

Empleo de modelos cartográficos tridimensionales aplicados al estudio Histórico-Artístico del Territorio

José Ramón Ruiz Checa¹ – Valentina Cristini² - M^o Isabel Sánchez Duque³

¹ Dep. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. España

² Instituto Restauración del Patrimonio. Universidad Politécnica de Valencia. España

³Arqueóloga. Asociación cultural Kultur. Cuenca. España.

Resumen

La presente investigación, abarca un ámbito de estudio de 40.000 hectáreas a lo largo del entorno del Río Júcar, Cuenca. En él se localizan un conjunto diseminado de Torres exentas del siglo XIII. Para su análisis arquitectónico, se ha partido de medios convencionales tal como estudio histórico, lectura estratigráfica, levantamiento planimétrico, análisis petrográfico... y también, herramientas informáticas que permitan generar un modelo interactivo tridimensional del territorio. Este modelo tridimensional generado, ha sido el soporte donde se han ido vertiendo las diferentes fuentes de información: usos del suelo, vías de comunicación histórica, cartas arqueológicas de 15 municipios, visuales desde los diferentes elementos localizados o características geológicas y ecológicas del ámbito. Se trata por tanto, de un trabajo donde el modelo tridimensional permite establecer una lectura del patrimonio diseminado y su interacción con el territorio, aunque siempre complementado con otras herramientas.

Palabras Clave: TORRES EXENTAS, MODELO TERRITORIAL TRIDIMENSIONAL

Abstract

In Cuenca district, Spain, at only 150kms south east from Madrid we can find a dense net of watchtowers, dated on the last years of the XII century, scattered all over the territory. These enigmatic constructions, following the results of the presented, research have a Christian origin, due to their control of the territory and bonded with the regulation of the displacements of livestock during the seasons. Have they a military or a civil function? Both of the possibilities are documented... morphological and typological studies have been developed with special attention to cartographical 3d models. The research has opened an interesting horizon about the relations between territory, towers and historical paths, visible in the district during the Reconquest Ages. In conclusion, use of territorial models for archeological research.

Key words: TOWERS, 3D TERRITORIAL MODELS

1. TORRES EXENTAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

El territorio analizado, en la provincia de Cuenca (Castilla la Mancha), se despliega en el ribera Norte del río Júcar (Figura 1). En ella, aparecen una serie de Torres exentas, ubicadas en los municipios de Piqueras, Barchín, Olmeda, Chumillas, Honrubia, Gascas (municipio inundado por las aguas del pantano de Alarcón), Buenache de Alarcón, Solera y Valhermoso. Todos ellos, muy próximos al municipio de Alarcón.

Torres exentas, inmersas en un gran desconocimiento y abandono. De ellas, se ignora su datación, la función que desempeñaban e incluso si formaban, en su día, parte de un único sistema.

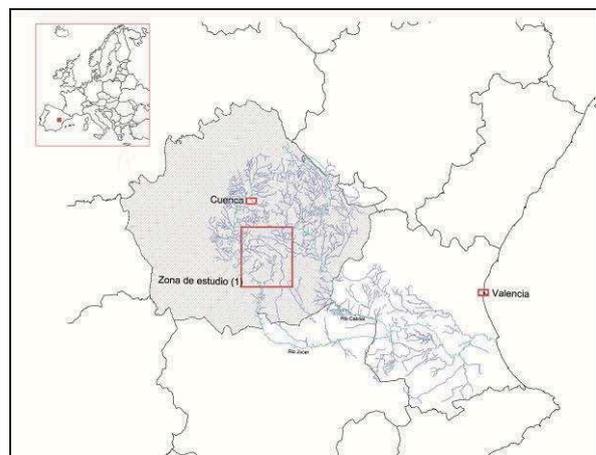


Figura 1. Situación geográfica del ámbito de estudio. Cuenca. RUIZ-CRISTINI, 2009

Del análisis morfológico de estas torres podemos indicar que siguen idénticos patrones de asentamiento sobre la topografía del sitio, es decir, aprovechamiento de una pequeña elevación rocosa, dentro de un pequeño valle en las proximidades de un arroyo o río. Siempre acompañadas de vías, caminos o sendas que bajo sus pies siguen un trazado Norte – Sur.

La orientación de las mismas no se rige a un patrón determinado. Más bien al contrario, su orientación se relaciona con elementos próximos: trazado del arroyo, vías próximas, etc.. (Figura 2).

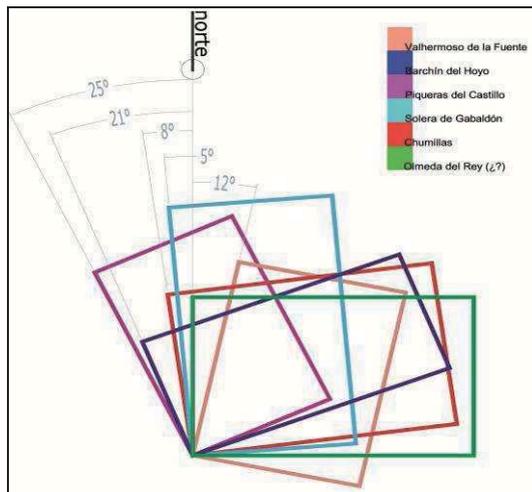


Figura 2. Estudio orientaciones y modulación. RUIZ, 2006

Atienden por tanto a una tipología de torre exenta, con base rectangular (con pequeños descuadres debidos a errores de replanteo o bien adaptación a la topografía). Las alturas son diversas según el estado de conservación de cada una de ellas.

El aparejo empleado en los paramentos es a base de *Opus Vittatum* (ESPOSITO, D., 1997). Los muros se conforman con dos hiladas en ambos lados, con un espesor de 40 cm empleando mortero de cal con cenizas, fragmentos cerámicos y árido de granulometría diversa. Se rellenan con la técnica del “muro a saco”. En las esquinas y recerco de huecos, se emplean mampuestos careados de diferente factura. Los muros, tienen un espesor de aproximadamente 2.40 metros en la base (6 codos), reduciendo su espesor 45 cm (1 codo) en cada uno de los niveles que forman las torres. Las dimensiones en planta varían ligeramente, 8 x 10 metros (Piqueras del Castillo), 9.10 x 7.60 metros (Valhermoso de la Fuente), 8 x 9.70 metros (Chumillas), 7.50 x 9.80 (Solera de Gabaldón) y 7 x 7 (Barchín, en este caso, solo se conserva el relleno). La altura actual, como se ha indicado anteriormente, va desde los 17 m (Piqueras del Castillo), 11 metros (Chumillas), 10 m (Solera y Valhermoso) y 2 m (Barchín). La única que mantiene su altura original es la de Piqueras del Castillo. (Figura 3)

En cuanto a los huecos, su permanencia depende del estado de conservación de la torre. Todas ellas tienen un componente común, su acceso se sitúa a 4-5 metros de altura sobre la base y un dintel abovedado a base de piezas de mampostería. Sólo en la torre de Piqueras y Solera se conservan las trazas originales de la

bóveda de acceso. En el segundo caso incluso se puede apreciar un cierto despiece estereométrico de la bóveda. (Figura 17)



Figura 3. Imágenes de las torres estudiadas. RUIZ- CRISTINI, 2009

La única que conserva un hueco en el segundo nivel es, la torre de Piqueras del Castillo. Del mismo modo, la única que mantiene parte de sus almenas es esta torre, pudiendo apreciarse pasamuros (mechinales) que se supone, corresponderían a una hipotética estructura de madera en el último nivel.

Su estado de conservación se debe fundamentalmente al expolio y reaprovechamiento de sus materiales. Este expolio, sigue una constante: se aprovechan las piezas de mayor calidad, mampuestos careados de esquina y huecos.

En ningún caso, se conservan restos de forjados ni elementos decorativos, aunque todavía se conservan fragmentos de enlucidos en interiores.

En el análisis dimensional y modular, se ha identificado el empleo sistemático del codo (módulo=codo=47 cm, codo MA'MUIN) (ALMAGRO GORBEA, A., 1975), como medida antropométrica. (Figura 4) La dimensión de los espesores de los muros responde perfectamente a la medida del codo. El espesor de los muros va reduciendo un codo a medida que se va ascendiendo. De igual modo, el hueco de acceso, tiene una anchura de dos codos, al menos en los ejemplos que se han conservado. La altura de cada uno de los niveles responde a módulos enteros. Sin embargo, se aprecia como en planta, debido a la facilidad en el replanteo a pie de tajo, se emplean fracciones de módulo. En alzado y sección, las dimensiones se replantearían tirando “de lienza”, es decir, empleando módulos enteros. (Figura 5)

El deterioro de estas torres se inicia con su reaprovechamiento, pero nacen por el reaprovechamiento de materiales.

Durante el levantamiento gráfico, se pudo detectar al menos dos inscripciones. Una, en la parte superior del acceso de la torre de Piqueras, y otra inscripción, en una de las esquinas de la torre de Valhermoso de la Fuente. Probablemente, las dos de origen romano.

De igual modo, se realizó un estudio comparativo entre los aparejos empleados en estas torres y aparejos empleados en diferentes construcciones de la provincia de Cuenca correspondientes a los s. XIII-XIV.

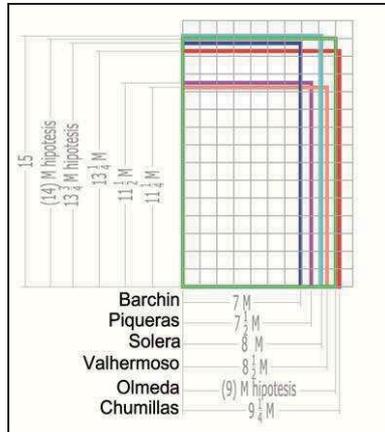


Figura 4. Estudio modulación en planta. RUIZ, 2006

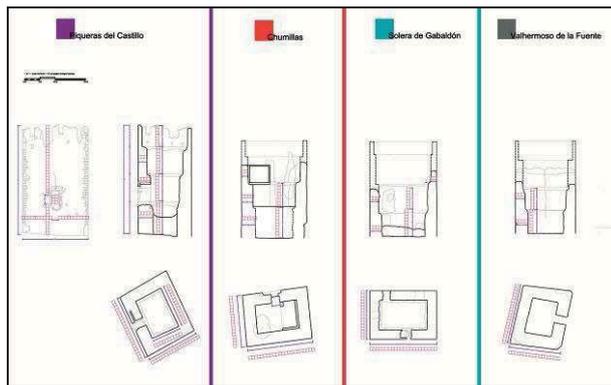


Figura 5. Estudio modulación en alzado y sección. RUIZ, 2006

Para finalizar este recorrido constructivo, se tomaron muestras de mortero en cinco torres. Para su análisis se emplearon técnicas diversas como: MO (microscopía óptica), SEM (Microscopía electrónica de barrido), FT-IR (Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier) y separación de árido y de ligante granulométricamente.

Los resultados, aportaron datos referentes a la similitud de morteros de cal empleados en todas estas torres.

Desde el punto de vista cronológico, hay un dato que ha permitido plantear una hipótesis en cuanto a la datación de estas construcciones.

“La presencia de la Orden de Santiago es casi simultánea a la conquista de Alarcón, con una decidida, aunque fracasada, apuesta por señorializar la villa.el método empleado fue la creación y dotación de un hospital de redención de cautivos dirigido por caballeros santiaguistas y convertido en encomienda de la Orden con sede en Alarcón.,.....Y en 1234, el mismo concejo de Alarcón les otorga la cuarta parte de la heredad de Valhermoso, con el derecho a exigir a los posibles pobladores de la aldea ciertas rentas señoriales, que luego se concretarían en los diezmos del lugar y un pecho para reparos en la torre”. (PRETEL, 1998)

Es decir, se constata que transcurridos los primeros años de ocupación cristiana en la zona, la torre de Valhermoso ya estaba en pie. (Figura 6)

Siguiendo con el proceso, se plantean diversas interrogantes, ¿cómo se produce la relación entre estas torres y el territorio que ocupan?, o mejor, ¿está relación Torres-Territorio podría aportar algo al conocimiento de las mismas?

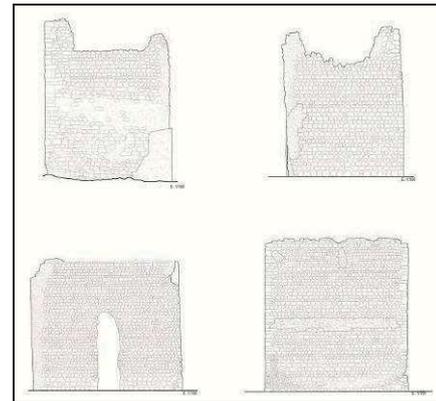


Figura 6. Levantamiento gráfico torre Valhermoso. RUIZ - CRISTINI, 2009

2. MODELO TERRITORIAL 3D

El monumento ha de ser leído en su conjunto, no de la construcción en exclusiva. Por tanto hay que incluir cualquier relación de esté con el territorio, con el lugar donde se asienta. El “genus loci” incorporado a la lectura del Patrimonio.

El estudio se enfoca con una visión de conjunto, solapándola a la lectura tradicional del monumento, del objeto exclusivamente. (Figura 7)

Se considera necesario, estudiar las relaciones entre estas torres y su vasto territorio de implantación (40.000 hectáreas).



Figura 7. Situación de las torres (rojo) en la comarca. RUIZ - CRISTINI, 2009

Se propone el empleo de técnicas propias del análisis cartográfico, territorial o paisajístico. Es decir, a partir de bases de datos cartográficas actuales e históricas rigurosas, que posteriormente serán gestionadas con herramientas informáticas, extraer el mayor número de información del territorio y de su relación con las torres.

Concretamente, las bases de datos cartográficas empleadas son entre otras:

Cartografía base

- Cartografía 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional
- Cartografía 1:100.000 de la Confederación Hidrográfica del Júcar
- Cartografía 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional

Cartografía temática

- Unidades geológicas a escala 1:400.000 del Ministerio de Medio Ambiente
- Unidades edafológicas a escala 1:200.000 del Ministerio de Medio Ambiente
- Usos del suelo obtenidos del CORINE2000 a escala 1:100.000
- Vías pecuarias obtenidas de la cartografía 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional

Ortofotos

- Ortofotos a escala 1:5.000 obtenidas del P.N.O.A. (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

Modelo Digital del Terreno

Modelo Digital del Terreno de 20 metros de ancho de celda, calculado a partir del curvado y puntos de cota de la cartografía 1:25.000 del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar

Cartas Arqueológicas

Recopilación información catastral 1905

A partir de esta información, se genera el modelo tridimensional del ámbito (modelado Nurbs mediante Rhinoceros).

Una vez generado este modelo tridimensional, se incorpora la información más relevante. (Figura 8)

En nuestro caso:

- Cartas arqueológicas, trazados históricos de vías de comunicación (vías romanas, cañadas, veredas, cordeles, etc..)
- Ubicación de los elementos estudiados u otros que sirvan de referencia (torre de Campo de Alarcón, yacimiento Valeria)
- Usos del suelo, vegetación, geología, etc..
- Red de carreteras, red caminos, vías pecuarias, cauces de ríos y arroyos.

Una vez introducida la información, se trata de analizar las pautas de implantación de las torres en el territorio.

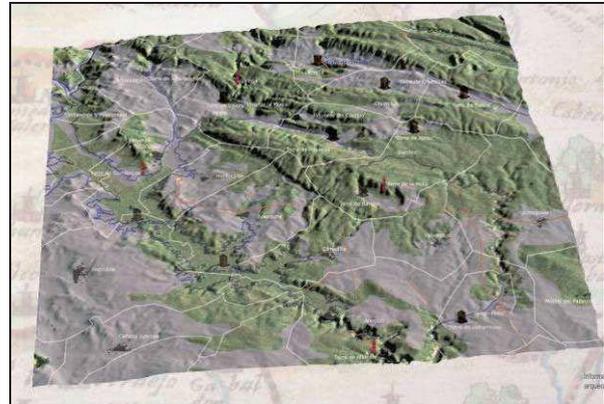


Figura 8. Modelo territorial 3D. Ubicación torres. Uso del suelo. RUIZ - CRISTINI, 2009

3. CARTAS ARQUEOLÓGICAS

La primera información que se decide incorporar al modelo tridimensional es la contenida en las cartas arqueológicas de los municipios incluidos en el ámbito de estudio, en concreto: Piqueras del Castillo, Barchín del Hoyo, Olmeda del Rey, Chumillas, Solera, Valeria, Valera de Abajo, Buenache de Alarcón, Olmedilla de Alarcón, Honrubia, Tebar, Alarcón, Hontecillas y Valverdejo.

Dicha información es agrupada por tipos y por épocas. Así, por tipos, se establecen: Vías, poblados, torres, puentes. Y por épocas: bronce, hierro, romano, visigodo, islámico, cristiano. (Figura 9)

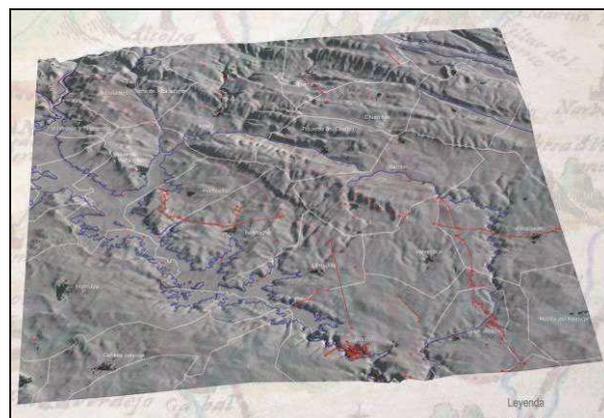


Figura 9. Información cartas arqueológicas. Edad Media. RUIZ - CRISTINI, 2009

En la gestión de la información contenida en las cartas arqueológicas, destaca la localización de referencias de gran valor para el estudio. Así se constata la presencia bajo las aguas del

pantano de varias torres, vías de comunicación o puentes históricos. Toda esta información, es incorporada al modelo tridimensional.

4. INFORMACIÓN DEL TERRITORIO

Otro aspecto relevante para establecer las relaciones entre torres y territorio, es la incorporación de información relativa a las características físicas del ámbito. De este modo, se diferencian las zonas boscosas de las zonas cultivadas (Figura 8).

Como se apuntará más adelante, aparece una estrecha relación entre las vías, sobre todo las pecuarias, y estas franjas de monte.

La información geológica, constata el empleo de material pétreo en cada una de las torres. De hecho, durante el estudio mineralógico de los materiales de las torres, se evidencia dicha relación. Otro aspecto importante en el conocimiento del medio es, la fuerza dinamizadora que produce la red de caminos en el territorio. Los cauces de los arroyos y ríos que forman una maraña de accidentes naturales, son aprovechados como elemento de apoyo en la implantación de estas torres. Las torres, de hecho, se erigen en los vados de algunos ríos.

En definitiva, apreciar en tres dimensiones los accidentes y textura del territorio, permite comprender mejor el modo de implantación de estas torres.

5. VÍAS DE COMUNICACIÓN

En las propias cartas arqueológicas, se incorpora gran parte de la información relativa a vías y puentes a lo largo de las diferentes épocas. Esto se refiere tanto a vías de comunicación convencional (caminos) como a vías pecuarias. En el caso de la provincia de Cuenca, el trazado de estas últimas, ha supuesto un factor determinante para el desarrollo del ámbito en las diversas épocas. De hecho, la actividad ganadera ha sido durante siglos la principal actividad económica de la provincia. Así, aparecen al menos tres cañadas cruzando la provincia: Cañada Real de Andalucía, la Cañada Real de los Serranos o el Cordel de Extremadura.

Pero, la localización de información de estas vías pecuarias en la provincia de Cuenca, está llena de incertidumbres, datos perdidos o contradicciones.

Por eso en la elaboración de la información relativa a vías pecuarias se ha recurrido a diversas fuentes:

- “Una cuadrilla mesteña: La de Cuenca”, de Martínez Fronce.
- Base de datos de vías pecuarias del Ministerio de Medio Ambiente (Figura 10)
- Información gráfica de la Junta Provincial de Fomento agropecuario.(Figura 11)
- Vías de comunicación en las cartas arqueológicas

Los trazados contenidos en estas fuentes, son convertidos en información vectorial e incorporados al modelo tridimensional del territorio, junto al resto de información.

Esto, permite determinar múltiples canales de lectura: torres con vías, vías con cartas arqueológicas, torre, vías y cartas, evolución del uso del suelo y cartas arqueológicas, etc..

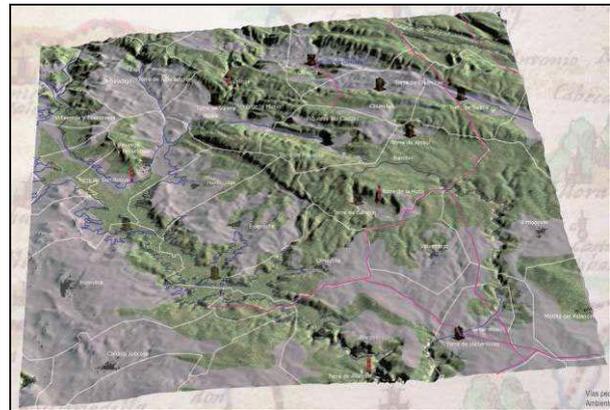


Figura 10. Información de las vías pecuarias en el modelo territorial 3D según el Ministerio Medio Ambiente. RUIZ - CRISTINI, 2009

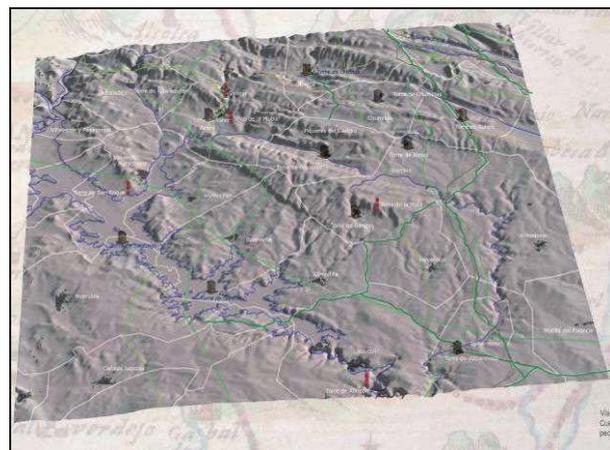


Figura 11. Información de las vías pecuarias en el modelo territorial 3D según Junta Provincial de fomento agropecuario 1980. RUIZ - CRISTINI, 2009

6. TORRES Y VISUALES

Pero, el aspecto más destacable en el empleo del modelo tridimensional del territorio, se refiere al estudio visual e integración de las torres en el territorio.

Esto se establece, generando cuencas visuales desde diversos puntos.

Cada cuenca visual, se calcula empleando el software de ESRI ArcView 3.2 y se establece la ubicación de las mismas sobre el Modelo Digital del Terreno de 20m de ancho de celda (MDT-20).

Cada punto emisor (Torre) se supone a una altura equivalente a una torre en su estado inicial

(15-20 m). Se establecen dos hipótesis visuales: diurna y nocturna. El límite de percepción visual considerado en el caso de visibilidad diurna es de 15 Km (la distancia suficiente para apreciar un volumen como la propia torre) y visibilidad nocturna es de 30 Km (la distancia suficiente para apreciar la luz de una hoguera). En el estudio, se han considerado las distorsiones que pudieran producir los árboles de hoja caduca.

Los perfiles de las visuales se obtienen a partir de la intersección de dichas visuales con el terreno definido en el MDT-20, empleando para ello el software ArcGIS8.3 de ESRI, y representándolo en AutoCAD con una exageración vertical de 1:5.

Un aspecto a destacar del ámbito de estudio, es la presencia del pantano de Alarcón. Este, produce una considerable distorsión en el análisis. Por ello, como se indicará más adelante, el empleo de estos modelos tridimensionales se complementa con otras técnicas (estudio de cartografía histórica, fuentes escritas, etc.).

De cara a determinar un estudio comparativo con otros modos de implantación. Se generan agrupaciones de visuales correspondientes a diferentes momentos históricos o culturales:

- Visuales desde yacimientos prerromanos (Cerro de la Mota, Cerro de San Roque). (Figura 12)
- Visual desde el yacimiento romano de Valeria.
- Visuales desde cada una de las torres estudiadas.(siglo XIII). (Figura 13)
- Visuales desde la torre de Campo de Alarcón (siglo XV-XVI). (Figura 14)

De esta manera se establecen lecturas transversales sumamente interesantes en cuanto al modo de implantación de cada grupo indicado.

Desde la implantación de control visual extensiva (torre Campo de Alarcón o yacimientos prerromanos), el control puntual ceñido al ámbito más próximo (yacimiento de Valeria) hasta un “control-mosaico”, esto es, cada cuenca representa un ámbito concreto de control visual (torres objeto de estudio) formando una especie de “teselas”. Estas teselas, superficies de aproximadamente 1.000 hectáreas, las podemos relacionar con los “términos redondos”, (IRADIEL, P., 1978) empleados por la Orden de Santiago en la zona de Moya.

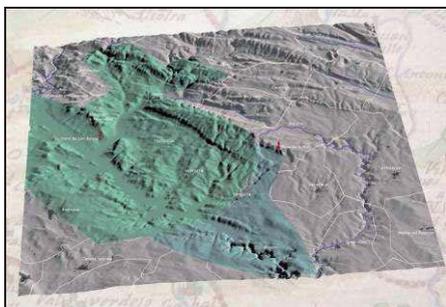


Figura 12. Cuenca visual, yacimientos prerromanos cerro de la Mota (Barchín) y cerro San Roque (Valverde). RUIZ - CRISTINI, 2009

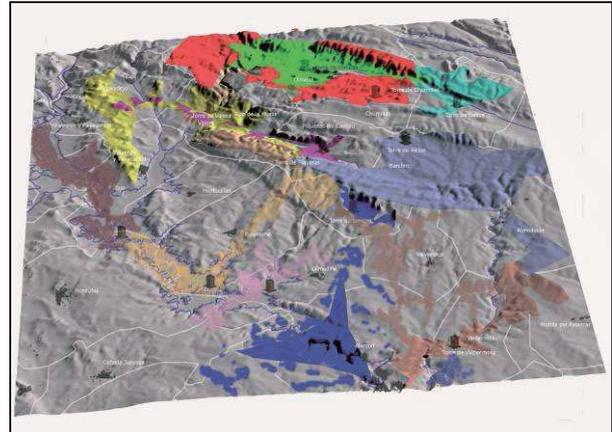


Figura 13. Cuenca visual, torres exentas (s. XIII). RUIZ - CRISTINI, 2009

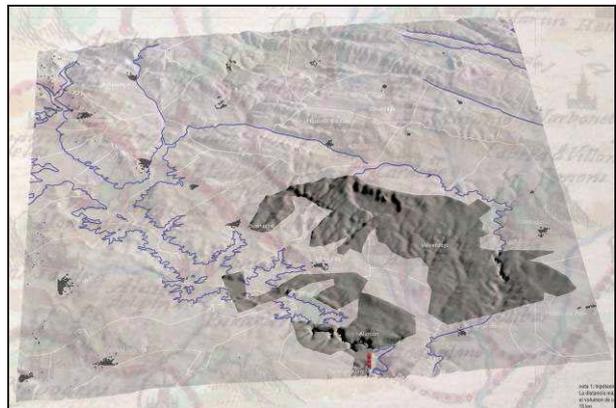


Figura 14. Cuenca visual, Torre de Campo – Alarcón (s. XV). RUIZ - CRISTINI, 2009

El estudio de visuales, se inicia con la generación de cuencas visuales desde las torres conservadas en pie: Piqueras del Castillo, Chumillas, Valhermoso, Solera y Barchín.

Estas cuencas visuales, son proyectadas en el modelo 3D. Cada cuenca, se graña de un color diferente para analizar el alcance o la relación entre ellas. Todas ellas, cubren vaguadas y en ningún caso se establece relación visual entre ellas.

Como se ha indicado anteriormente, la superficie ocupada por el pantano Alarcón produce un “vacío” en la visualización completa de las visuales. Por ello, se recurre a la información de las cartas arqueológicas y a la información histórica del catastro de 1905. De esta modo, se llegan a localizar, tres torres en el propio cauce del río. Estas torres, se ubican junto al paso de vías pecuarias sobre el río: Torre de Cerro de Santiago (Honrubia), Torre Mulatón (Buenache de Alarcón) y Torre de Gascas (Figura 15).

Repitiendo la sistemática inicial, se generan las correspondientes cuencas visuales de las torres sumergidas. Las cuencas visuales son insertadas en el modelo 3D, tal como se hacía con las primeras.

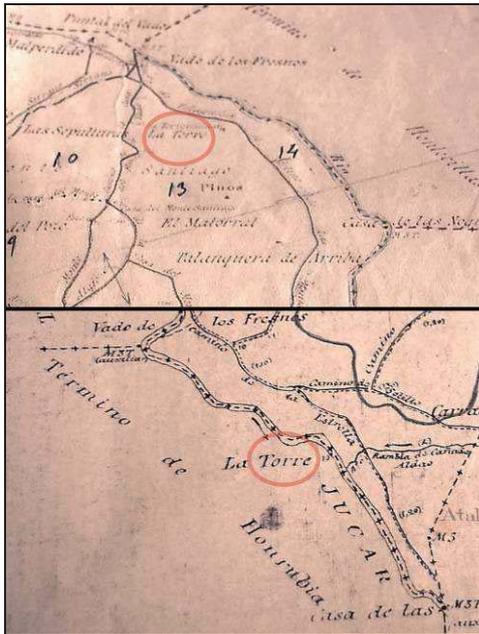


Figura 15. Extracto Catastro 1905. Honrubia. Torre Cerro Santiago. "CATASTRÓN"

Comprobando que, entre ellas tampoco hay relación visual aparente y sus manchas visuales también cubren zonas de paso, vaguadas.

Uniendo todas las cuencas visuales generadas, aparece una zona en sombra, coincidente con el municipio de Olmeda del Rey. En dicho municipio, no hay presencia de torre.

Tras la consulta de las Relaciones cartográficas (TOMÁS LÓPEZ, 1785), en la ficha correspondiente al municipio de Olmeda del Rey, se recoge un pequeño croquis realizado por el párroco del pueblo, Tomas de Valencia, donde grafía la presencia de una torre en un cerro junto al núcleo de población.

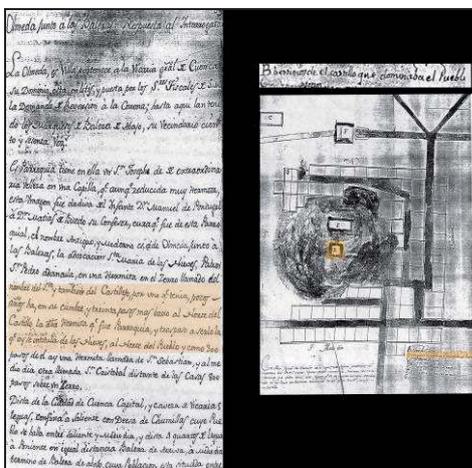


Figura 16. Localización torre según párroco de Olmeda 1780. TOMAS LOPEZ

Partiendo de dicha hipótesis, se genera su correspondiente cuenca visual desde la parte alta del cerro. (Figura 16)

De esta manera se comprueba que la mancha generada desde la hipotética torre de Olmeda, cubre un espacio que coincide aproximadamente con la zona en sombra que se produce con el resto de cuencas visuales. Y sigue las mismas pautas que el resto de torres



Figura 17. Imagen virtual reconstrucción de la intervención en la torre de Piqueras del Castillo. RUIZ – CRISTINI. 2009

7. CONCLUSIONES

Cuando tratamos de conocer un monumento construido, en la mayoría de ocasiones, nuestra mirada se reduce al marco meramente epidérmico del edificio.

En el presente estudio, se han empleado herramientas convencionales como el levantamiento geométrico, el análisis estratigráfico, el análisis químico de sus materiales, etc. También, se han empleado otras herramientas, encaminadas a establecer una mirada que vaya más allá del propio edificio.

En concreto, las herramientas empleadas han sido las propias de la gestión cartográfica. Con ellas, se

ha generado un modelo tridimensional territorial, en el que de manera sistemática, se han ido vertiendo diversas fuentes de información.

Se propone emplear herramientas (software gestión cartográfica), que en principio pudieran parecer ajenas al estudio del Patrimonio, para tratar de comprender mejor las relaciones espaciales con Patrimonio-Territorio. En definitiva, profundizar más en el conocimiento del monumento, en este caso, las torres exentas en el ámbito del río Júcar, a través de su ubicación en el espacio.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo ha sido realizado gracias al programa de ayudas a la investigación del Patrimonio histórico de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha 2009.

Agradecer la colaboración de Rafael Gabaldón (cartógrafo).

BIBLIOGRAFÍA:

- ALMAGRO GORBEA, M., LORRIO, A., (1989): *Segobriga III, La muralla Norte y la puerta principal*, Excma. Diputación de Cuenca, Cuenca
- CANOREA HUETE, J., POYATO HOLGADO, M.C. (2000); *La economía conquense en perspectiva histórica*, colección humanidades, Ediciones UCLM, Cuenca
- CASTRO VILLALBA, A., (1996): *Historia de la construcción arquitectónica*, Quaderns d'arquitectes, edicions UPC, Barcelona
- ESPOILLE DE ROIZ, M.E., (1977): *Repoblación de la tierra de Cuenca, siglos XII a XVI*, Actas el I Simposio Internacional de historia de Cuenca, CSIC, Cuenca
- ESPOSITO, D. (1997): *murature "a tufelli" in area romana*, *Tecniche Costruttive murarie medievali, storia della tecnica edilizia e restauro dei monumenti*, Roma
- FIORANA, D. (1996); *Il Lazio meridionale, Tecniche Costruttive murarie medievali, storia della tecnica edilizia e restauro dei monumenti*, Roma
- GIULIANI, C.F. (2007); *L'edilizia nell'antichità*, edic.Carocci, Roma
- LANER, F. (2001); *Accabadora, tecnologia delle costruzioni nuragiche*, Franco Agnelli, Milano
- RUIZ CHECA, J.R. – CRISTINI, V. (2010): *Mapping of mortars and asblars in watchtowers of Reconquest Ages in Cuenca District, Spain. 2nd Historic Mortars conference & RILEM TC 203-RHM (Repair mortars for historic Masonry)*, Praga
- VV.AA. (2001): *Ercávica, la muralla y la topografía de la ciudad*, Real Academia de la historia, Madrid