

Medidas de conservación en la *orchestra* del Teatro romano de Mérida. España.

Autora: M^a PAZ PÉREZ CHIVITE. Conservadora-restauradora del Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida.

Resumen:

La *orchestra* del Teatro romano de Mérida está decorada con un solado de piedra de mármol y caliza en color gris y rosa, con dibujos de rectángulos. Se trata de una tipología de pavimento conocida como *opus sectile* (Figura 1).

Este espacio fue restaurado en la segunda mitad del siglo XX junto con una importante intervención de anastilosis para recuperar el frente escénico de columnas, el cual finalizó en los años 70. Desde entonces, el resultado ha sido la imagen que actualmente conocemos de este majestuoso monumento, convirtiéndose en un icono de la arqueología española.

El pavimento en cuestión, desde su descubrimiento en 1910 y la restauración, ha permanecido expuesto a la intemperie y se ha seguido pisando, sin apenas variación a lo largo de todo un siglo.

Sin embargo, una repentina disgregación surgida sin aparente motivo en 2021, provocó un cambio en la historia de la conservación de este espacio. Los esfuerzos de la institución tutelar, el Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida, se volcarán en procurar una intervención rápida y efectiva. Se seguirán los criterios establecidos en conservación y se incluirá un nuevo tratamiento de consolidación basado en bacterias, todo ello con el rigor científico y con un esfuerzo común de todo el personal involucrado. El resultado, será mejor de lo esperado.

Palabras clave: bioconsolidación, conservación preventiva, *opus sectile*, Teatro y Mérida.

Contexto

Breve historia del Teatro romano de Mérida.

La ciudad de *Augusta Emérita*, actual Mérida, fue construida *ex novo* durante el mandato del emperador Augusto, hacia el año 25 antes de nuestra era. Dentro del programa de urbanización (vías, foros, conducciones, muralla, etc.), se incluyeron los edificios de espectáculos, entre los que destacaba el teatro (junto con el anfiteatro y el circo). Conocemos por varias inscripciones que el Teatro se inauguró sobre el año 16-15 a. n. e., bajo el patronazgo de Marco Vipsanio Agripa, yerno del emperador Augusto e importante general romano.

El edificio, se construyó siguiendo los cánones vitrubianos. En su conjunto, la escena (*scaena*), la orchestra (*orchestra*) y el graderío (*cavea*) evocan casi la totalidad del Teatro original (tras la reforma de época flavia), cuando *Augusta Emérita* era capital de la *Lusitania* y más tarde de la *Diocesis Hispaniarum*. En la actualidad se conservan la mayor parte de las estructuras originales en muy buen estado.

Tras el imperio romano, esta zona de la ciudad quedó en desuso, el frente escénico se derrumbó y se llenó de escombros y tierras. Tan solo quedó visible la parte alta del graderío, en medio de un campo de cultivo que abasteció a los habitantes de la ciudad, a lo largo de los diferentes siglos de la historia, hasta prácticamente el siglo XX.

Así, el Teatro romano estuvo cubierto de tierra hasta 1910, año en que se comenzó a excavar de forma sistemática. Este hito histórico es considerado como uno de los comienzos de la arqueología científica en España.

Desde su descubrimiento (1910-1914), uno de los principales objetivos fue su recuperación formal mediante la anastilosis y la representación de obras de teatro clásico¹ para perpetuar su uso. Es decir, se quiso devolver su utilidad y su imagen de esplendor.

En 1912, fue declarado Monumento dentro de los Bienes de Interés Cultural del Estado².

La anastilosis del edificio finalizó en los años 70, con la última intervención del arquitecto José Menéndez-Pidal. Desde entonces, el frente escénico y la *orchestra* conforman una imagen única. Esta, se ha convertido en una representación o “fotografía” muy popular y aceptada por todos.

Tanto es así, que este icono del monumento ha quedado fijado como imagen actual y su difusión sigue inalterable desde entonces. Es, sin lugar a dudas, uno de los ejemplos más destacados del patrimonio arqueológico español.

En la memoria final de la intervención de las obras para la recuperación del Teatro, el arquitecto hace mención a la restauración llevada a cabo en la *orchestra*, donde también se

¹ La primera representación de teatro fue en 1933, dando comienzo así al Festival Internacional de Teatro Clásico de Mérida. En la actualidad, se ha desarrollado la 69 edición de este famoso certamen artístico en 2023, cumpliéndose los 90 años desde su inauguración.

² Decreto Ley el 13 de diciembre de 1912 (Gaceta de Madrid 03-01-1913). Consta inscrito en el Registro de B.I.C. Inmuebles del Ministerio de Cultura con código R.I.-51-0000107-00000.

intervino. Menéndez-Pidal, justificaba el deterioro que presentaba este pavimento de mármol, haciendo hincapié en la degradación acumulada desde su descubrimiento. Por un lado, a la exposición a la intemperie y, por otro lado, al desgaste provocado por el pisoteo continuo de los visitantes. Siendo ambos, los agentes de deterioro principales que acusa este pavimento.

Desde entonces, este pavimento ha permanecido descubierto y a la intemperie.

Institución: El Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida

El Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida es la institución encargada de velar por el patrimonio arqueológico de esta ciudad. Es decir, es el órgano gestor. Fue creado en 1996 como resultado de una larga trayectoria y evolución de continuos intentos administrativos por conservar la arqueología de la ciudad, que se pueden remontar incluso al siglo XVII³. A día de hoy, el Consorcio de Mérida, es una entidad pública, con representación de las principales instituciones en el ámbito de la cultura a nivel local, autonómico y del estado. Además, posee independencia jurídica y cuenta con un equipo técnico y personal (en torno a 90/100 trabajadores) para abordar el trabajo diario. La gestión que lleva a cabo el Consorcio de Mérida es única, y abarca las siguientes funciones: documentación, conservación, investigación, musealización, difusión y administración. Entendidas todas ellas como complementarias y necesarias para salvaguardar el legado arqueológico y hacerlo compatible y disfrutable con la vida de la ciudadanía actual y futura.

Cabe decir, que Mérida y su término municipal se entienden y se gestionan como un yacimiento único. En él se conservan los restos de todas las culturas que han habitado este mismo espacio físico, desde la prehistoria hasta la actualidad.

El Conjunto Arqueológico de Mérida fue incluido en la lista de bienes de la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad, en 1993.

A día de hoy, Mérida es una población pequeña que cuenta con unos 60.000 habitantes. El Conjunto Monumental está formado por más de 30 monumentos, repartidos por toda la ciudad, es uno de sus motores económicos más importantes. De todos ellos, el recinto con mayor reclamo turístico es el Teatro romano.

Como ejemplo, los datos estadísticos del año 2022 reflejan las siguientes cifras: el Conjunto Monumental recibió un total de 362.440 visitas, y solo en el Teatro romano, se contabilizaron 200.952 entradas. Es decir, el recinto del Teatro acaparó más de 560.000 visitas, siendo el principal atractivo para los visitantes, tanto de forma individual como conjunta.

³ En 1677 se redactan las primeras *Ordenanzas Municipales* para la protección de los monumentos antiguos de Mérida. Se trata del texto jurídico más antiguo de esta ciudad y uno de los pioneros también a nivel nacional para regular el patrimonio arqueológico. Morán 2009: 80-81.

Elaboración del proyecto

Descripción de la obra: el pavimento de opus sectile de la orchestra del Teatro de Mérida.

La obra intervenida es un pavimento que decora el suelo de la *orchestra* del Teatro. Este solado tiene forma de semicírculo, y sigue los cánones de construcción de estos edificios romanos de época clásica. Se ubica en el centro del Teatro, en la parte más baja. En torno a él se articula todo el graderío siguiendo la parte curva, y la parte recta o “diámetro” enlaza con la línea del escenario. Así, este pavimento adquiere un gran protagonismo por su posición central y porque ayuda a realzar la belleza del gran telón de fondo, que es el frente escénico (decorado éste, con cuerpos de columnas y relieves de mármol siguiendo el estilo clásico romano).

Las dimensiones máximas son 17 metros de largo por 8 metros de radio, lo que resulta un área de 100 m² aproximadamente.

En cuanto a tipología, está identificado como un *opus sectile*⁴. Es decir, es un pavimento decorativo, realizado con piedras de colores cortadas siguiendo un patrón de dibujo. Se trata de una composición de esquema único⁵, con rectángulos enmarcados. El diseño compositivo es sencillo, formado por un conjunto de unidades de tipo rectangular - no reticular. Está compuesto por lastras rectangulares de color gris, en mármol vetado, 90 cm x 60 cm., y bandas de enmarque de color rosa-amarillo, en piedra caliza, de 15 cm. de ancho. Es considerado de módulo medio-grande⁶.

En origen, se atribuye la elección del uso de materiales locales (más baratos) y el dibujo sencillo (fácil de reproducir) a un interés práctico, presuponiendo el desgaste y la exposición a la intemperie, ya desde época romana⁷.

Estas decoraciones eran consideradas muy lujosas, debido al coste económico del material y también de la mano de obra especializada para confeccionarlas. Se reservaban por tanto, a embellecer los suelos de determinadas estancias de edificios públicos.⁸

⁴*Opus sectile*: “revestimiento arquitectónico decorativo que recubre superficies parietales o pavimentales, con placas de mármol u otros materiales lapídeos, cortados en formas geométricas, vegetales, o incluso figuradas. Estas piezas se ensamblan formando composiciones ornamentales.” Esta decoración fue muy preciada y costosa en época romana. Pérez Olmedo 1996: 15.

⁵ La identificación y clasificación de los pavimentos de *opus sectile* fue elaborada por la Dra. Esther Pérez Olmedo, en 1996, convirtiéndose en referencia a nivel internacional para este tipo de estudios. Siguiendo a Pérez Olmedo, el *opus sectile* de la *orchestra* del Teatro romano de Mérida, corresponde con un esquema único, y cuenta con un módulo que está valorado entre grande y medio (el *sectile* de gran módulo es superior a 4 pies romanos – unos 120 cm. aprox., el *sectile* de módulo medio es entre 1 y 4 pies romanos – 30 a 120 cm. aprox.). Pérez Olmedo 1996: 30, 40.

⁶ En 2021 se celebró la “I Reunión Científica Internacional: *Opera sectilia* y otros revestimientos marmóreos en Hispania”. En estas jornadas se pusieron al día los avances logrados tras el trabajo inicial de Pérez Olmedo 25 años antes, continuando así con esta línea de investigación. Para una actualización de los datos ver Mañas Romero e. p.

⁷ *Op. cit.*: 29. Se atribuye la explotación de canteras locales en Mérida, influenciado por la situación interior y cercana a importantes canteras, a diferencia de las urbes costeras donde es más fácil incorporar piedras de importación.

⁸ Este tipo de decoraciones, poco a poco, se hará más popular, llegando a aparecer dentro del ámbito privado, aunque siempre vinculado a estancias de representación y a personas con un alto poder económico.

La piedra original del pavimento de la *orchestra* ha sido objeto de investigaciones científicas, determinado su procedencia de canteras locales del área de Portugal. Concretamente a la zona de Estremoz-Pardais para el mármol gris y a la de Sintra para la caliza rosa y amarilla⁹.

Por último, y como curiosidad cabe mencionar otro aspecto singular, la presencia de tableros de juegos de época romana grabados en el pavimento¹⁰. Según los estudios, no es frecuente que se conserven estos tableros de juegos en los teatros romanos. Aunque sí parece que era un lugar habitual para este tipo de actividad. Se han localizado 6 tableros de juego incisos sobre cuatro lastras originales de mármol gris en la *orchestra*. Hace alusión al uso conmemorativo de la *orchestra* y también al uso cotidiano de este espacio.

Estado de conservación

El pavimento de la *orchestra* del Teatro continuó en buen estado tras la restauración de los años 70, sin deterioros acusados ni tampoco indicios de cambios. El mantenimiento era muy sencillo, consistía en un barrido superficial con cepillo de mano de forma periódica y con carácter ocasional, una limpieza con agua, tras alguna fuerte tormenta de lluvia.

El tránsito continuo de los turistas por encima del solado tampoco mostraba indicios de afección.

Como medida preventiva, desde 2018 se mejoró el uso de este espacio durante los meses de verano, cuando se celebra el Festival de Teatro Clásico, cubriendo el pavimento con una moqueta antideslizante e ignífuga que tapa el suelo y protege de las posibles agresiones que suponen la instalación, uso y desmontaje de este tipo de actuaciones. Cabe citar a este respecto, que el Consorcio realiza un control y seguimiento de todos estos eventos por el personal técnico del Área de Usos¹¹ de forma constante y durante estos meses para documentar y prevenir cualquier imprevisto.

Sin embargo, en 2021 ocurrió algo inesperado. Tras la finalización de los eventos, se procedió, como todos los años, a la supervisión del desmontaje por los técnicos del Consorcio, siguiendo el protocolo establecido por el Área de Usos. Se liberó el espacio de la *orchestra* retirando la moqueta y el equipo de conservación-restauración procedió a realizar la comprobación del estado de conservación.

⁹ Fusco-Mañas, 2006: 30. Analizan la procedencia de las canteras de donde se extrajo la piedra original para confeccionar el *opus sectile* de la *orchestra* en época romana.

Pérez Olmedo, 1996: 45. Se atribuye la explotación de canteras locales en Mérida, influenciado por la situación interior y cercana a importantes canteras, a diferencia de las urbes costeras donde es más fácil incorporar *marmora* de importación.

¹⁰ Para tal estudio, hacemos referencia al artículo de Hidalgo Cuñarro y Costas Goberna, 2008: 54-63.

¹¹ Esta medida de cubrición para proteger el suelo de mármol y demás partes originales del Teatro, junto con otras actuaciones de carácter preventivo y supervisiones, comenzaron a instaurarse a partir de la creación del Área de Usos en el Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida. Este Área, nació *ex profeso*, para asegurar la conservación de los monumentos y asegurar su uso correcto con la celebración de espectáculos, cada vez más en alza. En la actualidad, el Teatro romano, además de la entrada al público ordinaria de visitas, “convive” con continuos eventos desde marzo hasta octubre. Siendo el más reconocido a nivel internacional el Festival de Teatro Clásico, durante los meses de julio y agosto.

Algunas losas se encontraban en buen estado, y otras, por el contrario acusaban una fortísima degradación.

El diagnóstico fue realmente alarmante.

Se identificó una importante pérdida de material original (Figura 2). Aproximadamente entre un 20-25% del mármol gris presentaba disgregación, con desprendimiento granular y pérdida de volumen. Esto ocurría en algunos bordes (Figura 3) y también en la superficie del placado. Los granos del mármol estaban decohesionados y podían desprenderse con el suave palpado de la mano.

Se habían generado lagunas de volumen que alcanzaban el subsuelo o base de preparación que es la roca (se contabilizaron un mínimo de 5 cavidades). Y cuatro de las losas estaban en estado crítico.

La piedra caliza rosa y amarilla que encinta las placas rectangulares presentaba grietas y fracturas, con fragmentos móviles.

En cuanto a los morteros de restauración de los años 70 se encontraban bien, sin ninguna alteración.

Cerramiento del perímetro y elaboración del proyecto de intervención

Ante este panorama tan delicado, lo primero que hicimos fue acotar el perímetro inmediatamente, anulando el paso, y extremamos los cuidados mientras elaborábamos el proyecto de intervención.

La situación era realmente crítica, se trataba de un deterioro nuevo y desconocido en el yacimiento de Mérida, que afectaba a una de las partes más representativas del Teatro romano: la *orchestra*. Cualquier intervención que supusiera un mínimo cambio en el aspecto final de este espacio era descartada de antemano. Por tanto, debíamos buscar una solución prácticamente invisible y rápida y, por supuesto, compatible con el material original, siguiendo los preceptos de conservación y restauración actuales¹².

Desde el primer momento, el Consorcio asumió esta intervención como un reto, volcando todos los esfuerzos para resolver este deterioro y asegurar la conservación del monumento.

Así, redactamos el proyecto presentándolo al Ministerio de Cultura de España¹³, de quien obtuvimos una subvención de 25.000 €, que fueron destinados a la contratación de una empresa especializada de conservación y restauración.

¹² En España, los criterios de conservación y restauración vienen marcados a través del Instituto del Patrimonio Cultural de España. En concreto, sobre piedra, tomamos como referencia la publicación *Proyecto Coremans: Criterios de intervención en materiales pétreos*. Publicado en 2013.

¹³ El título fue "Proyecto de conservación y restauración: pavimento de *opus sectile* de la *orchestra* y otros *marmora* del Teatro de Mérida". Elaborado y redactado por M^a Paz Pérez Chivite y Lourdes Gálvez Pérez, conservadoras-restauradoras del Consorcio de Mérida. Con fecha de 21 de marzo de 2022.

En abril de 2022 comenzaba a desarrollarse el proyecto. Tan solo transcurrieron siete meses desde la detección del deterioro (en septiembre de 2021), un tiempo realmente breve, si se tiene en cuenta la movilización que requiere este tipo de intervención a nivel administrativo.

El proyecto era amplio y abordaba las cuestiones básicas para intentar remediar el deterioro del pavimento.

El esquema de actuación se planteaba en tres fases interrelacionadas y complementarias: análisis, intervención curativa y conservación preventiva.

Fase de Análisis:

- Toma de muestras.
- Análisis de bacterias carbonatogénicas para el tratamiento de bioconsolidación.
- Ensayos *in situ* no destructivos.
- Caracterización de materiales con análisis de laboratorio.

Fase de Intervención curativa:

- Limpieza inicial.
- Bioconsolidación.
- Reintegración con mortero.

Fase de Conservación preventiva:

- Control de temperatura y humedad.
- Documentación fotogramétrica.
- Mejora del mantenimiento.
- Cerramiento definitivo al visitante.
- Normativa definitiva de cubrición durante espectáculos.

Desarrollo del proyecto

El proyecto fue dirigido por el Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida y ejecutado por la empresa contratada Monumenta S. L.¹⁴ Los trabajos se sucedieron a lo largo de un año, finalizando en abril de 2023¹⁵.

El desarrollo del trabajo de conservación se programó, desde un inicio, teniendo en cuenta la agenda de eventos del Teatro, ya que durante los meses de verano la *orchestra* iba a estar cubierta para el desarrollo del Festival de Teatro Clásico y otros eventos. Lo que en un primer momento parecía un condicionante negativo, se convirtió en positivo, ya que este periodo fue el necesario para efectuar el tratamiento de bioconsolidación, que se explicará más adelante.

Fase de análisis

La primera fase del proyecto se dedicó a realizar una serie de estudios previos necesarios y que serían determinantes para el tratamiento de consolidación posterior. Este trabajo específico fue llevado a cabo enteramente por una empresa especializada, TESELA S.L.¹⁶, a quien se encargaron todos los análisis iniciales y también los correspondientes de comprobación al final según proyecto, además de la caracterización de materiales y su estudio.

Por un lado, se realizaron análisis petrográficos para conocer en profundidad la piedra, y por otro, propusimos una consolidación a partir de un tratamiento de bioconsolidación, con bacterias carbonatogénicas para subsanar la disgregación del mármol. El consolidante utilizado fue Myxostone M3P©, de la empresa KBYO Biological S.L.¹⁷ Lo cual requería también diversos ensayos.

-Toma de muestras

Se tomaron un total de diez muestras físicas. Siete correspondientes a la piedra original, de las cuales tres fueron del mármol gris, dos de la piedra amarilla y dos de color rosa. Las tres muestras restantes sirvieron para analizar la composición del mortero de restauración empleado en los años 70. Para ello, se recogió una muestra en color gris (losa reintegrada con mortero), otra en color rosa (encintado reintegrado con mortero) y otra en color blanco (presente en algunas juntas de unión de la restauración).

¹⁴ La empresa Monumenta S.L. ejecutó el proyecto establecido por el Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida. El equipo técnico de conservadores-restauradores realizó las labores de limpieza y consolidación del pavimento; así como también, desde su dirección, se llevó a cabo la contratación de la empresa de asesoramiento para desarrollar los análisis de los materiales y los tratamientos (TESELA. S.L.). [<http://umconstruccion.com/EMPRESA/>] (consultado el 31 de julio de 2023).

¹⁵ El tiempo real estipulado según la subvención otorgada por el Ministerio de Cultura de España, excedió del ejercicio del año 2022. Sin embargo, se pudo justificar ya que los trabajos se debieron compaginar con el desarrollo de la actividad propia del Teatro, con las representaciones del Festival de Teatro Clásico y otros eventos que se sucedieron a lo largo de todo el verano y parte del otoño.

¹⁶ TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio, S.L., empresa subcontratada por Monumenta S.L. El equipo técnico realizó la fase de Análisis: con la toma de muestras, el análisis de bacterias y los análisis *in situ* no destructivos, y también la caracterización de materiales originales. [<https://teselainnova.com/>] (consultado el 31 de julio de 2023).

¹⁷ KBYO Biological S.L. es el fabricante del bioconsolidante Myxostone M3P©, está avalado por más de 10 años de estudios por la Universidad de Granada. [<http://kbyobiological.com/>] (consultado el 31 de julio de 2023).

La extracción fue sencilla y con un volumen inferior a los 6 mm. fue suficiente. En la piedra original se aprovechó el avanzado estado de degradación para separar estas cantidades del placado. En los morteros de restauración, por el contrario, se precisó hacer un corte mínimo con bisturí debido a la dureza del material.

- Análisis de bacterias carbonatogénicas para el tratamiento de bioconsolidación

Este primer estudio de laboratorio consistió en comprobar que hubiera bacterias carbonatogénicas en la piedra. Es imprescindible que esa población bacteriana ya exista en la piedra, si no la hay, no se puede realizar.

Para ello se tomaron dos de las muestras (de originales de piedra gris y rosa). El trabajo de laboratorio consistió en la inoculación de las muestras, en dos medios de cultivo diferentes. Uno, para favorecer el crecimiento general de bacterias y comprobar el número total de bacterias cultivables presentes en la muestra original. Es decir, para asegurar la presencia de bacterias en la piedra original de la *orchestra*. Y otro, para detectar la capacidad carbonatogénica de dichas bacterias con el bioconsolidante Myxostone M3P©; para comprobar que el tratamiento funciona y las bacterias se reproducen generando nueva calcita. Tras el proceso de inoculación se propició el cultivo mediante la incubación de las muestras en estufa de calor con un mínimo de 7 días.

Finalmente, los técnicos del laboratorio determinaron que: “Las poblaciones carbonatogénicas presentes en las muestras analizadas son suficientes para promover, tras la aplicación del método patentado, un comportamiento eficaz en cuanto a carbonatogénesis se refiere.”¹⁸. Así, la población bacteriana de las muestras, tras los crecimientos en los diferentes medios ha resultado 100% carbonatogénica.

-Ensayos in situ no destructivos

Se determinaron unas zonas concretas representativas en el pavimento que sirvieron para testar la efectividad del tratamiento de consolidación. Con una toma antes, en el sitio, se confeccionaron plantillas para localizar los puntos del ensayo y volver a repetirlos tras el tratamiento, y comprobar la eficacia y posibles cambios.

Fueron un total de cuatro pruebas no destructivas:

- Medición de absorción por capilaridad mediante esponja de contacto, utilizando un kit de esponjas suministrado por C.T.S. España.
- Medición de dureza superficial, con equipo durómetro portátil PCE-2500N, marca PCE Ibérica.

¹⁸ Datos y conclusión tomada del informe técnico-científico. “Análisis de bacterias carbonatogénicas en muestras procedentes del Teatro romano de Mérida”. Realizado por TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio, S. L., con fecha del 10 de mayo de 2022.

- Evaluación de cohesión superficial mediante “Peeling test”, con cinta adhesiva a doble cara.
- Medición de colorimetría, con espectrofotómetro Konica Minolta, modelo CM-700d. (Figura 4)

Una vez concluida la bioconsolidación con el Myxostone M3P®, siguiendo la metodología establecida por el fabricante KBYO Biological, el resultado fue también exitoso.

Tras la retirada de la cubrición con moqueta del pavimento de la orquesta, el suelo había cambiado significativamente. El mármol aparecía cohesionado, sin disgregación granular, ni en bordes ni en superficie. No había cambios de color, y al tocarlo estaba compacto. El chequeo del estado de conservación se podía hacer por encima, sin miedo a generar disgregación ya que se presentaba totalmente estable.

A nivel de científico cercioramos la efectividad de la consolidación, los análisis se repitieron *in situ*, localizados en los mismos puntos a partir de las plantillas. Y tras el estudio y la comparativa con los iniciales, el equipo técnico de TESELA determinó la eficacia con datos cuantitativos. La porosimetría había disminuido, la cohesión y la dureza superficiales habían aumentado, y en cuanto al color no había cambios considerados visibles¹⁹.

Así pues, el nuevo tratamiento aplicado había resultado todo un éxito, devolviendo la cohesión al mármol que meses antes aparecía disgregado.

- Caracterización de materiales con análisis de laboratorio

Se realizaron una serie de estudios de carácter petrográfico con el objetivo de conocer en profundidad la piedra original del pavimento romano y los materiales de restauración empleados el siglo pasado²⁰.

Sobre las muestras extraídas, se llevaron a cabo hasta seis tipos de ensayos, con el fin de obtener una caracterización clara de los materiales. Estos fueron:

- DRX: Difracción de rayos X, para conocer las fases minerales.
- MOP: Microscopía óptica polarizada, con detección de carbonatos a partir de tinción con rojo de alizarina.
- PIM: Porosimetría por intrusión de mercurio.
- FTIR: Espectroscopía de infrarrojos, para determinar si hay compuestos orgánicos.
- HRSEM: Microscopía óptica de barrido de alta resolución.
- LPD: Lámina delgado-pulida

¹⁹ Datos y conclusión tomada del informe técnico-científico. “Teatro romano de Mérida: caracterización de materiales y evaluación de la eficacia de un tratamiento de bioconsolidación mediante carbonatogénesis bacteriana”. Realizado por TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio, S. L., con fecha del 20 de febrero de 2023.

²⁰ Datos y conclusión tomada del informe técnico-científico. “Teatro romano de Mérida: caracterización de materiales y evaluación de la eficacia de un tratamiento de bioconsolidación mediante carbonatogénesis bacteriana”. Realizado por TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio, S. L., con fecha del 20 de febrero de 2023.

Los resultados fueron concluyentes.

- El mármol de las losas grises es una roca metamórfica, formada por un mosaico de cristales de calcita con textura granoblástica, con superficie rugosa asociada al proceso de disolución de la calcita. A nivel interno, se detectan fisuras a nivel intra e intercristalinos, que se atribuyen a planos de exfoliación de los cristales y a los bordes.
- La caliza amarilla y rosa es la misma, se trata de una roca caliza micrítica de grano muy fino, naturaleza sedimentaria no detrítica y con abundante presencia de restos fósiles. En superficie también se detectan microfisuras rellenas por óxidos de hierro.
- En los morteros de restauración, se ha observado la presencia de fases minerales que suelen ser habituales en el cemento tipo Portland, y los áridos determinan el color. El mortero gris está formado por árido dolomítico, el rosa con gran presencia de arena silíceo (cuarzo) y el blanco con árido calcítico.

Cabe decir que por primera vez se analizaba este pavimento, más allá de los estudios visuales de identificación (procedencia de materiales, tipología, etc.). Así, podemos hablar con propiedad a la hora de denominar mármoles y calizas, a las piedras originales. Y atribuir el mortero de restauración a un tipo de cemento tipo Portland. Además, claro está, de comprender la formación y estructura cristalina, lo cual explica la forma de la degradación de ambas piedras.

Tratamiento de conservación curativa

Una vez realizados los análisis previos para conocer el tipo de material de la obra y confirmada la eficacia del tratamiento de bioconsolidación con las pruebas realizadas, el equipo de conservadoras-restauradoras de Monumenta S. L. comenzó el trabajo en campo. La supervisión de esta fase, al igual que la de análisis y la de conservación preventiva, también se realizó con un seguimiento cercano por parte de la Dirección del proyecto del Consorcio de Mérida.

Limpieza inicial

Primeramente se realizó una limpieza de carácter muy superficial. El objetivo era retirar el exceso de tierras acumuladas y pequeñas hierbas que habían crecido entre las cavidades, a fin de que el bioconsolidante, que se aplicaría después, penetrara lo más directamente posible en la piedra. Se efectuó en seco, con brocha y recogedor de plástico, y espátulas pequeñas para vaciar las acumulaciones de tierra sin tocar el original.

Bioconsolidación

Descripción del producto: El bioconsolidante Myxostone M3P©²¹ es un producto protector y consolidante ecológico. Se trata de una solución acuosa, con componentes orgánicos e inorgánicos seleccionados que activan las bacterias carbonatogénicas presentes en la piedra original a tratar. Es preciso realizar los análisis previos como los antes descritos. Tras la aplicación, el producto activa la capacidad metabólica de dichos microorganismos, generando una precipitación de carbonato cálcico. Este, alcanza varias micras de espesor y enraíza en el sistema poroso de la piedra, llegando hasta profundidades de varios centímetros. Se trata pues de un consolidante que no altera el sistema poroso de la piedra y la vuelve más resistente a los agentes de deterioro (mecánicos y químicos).

Myxotone M3P© cuenta con la garantía de los estudios científicos realizados por la Universidad de Granada durante más de 20 años. Respecto a las ventajas de su uso, se puede decir que es ecológico, inocuo y ambientalmente seguro.

Tras el estudio de viabilidad, el fabricante KBYO Biological y la empresa especializada TESELA determinan la cantidad de producto y las condiciones para que sea efectivo el tratamiento, ya que debe realizarse de manera continua durante un tiempo determinado, evitar la radiación solar directa y dejar un periodo de actuación.

Así, la aplicación en la *orchestra* del Teatro fue muy sencilla, se realizó mediante un pulverizador de mano y de forma homogénea, se rociaron todas las piedras originales, repartiendo el bioconsolidante (Figura 5). El Myxotone M3P© se aplicó durante siete días consecutivos, una vez al día, y cubriendo las zonas tratadas para que no incidiera el sol de

²¹ La ficha técnica del producto se puede consultar *online*. [<http://kbyobiological.com/producto/>] (consultado el 31 de julio de 2023).

forma directa y tuviera un mínimo de ventilación, tal y como había recomendado el fabricante. Para ello se extendieron unas mantas de geotextil por tramos y se elevaban ligeramente con tablones de madera. De esta forma era rápido y cómodo de retirar y colocar cada día la cubrición para aplicar el producto.

El tratamiento se considera efectivo a los 3 meses, que es el tiempo necesario para que actúen las bacterias, se activa su metabolismo y se reproducen, generando nuevo carbonato cálcico dentro de la piedra.

La aplicación se efectuó previa al comienzo de la temporada de eventos, y se protegió durante este periodo con una moqueta, siguiendo el protocolo de Usos del Consorcio, durante todo el verano. De este modo se hicieron coincidir las dos necesidades: la celebración del Festival de Teatro Clásico y el tiempo necesario de actuación de las bacterias.

Transcurrido el verano, se volvieron a repetir los ensayos *in situ* para comprobar la consolidación de las bacterias.

Como se ha explicado en la fase de análisis, la consolidación era claramente visible. El resultado fue exitoso. Los análisis realizados corroboraron la disminución de la porosidad, el aumento de la dureza y de la cohesión, sin cambios de color. Y se vio un aumento de calcita de nueva formación en la piedra.

Reintegración con mortero

Una vez conseguido aportar cohesión al mármol y estabilizarlo, mediante el tratamiento de bioconsolidación, se continuó con el trabajo *in situ*. El siguiente paso fue completar el proceso de consolidación, siguiendo la fase de conservación curativa establecida por el proyecto inicial (Figura 6).

Esta segunda fase de consolidación estuvo basada en el sellado de bordes y grietas con mortero natural de cal, de modo que las zonas más vulnerables de lagunas y aristas tuvieran un refuerzo y una sujeción física de protección. Al mismo tiempo, con el relleno material de estas cavidades se evitaba también la acumulación de depósitos habituales, estos son el polvo del entorno y la proliferación de pequeñas hierbas y musgos. Recordemos que la *orchestra* del Teatro es el solado ubicado en la parte central e inferior del edificio, un espacio abierto y al aire libre, expuesto a las inclemencias meteorológicas, por lo que es un lugar proclive para el desarrollo de la contaminación biológica, habitual en los puntos donde se puede acumular las tierras, que son las grietas y pequeñas lagunas.

Los técnicos de conservación-restauración de Monumenta S. L. continuaron así con el trabajo *in situ*. Se había recuperado la compacidad de la piedra y se pudo efectuar una limpieza en profundidad. Se retiraron las tierras de las grietas con brochas finas en seco y en húmedo mediante lavados con agua y cepillos de plástico para eliminar cualquier depósito, dejando limpias las cavidades y bordes.

El objetivo de la consolidación con mortero fue conseguir una reintegración de volumen y de color a la vez. El requisito principal del mortero era que debía ser natural y que fuera respetuoso con la piedra original, es decir, que favoreciera la evaporación del agua y que no aportara tensiones mecánicas. La cal que se utilizó fue aérea, en pasta y envejecida durante seis meses con metodología artesanal tradicional. Esta cal, Gordillos Cal de Morón²², es la utilizada por el Consorcio de Mérida para la consolidación de revestimientos y morteros arqueológicos²³, con una trayectoria de diez años y un resultado satisfactorio, por lo que se decidió continuar con la misma cal debido a sus elevadas prestaciones y aprobado funcionamiento en este entorno.

Se realizaron diferentes pruebas para conseguir la dosificación adecuada en cuanto a textura y color. Este se obtuvo combinando diferentes granulometrías de áridos de colores seleccionados. La utilización de arenas de colores aporta una vibración óptica que se integra muy bien, tanto con la piedra original romana, como con el cemento de restauración de los años 70.

Tras los ensayos de formulación se determinaron dos únicos morteros: uno, en tono gris para las losas de mármol gris y otro en rosa, para las cintas de calcita amarilla y rosa. Estos fueron los morteros utilizados para la reintegración volumétrica y de color, que se aplicaron en las zonas vulnerables del pavimento de la *orchestra*.

El mortero gris, se confeccionó con áridos negros y grises, y el mortero para las cintas rosas-amarillas con áridos rosas y arena de río. El ligante era en ambos casos el mismo, la cal en pasta envejecida de Gordillos Cal de Morón®, y la dosificación de volumen también la misma, con la proporción 1:2'5 (es decir, una parte de cal y dos partes y media de árido).

El ajuste de color se consiguió mediante adición de pigmentos según cada tramo de piedra, ya que el pavimento tiene una gran variedad de tonalidades. Por un lado, las losas de mármol gris poseen unas vetas muy acentuadas en algunos casos combinadas con blanco, mientras que en otros mantienen una tonalidad homogénea. Y respecto al encintado, la piedra caliza tiene unas degradaciones de color que van desde el violeta y el rosa hasta el amarillo.

Así, los conservadores-restauradores realizaron una labor de reintegración cromática con pigmentos. De modo que modificaban sutilmente el color base del mortero mediante la adición de pigmentos para ajustar aún más la tonalidad, tratando de forma individualizada cada losa y tramo de cinta.

Las dosificaciones de los morteros de reintegración fueron las siguientes:

²² Sobre la cal natural y su fabricación consultar la página del fabricante. Gordillos Cal de Morón, es una empresa referente en España por mantener la tradición artesanal de la producción de la cal desde el siglo XIX. [<https://www.gordilloscaldemoron.com/productos/cal-en-pasta-envejecida/>] (consultado el 31 de julio de 2023).

²³ Los morteros de consolidación de bordes que se aplican el Teatro romano, desde hace más diez años, son formulados y fabricados por Gordillos Cal de Morón®. El Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida estableció un convenio de colaboración para la formulación de estos morteros. Se creó una carta de colores a partir de áridos seleccionados que según los diferentes materiales arqueológicos (hormigones y morteros), de modo que se integran en el conjunto y son discernibles a simple vista desde corta distancia. El hecho de contar con morteros diseñados favorece la rapidez de actuación, sobre todo cuando hay alguna intervención urgente y sobre todo, aporta una unidad al entorno, ya que la tonalidad es siempre la misma.

- Mortero gris: dosificación 1:2'5. 1 de cal en pasta y 2'5 de áridos seleccionados. El árido seleccionado sigue la proporción: a) 1 de árido negro ébano con granulometría 00 (CTS®), b) 0'7 de árido gris tamizado (Cantera local "Gravera Extensive S.L.") y c) 0'3 de calcita de granulometría 0/0'5 (Gordillos®). Adición de pigmentos (CTS®): "negro Roma" y "sombra tostada" en proporción variable para ajustar el color.

- Mortero rosa-amarillo: dosificación 1:2'5 (pudiendo llegar hasta 1:3 en casos puntuales). 1 de cal en pasta y 2'5 de áridos seleccionados. El árido seleccionado sigue la proporción: a) 1'3 de árido Rosso Verona con granulometría 00 (CTS®), b) 0'7 de arena de amarilla de río tamizada (Cantera local "Áridos y hormigones Rojo S.L."), y c) 0'5 de calcita de granulometría 0/0'5 (Gordillos®). Adición de pigmentos (CTS®): "Rojo", "ocre-amarillo" y "negro Roma" en proporción variable para ajustar el color.

La aplicación del mortero se realizó con espátulas finas y manteniendo la humedad de las zonas a intervenir para favorecer la cohesión de la cal y el árido a los bordes. El acabado superficial se realizó con esponja húmeda para limpiar los áridos de la capa exterior y obtener así la vibración óptica. El nivel de relleno se realizó en un bajo nivel, adecuado a las irregularidades de la piedra para evitar cubrir en exceso, de modo que predominara en todo momento el original, y que el mortero de reintegración tan solo sirviera para sujetar y suavizar las lagunas profundas (Figura 6).

Este trabajo tan meticuloso se prolongó durante el año siguiente. Si bien la actividad de eventos del Teatro cesa durante el periodo invernal, estos meses presentan otro condicionante, que es el clima. Así, hubo que compaginar el frío y la lluvia típica de estas fechas, con la intervención *in situ* hasta poder concluir en abril de 2023.

El resultado ha sido realmente respetuoso (Figura 7). La intervención llevada a cabo no se aprecia a simple vista y sin embargo el nuevo aspecto del pavimento de la *orchestra* luce cohesionado, limpio y firme. La reintegración de los bordes y lagunas es apreciable a tan solo un metro de distancia aproximadamente, desde el perímetro de la *orchestra* o desde cualquier otro punto del teatro es inadvertido. La imagen más representativa del frente escénico con la *orchestra* del Teatro sigue manteniéndose intacta, tal y como se concluyó en la anástilosis del siglo pasado.

Fase de Conservación preventiva

En cuanto a conservación preventiva se refiere, realizamos diversos estudios y actuaciones que se han convertido en protocolos y nuevas líneas de investigación. Desde la elaboración inicial del proyecto, pusimos énfasis en mejorar el estado de conservación de este magnífico pavimento. Ello requería analizar las acciones y no acciones realizadas durante el pasado, para modificarlas y subsanarlas en la medida de lo posible.

Aunque no sabemos exactamente porqué se produjo este nivel de disgregación tan repentina en septiembre de 2022, la hipótesis que defendemos los técnicos es que es debida a un cúmulo de factores interrelacionados. Entre ellos destacamos:

- La exposición continua a la intemperie con fuerte insolación en verano, y fuertes contrastes de temperatura.
- Los cementos de restauración de los años 70 presentan una dureza elevada respecto a la piedra original romana, generando posibles tensiones.
- Bordeando el perímetro de la *orchestra* existe una cloaca romana que a día de hoy sigue recogiendo el agua de lluvia, con un nivel freático elevado y un subsuelo de roca madre sobre el que se construyó el propio Teatro (visible en las lagunas del placado de mármol).
- El tránsito continuado de las personas por encima favorece el desgaste.

Así pues, somos conscientes de que existen diferentes medidas que pueden paliar los daños de exposición a la intemperie y favorecer el uso correcto de este solado romano para su conservación adecuada. A continuación explicamos brevemente las acciones puestas en marcha desde el inicio del proyecto y que hemos establecido como protocolos de actuación.

Control de temperatura y humedad

Mérida es caracterizada con un clima mediterráneo continental, con inviernos suaves que pueden bajar a los 0º C. Por ello, durante los meses de invierno medimos la temperatura y la humedad relativa del pavimento, instalando un *datalogger* portátil. La finalidad era determinar si realmente se alcanzaban valores inferiores a los 0º C en el suelo y comprobar el punto de rocío ante el posible riesgo de heladas. Tan solo en tres ocasiones se bajó a -0'5º C, y tan solo durante una o dos horas, y con humedad relativa muy baja. Con lo que no se detectó riesgo de helada.

Aún así, y como medida preventiva, durante este periodo se instalaron unas cubriciones temporales sobre las losas originales con el fin de mitigar las temperaturas. Se realizaron con una moqueta cortada sobre puesta y sujeta con unas maderas para que no se volaran por el viento. De modo que se podían retirar y volver a colocar de forma rápida. Este sistema de protección temporal se ha establecido dentro de la rutina de mantenimiento para los períodos fríos de invierno cada año.

Por otro lado, realizamos dos mediciones completas de cada losa en el pavimento para elaborar los mapas de humedad relativa y temperatura. Aunque fueron dos mediciones

puntuales y en un momento concreto, obtuvimos datos cuantificables que nos ayudan a comprender un poco más el comportamiento de este suelo.

Mapa de temperatura: La medición se realizó en el mes de noviembre, justo en el momento en que comienza a proyectarse la luz del sol de la mañana en el pavimento. El estudio concluyó que la diferencia térmica entre la zona de luz y la de sombra es de 10º C. Lo cual es una diferencia considerable que puede generar estrés térmico, ya que en apenas unos minutos la zona de sombra se cubre por el sol directo.

Aunque fue una medición, puede que sea la oscilación térmica parte del origen del deterioro, ya que los cristales de calcita del mármol, tienen un comportamiento térmico que se conoce como anisotropía²⁴, es decir, que se expanden en una dirección y se contraen en otra, favoreciendo la decohesión granular.

Mapa de humedad: el estudio sobre higrometría a partir de las mediciones de cada losa no reveló ninguna relación respecto a la proximidad de la cloaca. Las degradaciones de color por la cantidad de humedad retenida son más bien aparentemente aleatorias. Por ello, pensamos que la presencia de humedad puede estar más relacionada con el subsuelo de la roca madre debajo del *opus sectile* y las fluctuaciones del nivel freático.

Respecto a la insolación y altas temperaturas del verano, el protocolo ya establecido desde el Área de Usos mitiga también este factor de alteración, ya que el pavimento se cubre con una moqueta transpirable durante los meses estivales.

Documentación fotogramétrica

Como metodología habitual dentro de conservación, se elaboró una ortofotografía del pavimento en su estado inicial para la presentación del proyecto. A partir de esta documentación detallada, se han podido realizar diferentes mapas de daños, estudios para la identificación de losas, y plasmar las mediciones de temperatura y humedad. La documentación fotogramétrica es elaborada por los técnicos del Departamento de Documentación del Consorcio antes de la intervención de conservación y tras el resultado final. Se trata de una herramienta realmente útil y versátil, que puede ser utilizada para diferentes análisis. Además, permite elaborar un gráfico histórico de la evolución del pavimento, siendo un testimonio fidedigno de la superficie documentada.

Mejora del mantenimiento

Desde el punto de vista del mantenimiento se ha mejorado la limpieza periódica. Se ha establecido como rutina la limpieza mediante soplador de mano. Esta tarea la realiza de forma rutinaria el equipo de Mantenimiento del Consorcio de Mérida, al igual que en otras zonas del monumento.

²⁴ Agradecimiento a Màrius Vendrell, Doctor en Geología y Profesor de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Barcelona, por sus explicaciones desinteresadas sobre las propiedades del mármol.

Si bien se puede barrer y lavar con agua, como anteriormente se hacía, se ha optado por esta técnica de soplado que es aún más respetuosa con el original, a la vez que más rápida y eficaz.

Cerramiento definitivo al visitante

En lo referente al visitante, el acceso se cerró desde la detección del deterioro en septiembre de 2022. Este cerramiento se ha instalado con carácter definitivo y como medida preventiva.

Para ello se instaló un cierre perimetral con un cordón y unos postes móviles equidistantes. Se trata de una medida sencilla y liviana que no supone impacto visual, pues pasa inadvertido en el conjunto del monumento. Durante los trabajos de restauración, se ha comprobado que este cerramiento no interfiere en el flujo de los turistas, ya que se puede deambular por todo el graderío y el escenario sin necesidad de pisar el suelo original. Además también se ha demostrado, que esta barrera física localizada en torno al borde de la *orchestra*, favorece la contemplación de este suelo, ya que se presenta diáfano al no estar ocupada por los visitantes. De este modo se consigue la unidad entre el frente escénico y la *orchestra*, con una visión integrada de conjunto y observable desde cualquier punto dentro del monumento.

Desde entonces el cierre perimetral se ha establecido como medida aceptada de conservación.

Normativa definitiva de cubrición durante espectáculos

Hemos hecho extensivo la necesidad de la cubrición del pavimento de la *orchestra* para todos los eventos, no solo a los dos meses del Festival de Teatro Clásico, si no a cualquier otra actuación. Se trata de una medida obligatoria que el Consorcio de Mérida incluye dentro de la normativa del uso del monumento (Figura 8).

Si bien en años anteriores se realizaba con una moqueta transpirable e ignífuga, esta anualidad se ha perfeccionado aún más²⁵. Las lagunas de las losas originales se han nivelado al ras para evitar el desnivel y el desgaste de los bordes. Para ello se ha colocado una manta continua de geotextil y las cavidades se han rellenado con arena hasta colmatar, sellándolas de nuevo con otra capa de geotextil para bloquear la arena y evitar que se mueva. Una vez enrasado todo el suelo, se ha vuelto a cubrir con la moqueta habitual. El suelo queda completamente liso y amortiguado en las zonas vulnerables que son las lagunas.

Con esta protección, se consigue un doble efecto. Por un lado, permitir el tránsito de montadores y personal que precisa la realización de los eventos, y por otro, aislar el pavimento de las altas temperaturas de verano.

²⁵ Cabe destacar que esta idea de mejora fue propuesta por el equipo técnico de Focus S.L., que son los montadores habituales del Festival de Teatro Clásico. Aunque el rellenar los huecos con arena para nivelar las lagunas pueda parecer una medida sencilla, representa mucho más a nivel de difusión. Y es que es fruto de la labor realizada de seguimiento y concienciación por el Área de Usos del Consorcio, y el trabajo en equipo con el Festival de Teatro para procurar la mejor conservación posible del monumento.

Conclusión

A día de hoy, el pavimento de *opus sectile* de la *orchestra* del Teatro romano de Mérida se encuentra estable y en buen estado.

La repentina disgregación que sufrió esta obra, en septiembre de 2021, se ha subsanado por completo y se ha mejorado incluso su conservación y su presentación al público.

El tratamiento llevado a cabo durante los años 2022 y 2023 ha permitido revalorizar este pavimento, y ha demostrado que las acciones de conservación llevadas a cabo son compatibles con la exposición a la visita.

El tratamiento de bioconsolidación ha resultado un éxito y se puede considerar una opción muy ventajosa para la consolidación de materiales pétreos con presencia de calcita. No resulta invasivo, y es respetuoso tanto con la piedra original como con el medio ambiente. Permite además nuevas o diferentes intervenciones, como se ha visto con el sellado con morteros de cal natural, siendo ambos totalmente compatibles.

Hemos cumplido los objetivos planteados en el proyecto inicial que eran: frenar el deterioro y no modificar la imagen icónica del monumento. El resultado final es inapreciable para el visitante. No obstante, la visión de conjunto que actualmente se obtiene es limpia y estable, más incluso que en años anteriores.

Así, los informes, el proyecto y la memoria de intervención representan a día de hoy el único testimonio del deterioro sufrido. Estos expedientes se archivan en el servidor de datos del propio Consorcio como documentación histórica.

Sin embargo, cabe decir, que la involucración de todas las personas que han participado para asegurar la preservación de este pavimento ha sido excepcional. Tanto el Consorcio de Mérida, Monumenta S. L., TESELA S. L., el Ministerio de Cultura de España y los visitantes que observaba con atención desde el cordón perimetral. Es decir, el trabajo en equipo y el diálogo ha favorecido el desarrollo de una concienciación muy respetuosa por el trabajo de conservación.

Además, se ha realizado una gran difusión desde el Consorcio de Mérida a diferentes ámbitos para explicar el tratamiento “invisible” y justificar el cierre perimetral. Labor que ha fomentado aún más la revalorización de este pavimento, el cual acostumbrábamos a “pisar” y a no ver porque lo estábamos “pisando” continuamente. En realidad tiene la misma importancia que el frente escénico de columnas o cualquier otra parte del monumento.

Por último, el seguimiento y el mantenimiento adecuados son la clave para prevenir cualquier deterioro. Trabajo que continuamos haciendo.

Equipo de trabajo y personas involucradas en el desarrollo del proyecto.

- Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida

Dirección: Félix Palma García, Gerencia: Carmen Trejo Mostazo. Coordinación de Adecuación Museográfica y Difusión: Raquel Nodar Becerra. Coordinador de Conservación: Bruno Franco Moreno. Coordinación de Documentación: Ana M^a Bejarano Osorio.

Conservadoras-restauradoras (redacción de proyecto y seguimiento): M^a Paz Pérez Chivite, Lourdes Gálvez Pérez y Ana Belén Rodríguez Muñoz-Torrero.

Arqueólogas: Juana Márquez Pérez y Rocío Ayerbe Vélez.

Equipo de Mantenimiento: Luis Barroso Pastor, Israel López Conejero, José Antonio Vadillo Badajoz, Daniel Suárez, Antonio Cortés Márquez, Julio Galán López y Alonso Macías González.

Equipo de Documentación: José A. Jiménez, Francisco Isidoro García y Francisco Javier Pacheco Gamero.

Equipo de Vigilantes: José M^a Almodóvar González, y equipo de vigilantes del Consorcio y de Codesex S.L.

- Monumenta S.L. (ejecución de proyecto): Dirección: Gerardo Francisco Úbeda Rueda. Conservadoras-restauradoras: Laura Lloret Rodríguez, María Serván Serrano, María José Rey García, César Ordás García y Carlos Navás Crespo. Ayudantes de conservación: Pedro Tamayo Pina y Todor Vasilev Todorov.
- TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio, S.L. (laboratorio contratado): Dirección: Anna Arizzi. Equipo técnico: Jorge Adolfo Porta Igual e Inés Martín Sánchez.

El trabajo realizado es fruto del buen hacer profesional y el diálogo entre todos.

A todos ellos, gracias por el esfuerzo y enhorabuena por el resultado.

Bibliografía, citas y referencias

Anderson Luisiana, Spinardi Silvina y Ferreyra Ortiz Luis (2017) *Glosario de patologías asociadas a monumentos de mármol*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Bellas Artes.

[<http://papelcosido.fba.unlp.edu.ar/pdf/libros/Glosario%20Patologias%20Marmol.pdf>]
(consultado el 31 de julio de 2023).

Fusco Ariadna y Mañas Irene (2006). *Mármoles de Lusitania*. Museo Nacional de Arte Romano, Mérida.

Hidalgo Cuñarro José Manuel y Costas Goberna Fernando Javier (2008) “Emérita e Itálica: juegos de tablero romanos”. *Revista de arqueología*, año nº 29, nº 322. 54-63.

Laborde Marqueze, Ana (Coord.) (2013) *Criterios de intervención en materiales pétreos. Proyecto COREMANS*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

[<https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/donativo%20instituciones%20editoriales/MINISTERIO-DE-EDUCACION.PDF>] (consultado el 31 de julio de 2023).

Losada Aranguren José María y Esbert Alemany Rosa María (2003): *Criterios de intervención en materiales pétreos*. *Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*. Nº 2. Anexo.

[<https://www.calameo.com/read/000633235b2134d3f8bd0>] (consultado el 31 de julio de 2023).

Mañas Romero, Irene (e. p.) “La investigación sobre los *opera sectilia* en *Hispania*: análisis y perspectivas”. I Jornadas Internacionales: *Opera sectilia* y otros revestimientos marmóreos en Hispania. Del 18 al 20 de noviembre, Murcia.

[https://icac.cat/wp-content/uploads/2021/11/PROGRAMA_OPERA-SECTILIA_ZOOM.pdf] (consultado el 31 de julio de 2023).

Matteini Mauro y Molles Arcangelo (2001) *Ciencia y restauración*, Junta de Andalucía, Conserjería de Cultura, IAPH.

Mateos Cruz Pedro y Rodríguez Gutiérrez Oliva (2018) “Estudios sobre la *scaenae frons* del Teatro romano de Mérida”. 68-69. *Anejos de AEspA LXXXVI*.

Menéndez-Pidal, José (1976) “Algunas notas sobre la restauración y atención prestadas a los monumentos emeritenses”. *Actas del simposio internacional conmemorativo del bimilenario de Mérida*, 16-20 de noviembre. 199-216.

Morán Sánchez, José Carlos (2009) *Piedras, Ruinas, Antiguallas. Visiones de los retos arqueológicos de Mérida. Siglos XVI-XIX*. *Memorias de Arqueología Extremeña*, nº 11.

Ontiveros Ortega, Esther (2006) “La ciencia de los materiales”. *PH Cuadernos 19*. Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles. 16-91.

Pérez Ema, Natalia (2017) *Evaluación de los efectos derivados de las intervenciones de restauración realizadas sobre material pétreo: Teatro romano y Casa del Mitreo de Mérida*. Tesis Doctoral. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

[<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.48350>] (consultado el 31 de julio de 2023).

Pérez Chivite, M^a Paz (2022) *Conservación de morteros arqueológicos en el yacimiento de Mérida*. Seminario: La conservación de morteros históricos. Instituto del Patrimonio Cultural de España. 4-5 de octubre de 2022.

[video en línea] [<https://www.youtube.com/watch?v=sL1AaE-oKXY>] (consultado el 31 de julio de 2023).

Pérez Chivite, M^a Paz (2020) *Conservación in situ de los mosaicos romanos de Mérida. Historia y Tecnologías de la Información Geográfica aplicadas*. Tesis doctoral. Bellas Artes-Restauración. Universidad del País Vasco. Consorcio de Mérida.

[<https://www.consorciomerida.org/biblioteca/publicaciones/mosaicos>] (consultado el 31 de julio de 2023).

Pérez Olmedo, Esther (1996) *Revestimientos de opus sectile en la península Ibérica*. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Valladolid.

Vergès-Belmin, Véronique. (Coord.) (2011) *ICOMMOS-ISCS: Illustrated glossary on stone deterioration patterns*. Monuments & Sites. Vol XV.

[https://www.icomos.org/public/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf] (consultado el 31 de julio de 2023).

VVAA. (2022) Consolidation of clay-rich earthen building materials: A comparative study at the Alhambra fortress (Spain). *Journal of Building Engineering*. Volume 50, 1 June 2022, 104081.

[<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222000948?via%3Dihub>] (consultado el 31 de julio de 2023).

VVAA (2022) *Marble biomineralisation: Pilot application resists at the Arch of Septimius Severus*. International Symposium Stone Consolidation in Cultural Heritage. 23-25 March, 2022, Lisboa.

[http://kbyobiological.com/wp-content/uploads/2022/04/ArcoSettimio_Consolidation2021-1.pdf] (consultado el 31 de julio de 2023).

VVAA. (2000) Plan General de Ordenación Urbana y Plan Especial del Conjunto Histórico-Artístico de Mérida. Ayuntamiento de Mérida.

Listado de Figuras:

Figura 1. Vista completa del pavimento de *opus sectile*. Estado de conservación habitual de conservación hasta el año 2020. Se observa la diferencia entre las losas originales desgastadas y las zonas restauradas en los años 70 con cemento liso. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 2. Detección del deterioro sufrido en 2021, ejemplo de losa con pérdida de volumen original en estado crítico. Se aprecia el mortero de restauración de los años 70 intacto en color gris y rosa. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 3. Ejemplo de detalle de un borde de losa de mármol con alto del nivel de disgregación. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 4. Estudio previo de medición de colorimetría con espectrofotómetro. Equipo TESELA. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 5. Proceso de aplicación del bioconsolidante mediante pulverizador de mano, y cubrición con mantas de geotextil para favorecer el tratamiento. Equipo Monumenta. Perímetro cerrado a los visitantes. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 6. Detalle de losas consolidadas. La superficie se presenta compacta y cohesionada tras la bioconsolidación y las grietas están selladas a bajo nivel, con el mortero de reintegración de cal y arenas de colores. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 7. Vista general final, la reintegración con arenas de colores pasa desapercibida. El resultado es respetuoso favoreciendo la unidad del monumento. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.

Figura 8. Momento de representación de una obra durante el Festival Juvenil Grecolatino en el Teatro de Mérida, abril de 2023. La *orchestra*, en el centro del espacio, sin público y cubierta con moqueta de protección, cumpliendo la normativa de Usos establecida por el Consorcio de Mérida. Fotografía Archivo Consorcio de Mérida.