prehistòrica, Diputació de València.
- PORTERO DE LA TORRE, R., BOLÍVAR, F., CASARES, M., CULTRONE, G. (2004). “Estudio multidisciplinar del biodeterioro por líquenes en las fachadas del Colegio Máximo de la Cartuja de Granada” en *Actas XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, M. Nieto Pérez (coord.). Murcia: Murcia: Consejería de Cultura. 845-852.

- POU, J., SANMARTÍ, J., SANTACANA, J. (1995). “La reconstrucció del poblat ibèric d’Alorda Park o de les Taixoneres (Calafell, Baix Penedès)” en *Tribuna d’Arqueologia*, n. 1993-1994, 1995, p. 51-62.
- POU, J., SANMARTÍ, J., SANTACANA, J. (1996). “Hipòtesis constructives i experimentació a la ciutadella ibèrica de Calafell” en *Miscel·lània Penedesenca* XXIV, p. 87-106.
- POU, J., SANTACANA, J., MORER, J., ASENSIO, D., SANMARTÍ, J. (2001). “El projecte d’interpretació arquitectònica de la Ciutadella ibèrica de Calafell (Baix Penedès), Tècniques constructives d’època ibèrica i experimentació arquitectònica a la Mediterrània” en *Actes de la 1ª Reunión Internacional d’Arqueologia de Calafell (1. 2000. Calafell)*, *Arqueomediterrània*, n. 6, p. 95-116.
- PRADA, J.L., VALENCIANO, A., NAVARRO, A. (1996). “Procesos de alteración de materiales pétreos en edificios de interés histórico” en *Acta Geológica Hispánica*, vol. 30, n. 1-3, p. 97-110.
- QUIXAL SANTOS, D. (2008). El valle del Magro entre los siglos VI-I a.C.: Una aproximación a la movilidad en época ibérica. Trabajo Final de Licenciatura. Valencia: Universitat de València.
- QUIXAL SANTOS, D. (2010). “El Pico de Los Ajos (Yátova) y el poblamiento ibérico en torno a los ríos Magro y Mijares” en *Revista de Estudios Comarcales Instituto de Estudios Comarcales. Hoya de Buñol-Chiva*, n. 9, p. 25-35.
- QUIXAL SANTOS, D. (2012). “El valle del Magro como vía de comunicación en época ibérica (siglos VI-I a.C.)” en *Archivo de Prehistoria Levantina*, Vol. XXIX, p. 187-208.

- QUIXAL SANTOS, D. (2013). *La Meseta de Requena-Utiel entre los siglos II-I a.C.: la Romanización del territorio ibérico de Kelin*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat de València.
- QUIXAL SANOTD, D., MORENO MARTÍN, A., MATA PARREÑO, C., PÉREZ JORDÁ, G. (2008). “L’assentament ibèric del Zoquete (Requena, València)” en *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, n. 40, p. 233-236.
- QUEROL FERNÁNDEZ, M^a A. (2010). *Manual de Gestión del Patrimonio Cultural*. Madrid: Akal.
- RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A., ALEJANDRE SÁNCHEZ, F. J., BARRIOS PADURA, Á., BARRIOS SEVILLA, J. (1997). “La retracción de los morteros de cal” en *Materiales de construcción*, n. 47 (245), p. 27-44.
- RAMOS SAINZ, M^a L., (2007a). "El papel de la Arqueología experimental en época romana y su didáctica" en *Primer Congreso de arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, M. L. Ramos, J. E. Urquijo, J. Baena (coords.). Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental. 9-20.
- RAMOS SAINZ, M^a L., (2007b). “Las tejas romanas de San Juan de Maliaño (Cantabria). Proceso experimental de su manufactura” en *Primer Congreso de arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, M. L. Ramos, J. E. Urquijo, J. Baena (coords.). Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental. 309-316.
- RAMOS SAINZ, M^a L., (2003). “Las prácticas funerarias en la Hispania romana. Síntesis de su ritual” en *Actas de los cursos monográficos sobre*

- el Patrimonio histórico, Cursos sobre Patrimonio Histórico 7*. Santander: Universidad de Cantabria y Ayuntamiento de Reinosa. 175-206.
- RATAZZI, A. (2014). *Conosci il grassello di calce? Origine, produzione e impiego del grassello di calce in architettura, nell'arte e nel restauro*. Bologna: Edicom Edizione.
- REHM-BERBENNI, C., DRUTA, A., ABERG, G., NEGUER, J., KÜLLS, C., PATRIZI, G., PACHA, T., KIENZLE, P., BUGINI, R., GRAZIA FIORE, M. (eds.) (2005). *Isotope Technologies Applied to the Analysis of Ancient Roman Mortars. Results of the CRAFT Project EVK4 CT-2001-30004*. Luxemburg: European Commission.
- REEVES FLORES, J., PAARDEKOOOPER, R. (2014). *Experiment Past. Histories of Experimental Archaeology*. Leiden: Sidestone.
- REYNOLDS, P. J. (1999). "The nature of experiment in archaeology" en *Experiment and design: Archaeological studies in honour of John Coles*, A. E Harding (ed.). Oxford: Oxbow, p. 157-169.
- RIPOLLES ADELANTADO, E., FORTEA i CERVERA, L., (2007). "Talleres de experimentación en la Bastida de les Alcusses (Moixent)" en *Primer Congreso de arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, M. L. Ramos, J. E. Urquijo, J. Baena (coords.). Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental. 29-36.
- RODRÍGUEZ NAVARRO, C, DOEHNE E, SEBASTIAN E. (2000). "How does sodium sulphate crystallize? Implications for the decay and testing of building materials" en *Cement and Concrete Research*, n. 30, p. 1527–1534.

- ROLDAN GÓMEZ, L. (1987). “Aproximación metodológica al estudio de la técnica edilicia romana en Hispania, en particular el *Opus Testaceum*” en *Lucentum*, n. 6, p. 101-122.
- ROLDÁN LATORRE, W.L. (2011). *Materiales puzolánicos para uso en conglomerantes especiales basados en yeso*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- ROSELL i AMIGÓ, J.R. (2013). *Aportaciones al conocimiento del comportamiento deformacional de pastas de cal. Tamaño y formas de las partículas y su viscosidad*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona.
- RUIZ JIMÉNEZ, J. (2012). *Musealización e impacto cultural en las ciudades actuales de sus vestigios arqueológicos antiguos: un estudio europeo*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- RUIZ ZAPATERO, G. (1998). “Fragmentos del pasado: la presentación de sitios arqueológicos y la función social de la arqueología” en *Treballs d'Arqueologia*, n. 5, p. 7-34.
- RUIZ ZAPATERO, G. (2007). “Las asociaciones de Amigos del Patrimonio Histórico y Arqueológico en el siglo XXI” en *Associacions d'amics del patrimoni arqueologic. Funció i rol social en el segle XXI*, N. Alonso (ed.). Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida, p. 11-30.
- RUIZ ZAPATERO, G. (2009). “Arqueología e identidad: la proyección social del pasado” en *Actas del Congreso Internacional Medio siglo de arqueología en el Cantábrico Oriental y su Entorno*, A. Llanos Ortiz de Landaluze (coord.). Vitoria: Instituto Alavés de Arqueología, Diputación Foral de Álava. 637-708.

- SABBIONI, C., ZAPPIA, G., RIONTINO, C., BLANCO-VARELA, M.T., AGUILERA J., PUERTAS, F., VAN BALEN, K., TOUMBAKARI, E.E. (2001). "Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars" en *Atmospheric Environment*, n. 35, p. 539-548.
- SABBIONI, C., BONAZZA, A., ZAPPIA, G. (2002). "Damage on hydraulic mortars: the Venice Arsenal" en *Journal of Cultural Heritage*, n. 3, p. 83-88.
- SALAS BALLESTÍN, J. C. (2008). "La reconstrucción de Varsovia tras la Segunda Guerra Mundial" en *Loggia*, n. 21, p. 64-75.
- SÁNCHEZ-MORAL, S., GARCÍA-GUINEA, J., LUQUE, L., GONZÁLEZ-MARTÍN, R., LÓPEZ-ARCE, P. (2004). "Cinética de carbonatación de morteros experimentales de cal de tipo romano" en *Materiales de Construcción*, Vol. 54, n. 275, p. 23-38.
- SANCHEZ-MORAL, S., LUQUE, L., CAÑAVERAS, J.C., SOLER, V., GARCIA-GUINEA, J., APARICIO, A. (2005). "Lime-pozzolana mortars in Roman catacombs: composition, structures and restoration" en *Cement and Concrete Research*, n. 35, p. 1555– 1565.
- SÁNCHEZ SÁNCHEZ, R. (2008). *Proyecto básico y de ejecución para la consolidación, restauración y puesta en valor de la puerta oriental y santuario de Torreparedones de Baena (Córdoba)*. Disponible en: <<http://aplicaciones.dipucordoba.es/contratacion/archivos/perfilcontratante?idpliego=6514>> [24 de marzo de 2016]
- SANDAK, A., SANDAK, J., BABINSKI, L., PAULINY, D., RIGGIO, M. (2014). "Spectral analysis of changes to pine and oak wood natural polymers after short-term waterlogging" en *Polymer degradation and Stability* n. 99, p. 68-79.

- SANTACANA MESTRE, J., MARTÍN PIÑOL, C. (2010). *Manual de museografía interactiva*. Gijón: Trea.
- SANTACANA MESTRE, J., MASRIERA ESQUERRA, C. (2012). *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*. Gijón: Trea.
- SANTACANA MESTRE, J. (2012). “Una teoría didáctica de la reconstrucción en yacimientos arqueológicos” Disponible en: <<http://didcticalpatrimonicultural.blogspot.com.es/2012/10/una-teoria-didactica-de-la.html> 2012>
- SANTACANA MESTRE, J. (2014). “La museografía que se puede construir desde la didáctica” en *V Congreso. Educación, Museos & Patrimonio. “Creatividad e innovación educativa en museos y espacios patrimoniales”*. Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM), Consejo Internacional de Museos (ICOM). 14-25.
- SANTOS SÁNCHEZ, K. (2013). *Propuesta para la conservación y puesta en valor del yacimiento arqueológico de la Fuente del Pinar, Yecla (Murcia)*. Tesis de Máster. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- SANTOS SÁNCHEZ, K. (2014). “Estudio de grado de identidad como alternativa para contribuir a la conservación y difusión sostenible de los yacimientos arqueológicos expuestos en el medio rural” en *Actas del I Congreso Internacional de Jóvenes Investigadores del Mundo Antiguo*, R. González Fernández, G. Matilla Séiquer, P. D. Conesa Navarro, J. J. Martínez García, J. A. Molina Gómez (coords.). Murcia: Centro de Estudios del Próximo Oriente y la Antigüedad Tardía, Universidad de Murcia. 775-794.
- SANTOS SÁNCHEZ, K., CARRASCOSA MOLINER, B. (2014). “Yacimientos arqueológicos en el medio rural. Un caso práctico para su conservación y

puesta en valor sostenible” *Libro de Actas Emerge. Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración del Patrimonio*, M. V. Vivancos, M. T. Doménech, M. Sánchez Pons, J. Osca Pons (eds). Valencia: Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. 975-982.

SANTOS SÁNCHEZ, K., CARRASCOSA MOLINER, B., MARTÍNEZ VALLE, A. (2014). “Proyecto de musealización de la necrópolis romana de “La Calerilla” de Hortunas, Requena (Valencia). Centro de interpretación e intervención *in situ*” en *Arché*, n. 9, p. 109-118.

SANTOS SÁNCHEZ, K., MARTÍNEZ VALLE, A., CARRASCOSA MOLINER, M^a B. (2015a). “El yacimiento arqueológico de “La Calerilla” de Hortunas (Requena), 25 años después” en *Oleana* n. 28, p. 5-26.

SANTOS SÁNCHEZ, K., MARTÍNEZ VALLE, A., CARRASCOSA MOLINER, M^a B. (2015b). “Proceso de puesta en valor sostenible en el yacimiento arqueológico de La Calerilla de Hortunas, Requena (Valencia). Vinculación, sensibilización y transmisión” en *Oleana* n. 30, VII Congreso de Historia Comarcal. *Infraestructuras y Patrimonio en la Meseta de Requena-Utiel*, p. 6-22.

SANTOS SÁNCHEZ, K., LORENZO MORA, F., CARRASCOSA MOLINER, B., MARTÍNEZ VALLE, A. (2016). “I Campaña de Conservación y Restauración en La Calerilla de Hortunas, Requena (Valencia)” en *Archivo de Prehistoria Levantina*, Vol. 31, p. 339-354. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/10251/93244>> [22 de abril de 2017]

SANTOS SÁNCHEZ, K., CARRASCOSA MOLINER, B., MARTÍNEZ VALLE, A. (2016b). “La función social del patrimonio arqueológico local. La puesta en valor de la necrópolis de La Calerilla de Hortunas de Requena

(Valencia, España)” en *De venir. Revista de estudios sobre patrimonio edificado*, Vol. 3, n. 5, p. 9-27.

SANTOS SÁNCHEZ, K., CARRASCOSA, B., MARTÍNEZ VALLE, A. (2016c). “Participación social y educación patrimonial en la necrópolis de La Calerilla de Hortunas, Requena (Valencia)” en *Construction pathology, rehabilitation technology and heritage management (6th Rehabend Congress)*, I. Lombillo, J. M. González, J. A. Martínez, H. Blanco, Y. Boffill (coords.). Burgos: Universidad de Cantabria, Universidad de Burgos. 361-369.

SANTOS SÁNCHEZ, K., CARRACOSA MOLINER, B., MARTÍNEZ VALLE, A. (2017). “Evaluación del comportamiento de diferentes tipos de morteros empleados en la restauración de enclaves arqueológicos” en *Arché*, n. 11 (en prensa).

SANTOS SILVA, A., RICARDO, J. M., SALTA, M., ADRIANO, P., MIRAO, J., CANDEIAS, A. E., MACIAS, S. (2006). “Characterization of Roman mortars from the historical town of Mertola” en *Heritage, Weathering and conservation*, Vol. 1, p. 85-90.

SCHMIDT, H. (1997). “Reconstruction of Ancient Buildings” en *The conservation of archaeological sites in the Mediterranean Region, an International Conference (1995, Los Ángeles)*, M. de la Torre (ed.). Los Ángeles: Getty Conservation Institute, Paul Getty Museum. 41-50.

SELLESLAGH-SUYKENS, E. (2015). “La estela de Sinarcas. Un nuevo enfoque, rompiendo moldes” Disponible en: <https://www.academia.edu/5800196/La_estela_de_Sinarcas_Un_nuevo_enfoque_rompiendo_moldes_-_versi%C3%B3n_06.07.2017> [25 de noviembre de 2017]

- SEGUI MARCO, J.J., SÁNCHEZ GONZÁLEZ, L. (2012). *La Romanización en tierras valencianas. Una historia documental*. Valencia: Universidad de Valencia.
- SEPULCRE AGUILAR, A. (2003). “Tópicos comunes en la elaboración y uso de los morteros de restauración de fábricas” en *Pátina*, Época II n. 12, p. 29-39.
- SEPULCRE AGUILAR, A. (2005). *Influencia de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración de fábricas de interés histórico artístico*. Tesis Doctoral. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
- SEPULCRE AGUILAR, A., HERNÁNDEZ OLIVARES, F. (2012). “Interfacial Transition Zone (ITZ) Analysis in Hydraulic Lime Restoration Mortars for Grouting of Historical Masonries” en *International Journal of Architectural Heritage, Conservation, Analysis, and Restoration*, Volume 6, Issue 4, p. 396-414.
- SERRANO POZUELO, R. M^a (2013). “Arqueología de la Arquitectura. Nacimiento y desarrollo en España” en *Arqueoweb. Revista sobre Arqueología en Internet*, n. 14, p. 119-148.
- SEVILLA CONDE, A. (2009). “El impacto de la “romanización” en los territorios de la *Provincia Tarraconensis* a través de la arqueología funeraria. Una primera aproximación” en *SALDVIE*, n. 9, p. 229-247.
- SILGO GAUCHE, L. (2001). “La estela de Sinarcas y su leyenda epigráfica” en *Arse. Boletín del Centro Arqueológico Saguntino*, n. 35, p. 13-24.
- SOIL SURVEY STAFF (1993). *Soil Survey Manual. Agricultural handbook*, n. 18. Washington D.C.: Soil Conservation Service.

- STANLEY-PRICE, N., (1997). "The Roman Villa at Piazza Armerina, Sicily" en *The conservation of archaeological sites in the Mediterranean Region, an International Conference* (1995, Los Ángeles), M. de la Torre (ed.). Los Ángeles: Getty Conservation Institute, Paul Getty Museum. 65-92.
- STANLEY-PRICE, N., (2009). "The reconstruction of ruins: Principles and practise" en *Conservation: Principles, Dilemmas and Uncomfortable Truths*, A., Richmond, A. Bracker (eds.). Amsterdam: Elsevier, p. 32-46.
- SULLIVAN, S. (1997). "A Planning Model for the Management of Archaeological Sites" en *The conservation of archaeological sites in the Mediterranean Region, an International Conference* (1995, Los Ángeles), M. de la Torre (ed.). Los Ángeles: Getty Conservation Institute, Paul Getty Museum. 15-26.
- TAMBURINI, D., ŁUCEJKO, J. J., ZBOROWSKA, M., MODUGNO, F., PRADZYNSKI, W., COLOMBINI, M. P. (2015). "Archaeological wood degradation at the site of Biskupin (Poland): Wet chemical analysis and evaluation of specific Py-GC/MS profiles" en *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, n. 115, p. 7-15.
- TILDEN, F. (1977). *Interpreting our heritage*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- UGURLU SAGIN, E., (2012). *Characteristics of roman mortars produced from natural and artificial pozzolans in Aigai and Nysa*. Tesis Doctoral. Izmir: İzmir Institute of Technology.
- UNTERMANN, J. (1990). *Monumenta Linguarum Hispanicarum. Band III. Die Iberischen inschriften aus Spanien. 1, Literaturverzeichnis, Einleitung, Indices*. Wiesbaden: Dr. Ludwing Reichert Verlag.

- VÁLEK, J., HUGHES, J. J., GROOT, J. W. P. (Eds) (2012). *Historic mortars. Characterisation, assessment and repair*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: RILEM Bookseries, Springer Science & Business Media.
- VALGAÑÓN, V. (2008). *Biología aplicada a la conservación y restauración*. Madrid: Síntesis.
- VALOR ABAD, J., DUARTE MARTÍNEZ, F., GARIBO BODÍ, J. (2001). “Aproximación al conjunto poblacional en la Comarca de Requena-Utiel en época ibérica” en *Oleana: Cuadernos de Cultura Comarca, Primer Congreso de Historia Comarcal “Requena-Utiel, una comarca fronteriza. En el 150 aniversario de su incorporación a Valencia*, n. 16, p. 667-679.
- VEIGA, M. R., VELOSA, A., MAGALHAES, A., (2009). “Experimental applications of mortars with pozzolanic additions: Characterization and performance evaluation” en *Construction and Building Materials*, n. 23, p. 318–327.
- VELOSA, A. L., COROADO, J., VEIGA, M. R., ROCHA, F. (2007). “Characterization of roman mortars from *Conímbriga* with respect to their repair” en *Materials Characterization*, n. 58, p. 1208–1216.
- VELOSA, A.L., ROCHA, F., VEIGA, M.R. (2009). “Influence of chemical and mineralogical composition of metakaolin on mortar characteristics” en *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Vol. 6, n. 1 (153), p.121–126.
- VIDAL FERRÚS, X., MARTÍ BONAFÉ, M. A., MATA PARREÑO, C., BARRACHINA IBÁÑEZ, A. (2004). “De la prospección a la excavación” en *Arqueología Espacial*, n. 24-25, p. 145-164.

- WEBER, J., PROCHASKA, W., ZIMMERMANN, N. (2009). “Microscopic techniques to study Roman renders and mural paintings from various sites” en *Materials Characterization*, n. 60, p. 586–593.
- YEVES DESCALZO, F. A. (1978). *Geografía física, económica y humana y apuntes para una breve historia de la leal villa de Venta del Moro*. Requena: Ayuntamiento de Venta del Moro.
- YEVES OCHANDO, A. (2000). *Aspectos geológicos de la comarca Requena-Utiel y zonas cercanas del Sector Levantino de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica*. Requena: Centro de estudios Requenenses.
- ZAPATA PARRA, J.A., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, R. (2011). “La musealización y puesta en valor de la villa romana de Los Villaricos, Mula” en *XXII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia. Cartagena y Murcia*, J. A. Melgares Guerrero, P. E. Collado Espejo (dirs.). Murcia: Ediciones Tres Fronteras, Consejería de Cultura y Turismo. 127-137.

Autores clásicos citados

- FRONTINO, J. S. (1985). *Los acueductos de Roma (De aquaeductu Urbis Romae)*. Madrid: Centro Superior de Investigaciones Científicas.
- PLINIO SEGUNDO, C. (1624). *Historia natural de Cayo Plinio Segundo*. Madrid: Universidad Complutense.
- VITRUVIO, M. (1993). *Los diez libros de Arquitectura*. Barcelona: Alta Fulla.

Legislación y documentos

- AUSTRALIA. Carta de Burra. Carta para la conservación de lugares de valor cultural. Carta del ICOMOS Australia para Sitios de Significación Cultural adoptada en el encuentro del ICOMOS (Consejo Internacional

de Monumentos y Sitios) en la histórica ciudad de Burra (Australia) 1979-1982-1988.

AYUNTAMIENTO DE REQUENA (2013). Plan General de Requena, Catálogo de inmuebles de interés histórico, artístico y arquitectónico. Requena: Ayuntamiento de Requena.

BRASIL. Documento Regional del Cono Sur sobre Autenticidad. V Encuentro Regional de ICOMOS-Brasil 1995.

GRECIA. Carta de Atenas. IV Conferencia Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos, Atenas 1931.

ESPAÑA. Ley del 13 de mayo de 1933 sobre defensa, construcción y acrecentamiento del Patrimonio Histórico-Artístico Nacional. Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, Gaceta de Madrid, nº 145 página 1393, (esta Ley no tiene número)

ESPAÑA. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. BOE de 29 de junio de 1985, nº 155.

ESPAÑA. Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. DOCV de 18 de junio de 1998, núm. 3267; BOE de 22 de junio de 1998, núm. 174.

ESPAÑA. Ley 5/2007, de 9 de febrero, de modificación de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. BOE de 23 de marzo de 2007, núm. 71.

FRANCIA. ICOMOS XVII Asamblea General 2011, Declaración de París Sur le patrimoine comme moteur du développement Adoptée à Paris, siège de l'UNESCO, le jeudi 1er décembre 2011.

ITALIA. Carta de Venecia. Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de los Monumentos y los Sitios. Segundo Congreso de

Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos en Venecia, 25 al 31 de Mayo de 1964.

ITALIA. Carta del Restauero. Elaborada en 1932 por el Consejo Superior de Antigüedades y Bellas Artes de Roma.

ITALIA. Carta del Restauero. Ministero della Pubblica Istruzione, Roma 1972.

POLONIA. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido. Conferencia Internacional sobre Conservación y “Cracovia 2000” Ciudad de Cracovia (Polonia) 2000.

SUIZA. Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico (Carta de Lausana). Preparado por el Comité Internacional para la Gestión de los Recursos Arqueológicos (ICAHM) aprobado por la 9ª Asamblea General del ICOMOS Lausana (Suiza) en 1990.

Normas

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (1999). *UNE EN 12370 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales.*

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2000). *UNE-EN 1015-12 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería, Parte 12: Determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros de revoco y enlucido endurecidos aplicados sobre soportes.*

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2008). *UNE-EN 13755 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.*

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2009). *UNE EN 15801 Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo Determinación de la absorción de agua por capilaridad.*

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2010). *UNE-EN 15803 Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (dp)*.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2010-2013). *UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico*.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2011). *UNE-EN 459-2 Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo*.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR) (2011). *UNE-EN 12371 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la heladicidad*.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE (CIE) (2004). *Technical Report, Colorimetry*. Viena: CIE.
- NORMA ESPAÑOLA. *NLT-149/91. Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina de Los Ángeles*.
- RILEM (1980). *Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods*. Commission 25-PEM, Protection et Erosion des Monuments. Essai N° V.3: Tenue a gel. 238–244.

Noticias y recursos multimedia

- RTVE, “Yacimiento Cáceres Viejo” en <http://www.rtve.es/alacarta/videos/programa/yacimiento-caceres-viejo/3968671/> [Consulta: 7 de mayo de 2017].
- DIARIO DE LEÓN, http://www.diariodeleon.es/noticias/cultura/unica-villa-romana-puede-visitar-leon-lleva-diez-anos-cerrada-obras_975078.html [Consulta: 4 de mayo de 2017].
- VOCES DE CUENCA <http://www.vocesdecuenca.com/web/voces-de-cuenca/-/el-restaurado-criptoportico-dota-a-segobriga-de-un-nuevo-espacio-techado-para-actividades-y-exposiciones> [Consulta: 30 de abril de 2017].

EL COMERCIO <http://www.elcomercio.es/gijon/201408/03/veranes-ruina-cubo-20140803003953-v.html> [Consulta: 30 de abril de 2017].

EL COMERCIO <http://www.elcomercio.es/gijon/201408/03/veranes-ruina-cubo-20140803003953-v.html> [Consulta: 30 de abril de 2017].

Canal UNED, *Los pioneros de la Arqueología en España*
<https://canal.uned.es/mmobj/index/id/10690> [Consulta: 30 de abril de 2017].

SOTOCINE 08. Séptima muestra de largos y cortos de Cantabria. 30 de Marzo del 2008 dirigido por la Dra. M^a Luisa Ramos y protagonizado por Fernando Chinarro, <<http://personales.unican.es/ramosml/termas.html>> [Consulta: 7 de mayo de 2014]

KIENZLE, P., [Recording Archaeology] (2016/10/27). "The reconstruction of three Roman Houses at the Archaeological Park at Xanten (Germany)" 22nd Annual Meeting of the EAA (European Association of Archaeologist), 31st August- 4th September 2016 Vilnius [Archivo de video]. Disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=2g5UPxBBmcU>> [Consulta: 25 de febrero de 2017]

Páginas web:

ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.

<<http://personales.unican.es/ramosml>> [Consulta: 12 de julio de 2014]

ASOCIACIÓN DE MUSEOS AL AIRE LIBRE DE EUROPA.

<<http://www.aeom.org>> [Consultado: 22 de febrero de 2015]

CALAFELL HISTORIC.

<<http://calafellhistoric.org>> [Consultado: 2 de diciembre de 2014]

ECOPRYECTA. ACTUACIÓN SOSTENIBLE.

- <<https://ecoprojecta.es>> [Consultado: 30 de octubre de 2017]
EKETORP. DEN LEVANDE BORGEN PA OLANDS STORA ALVAR.
<<http://www.eketorp.se>> [Consultado el 22 de febrero de 2015]
EXTREMADURA TURISMO.
<<http://www.turismoextremadura.com>> [Consulta: 1 de marzo de 2016]
FESTIVAL INTERNACIONAL DE CINE ARQUEOLÓGICO DEL BIDASOA.
<<http://www.ficab.org>> [Consulta: 7 de mayo de 2014]
MAGNA MATER. VILLA ROMANA DE LA DEHESA.
<<https://www.villaromanaladehesa.es>> [Consulta: 1 de marzo de 2016]
MUSEO DE LAS VILLAS ROMANAS.
<<http://www.provinciadevalladolid.com/es/centros-turisticos-provinciales/museo-villas-romanas>> [Consulta: 12 de septiembre de 2017]
MUZEUM ARCHEOLOGICZNE W BISKUPIN.
http://www.biskupin.pl/asp/en_start.asp?typ=13&menu=143&strona=1&m=10&nazwa=303&schemat=0 [Consultado: 22 de febrero de 2015]
MV ARTE.
www.mvarte.com [Consulta: 7 de agosto de 2017]
PACHS. ÓXIDO DE CALCIO. HIDRÓXIDO CÁLCICO. ÁRIDOS.
<<http://www.calespachs.com/es>> [Consultado: 14 de mayo de 2016]
PATRIMONIO CULTURAL DE ARAGÓN.
<<http://www.patrimonioculturaldearagon.es>> [Consulta: 8 de mayo de 2017]
RED EUROPA DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL Y MUSEOGRAFÍA DIDÁCTICA.

<<http://exarc.net>> [Consultado el 22 de febrero de 2015]

RED EUROPA DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL Y MUSEOGRAFÍA
DIDÁCTICA (EXARC). OPEN ARCH.

<<http://openarch.eu>> [Consulta: 8 de mayo de 2017]

SKANSEN.

<<http://www.skansen.se>> [Consulta: 21 de septiembre de 2016]

SWEDEN TOURIST.

<<https://sweden-tourist.com>> [Consulta: 21 de septiembre de 2016]

TERRANOSTRUM. CASTILLA Y LEÓN.

<<http://www.terranostrum.es>> [Consulta: 13 de junio de 2016]

TURISMO DE ALMERÍA. SERVICIO PROVINCIAL DE TURISMO.

<<http://www.turismoalmeria.com>> [Consulta: 10 de noviembre de 2015]

Bibliografia
