

# ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA 2015

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

# **ARQUEOLOGÍA DEL SEÍSMO. UN ESTUDIO DE CASO: EL POBLADO FORTIFICADO MEDIEVAL DE EL CASTILLEJO (LOS GUÁJARES)**

Paolo Forlin – Universidad de Durham

Alberto García Porras – Universidad de Granada

## **1. Introducción**

El presente texto tiene como fin describir las actividades de investigación y los resultados de campo obtenidos durante la intervención arqueológica puntual de estudio y documentación gráfica de yacimientos llevada a cabo como parte del proyecto ArMedEa (Archaeology of Medieval Earthquakes in Europe, 1000-1550 AD – Arqueología de los terremotos medievales en Europa, 1000-1550 AD; Forlin et al. 2015), en el yacimiento de “El Castillejo”, Guájar Faragüit, Granada (España) durante el mes de mayo 2015 (fig. 1: foto aérea sitio).

La finalidad del trabajo de campo realizado fue analizar el eventual daño sísmico documentado en el yacimiento arqueológico de “El Castillejo” (Bertrand et al, 1990; García Porras, A, 2001; Malpica et al. 1985; 1986; 1989), con el objetivo de alcanzar una mejor comprensión de la distribución espacial y la naturaleza de los denominados EAEs (Earthquake Archaeological Effects – Efectos arqueológicos de los terremotos; Rodríguez-Pascua et al. 2011) y sus posteriores fases de restauración o reparación.

## **2. Descripción de actividades**

Con el objetivo de realizar un estudio completo del daño sísmico identificable en “El Castillejo” (fig. 2: foto del sitio), los EAEs identificados en el yacimiento fueron catalogados sistemáticamente a través de descripciones textuales y documentación fotográfica.

A tal efecto, a cada paño de muro se le asignó un número relacionado con el número de edificio (expresado en centenas) y su exposición (sur, este, Norte, Oeste). Por ejemplo, los paños de muro del edificio 3 fueron denominados 301E, 301W, 302N, 302S, etc.

Se tomaron fotografías generales de la totalidad del paño de muro y fotografías de detalle de cualquier daño sísmico identificable, organizadas después en carpetas según el número de edificio.

Los EAEs fueron incluidos en un mapa para obtener una visión completa del daño sísmico reconocible en el yacimiento.

Se ha llevado a cabo también un análisis detallado de las operaciones de restauración para entender las características de su construcción, así como su distribución espacial. De este modo se realizó un mapa de estas tareas, una descripción textual y una documentación fotográfica de cada trabajo de restauración.

Asimismo, se empleó la fotogrametría, en particular a lo largo de la cara interna del baluarte y la totalidad del Edificio 4 (fig. 3).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Análisis del daño sísmico**

Una variedad de diferentes tipos de EAEs han sido reconocidos a lo largo de los restos arqueológicos de “El Castillejo”, y pueden ser recapitulados del siguiente modo:

##### **1. Fracturas penetrantes tales como grietas horizontales, verticales y en cizalla**

Las fracturas penetrantes tales como grietas horizontales, verticales y en cizalla se producen como resultado de la combinación de cargas verticales y horizontales causadas por los movimientos sísmicos. Estas grietas tan características son claramente reconocibles en la porción este del yacimiento, donde la mayoría de los edificios en pie se han preservado en buenas condiciones. Estos daños fueron identificados en al menos 10 edificios de esta área (ver ejemplos en **fig. 4 - 5**).

##### **2. Bloques de tapial desplazados o movidos**

Este efecto es consecuencia de las ondas sísmicas que causan la oscilación de un bloque de tapial superior desde el bloque de la base. Como resultado, se puede observar un desplome vertical de los bloques que forman un mismo muro.

El desplazamiento o movimiento de los bloques de tapial fue identificado en tres edificios de la zona noreste del yacimiento (ejemplos en fig. 6).

### 3. Muros desplazados

El desplazamiento de muros es resultado del efecto sísmico lateral que desalinea una estructura horizontalmente. Este efecto fue identificado en un edificio completamente destruido en el área este del yacimiento (fig. 7) y posiblemente a lo largo del acueducto externo.

### 4. Muros inclinados

Efecto consistente en la inclinación de un muro como resultado de un choque sísmico. Se ha observado inclinación en la base de cuatro muros (parcialmente derrumbados) en tres edificios.

### 5. Muros derrumbados

El derrumbe de estructuras es principalmente visible en la zona este del yacimiento, donde existe una carencia casi total de muros en pie. El edificio 30 fue completamente destruido hasta los cimientos y una enorme capa de destrucción puede observarse en los edificios de alrededor. Esta observación es, por supuesto, limitada por la imposibilidad de documentar gráficamente los muros derrumbados por haber sido estos retirados durante campañas arqueológicas previas en el yacimiento.

Como resultado de la investigación de daño de sísmico, se superpuso un mapa del daño sísmico reconocible en el yacimiento sobre un mapa anterior ya publicado por los arqueólogos que lo habían excavado previamente. Éste muestra la distribución de los EAEs en los restos arqueológicos de “El Castillejo”, distribuidos claramente en grado variable (fig. 8).

### 6. Restauraciones y reocupación del yacimiento

Los trabajos de restauración tras el seísmo también fueron documentados gráficamente con detalle (ver mapa, color rojo in fig. 8). Los trabajos de reparación son reconocibles gracias a la segunda fase de tapial claramente perceptible por su distintas técnica y composición, construida después del evento sísmico. Esta segunda fase arquitectónica a menudo reutilizaba fragmentos de tapial, piedra y ladrillos de la fase precedente (ejemplo en **fig. 9**). En el edificio 3 se identificaron evidencias que demuestran que dichas restauraciones fueron llevadas a cabo por las personas que regresaron al poblado con la intención de volver a ocuparlo tras el terremoto, en respuesta al daño sísmico. Esto se observa bien en el edificio 3, donde la sección superior del muro muestra una

clara restauración, reconstruida en una segunda fase de tapial. Su base, por otro lado, pertenece a la primera fase de ocupación del yacimiento, y muestra una separación del muro preexistente, probablemente debido al choque sísmico. De hecho, junto a muchas otras evidencias halladas a lo largo de la excavación del yacimiento, este caso sugiere claramente que la restauración y la reocupación del yacimiento tuvo lugar después de un evento sísmico destructivo.

La distribución de los trabajos de reparación (obteniendo referencias cruzadas con evidencias extraídas de las excavaciones previas) demuestran que en la etapa posterior al evento sísmico el yacimiento fue ocupado, pero extendiéndose por una extensión menor. La zona este fue casi abandonada completamente debido al alto grado de destrucción que le afectó. Solo las partes central y oeste del yacimiento fueron parcialmente restauradas.

Durante la fase de reocupación, los escombros de la primera fase fueron eliminados y reutilizados. Los edificios dañados fueron reforzados con bloques recortados de tierra apisonada, así como ladrillos rehusados, tejas y piedra. En contraste con la parte oeste, la parte este fue abandonada, aunque sus restos fueron presumiblemente reutilizados para así recuperar material en la fase de reconstrucción. Esta restauración es especialmente patente en el circuito de murallas y en la entrada fortificada (fig. 10), cuyos muros fueron completamente restaurados usando materiales constructivos de menor calidad. La granulometría de la tierra apisonada es menos gruesa que en la época precedente (70-88 cm frente a 107 cm). La reconstrucción de esta parte de la infraestructura fue claramente una prioridad y sugiere la intervención de un grupo social organizado que llevara a cabo los trabajos en esta etapa post-desastre.

### **3.2 Fotogrametría**

Como se ha señalado anteriormente, la fotogrametría fue aplicada con el fin de obtener una ortofoto de la parte interna del baluarte (**fig. 26**) y una reconstrucción tridimensional del edificio 4. La ortofoto fotogramétrica del baluarte fue necesaria para permitir un mapeo detallado de la restauración de esta estructura, donde la fotogrametría de la totalidad del edificio 4 permitió una documentación gráfica tridimensional del daño sísmico (**fig. 11-12**). Los resultados de estas actividades, publicados en un reciente

artículo (Forlin et al. 2018), son altamente prometedores y permiten la visualización, documentación e interpretación del daño sísmico con gran detalle.

#### **4. Interpretación histórica de los resultados**

El trabajo de campo llevado a cabo en “El Castillejo” como parte del proyecto ArMedEa muestra que el yacimiento fue afectado por un terremoto destructivo durante su ocupación. Los daños observados en los restos arqueológicos del yacimiento permiten cuantificar una intensidad macrosísmica mínima similar a IX EMS98 (destructiva; Rodríguez-Pascua et al., 2013).

La cultura material identificada durante las excavaciones llevadas a cabo con anterioridad sugiere que “El Castillejo” fue ocupado desde el finales del siglo XI - principios del siglo XII hasta mediados del siglo XIV.

Es muy probable que el trabajo llevado a cabo en “El Castillejo” revele un terremoto destructivo desconocido hasta la fecha y que posiblemente ocurriese durante el periodo central de ocupación del yacimiento (aproximadamente en el siglo XIII). De hecho, ningún terremoto de los documentados durante esta amplia horquilla cronológica en esta región aparece en el catálogo sísmico español publicado recientemente, en donde se observa un vacío documental elocuente entre 1169 y 1356, un período de casi dos siglos (Silva y Rodríguez Pascua 2014).

#### **5. Conclusiones**

El trabajo de campo llevado a cabo en “El Castillejo” obtuvo resultados arqueo-sismológicos importantes.

Dichos resultados nos han permitido la descripción detallada de los daños aún apreciables a lo largo del yacimiento, clarificando que éste fue dramáticamente afectado por un evento sísmico destructivo. El estudio de los trabajos de reparación (que necesitan cruzarse con datos de la excavación) demuestra que el yacimiento fue sacudido por un terremoto durante su ocupación y fue más tarde reocupado. La cronología de la ocupación del yacimiento sugiere que un terremoto desconocido hasta ahora ha sido documentado, dado que no hay ningún terremoto históricamente

catalogado que sea cronológica y geográficamente compatible con el que afectó a este yacimiento.

Desde una perspectiva metodológica la fotogrametría subrayó cómo este enfoque ofrece resultados prometedores cuando se aplica al análisis de yacimientos arqueológicos afectados sísmicamente, permitiendo tanto el registro rápido del daño sísmico como el estudio detallado de la información recogida.

## 6. Bibliografía

Bertrand M, Cressier P, Malpica A, Rosselló G, 1990 ‘La vivienda rural medieval de “El Castillejo” (Los Guájares, Granada)’, en *La casa hispano-musulmana. Aportaciones de la arqueología*, Granada, 207-227.

Forlin P, Gerrard CM, Petley D (2015) ArMedEa project: archaeology of medieval earthquakes in Europe (1000- 1550 AD). First research activities, in Blumetti, A.M., Cinti, F., De Martini, P., Galadini, F., Guerrieri, L., Michetti, A.M., Pantosti, D., Vittori, E. (eds.) 2015. 6th International Inqua Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology, 19-24 April 2015, Pescina, Fucino Basin, Italy, pp. 166-169.

Forlin P, Valente R, Kázmér M (2018), Assessing earthquake effects on archaeological sites using photogrammetry and 3D model analysis, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 9

García Porras A, 2001 *La cerámica del poblado fortificado medieval de “El Castillejo” (Los Guájares, Granada)*, Granada.

Malpica A, Barceló M, Cressier P, Rosselló G y Marín N, 1985 ‘Excavación de El Castillejo (Los Guájares, Granada), 1985’, *Anuario Arqueológico de Andalucía 1985*, Sevilla, tomo II, 436-446.

Malpica A, Barceló M, Cressier P, Rosselló G y Marín N, 1986 ‘Informe de la campaña de excavación sistemática del yacimiento medieval de El Castillejo (Los Guájares, Granada), 1985’, *Anuario Arqueológico de Andalucía 1986*, Sevilla, tomo II, 487-492.

Malpica A, Cressier P, 1989 ‘Informe sobre la campaña de excavación sistemática de “El Castillejo” (Los Guájares, provincia de Granada). Año 1989’, *Anuario Arqueológico de Andalucía 1986*, Sevilla, tomo II, 287-289.

Rodríguez-Pascua MA, Pérez-López R, Giner-Robles JL, Silva PG, Garduño-Monroy VH, Reicherter K, 2011, A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures, *Quaternary International* 242, 20-30.

Rodríguez-Pascua, MA, Silva, P.G., Pérez-López, R., Giner-Robles, J.-L., Martín-González, F., Perucha, M.A., 2013. Preliminary intensity correlation between macroseismic scales (ESI07 and EMS 98) and Earthquake Archaeological Effects (EAEs). In: Grützner C, Rudersdorf A, Pérez-López R, Reicherter K (Eds.), *Seismic Hazard, Critical facilities and Slow Active Faults. PATA Days. Proceedings of the 4th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology (PATA)*, Aachen, Germany, 9–14 October 2013, pp. 221–224.

Silva PG, Rodríguez-Pascua MA (eds) 2014, *Catálogo de los efectos geológicos de los terremotos en España*, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Asociación Española Para el Estudio del Cuaternario (AEQUA), Madrid.

Borrador / Preprint





Figura 1. Vista Aérea de El Castillejo (©Google Earth)



Figura 2. Vista del área occidental del yacimiento desde el sur.



Figura 3. Edificio 4 visto desde el noreste

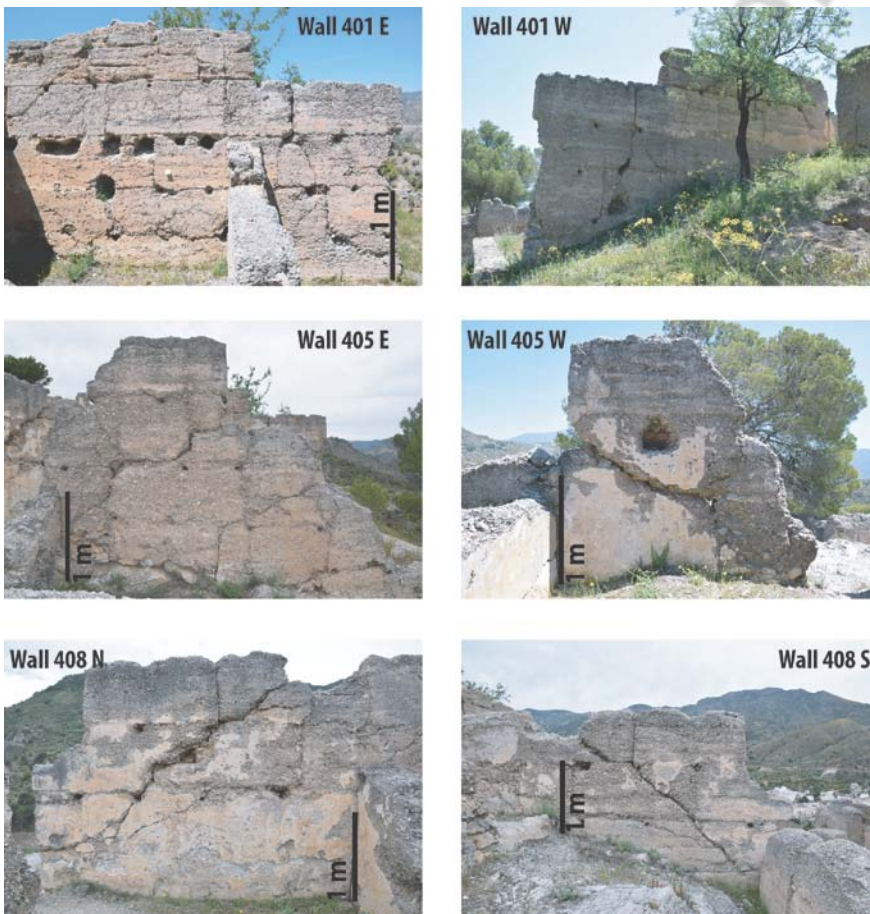


Figura 4. Patrón de composición de las fracturas penetrantes horizontales, verticales y en cizalla. Edificio 4



Figura 5. Fracturas penetrantes en un muro del edificio 10



Figura 6. Bloque de tapial desplazado de su posición original. Edificio 3



Figura 7. Desplome de un muro del Edificio 30



Figura 8. Reparación con piedras, ladrillos y fragmentos de tapial reutilizados de la primera fase. Segunda fase superpuesta. Edificio 8

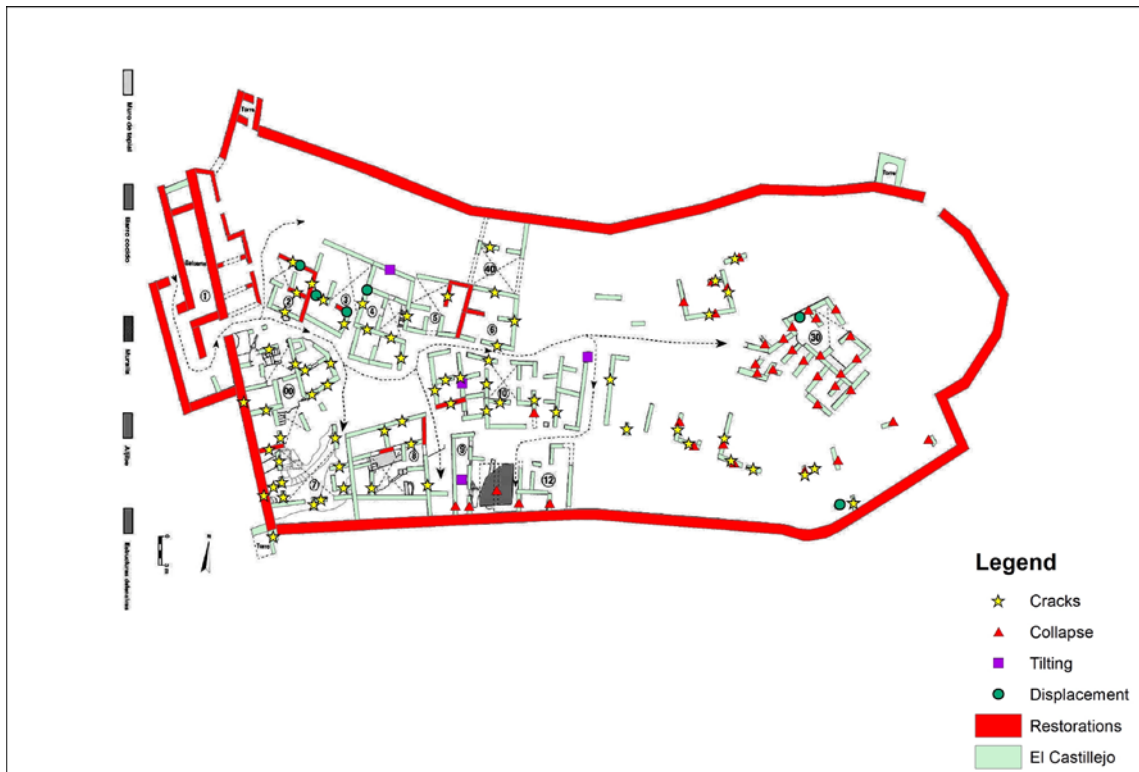


Figura 9. Mapa en el que se muestra la distribución de EAEs en el yacimiento

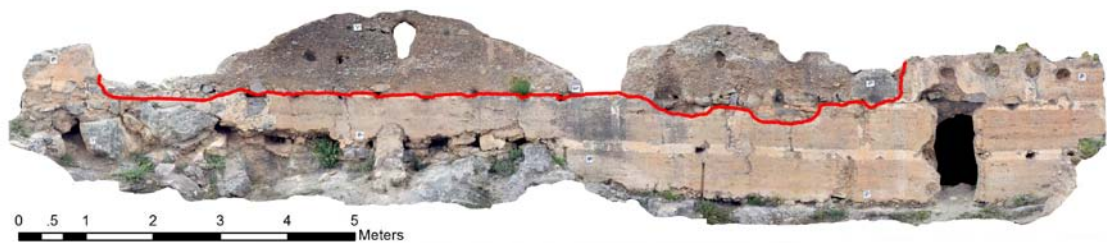


Figura 10. Reparación del baluarte. Nótese la segunda fase de tapial superpuesta a la primera fase en la entrada fortificada

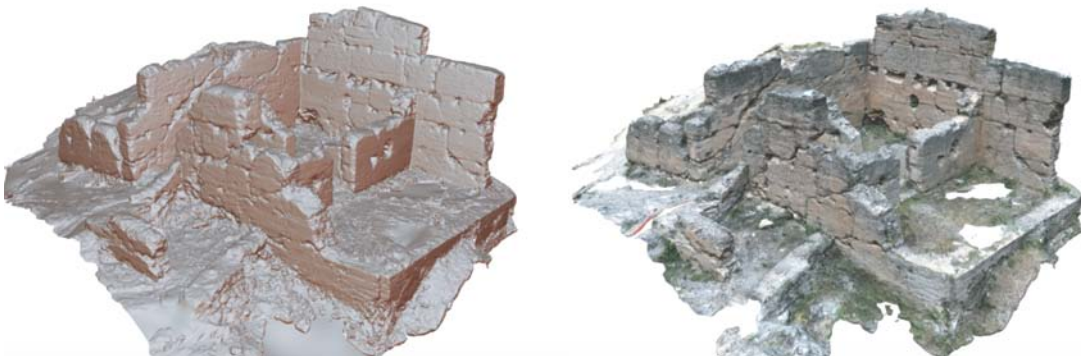


Figura 11. Modelo 3D del edificio 4

## El Castillejo - Vertical Sections E/W

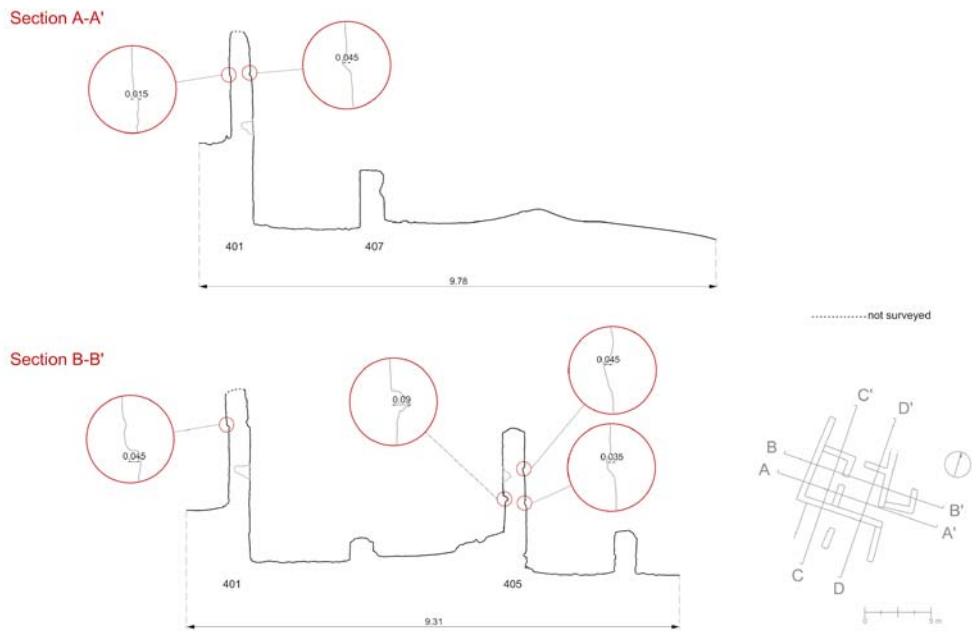


Figura 12. Distribución del daño sísmico en el edificio 4. Sección recogida del modelo 3D

Borrador / Pre