

EDITAN:
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA
Monasterio de Santa María de las Cuevas.
Calle Américo Vespucio, 2.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla
www.unia.es

Ésta es una publicación del I Congreso Internacional “El Patrimonio Cultural y Natural como Motor de Desarrollo: Investigación e Innovación”, que organizó el Proyecto CEI Patrimonio de la Universidad de Jaén, los días 26, 27 y 28 de enero de 2011.

COORDINACIÓN DE LA EDICIÓN:
M^a Ángeles Peinado Herreros

COPYRIGHT DE LA PRESENTE EDICIÓN:
Universidad Internacional de Andalucía

COPYRIGHT: Los autores

FECHA: 2012

ISBN: 978-84-7993-225-1

DEPÓSITO LEGAL: SE-3617-2012

MAQUETACIÓN Y DISEÑO:
Olga Serrano García, M^a Dolores Lobo García y Manuel López Cáceres

Introducción

La cooperación de las diez universidades públicas de Andalucía tiene como objetivo final la consecución de un Campus de Excelencia Internacional referente en las áreas de conocimiento ligadas al Patrimonio Cultural y Natural, mejorar las oportunidades de formación, investigación, innovación, inserción laboral y calidad de vida de las personas que estudian y trabajan en estas Universidades, así como contribuir al desarrollo socioeconómico del territorio donde se ubican, impulsando en particular la generación de actividad económica en torno a los recursos patrimoniales existentes.

En este sentido, conscientes de la necesidad de encontrar nuevas vías de impulso económico y social y de la importancia que tiene la investigación y la innovación para la consecución de estos objetivos y el futuro de España, el Congreso constituye una apuesta decidida de las Universidades por hacer del Patrimonio Cultural y Natural una fuente de riqueza y a Andalucía la punta de lanza de la investigación y la innovación en este campo.

El Congreso, que nace con vocación de continuidad y del que se espera se convierta en foro de referencia para investigadores, empresas y autoridades en las áreas de conocimiento ligadas al Patrimonio Cultural y Natural a nivel internacional, se celebrará bianualmente en las distintas sedes de las universidades públicas andaluzas que forman parte del proyecto.

Esta primera edición se celebró en Jaén, los días 26, 27 y 28 de Enero de 2011 y constó de tres jornadas en las que se expusieron comunicaciones científicas de diferentes temáticas, se promovieron encuentros con empresas e investigadores y se realizaron demostraciones tecnológicas punteras relacionadas con el Patrimonio.



Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el marco del Programa Campus de Excelencia Internacional

Proyecto de conservación y puesta en valor del Castillo de la Rábita, Albuñol (Granada). Aplicación de técnicas de espectrometría y escaneado láser para su estudio

Carlos González Martín

Diputación de Granada

Luis García del Moral

Departamento de Fisiología Vegetal. Universidad de Granada

José Antonio Esquivel Guerrero

Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada

1. INTRODUCCIÓN

El Castillo de La Rábita está situado en la costa de Granada, en su límite con el término municipal de Adra, Almería. El núcleo de La Rábita pertenece actualmente al municipio de Albuñol, municipio ubicado en la ladera Sur de Sierra Nevada, en la Sierra de la Contraviesa, de la que forma parte geográficamente. El castillo se localiza en el borde SurEste de un cerro, de una altura máxima de 90 msnm. que delimita la rambla de Albuñol y el barranco de la Mochila, al Oeste. Se ubica a 23 msnm en un sustrato formado por cuarcitas y esquistos cuarcíticos, del manto alpujarride de Adra.

En el castillo de La Rábita se pueden diferenciar claramente tres espacios que son fruto de las sucesivas remodelaciones que ha sufrido el edificio a lo largo del tiempo. Originalmente fue un ribat y torre defensiva de época nazarí que posteriormente fue convertido en castillo cristiano con la conquista de los Reyes Católicos, adecuando un recinto intermedio anexo a la torre, en el siglo XVI; en el siglo XVIII se amplió, añadiéndole un hornabeque, elemento

propio de la arquitectura militar del siglo XVIII, a la vez que fue reedificado el patio de armas.



FOTO 1: Fuente: Diputación de Granada; Ortofoto. Plano de localización del castillo de La Rábita.

Sabemos que fue ribat y así ha quedado reflejado en la toponimia, puesto que estos emplazamientos reutilizados pasaron al castellano con el nombre de rábitas. Los ribats constituían una institución en el mundo musulmán dedicadas a la vigilancia y defensa de la comunidad islámica, existiendo muchos en todo al-Andalus sobre todo en la costa mediterránea. A partir de la conquista castellana, muchos ribat fueron convertidos en ermitas. De hecho, Madoz, a mediados del siglo XIX, nos dice que en La Rábita existen dos ermitas, una de ellas en el castillo. Los ribats estaban formados por un conjunto de habitaciones o celdas en torno a un patio, por una mezquita y una torre almenara. Como vemos esta distribución podemos trasladarla al castillo de La Rábita o al de Castell de Ferro, ambos muy similares en el diseño de su planta.



FOTO 2: Fuente: Carlos González; Vista panorámica del castillo desde el Sur.

2. OBJETIVOS

La intención del Ayuntamiento de Albuñol consiste en recuperar este importante conjunto arquitectónico con objeto de contribuir a la puesta en valor de la arquitectura defensiva de la costa granadina, con la creación de un itinerario interpretativo que recorra todos estos elementos así como de un centro de interpretación que iría ubicado en el Castillo de La Rábita.

El objetivo principal del proyecto va dirigido a la conservación, consolidación, rehabilitación y puesta en valor del Castillo de La Rábita, actuaciones motivadas por una clara voluntad en frenar el deterioro al que se ve sometido el edificio y sobre todo por el hecho de recuperar un importante conjunto arquitectónico, trascendental para la identidad del pueblo de La Rábita y del municipio de Albuñol y por supuesto de la costa granadina, contribuyendo de esta forma al desarrollo socioeconómico desde la base de la recuperación y puesta en valor de su patrimonio histórico.

Para la difusión del patrimonio de Albuñol, y concretamente de su castillo de La Rábita se pretende ubicar en su interior un centro de interpretación sobre el patrimonio histórico del municipio en conexión con el centro de difusión de la cultura de la costa tropical, localizado en el antiguo Albergue de Castell de Ferro, dentro de la red de centros de difusión y de interpretación del patrimonio que se está ejecutando a nivel comarcal.

3. ACTUACIONES Y APLICACIONES TÉCNICAS LLEVADAS A CABO

Para la redacción del proyecto de puesta en valor se ha partido de la consideración del castillo como un yacimiento arqueológico. El estudio arqueológico tendrá como fin determinar, en última instancia, cual ha sido la evolución histórico-constructiva del edificio. Mediante un análisis basado en la individualización de unidades estratigráficas, que pasaremos a exponer, conseguiremos individualizar las distintas fases constructivas y períodos que han ido definiendo la fisonomía del conjunto arquitectónico del castillo de La Rábita.

La actuación arqueológica a desarrollar en el Castillo de La Rábita no puede separarse como una parte independiente del proyecto global de conservación y puesta en valor, al igual que el propio proyecto de conservación, la propuesta de intervención arquitectónica o la propuesta museográfica y de puesta en valor. En este sentido debemos entender el estudio arqueológico y el estudio estratigráfico como una fase de todo el proceso, una fase que se irá retroalimentando durante todo el desarrollo del proyecto.

Las distintas actuaciones a llevar a cabo son las siguientes:

3.1 Análisis de estructuras emergentes. Estudio de estratigrafía muraria

Esta fase se considera previa, puesto que es imprescindible para la propia redacción del proyecto y para la realización de los estudios radiométricos. En este sentido se ha llevado a cabo una identificación de unidades estratigráficas en aquellas zonas que se planteaba necesaria su clarificación para la lectura adecuada de ciertos elementos estructurales con objeto de poder realizar una propuesta de intervención arquitectónica.

Este estudio analítico se ha llevado a cabo partiendo de la observación directa de las unidades estratigráficas existentes, con el fin de poder realizar una lectura estratigráfica y determinar las diferentes relaciones entre unidades estratigráficas. Para ello se ha realizado una división en sectores y una numeración (ver dibujo de planta) de Conjuntos Estructurales (CE), Estructuras (E) y Unidades Estratigráficas (UE).



FOTO 4: Fuente: Carlos González; Planta del castillo con identificación de Conjuntos estructurales (CE) y Estructuras (E).

El método a aplicar en este proyecto será el de el **análisis estratigráfico aplicado a la arquitectura**, basado en la documentación de los datos materiales (materiales constructivos, técnicas constructivas, elementos arquitectónicos) así como en el análisis de las relaciones estratigráficas existentes entre las Unidades estratigráficas construidas (UEC) y del resto de las unidades de estratificación. Ello nos lleva a considerar el edificio como un yacimiento arqueológico.

Se ha partido de una delimitación del edificio en tres Conjuntos estructurales correspondientes a tres elementos diferenciados tanto cronológica (torreón y patio-hornabeque) como funcionalmente (patio y hornabeque). De esta manera el torreón conforma el CE 1, el patio corresponde al CE 2 y el hornabeque al CE 3.

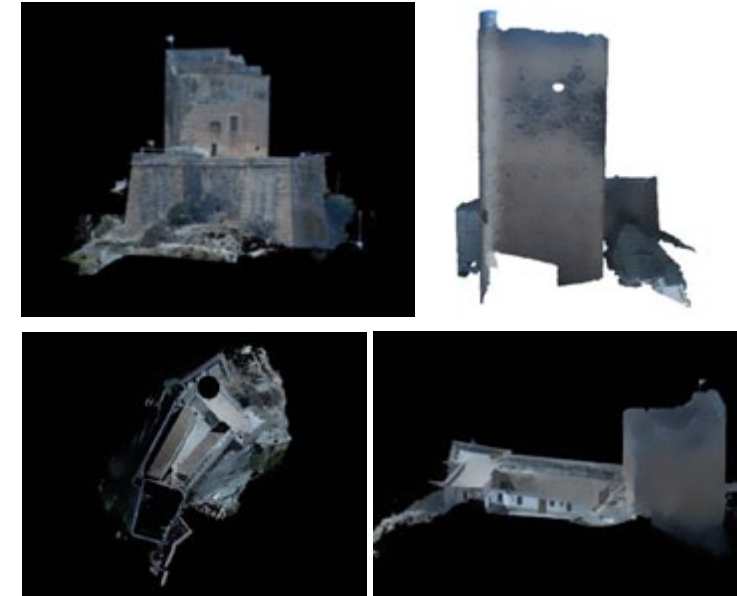
3.2. Documentación planimétrica y escaneado láser



FOTOS 5 Y 6: Fuente: Carlos González; Escáner láser.

La primera actuación llevada a cabo ha consistido en el levantamiento planimétrico del castillo. La elaboración de planimetrías ha sido complementada con el levantamiento de un modelo digital virtual 3D mediante láser escáner. Los instrumentos basados en el barrido 3D consisten en un dispositivo que emite un pulso de luz láser que se dirige a un objeto y se refleja en él; el tiempo que tarda la luz en ser enviada y devuelta se registra en un detector cronometrado (Esquivel, Moreno et al., 2007).

Se ha llevado a cabo un barrido 3D de todo el objeto, permitiendo el método la captación de datos de objetos tridimensionales, fundamentalmente las coordenadas X, Y, Z de los puntos del mismo, en un sistema de coordenadas propio (también pueden ir referidas a un sistema general UTM).



FOTOS 7, 8, 9 Y 10: Fuente: José A. Esquivel y J. Antonio Benavides; Secciones generadas a partir del modelo tridimensional con el escáner láser.

3.3. Estudio de espectrometría

Esta fase se ha llevado a cabo como complemento de la anterior y está basada en la aplicación de una técnica novedosa en este tipo de proyectos. Las técnicas espectrorradiométricas ofrecen la posibilidad de determinaciones rápidas, fiables y no destructivas, por lo que constituyen una excelente alternativa a los métodos basados en el análisis químico (Westerhaus et al., 2004). El objetivo de este trabajo ha sido averiguar si la espectroradiometría ultravioleta/visible/infrarrojo-cercano permite obtener mediante comparación de un total de 25 muestras de morteros y enfoscados relaciones de similitud según análisis de componentes principales de una forma rápida y fiable, sin necesidad de realizar análisis químico previo.

3.3.1. Material y métodos

Para las medidas de reflectancia espectral se usó un espectrorradiómetro portátil (FieldSpec® Pro JR A 110080 (Analytical Spectral Devices Inc., Boulder, CO), con un rango de

reflectancia espectral de 350-2500 nm con un intervalo de muestreo de 1 nm. El sistema incorpora una sonda de contacto de 2 cm. de diámetro FieldSpec Pro FR A111208 (Analytical Spectral Devices Inc.), con luz halógena y una reflectancia especular máxima del 5%. Se calibró el nivel de blanco con un Spectralón de referencia de 9 cm de diámetro, con un 100% de capacidad de reflectancia. Se captaron tres espectros por muestra de mortero o enfoscado, previa optimización de los parámetros radioscópicos mediante el software del instrumento.

A cada muestra se le asignó un número de unidad estratigráfica para su identificación. Estas unidades han sido posteriormente correlacionadas con la secuencia estratigráfica.

3.3.2. Resultados y discusión

Del análisis de los espectros obtenidos, se deduce que existe una buena diferenciación de las curvas obtenidas, sobre todo en las bandas correspondientes al ultravioleta/visible (350-700 nm), indicando absorción por diferentes componentes, y al infrarrojo cercano (NIR, 700-2500 nm). Ello indica que la composición influye notablemente sobre los espectros de absorción obtenidos.

3.3.3. Análisis de componentes principales (PCA)

Este análisis se ha realizado con objeto de obtener una visión simultánea de las relaciones entre las variables estudiadas y detectar aquellas combinaciones que expliquen más adecuadamente la variabilidad existente en los caracteres considerados.

El análisis de componentes principales (PCA) es uno de los llamados *Métodos de Análisis Multivariante*. Usa un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables correlacionadas en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas, conocidas como *componentes principales*. Estas nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. Los objetivos principales del PCA son dos: 1) averiguar la verdadera dimensionalidad de un conjunto de datos (es decir, reducir al mínimo posible el número de componentes que recojan la mayor parte de la variabilidad de la muestra) y 2) identificar nuevas asociaciones significativas no puestas de manifiesto en los análisis de correlación simple.

3.3.4. Conclusiones

De los resultados obtenidos podemos extraer una serie de conclusiones que vienen a confirmar una hipótesis inicial basada en la lectura estratigráfica de los paramentos y estructuras. Esta hipótesis inicial estaba basada en la obtención de una cronología relativa en función de la estratigrafía. De esta manera las zonas de análisis han sido las siguientes:

- Patio (CE 2): E5 y E6 en sus caras interiores incluidas en las dos crujías de viviendas; cara exterior de E6; pavimento o coronación de E5, así como parapeto y troneras.
- Plataforma de acceso al torreón, formada por las siguientes Estructuras: E7, E8, E9, E10, E11 y E12.
- Torreón nazarí (CE 1): E1 y E4.

La secuencia estratigráfica de la que se ha partido para las muestras ha sido la siguiente:

- **CE 2. Patio de armas**
- **E5. Muro W del patio en su cara interior**
 - UE 2001. Enlucido de yeso
 - UE 2002. Enlucido gris claro debajo de 2001
 - UE 2003. Enlucido gris oscuro debajo de 2002
 - UE 2004. Mortero de unión de mampuestos y enfoscado
- **E5. Muro W del patio en su coronación. Adarve**
 - UE 2014. Pavimento de cal
 - UE 2015. Pavimento de reposición encima de 2014
 - UE 2016. Pavimento de cemento sobre 2015
 - UE 2017. Mortero de unión de mampuestos en tronera número 5
 - UE 2018. Enlucido interior de la tronera número 5, sobre 2017
 - UE 2019. Mortero de unión de mampuestos en el parapeto con troneras.
- **E6. Muro E del patio en su cara interior**
 - UE 2000. Mortero de unión de mampuestos
 - UE 2005. Enfoscado encima de 2000 y debajo de 2006
 - UE 2006. Enlucido de cal sobre 2005
 - UE 2007. Enfoscado encima de 2006
- **E6. Muro E del patio en su cara exterior**
 - UE 2024. Mortero de unión de mampuestos
 - UE 2025. Enfoscado sobre 2024
 - UE 2026. Enfoscado sobre 2025

- **E7. Plataforma de acceso al torreón**
 - UE 2008. Mortero de unión de mampuestos en cara Este.
- **E8. Plataforma de acceso al torreón. Tramo entre E 10 y E 12**
 - UE 2009. Mortero de unión de mampuestos en cara Sur.
 - E12. Plataforma de acceso al torreón. Escalera junto a adarve
 - E 5
 - UE 2010. Mortero de unión de mampuestos en cara Este.
 - UE 2012. Enfoscado sobre mampostería en cara Este.
- **E9. Escalera de acceso al torreón. Tramo final**
 - UE 2013. Mortero de unión de mampuestos y enfoscado en cara W.
- **CE 1. Torreón**
- **E4. Muro perimetral Sur del torreón**
 - UE 1011. Mortero de unión de mampuestos en fachada exterior, sobre E8
 - UE 1023. Enlucido color gris. Aspecto de placa calcárea. Junto acceso a terraza.
- **E1. Muro perimetral Oeste**
 - UE 1020. Enfoscado 1 en jamba ventana de planta 2ª
 - UE 1021. Enfoscado 2 sobre 1020. Picado para agarre.
 - UE 1022. Enfoscado 3 sobre 1021.



FOTO 11: Fuente: Carlos González; Tronera 5. UEs 2017 y 2018.
FOTO 12: Fuente: Carlos González; E7. UE 2008.



FOTO 13: Fuente: Carlos González; E 12. UE 2010.
FOTO 14: Fuente: Carlos González; E4. UE 1011.



FOTO 15: Fuente: Carlos González; E 12 y E9. UEs 2012 y 2013.
FOTO 16: Fuente: Carlos González; E6. UEs 2005, 2006 y 2007.



FOTO 17: Fuente: Carlos González; E8. UE 2009.
FOTO 18: Fuente: Carlos González; E9. UE 2013.



FOTO 19: Fuente: Carlos González; E5. UE 2019.
FOTO 20: Fuente: Carlos González; E1. UEs 1020, 1021 y 1022.



FOTO 21: Fuente: Carlos González; E4. UE 1023.
 FOTO 22: Fuente: Carlos González; E5. UEs 2002, 2003 y 2004.



FOTO 23: Fuente: Carlos González; E5. UEs 2014, 2015 y 2016.
 FOTO 24: Fuente: Carlos González; E6. UEs 2024, 2025 y 2026.

Como resultado del análisis de las longitudes de onda de los espectros obtenidos, se han podido agrupar una serie de unidades en función de la similitud de dichos espectros, similitud que se puede interpretar con un significado de coetaniedad de los morteros analizados y por tanto de un mismo encuadre cronológico. El primer análisis se hace agrupando las unidades en función de su proximidad a los ejes PC1 y PC2.

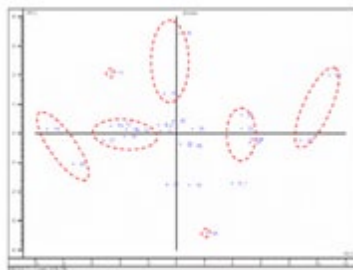


FOTO 25: Fuente: Luis García del Moral;
 Agrupación de unidades estratigráficas en función de los ejes PC1 y PC2.

De esta manera obtenemos las siguientes similitudes:

- Unidades 1021, 1022, 2026 y 2004. Según este resultado estaríamos hablando que estos morteros son iguales o muy similares y por tanto podríamos deducir una misma fase constructiva para los últimos enlucidos en el interior del torreón (UEs 1021 y 1022) así como para la construcción del muro perimetral del patio E5 (UE 2004) y el último enfoscado en la fachada exterior del muro E6 (UE 2026). Esta fase constructiva correspondería al siglo XVIII.

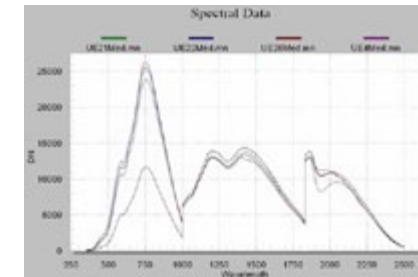


FOTO 26: Fuente: Luis García del Moral;
 Espectros con longitudes de onda correspondientes a diferentes unidades estratigráficas agrupadas previamente.

- Unidades 2019 y 2024. La similitud de las curvas nos indicaría una misma fase constructiva para estas unidades identificadas con la construcción de los muros correspondientes a las Estructuras E5 (Antepecho con troneras en el adarve Oeste) y E6 (muro perimetral Este del patio de armas). Realmente esta fase se identifica con la construcción del patio de armas y hornabeque en el siglo XVIII.

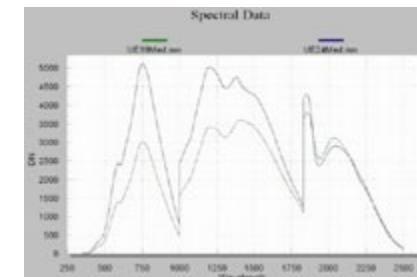


FOTO 27: Fuente: Luis García del Moral;
 Espectros con longitudes de onda correspondientes a diferentes unidades estratigráficas agrupadas previamente.

- Unidades 2015 y 2016. Estas unidades corresponden a la superposición de dos pavimentos, el más reciente de cemento, sobre otra solería del adarve Oeste del patio o E5. Aunque en principio se planteaba la diferenciación y el establecimiento de dos fases constructivas diferentes, el gráfico confirma su similitud y por tanto su proximidad cronológica correspondiente a una fase del siglo XX.

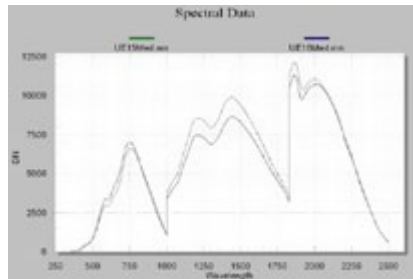


FOTO 28: Fuente: Luis García del Moral;
Espectros con longitudes de onda correspondientes a diferentes unidades estratigráficas agrupadas previamente.

- Unidades 2007, 2009, 2010, 2012, 2013 y 2014. La agrupación de estas unidades nos confirman la similitud en los morteros y enfoscados que avalan la hipótesis de su pertenencia a una misma fase constructiva. Se trata de un conjunto de estructuras pertenecientes a una fase posterior al siglo XVIII, probablemente correspondiente al período de construcción de las viviendas de la Guardia Civil en el patio de armas, utilizadas para el acceso al torreón. La horquilla cronológica viene determinada por la E9, correspondiente al último tramo de escalera con baranda metálica para acceder al torreón. Esta Estructura pertenece cronológicamente al siglo XX, y por tanto aplicamos la misma cronología para el resto de unidades agrupadas en este gráfico, que se corresponden con las unidades 2009 (perteneciente a E8, la plataforma ubicada entre la escalera de acceso al torreón y la escalera de acceso al adarve); 2010 y 2012 (pertenecientes a E12, escalera de acceso al adarve), 2013 (perteneciente a E9, último tramo de escalera de acceso al torreón), 2014 (perteneciente a E5, pavimento del adarve) y 2007 (perteneciente a E6, enlucido final de la cara interior del muro del patio de armas).

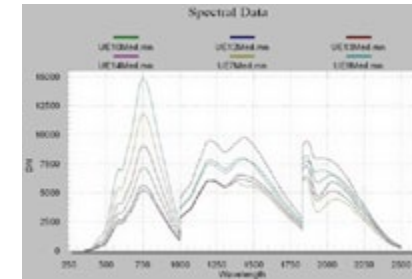


FOTO 29: Fuente: Luis García del Moral;
Espectros con longitudes de onda correspondientes a diferentes unidades estratigráficas agrupadas previamente.

4. LA INTERVENCIÓN DE CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACIÓN. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO DE OBRA

Esta fase se llevará a cabo con el inicio de la obra de consolidación, restauración y rehabilitación del Castillo.

En función de la hipótesis inicial planteada para la definición de las distintas fases constructivas del castillo y por tanto, de los distintos períodos cronológicos, a raíz de el estudio inicial de estratigrafía muraria, así como de los trabajos de documentación llevados a cabo y de espectrometría, se ha materializado una propuesta de intervención para la puesta en valor del mismo.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos extraer una serie de conclusiones que vienen a confirmar una hipótesis inicial basada en la lectura estratigráfica de los paramentos y estructuras. Esta hipótesis inicial estaba basada en la obtención de una cronología relativa en función de la estratigrafía.

Para la definición del proyecto de puesta en valor, basado en la intervención de consolidación y restauración, en la propuesta de accesibilidad al conjunto, así como en la de uso final del mismo, ha sido decisiva la metodología expuesta, pues ha permitido

reconstruir los distintos accesos originarios desde el patio de armas hacia el torreón; estos accesos han sido diferentes durante los distintos momentos de ocupación y se materializaban mediante puente levadizo, hasta un momento en que fue sustituido por la construcción de diferentes basamentos y escaleras. La documentación de estas estructuras y otras dedicadas a vivienda en el mismo patio de armas, ha dado como resultado una primera valoración cronológica con vistas a su derribo, contribuyendo a la recuperación de una lectura adecuada y unitaria del edificio.

En cuanto al futuro desarrollo del proyecto de ejecución, irá acompañado de un seguimiento arqueológico que se planteará entre sus objetivos principales la verificación de la hipótesis de partida.

AGRADECIMIENTOS

El estudio de espectroradiometría ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, Programa de Infraestructura Científico Tecnológica, Proyecto MEC-JA-FEDER UNGR 05-23-036.

BIBLIOGRAFÍA

ARMADA MORALES, D. (Coord.). *Arqueología del monumento: actas de los III Encuentros sobre Arqueología y Patrimonio. Salobreña*, Granada: Ayuntamiento, 1999.

BROGIOLO, G. P. *Archeologia dell'edilizia storica*, Como (Italia) : New Press, 1988.

BROGIOLO, G. P. "Prospettive per l'archeologia dell'architettura". *Archeologia dell'Architettura*, 1996, Nº 1, pp. 11-15.

CABALLERO ZOREDA, L.; ESCRIBANO VELASCO, C. (eds.). *Arqueología de la arquitectura: el método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*. Valladolid: Consejería de Educación y Ciencia, 1996.

ESQUIVEL, F. J.; MORENO, J.; ESQUIVEL, J. A. "Modelo 3D mediante láser-escáner del teatro romano de Acinipo, Ronda (Málaga)". *Cuadernos de Arqueología de Ronda*, vol. 3, (2007-2008), pp. 177-187.

GÓMEZ NOGUERA, I.; GONZÁLEZ MARTÍN, C. (coords.). *Patrimonio arqueológico de la costa de Granada: de la prehistoria a la Edad Media*. Gualchos-Castell (Granada): Ayuntamiento, 2007.

HARRIS, E. C. *Principios de estratigrafía arqueológica*. Barcelona: Crítica, 1991.

PARENTI, R. "Archeologia dell'architettura". En: FRANCOVICH, R. ; MANACORDA, D. *Dizionario di Archeologia*. Roma: Laterza, 2000, pp. 39-43.

WESTERHAUS, M. ; WORKMAN, J. ; REEVES, J. B. ; MARK, H. "Quantitative analysis". En: ROBERTS, C. A.; WORKMAN, J.; REEVES, J. B. (eds.). *Near-Infrared Spectroscopy in Agriculture*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 2004, pp. 133-174.