



Molino de la Atalaya Alta. Écija (Jorge Moya).

EL OLIVAR HISTÓRICO DE ÉCIJA. DESARROLLO METODOLÓGICO PARA SU PUESTA EN VALOR A PARTIR DE LOS MODELOS DIGITALES SIG Y HBIM

J. Moya Muñoz*, A. González Serrano** y R. Rodríguez García***

A partir de la mitad del siglo XX se produce la desfuncionalización de los molinos de aceite de Écija. Su particular morfología, derivada de los procesos de producción del aceite, ha sido incapaz de adaptarse a los nuevos usos agrarios. Este aspecto se hace evidente observando el escenario de abandono en el que buena parte de ellos se encuentran y, como consecuencia, el aspecto más visible de la desconfiguración de toda una estructura territorial que se ordena y establece conforme a la actividad oleícola. No obstante, la lectura actual permite distinguir muchos de los elementos pertenecientes al olivar histórico que persisten como un palimpsesto cuyo origen se sitúa en gran medida en el siglo XVIII. La propuesta de una correcta identificación de estos elementos se plantea mediante un desarrollo metodológico que aborda el estudio de su implantación y evolución diacrónica desde diversas escalas de trabajo. El aporte al conocimiento de esta caracterización pretende establecer un nuevo escenario en la consideración patrimonial del olivar astigitano dentro de la provincia de Sevilla. Para ello, la aplicación de las herramientas digitales SIG y HBIM ofrecen una amplia versatilidad en su capacidad de analizar y gestionar la información generada.

4.1. Problemática abordada

La arquitectura dispersa, desde una óptica patrimonial, evidencia una notoria desventaja respecto a la que se sitúa en un entorno urbano. A efectos de protección, la vulnerabilidad de la arquitectura extraurbana en general, y la vinculada a una actividad agropecuaria en particular, presenta una situación de abandono que acelera su proceso de degradación en el tiempo. Se asume que este escenario forma parte de un proceso natural e inalterable, por lo que esta hipótesis sirve para contextualizar y revisar la situación en la que se encuentran buena parte de los molinos de aceite históricos del municipio sevillano de Écija.

Es evidente que esta realidad no es una causa en si misma sino una consecuencia de varios factores. El principal está, sin duda, relacionado con la coyuntura del campo durante la segunda mitad de siglo XX y con las medidas ministeriales de los años 70

* Arquitecto. Personal Investigador en Formación, FPI. Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. Avd. Reina Mercedes 2, 41012, Sevilla, España, e-mail: jmmunoz@us.es.

** Doctora arquitecta. Profesora Colaboradora. Dpto. de Construcciones Arquitectónicas I. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. Avd. Reina Mercedes 2, 41012, Sevilla, España, e-mail: gserrano@us.es.

*** Doctora en Química. Profesora Titular de Universidad. Dpto. de Construcciones Arquitectónicas I. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. Avd. Reina Mercedes 2, 41012, Sevilla, España, e-mail: rgarcia@us.es.



II-52

donde el olivar fue considerado un “cultivo problema” (BOE 24 de abril de 1972). Los molinos vinculados al olivar dejaron de ser funcionales tras los procesos de modernización del campo y del posterior receso olivarero. La consecuencia visible se tradujo en la readaptación y transformación paulatina de sus espacios, relegándolos la mayoría de las veces a cocheras y habitaciones de aperos de servicio al campo o bien, en los casos menos afortunados, a edificios totalmente abandonados. Conscientes de esta situación, en el PGOU (Plan General de Ordenación Urbana de Écija de 2009), dentro de sus Normas Urbanísticas y Ordenanzas, se establece con un marcado carácter instrumental y transitorio en su sección 5ª, la protección de las edificaciones singulares del medio rural donde se incluyen los molinos de aceite. En estas normas se enumeran tres figuras de protección que recaen sobre estos edificios: estructural, ambiental y cautelar. Las tres con escenarios parecidos, pero poco definidos. No obstante, los datos contrastados en tareas de investigación posteriores permiten tener constancia de que al menos sólo una cuarta parte de los 279 molinos de aceite que existieron a mitad del siglo XX mantienen la totalidad de su estructura (Moya *et al.*, 2019: 27). Por lo tanto, se entiende que las medidas descritas no han sido del todo fructíferas.

Al margen de medidas coercitivas factibles o de posibles incentivos para el mantenimiento de estas edificaciones, esta situación podría atenuarse modificando el planteamiento conceptual respecto a los criterios de protección patrimonial. En primer lugar, con la consideración de los molinos no solo como objetos arquitectónicos, sino como unidades productivas de un complejo sistema de producción del aceite. Este posicionamiento, donde se pueden incluir todos los elementos pertenecientes al olivar histórico, favorecería su íntegra lectura patrimonial y la posterior valoración de los bienes o elementos a proteger. De esta manera se podría evitar la desconfiguración de sus elementos constitutivos y, en consecuencia, el ahogamiento al que se ven sometidos muchos de estos molinos rodeados de otros tipos de cultivos hasta la base de sus muros. Esta realidad acelera su descontextualización y proceso de degradación como elemento arquitectónico, debido, entre otras circunstancias, a la dificultad de acceso para su mantenimiento (Figura II-52). En segundo lugar, y como consecuencia de la primera variable, debería favorecerse la implicación del sector agrario como actor con capacidad operacional en la salvaguarda de este tipo de patrimonio que, actualmente, se muestra como un escenario ajeno al mundo rural.

4.2. Planteamiento analítico y metodológico

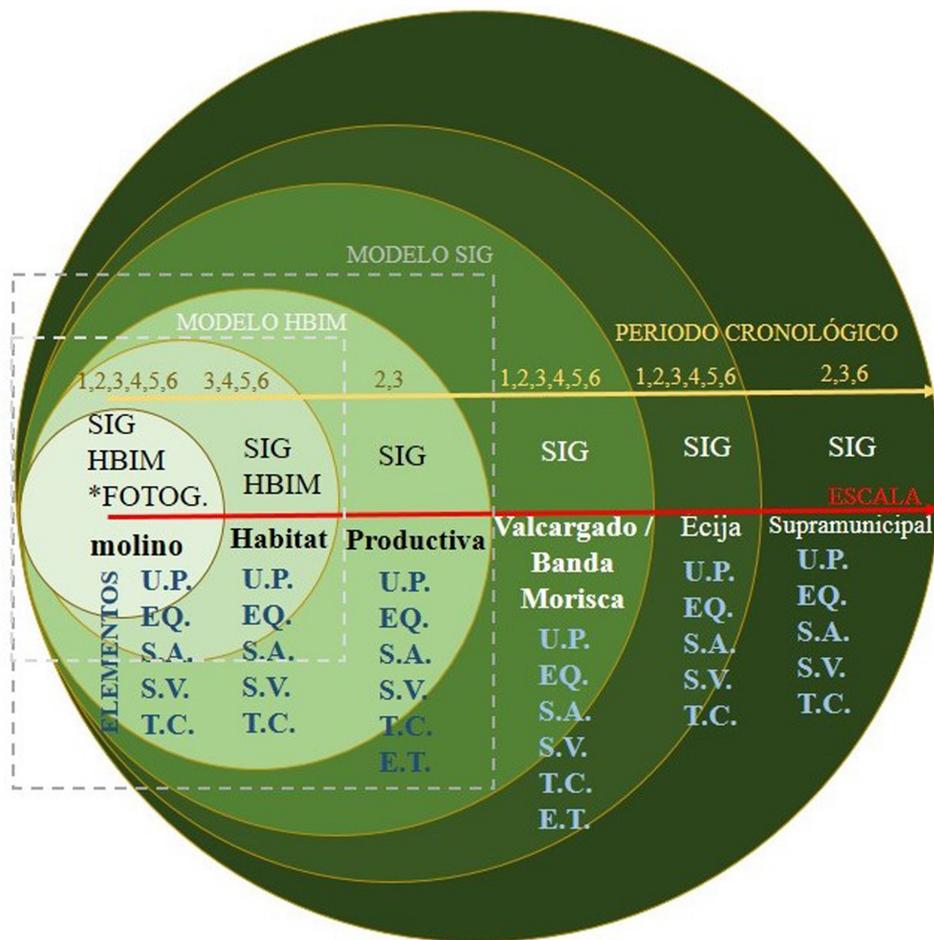
Las propuestas de cambio de visión de la realidad del olivar permiten un nuevo planteamiento analítico que surge como respuesta a las premisas apuntadas. Todo ello implica establecer, como punto de partida, la generación de un conocimiento que no existe actualmente en relación al olivar ecijano, entendido como fase inicial de cualquier acción tutelar. Este conocimiento ha de estar interconectado, evolucionar como resultado de la interdisciplinaridad y ser, fundamentalmente, dinámico (Pinto 2018: 27). Por lo tanto, este posicionamiento resulta idóneo para la propuesta que se desarrolla dado el carácter cambiante del patrimonio agrario como resultado de infraestructuras heredadas, pero también de las siempre cambiantes coyunturas de los mercados (Molinero 2013: 7). Consecuentemente, la identificación de los elementos integrantes del olivar permite generar una base de datos actualizada, tipo inventario, que pueda articular las medidas necesarias para la protección y salvaguarda de sus bienes. Cabe destacar que no se trata de proponer un simple listado de bienes a proteger, sino de señalar aquellos elementos que potencialmente pueden serlo. En este sentido, las herramientas digitales SIG, HBIM y la fotogrametría se presentan como recursos con una alta capacidad para crear, editar, analizar, actualizar, compartir y gestionar la información generada como resultado de la interpretación de datos geo-referenciados, tanto de carácter como de origen alfanumérico o gráfico.

Crear las bases de un conocimiento transferible sobre esta temática permite desarrollar una propuesta metodológica, ya adelantada en el Congreso Internacional TECHNOHERITAGE 2019 (Moya *et al.*, 2019: 56), y que aquí se muestra en una versión extendida y sustancialmente ampliada. Esta metodología se fundamenta en la necesidad de estudiar la implantación, evolución y transformación diacrónica del olivar de Écija con la finalidad de identificar los elementos integrantes del olivar que hoy perviven. El resultado que se obtenga formará parte, por un lado, de una ficha de datos estructurada de carácter abierto y, por otro, de la generación de archivos informáticos dinámicos capaces de nutrir IDEs (Infraestructura de datos espaciales) y bases de datos que puedan ser utilizados y compartidos, bien como archivos editables o bien como elementos de visualización.

El proceso de desarrollo metodológico se organiza a través de tres nodos interconectados: escala de trabajo, periodo cronológico y elementos de estudio. Para la sistematización de la información se trabaja complementariamente con los SIG, el modelado HBIM y la fotogrametría, siendo la escala de trabajo y la capacidad de cada herramienta digital la que justifica la idoneidad de su aplicación (Figura II-53).

Para la definición de las diferentes escalas de estudio, pese a que la investigación se centra en el municipio de Écija, es preciso una aproximación a escala supramunicipal del olivar con la finalidad de comprender la relación respecto al resto de municipios de la comarca agraria de la campiña donde históricamente ha existido el olivar. Una vez planteada la consideración del olivar de manera global, la siguiente escala a considerar es la relacionada con el municipio de Écija, a partir de sus límites jurídicos actuales. A este nivel de aproximación, se contextualiza el olivar respecto al resto de actividades agropecuarias que conjuntamente han ordenado el territorio del municipio y se establece su relación histórica. La tercera escala se determina por el estudio de la implantación del olivar astigitano que, al menos desde el siglo XVI, aparece definida en dos zonas: Banda Morisca (zona noreste) y Valcargado (zona suroeste) (García-Dils *et al.* 2006: 82). La correspondencia de los patrones observados en las dos zonas posibilita delimitar el área de estudio a solo una para agilizar los procesos de análisis. Como cuarta escala se define la delimitación del área productiva vinculada a cada molino. A continuación, el entorno del molino es el espacio que define la quinta escala como hábitat vinculado a los modos de vida del olivar. Finalmente, la última y sexta escala abordada está relacionada con el propio molino, entendido como el objeto arquitectónico que define la unidad productiva oleícola. La particularidad de los sistemas constructivos con que se configuran las estructuras portantes y la envolvente (muros de carga de tapia verdugada, en su mayoría) condiciona la composición morfológica del volumen del edificio y afecta, en

II-53. Esquema de planteamiento metodológico. Relación entre nodos y herramientas digitales. Periodo cronológico: 1: Siglo XVIII. 2: Siglo XIX. 3: 1951-1958. 4: 1977. 5: 1984-85. 6: 2020. Elementos de estudio: U.P.: unidad productiva; EQ: equipamiento; S.A.: sistema de almacenamiento, captación y abastecimiento de agua; S.V.: sistema viario; T.C.: tipo de cultivo. E.T.: estructuración de la tierra (los autores).



II-53

mayor o menor medida, los procesos de deterioro y degradación del edificio, lo que hace relevante profundizar, en este nivel, hasta la caracterización completa de materiales y elementos constructivos que los constituyen (Figura II-53).

Con respecto al estudio de la evolución cronológica, se parte de la premisa de que, para la correcta definición y valoración de un bien patrimonial, es preciso abordar el espectro temporal en su máxima amplitud. En este sentido, para el análisis del proceso de implantación del olivar y de los molinos aceiteros se escogen como periodos históricos

Periodo		Definición	Fuente
SIGLO	AÑO		
XV/XVI	1465/1600	ORDENANZAS DEL CONCEJO DE ÉCIJA	G: GRÁFICA / E: ESCRITA
XVI	1576	CONSTRUCCIÓN ALMAZARA	APNE* (G-E)
XVII	1601	CONSTRUCCIÓN ALMAZARA	AME** (G-E)
XVIII	1751	MAPAS	ASTIGIS*** (G)
XVIII	1751	CATASTRO ENSENADA	AME (E)
XVIII	1761	PLANO ALMAZARA	ARTÍCULO (G)
XVIII	1773	DICCIONARIO MADOZ	MADOZ (E)
XVIII	1787	DICCIONARIO GEOGRÁFICO	LÓPEZ (E)
XIX	1819	LISTADO DE BIENES	AME (E)
XIX	1851	LA CIUDAD DE ÉCIJA	AME (E)
XIX	1852	PLANO TOPOGRÁFICO	AME (G)
XIX	1865	ANUARIO ECIJANO	AME (E)
XIX	1873	MINUTAS CARTOGRÁFICAS	IGN**** (G)
XIX	1889	PLANO ALMAZARA	ARTÍCULO (G)
XIX	1899	MAPA DE MASA DE CULTIVO	AYTO. ÉCIJA (G)
XX	1902-18	MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN)	IGN (G)
XX	1917-34	MTN 2º EDICIÓN	IGN (G)
XX	1940-44	DEUTSCHE HEERESKARTE	REDIAM*****
XX	1943-44	MAPA DE LA U.S. ARMY	UNI. TEXAS (G)
XX	1945-46	VUELO US ARMY. SERIE A	IGN (G)
XX	1948	AVANCE PARCELARIO	IECA (G)
XX	1950-56	MUCVA*****	REDIAM (G)
XX	1951-58	CATASTRO TOPOGRÁFICO PARCELARIO	AYTO. ÉCIJA (G)
XX	1956-57	VUELO US ARMY. SERIE B	IGN (G)
XX	1969	MTN 3º EDICIÓN	IGN (G)
XX	1977	VUELO INTERMINISTERIAL Y MUCVA	REDIAM (G)
XX	1984-85	VUELO FOTOGRAMÉTRICO Y MUCVA	REDIAM (G)
XX	1998-99	VUELO OLISTAT Y MUCVA	REDIAM (G)
XXI	2020	VUELO DE MÁXIMA ACTUALIDAD	REDIAM (G)
XXI	2020	CATASTRO PARCELARIO	SEDE CATASTRO

*APNE: Archivo de Protocolos Notariales de Écija. **AME: Archivo Municipal de Écija. *** ASTIGIS: Proyecto de Investigación del Dpto. de Historia Antigua de la Universidad de Sevilla sobre la evolución territorial de Écija a través de SIG. **** IGN: Instituto Geográfico Nacional. ***** REDIAM: Red de Información Ambiental de Andalucía. MUCVA: Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía.

(1) El documento que ha sido consultado es la traducción de las Ordenanzas del Concejo de Écija realizado por Marina Martín Ojeda (1990).

II-54

II-54. Tabla 1. Periodo cronológico de estudio del olivar (los autores).

II-55. Camino de acceso al molino de Eslava de Écija. En las inmediaciones de este se conserva un antiguo horno de pan como equipamiento vinculado a la actividad doméstica (los autores).

de estudio: la Edad Antigua, Edad Media, Edad Moderna y Edad Contemporánea. No obstante, cabe señalar que el periodo a partir del cual se estudia la transformación del olivar es el siglo XVIII, que es cuando se produce el auge olivarero en Écija como



II-55

consecuencia de la creciente demanda interior de aceite (Moreno 1986: 301) y, por lo tanto, de especial importancia en la acumulación de elementos estructurantes territoriales. En la Tabla 1 (Figura II-54), se especifican todos los períodos señalados marcando en color naranja aquellos que generan una salida gráfica o analítica de resultados para el SIG, en verde para el HBIM y en azul para ambas herramientas.

Por último, para la definición de los elementos de estudio se parte de la premisa de que es la actividad oleícola el principal elemento constitutivo del patrimonio agrario asociado al olivar (Castillo *et al.* 2013: 35). Por lo tanto, la actividad oleícola, considerada en su doble afección productiva-doméstica, da origen y articula el conjunto de elementos del olivar astigitano. En su conjunto, estos elementos no deben ser considerados de manera inconexa sino entenderlos de manera totalizadora, como muestra de su hibridismo, pluralidad y riqueza (Silva 2009: 313). Por todo ello, quedan definidos por la siguiente clasificación: el tipo de cultivo, en este caso el olivar en sus diversas variedades (TC); el sistema viario de comunicación y transporte (SV); el sistema de almacenamiento, captación y abastecimiento de agua y su relación con la red hídrica (SA); las infraestructuras y equipamientos vinculados al olivar (EQ); la estructuración y ordenación de la tierra, secularmente vinculada a la gran propiedad (ET); y las unidades productivas del olivar, los molinos aceiteros (UP) (Figuras II-53 y II-55).

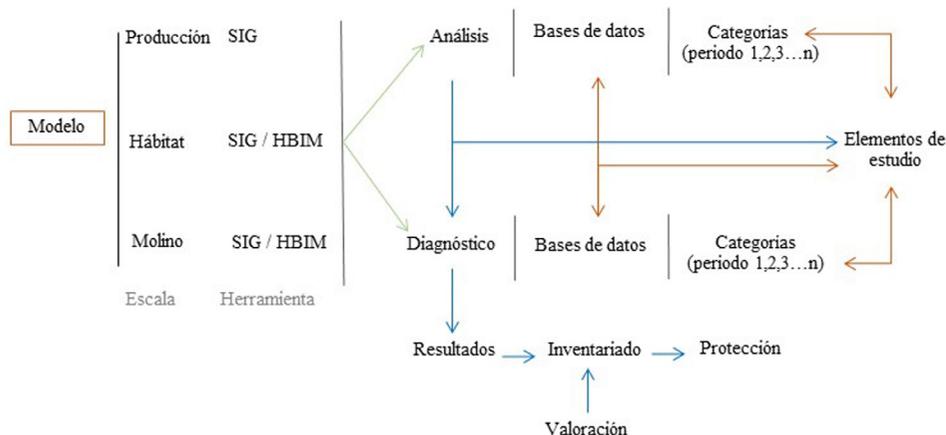
La complejidad del planteamiento metodológico expuesto anteriormente conlleva indiscutiblemente a acercamientos poliédricos. En primer lugar, la implantación del cultivo del olivo en Écija y su ordenación a partir de la actividad oleícola supone un necesario enfoque territorial y paisajístico. La trascendencia y repercusión de la imbricación de los factores culturales-naturales del olivar en los procesos de antropización del campo astigitano requiere del estudio histórico de sus aspectos económico-ideológico-sociales;

de las propiedades intrínsecas (físicas y químicas) de su agro; así como de las particularidades morfoestructurales derivadas del carácter funcional del olivar. A su vez, la aproximación a sus elementos constituyentes desde diferentes escalas multiplica las variables de dichos factores diversificando el planteamiento disciplinar hacia nuevas doctrinas. Por otro lado, la consideración de la actividad agraria disociada entre el ámbito productivo y el ámbito doméstico, incorpora nuevas variables transversales en el análisis. En relación a los procesos productivos será preciso añadir la perspectiva agronómica al enfoque disciplinar, mientras que desde el ámbito doméstico será preciso incorporar los asociados a la polarización económica y social del olivar astigitano. Cualquiera de los planteamientos disciplinares ha de estar respaldado, a su vez, por la toma de datos de campo, así como por la búsqueda archivística y bibliográfica de datos e información. Las herramientas digitales son las encargadas de generar y articular el cruce de resultados y la puesta en común de los datos seleccionados.

4.3. Modelos elegidos: elaboración y adaptación

La idoneidad de plantear modelos en el ámbito del patrimonio agrario del olivar se relaciona con las principales ventajas del modelado conceptual. Estas son: exploración, documentación, comunicación, diseño e interoperación (González-Pérez 2018: 12). A partir de estas se concretan cinco acciones coligadas al modelo planteado: explorar los nuevos planteamientos metodológicos y el nuevo horizonte de conocimiento del olivar y de sus elementos; documentar para incluir o excluir los datos recabados que determinen qué elementos son o no relevantes para la futura protección del olivar; comunicar cómo se realiza la traslación de la información dinámica obtenida; diseñar para reconducir la información a través de las herramientas digitales; e interoperar como acción fundamentada en el lenguaje y en la estructuración efectiva de datos comunes entre los diferentes campos disciplinares como medida para activar la respuesta de los agentes que deben intervenir. Para lograr todo ello tiene especial relevancia la sistematización del modelo (Figura II-56).

Este carácter sistémico se divide en dos fases: el análisis y el diagnóstico (Jiménez y Moreno 2006: 106). Para ambas fases se trabaja con bases de datos vinculadas a una componente temática o alfanumérica y a una componente espacial del elemento de estudio. La categorización de ambas a partir de la cronología es la que permite la instrumentalización del modelo. Estas categorizaciones quedan definidas a partir de los periodos especificados en la Tabla 1 (Figura II-54). El resultado del diagnóstico define las variables de la implantación y transformación del olivar. Su discriminación articula las fichas de



II-56

inventariado previstas que, tras su adecuada valoración patrimonial y la correspondiente identificación de sus bienes asociados, permitiría establecer la conveniente protección.

Para la formalización del modelo de estudio se considera el ámbito delimitado por la escala de producción del molino para el caso de los SIG y el del hábitat para el HBIM¹ (Figura II-52 y II-55). Esta delimitación permite estudiar cada uno de los modelos de manera individualizada, independientemente de la herramienta utilizada, siendo imprescindible la multiplicación y conjunción de todos los modelos para la consideración totalizadora del olivar astigitano. En esta dirección, los resultados obtenidos mediante la herramienta HBIM permitirán siempre nutrir el análisis realizado mediante SIG. Esta relación no tiene por qué ser bidireccional ya que, por la propia naturaleza de ciertos atributos de carácter más territorial podrán asignarse exclusivamente al modelo SIG. A continuación, se especifica y ejemplifica la adaptación del modelo a cada una de las herramientas digitales propuestas: SIG y HBIM.

4.4. Aplicación del SIG en el análisis y gestión de los datos

La herramienta utilizada para la presente investigación ha sido el programa informático *ArcGIS 10.3*, bajo licencia de la Universidad de Sevilla. La arquitectura del programa permite trabajar mediante niveles jerarquizados. Bajo esta premisa, se organizan varias capas conforme a los diferentes periodos cronológicos estudiados: 1751, 1819, 1852, 1873, 1951-1958, 1977, 1984-85, 1998-99, y 2020 que se reflejan en la Tabla 2 (Figura II-57).

1. Si bien la fotogrametría permite trabajar con el modelo planteado, en esta investigación es utilizada como soporte del HBIM, por lo que dado su carácter de apoyo no se desarrolla en el presente texto.

Año	Definición	Escala	Elementos
1751	MAPAS ASTIGIS	ARCHIVO SHAPE	UP-TC
1819	LISTADO DE BIENES	ARCHIVO	UP-TC-ET
1852	PLANO TOPOGRÁFICO	1:50000	TC-SV
1873	MINUTAS CARTOGRÁFICAS	1:25000	UP-TC-SV
1902-18	MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN) 1º E.	1:25000	UP-TC-SV
1940-44	DEUTSCHE HEERESKARTE	1:50000	UP-TC-SV
1945-46	VUELO US ARMY. SERIE A	1:43000	UP-TC-SV-EQ
1951-58	CATASTRO TOPOGRÁFICO PARCELARIO	1:5000	UP-SV-ET-SA-EQ
1956-57	VUELO US ARMY. SERIE B	1:32000	UP-TC-SV-EQ
1977	VUELO INTERMINISTERIAL Y MUCVA	1:18000	UP-TC-SV-EQ
1984-85	VUELO FOTOGRAFÉTRICO Y MUCVA	1:30000	UP-TC-SV-EQ
1998-99	VUELO OLISTAT Y MUCVA	1:40000	UP-TC-SV-EQ
2020	VUELO DE MÁXIMA ACTUALIDAD	REDIAM (G)	UP-TC-SV-EQ
2020	CATASTRO PARCELARIO	ARCHIVO SHAPE	UP-SV-ET-SA-EQ

Elementos de estudio: U.P.: unidad productiva; EQ: equipamiento; S.A.: sistema de agua; S.V.: sistema viario; T.C.: tipo de cultivo. E.T.: estructuración de la tierra. Fuente: Los autores.

II-57

Los datos del periodo de 1751 se corresponden con un mapa de la superficie de olivar como shape (archivo vectorial) resultado de la interpretación realizada del Catastro de Ensenada desarrollado por el Proyecto ASTIGIS, facilitado por la Oficina Municipal de Arqueología del Ayuntamiento de Écija. El periodo de 1819 se relaciona con un documento escrito que contiene información de la propiedad de cada molino, lo que permite aproximar mapas de superficies de olivar, así como comprobar la implantación de los molinos a partir de la vectorización de estos datos. El mapa de 1852 se ha tenido que escanear y georeferenciar mientras que el Catastro Topográfico Parcelario ha sido georeferenciado por el Ayuntamiento de Écija y facilitado como archivo raster. Para el resto de cartografías y ortofotografías se trabaja con conexión WMS (Web Map Service) a través del IGN y de REDIAM. A continuación, en la Tabla 2 (Figura II-57) se especifica la base cartográfica utilizada, la escala y el elemento que se estudia en cada una de ellas:

Además de las bases gráficas, dentro de cada capa se incorporan los diferentes elementos de estudio. Cada uno de ellos se corresponde con un tipo de vector geométrico del tipo polígono, polilínea o punto (Moya y Atanasio 2020: 77). En la tabla 3 (Figura II-58) se muestra esta relación para las diferentes escalas establecidas. Posteriormente, como cada elemento de estudio contiene una base de datos, para su elaboración se

II-57. Tabla 2. Base gráfica relacionada con los elementos de estudio del olivar de Écija (los autores).

II-58. Tabla 3. Representación vectorial de los elementos de análisis (los autores).

Escala	Elementos					
	TC	SV	SA	ET	UP	EQ
Municipal	PG	PL	PG/ PL/PT	PG	PT	PT
Valcargado / Banda Morisca	PG	PL	PG/ PL/PT	PG	PT	PT
Producción	PG	PL	PG/ PL/PT	PG	PT	PT
Hábitat / entorno del molino	PG	PL	PG/ PL/PT	PG	PG	PG
Molino			PG/ PL/PT		PG	PG

PG: Polígono; PL: Polilínea; PT: Punto. Fuente: (Moya & Atanasio, 2020, p. 77).

II-58

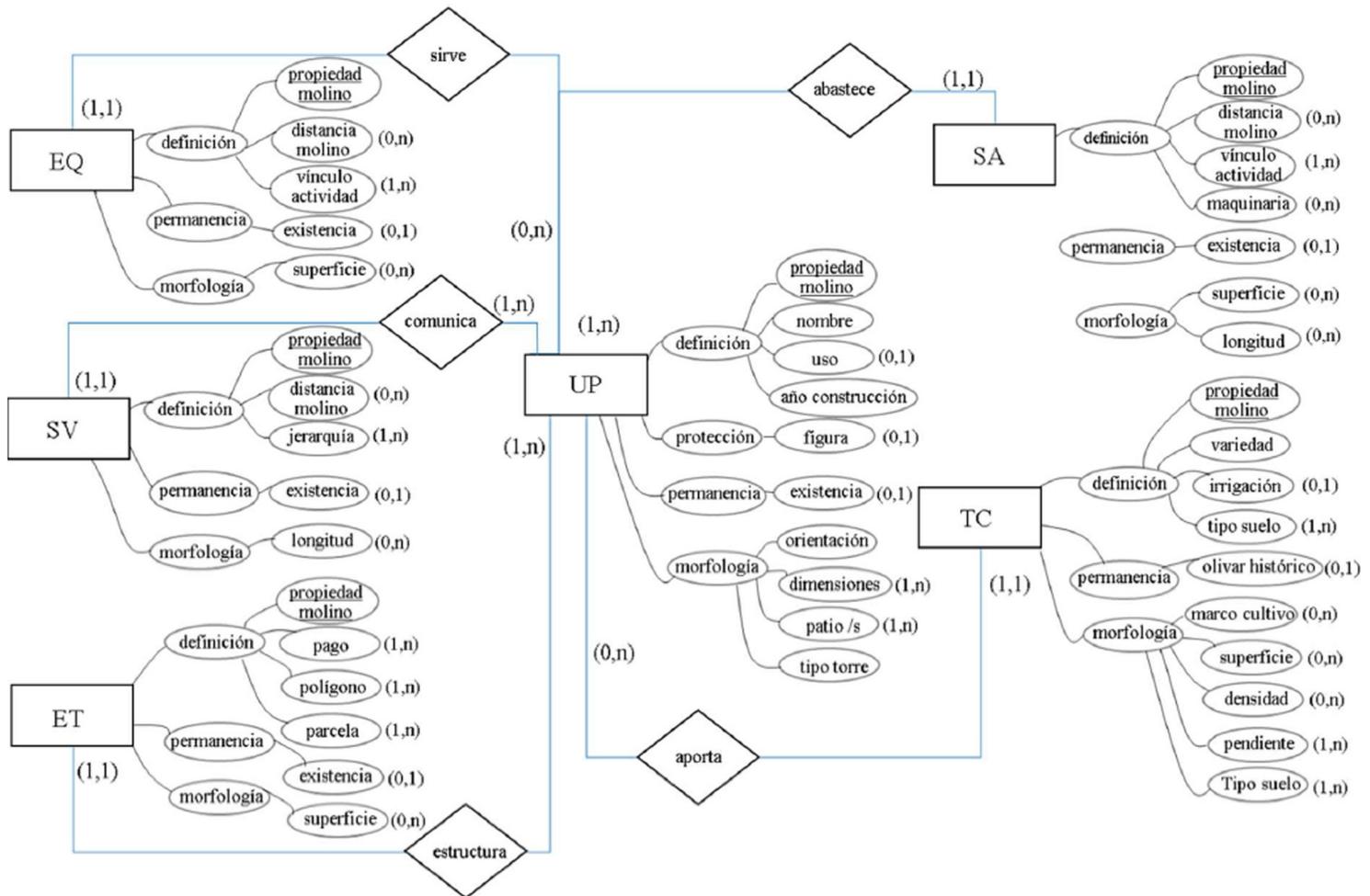
articulan y definen las fases de diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico (Olaya 2012: 216).

Conceptualmente se plantea un diagrama entidad-relación (E-R) en el que se muestran los atributos de cada entidad agrupados en familias o atributos compuestos: definición, donde se incluyen aquellos que sirven para conocer el elemento de estudio; protección, que indica la figura de protección del molino según el PGOU; permanencia, que especifica la pervivencia del elemento o, en el caso de que no exista, el año en el que desapareció; y morfología², donde se incorporan datos relacionados con los aspectos formales y compositivos del elemento. Se apunta también la cardinalidad de los atributos y el tipo de relación entre entidades (Figura II-59).

Cada entidad consta de una base de datos. Para el modelo SIG, la base de datos considerada es de tipo relacional, es decir, está organizada en tablas bidimensionales donde las filas son los registros y las columnas los atributos. Los atributos pueden tener un dominio numérico o alfanumérico y lo conformarán datos externos o bien resultados del análisis realizado. Dado que cada entidad se repite para cada categoría (en este caso designada como periodo), no existe ninguna familia con atributos temporales a excepción de los vinculados a hechos producidos con anterioridad al periodo de la capa que corresponde, como podría ser el año de construcción del molino o el de la desaparición del olivar histórico. El tipo de relaciones entre entidades es de uno a muchos (1: n). Esto permite vincular las diferentes tablas de las entidades a través de la clave primaria, definida mediante el atributo *propiedad molino*, común a todas las entidades ya que cada uno de los modelos contiene un solo molino.

Una vez definidas las bases de datos que nutren a los archivos vectoriales se especifican los tipos de acciones que se realizan sobre estas, mediante la herramienta *ArcGIS 10.3*. En primer lugar, se tiene la representación gráfica de los diferentes elementos de estudio,

2. En el caso de los molinos se incorporan en la tabla solamente los aspectos morfológicos generales. Una descripción más detallada de los atributos del molino se realiza en el apartado correspondiente al modelo HBIM.

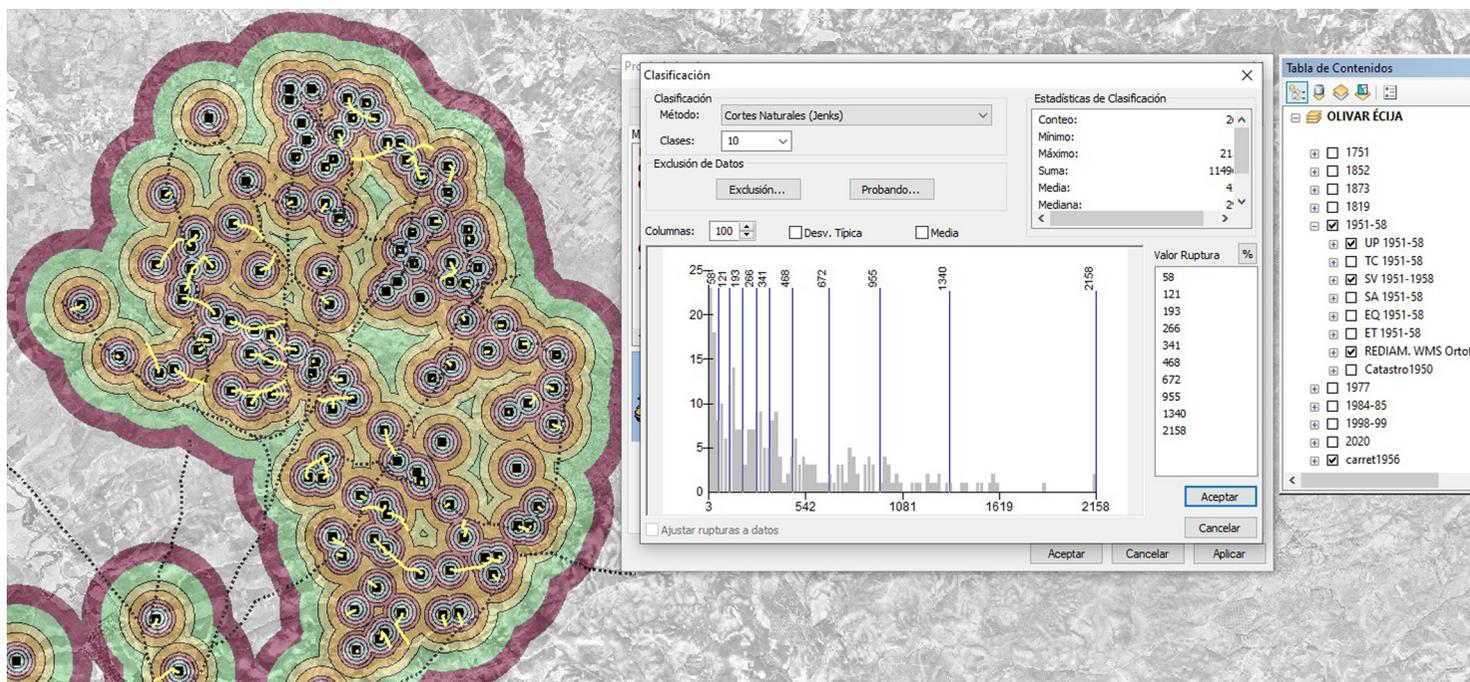


II-59

II-59. Esquema conceptual de la base de datos (los autores).

II-60. Análisis espacial de la zona de Banda Morisca de Écija. Gráficas que reflejan la relación de distancias entre molinos y distancia máxima desde cada molino a una vía de comunicación principal (amarillo) que, en general, resulta ser inferior a 500 m (los autores).

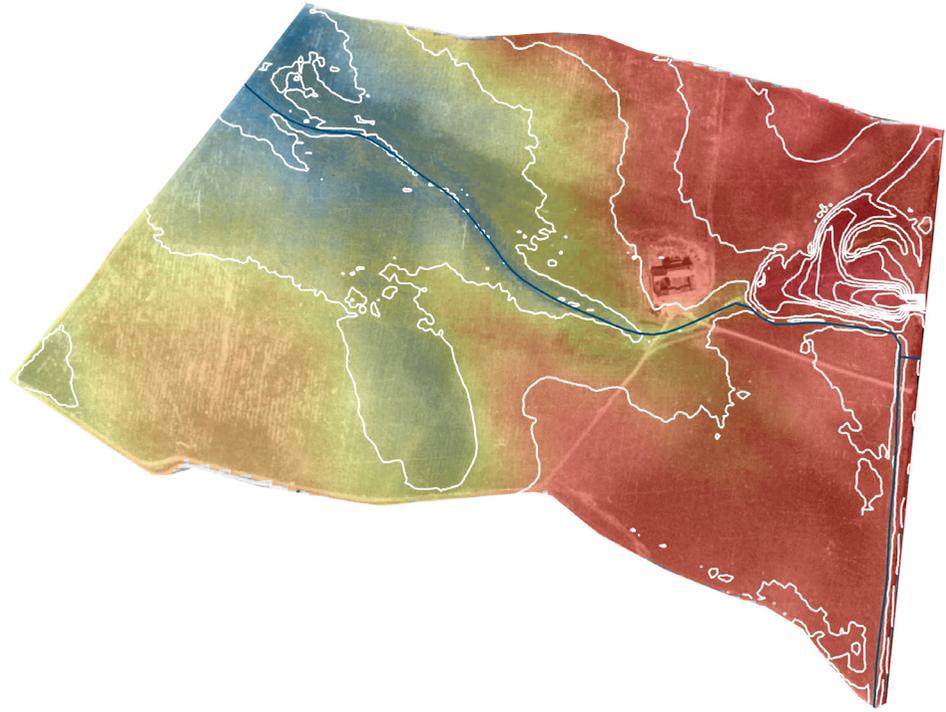
para lo que es necesario vectorizarlos a partir de las bases gráficas geo-referenciadas. Al establecer varios periodos cronológicos, para cada uno de ellos es necesario crear un *shape* (Figura II-60), donde se pueden realizar consultas bien en relación a su componente temática o a su componente espacial. En segundo lugar, para el estudio de la transformación del olivar se emplean los métodos comparativos y de superposición de los *shapes* generados previamente.



II-60

Las operaciones realizadas sobre las diferentes bases de datos utilizan un lenguaje de consulta estructurado, designado como SQL (*Structured Query Language*), que también es válido para las operaciones de diagnóstico. Por último, las consultas espaciales, realizadas a partir de herramientas de geoprocésamiento y de análisis espacial, se emplean fundamentalmente para el estudio y análisis de la implantación de los elementos constituyentes del olivar (Figura II-58).

El resultado de cualquiera de las acciones expuestas da lugar a mapas temáticos, a gráficos o a bases de datos. De igual forma, la creación de archivos digitales posibilita compartir fácilmente la información generada y nutrir a IDEs, lo que permitiría incorporar fácilmente los datos a visores relacionados con el olivar. En este sentido se podría incorporar los datos obtenidos dentro de un visor puramente instrumental como SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrarias), así como en la Guía Digital de Patrimonio de la Junta de Andalucía entre otros. En las figuras (Figuras II-60 y II-61) se ejemplifican uno de los análisis realizados bajo estas premisas dentro del trabajo de investigación.



II-61

II-61. Emplazamiento del molino de Charcón relacionado con el relieve topográfico, las vías de comunicación y la red hídrica. Se aprecia cómo el molino se sitúa junto al cauce de un arroyo, en una zona elevada y próxima a una de las vías principales (los autores).

II-62. Nube de puntos del molino de Charcón de Écija (Jorge Moya Muñoz y Eduardo Acosta Almeda).

4.5. Propuesta de modelo HBIM

La aplicación del modelo dentro del ámbito del hábitat del molino, supone una aproximación al edificio entendido como la unidad productiva del olivar y a su entorno como espacio indisociable donde aparecen equipamientos e instalaciones de servicio al molino. Esta aproximación se plantea desde una doble perspectiva relacionada con la actividad agraria: la actividad estrictamente productiva y la derivada de la vida doméstica que definen sus modos de vida. La posibilidad de aplicar la tecnología HBIM en el modelo propuesto define, en sí misma, un método que permite representar la realidad de este hábitat vinculado al olivar. En consecuencia, debe crearse un modelo que simule y tenga capacidad de diferenciar esta doble perspectiva funcional: el molino como objeto arquitectónico y todos los elementos que lo complementan (equipamientos auxiliares, infraestructura hidráulica, viarios, etc.).

Al crear un modelo geométrico 3D en BIM, se necesita gestionar una información completa, integrada y accesible que permita otorgar identidad a cada uno de los datos,

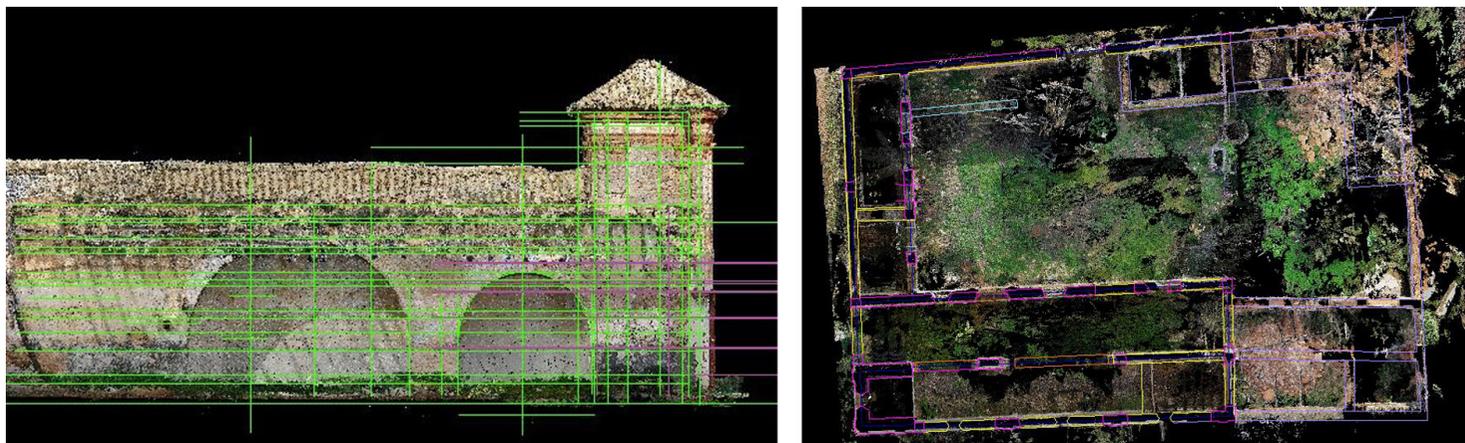


II-62

con el objeto de generar un repositorio que aplique una metodología adaptable a las variedades y peculiaridades del modelo (Merchán *et al.*, 2018: 1077). Como premisa inicial, este modelo, asociado a un conjunto de bienes patrimoniales, se construye a partir de su naturaleza evolutiva, donde han de considerarse sus aspectos materiales y tecnológicos referidos a sus sistemas constructivos, y a su estado de conservación y patología (Smart 2014). El proceso de modelado se inicia a partir del levantamiento fotogramétrico del molino y de su entorno donde se definen los límites respecto a su nivel de detalle y de precisión (Figura II-62).

Para el desarrollo de este proceso se utiliza un equipo doble formado por una cámara integrada en un dron y una cámara fotográfica réflex de mano. El resultado de la restitución de las fotografías tomadas mediante el programa informático *Agisoft PhotoScan* es una nube de puntos que supone la base gráfica con la que se levanta el HBIM. Una vez obtenida esta nube de puntos, se crean una serie de proyecciones bidimensionales (plantas, alzados y secciones) mediante *Autocad 2020*, a partir de las cuales se construye el modelo HBIM en el programa *REVIT 2021* (Figura II-63).

Al modelo se le asignan una serie de atributos que forman parte de una biblioteca de elementos actualizables, agrupados en un conjunto de familias de datos en función de su naturaleza y contexto: funcionales, urbanísticos, administrativos, patrimoniales, según los agentes que intervienen, el marco normativo vigente, la relación con el medio, aspectos morfológicos (tipológico-constructivos) y el estado de conservación (Figura II-64). Se trata, por tanto, en un primer nivel de desarrollo, de designar las atribuciones sobre la totalidad del modelo en un nivel de precisión LOD 100, levantado mediante un conjunto de volúmenes conceptuales. Estos atributos pueden ser compartidos y trasladables al modelo desarrollado mediante SIG. Este formato abierto



II-63

II-63. Sección y planta del modelo obtenidas de la nube de puntos mediante Autodesk Autocad 2020® (los autores).

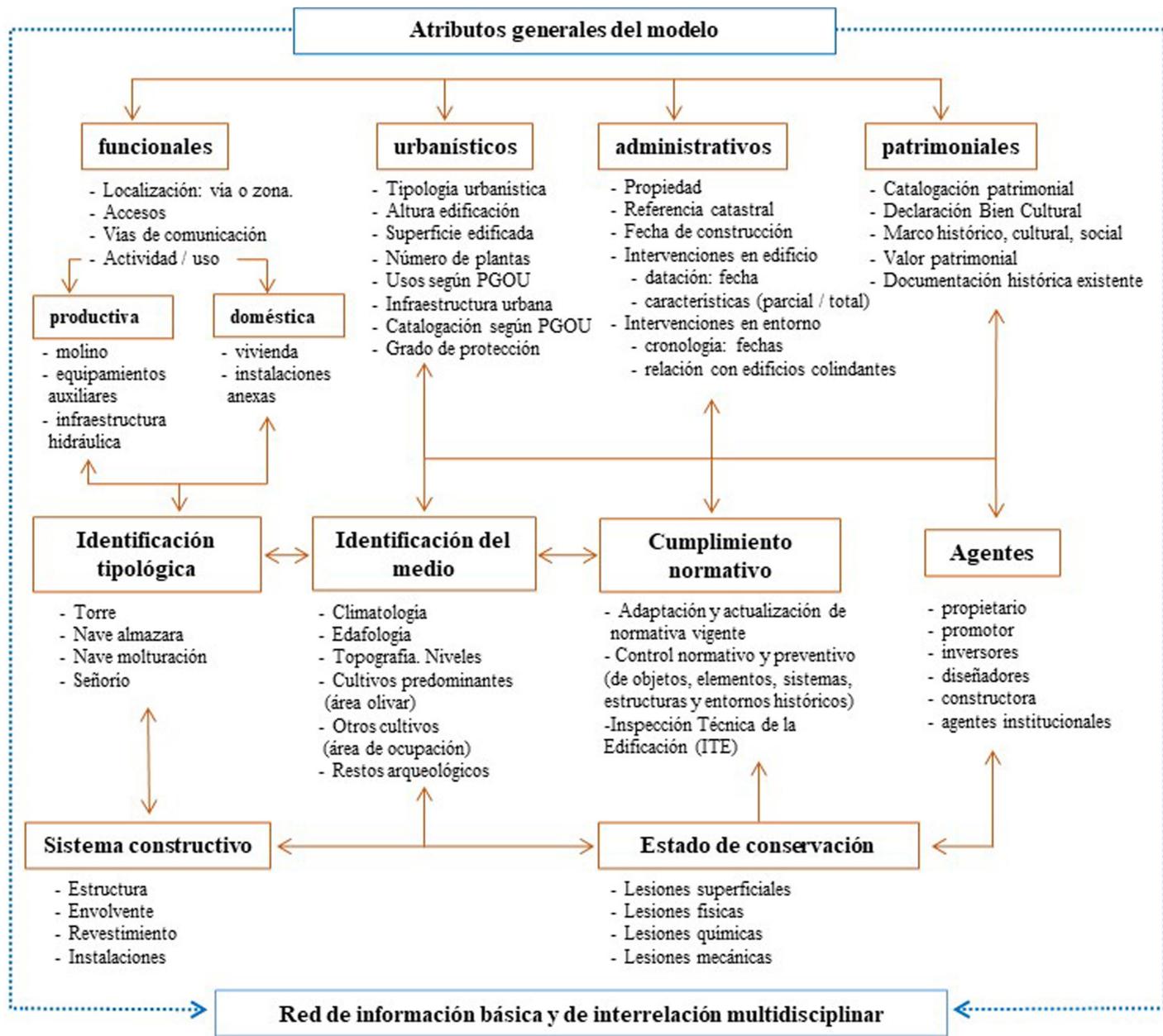
II-64. Esquema de familias y atributos generales del modelo HBIM (los autores).

y específico de datos en el que se centra la información que concentran las diferentes familias, permite filtrar, agrupar y ordenar la información contenida.

El desarrollo del modelo a niveles de definición más avanzados (hasta LOD 500) completa el nivel de descripción y de información de cada uno de los atributos que se pueden asignar, en este caso ya referente a los diferentes objetos parametrizables. La morfología del modelo HBIM está determinada por varios factores: por su carácter funcional relacionado con la actividad oleícola; por el uso de determinados materiales de construcción como respuesta a la adaptación al medio en el que se encuentra y por las soluciones constructivas vinculadas a los propios materiales y al marco histórico-cultural en el que se inscribe.

En este sentido, consideramos que, desde un punto de vista intervencionista, son cada vez más los estudios dedicados a gestionar modelos de información para su aplicación en bienes patrimoniales, pero, operativamente, aún existe poco avance en la aplicación de metodologías válidas para los diferentes sistemas constructivos y, sobre todo, los empleados en la arquitectura vernácula. Esta perspectiva es la que fundamenta el nivel de desarrollo del modelo HBIM, asociado con la completa definición de los sistemas constructivos y de su estado de conservación.

Para la sistematización del trabajo es necesario profundizar en ciertos atributos expuestos anteriormente. A modo de protocolo, se plantea una propuesta de familias y subfamilias de elementos relacionadas con los sistemas constructivos específicos de estos edificios a los que se les incorporan variables que permiten concretar y delimitar





II-65

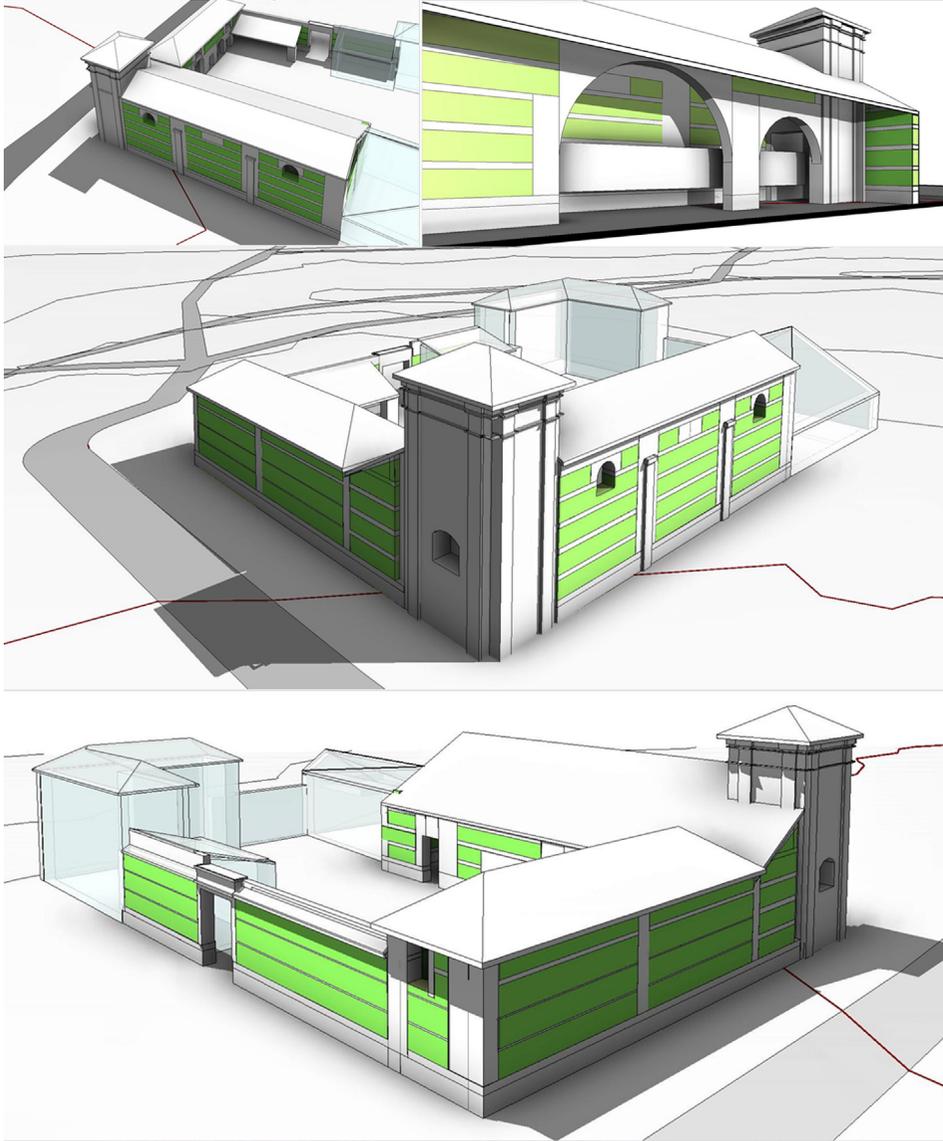
II-65. Vista del estado de conservación del molino de Matacorona de Écija, donde se identifica claramente la tipología de muros portantes de tapia con verdugadas de ladrillo y tapia encadenada en la torre de contrapeso; la cubierta inclinada (faldón conformado por rollizos de madera y cubierto con tejas cerámicas tipo árabes), disposición de huecos, dinteles, jambas, zócalos, etc. (los autores). Asociado a la actividad doméstica y de ocio, que se encuentra en general derribada. En verde se identifican los hilos de tapia (los autores).

II-66. Conjunto de vistas del modelo HBIM correspondiente al molino Charcón en su estado actual. En color azul transparente se representa la zona del molino correspondiente al señorío, asociado a la actividad doméstica y de ocio, que se encuentra en general derribada. En verde se identifican los hilos de tapia (los autores).

las particularidades del caso de estudio. Por ejemplo, en los molinos de aceite de Écija, es común que las estructuras tanto de los forjados como de las cubiertas estén compuestas por vigas de madera. En el caso de las cubiertas, pueden ser inclinadas de uno o dos faldones con cobertura de tejas cerámicas. Por lo tanto, la subfamilia “cubierta” (que pertenece a la familia “envolvente”) estaría definida por cada uno de los elementos que la conforman (estribos, pares, tirantes, hileras, codales, nudillos, tipo de cubrición, etc.). Además, se podrían incorporar aspectos específicos relacionados con las características y propiedades de los materiales: tipo de madera (casi exclusivamente: pino, acebuche o eucalipto), tipo de protección; con la morfología y capacidad estructural considerando si se han utilizado piezas de rollizos o secciones aserradas, con las dimensiones de las secciones de las piezas; con la propia configuración constructiva de los faldones (a la molinera, par e hilera, par y nudillo, de pabellón), etc.

En la consideración de los muros portantes del molino, que pertenecen a la familia del sistema estructural, la organización esquemática debe seguir las mismas pautas. En este caso, la mayor parte de los molinos de aceite presentan muros de tapia, es decir, muros monolíticos de tierra apisonada (Figura II-65).

Este sistema constructivo tiene escasa definición en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y apenas se describe en el Catálogo de Elementos Constructivos (CEC),



II-66

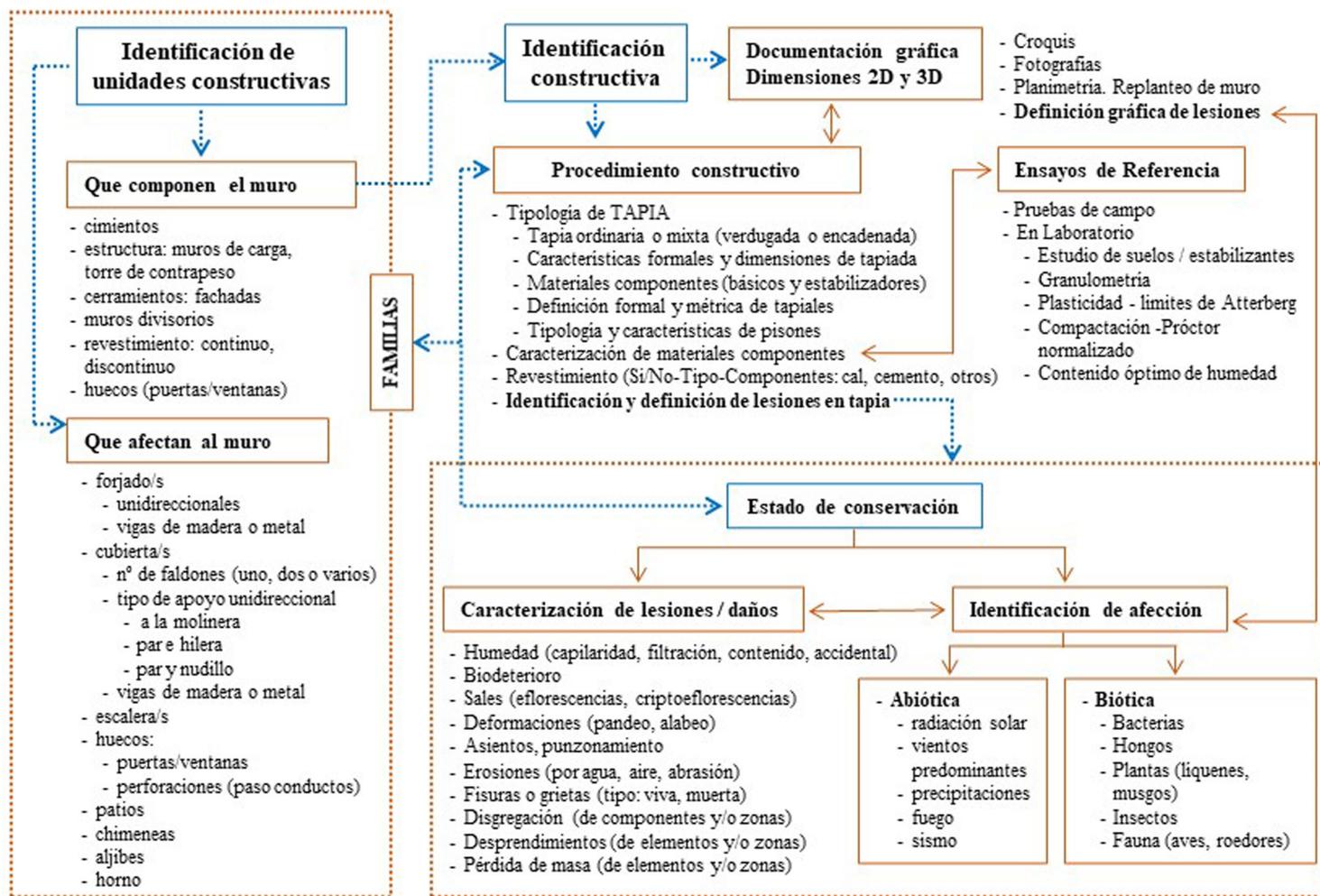
con la particularidad, de que España no cuenta con una normativa con prescripciones para muros de tapia, pese al extenso patrimonio construido que posee en base a este tipo de sistema constructivo. En concreto, los muros de tapia de la provincia de Sevilla, clasificados desde el año 2008 en el estudio de Graciani y Tabales: *El tapial en el área sevillana. Avance cronotipológico estructural*, se pueden definir y caracterizar inclusive desde la cronología histórica a la que pertenecen. En el caso de los molinos de Écija, se distingue claramente la tipología de tapias mixtas, con verdugadas a modo de refuerzos o encadenados (de una, dos o tres hiladas) y pilastras de ladrillo cerámico, como se muestra en el resultado del modelo HBIM (Figura II-66).

Estas condiciones constructivas junto con la hipótesis de que la métrica de los muros de tapia tiene especial relevancia en la morfología hipotéticamente estandarizada de los molinos de aceite del municipio, es la que nos lleva a profundizar y definir la investigación en este sentido y reflejarlo en el modelo HBIM.

En la figura (Figura II-67) se detallan los datos básicos que definen la unidad constructiva correspondiente a la tapia en el modelo, donde se incorpora el listado de atributos específicos a tener en cuenta para dicha estructura muraria. Esta información específica relacionada con la arquitectura de tierra, debe generarse desde un lenguaje común aplicable al modelo HBIM, como el que se propone desde diversas investigaciones dirigidas al estudio de las construcciones de tapia en nuestro territorio, como queda reflejado en los trabajos de Graciani (2009), Canivell (Canivell 2011; Canivel *et al.* 2013, 2015) y González y Ponce (2006). De esta forma se vinculan e interrelacionan los diferentes elementos que componen un muro de tapia y los materiales utilizados.

Por otro lado, la gestión de la inspección técnica, frente a cualquier decisión a tomar en el proceso de la intervención del patrimonio inmueble, permite tratar previamente y controlar en el tiempo la información del estado de conservación, un adecuado seguimiento temporal y verificar, así mismo, el estado de deterioro o degradación de algún elemento, de una zona específica o del edificio completo. Resulta importante profundizar en la descripción de síntomas, lesiones y daños que se pueden identificar en los muros de tapias para que la información sea amplia y lo más completa posible en el modelo HBIM, en un nivel de desarrollo plenamente avanzado (LOD 500). Esto es relevante ya que, en el caso de presentar una situación de degradación, rotura y/o pérdida de masa, es condicionante el diseño y la definición de la propuesta de intervención, los materiales a utilizar, el tipo de tratamiento a aplicar, el orden y proceso de ejecución de obra, la calidad de mano de obra interviniente y los costes de todo lo que conlleva el proceso.

El desarrollo de la inspección del modelo HBIM debe integrar, por tanto, todo el proceso de análisis y la evaluación del estado de la edificación: reconocimiento,



II-67

caracterización de lesiones o daños existentes, mediciones de los mismos y la evaluación final del estado del objeto, pudiendo o no definir las recomendaciones para actuar sobre él. De esta forma, cada modelo o elemento estudiado (por ejemplo: hilos de tapias o una tapiada) contaría con su propia información técnica y se complementarían con las futuras acciones de intervención en ese mismo conjunto o elemento. Las variables específicas de cada caso pueden ser atributos también a tener en cuenta, tanto para actuaciones

de restauración o, en su caso, a escala de una rehabilitación integral. Esta base de datos podría aportar información sobre conjuntos territoriales o ser utilizada para gestionar actuaciones de mantenimiento del patrimonio de una zona determinada.

Por último, es preciso puntualizar que la condicionante relacionada con los periodos temporales que se asocian al marco cronológico del modelo, expuesto en el apartado metodológico, es una variable más en la elaboración del HBIM y será una información contenida en cada uno de los objetos parametrizables del mismo. Este aspecto es importante, en primer lugar, para poder definir el análisis estratigráfico arquitectónico del molino para el entendimiento de su proceso constructivo y, si fuera el caso, de su posible adaptación a molino; en segundo lugar, en esta escala de detalle, para la comprensión de la evolución vinculada con el hábitat de la repercusión de las dinámicas de transformación del campo ecijano; y por último, en el seguimiento temporal del estado patológico del molino y de las posibles tareas de mantenimiento y conservación a las que se vea sometido.

4.6. Conclusiones

La consideración de los molinos como elementos integrantes de un sistema estructurado a partir de la actividad oleícola permite profundizar en el conocimiento del olivar y de los procesos de antropización del municipio de Écija, por lo que identificar sus elementos constituyentes se hace imprescindible como paso previo a su valoración y protección como patrimonio agrario.

El uso de las herramientas digitales posibilita generar modelos capaces de sistematizar el estudio de la implantación y transformación diacrónica del olivar astigitano. Dada la particularidad del modelo, donde se trabaja en diferentes escalas espacio-temporales con múltiple información cruzada, es imprescindible generar una base de datos ordenada y un lenguaje común favoreciendo así la interdisciplinariedad efectiva entre agentes intervinientes, la actualización de la información y la transferencia de conocimiento. La capacidad de cada una de las herramientas facilita análisis complejos capaces de generar mapas temáticos, modelos editables compartidos, así como archivos digitales con capacidad de nutrir IDEs o bases de datos externas.

La tabla de contenidos del SIG, ordenada en cascada, facilita el análisis por superposición de shapes correspondientes a los periodos históricos seleccionados. Además, la versatilidad del programa *ArcGIS*, es capaz de realizar análisis espaciales y de geoprocésamiento que generan una información relevante sobre la implantación de los elementos del olivar de Écija. Estas acciones se completan con las consultas SQL, de

especial interés en la creación de hipótesis a partir de diferentes variables, tanto de su componente temática como espacial.

El modelado HBIM de un molino y su entorno a partir de la parametrización de sus elementos permite ejemplificar un modelo representativo del caso de estudio relacionado con el hábitat del olivar histórico ecijano. Esto es posible como consecuencia del carácter estandarizado de estas edificaciones productivas y de los modos de vida compartidos en torno a la actividad oleícola. A su vez, los resultados obtenidos podrían ser igualmente extrapolables a otro tipo de edificaciones sean o no de carácter agrario, al compartir elementos comunes como es el caso de los sistemas constructivos.

En el caso concreto de la parametrización de los sistemas constructivos definidos por los muros de tapia en el modelado HBIM, posibilita la recreación de los procesos constructivos de ejecución del molino, así como profundizar en aspectos relacionados con sus materiales y componentes. Ambas particularidades son nucleares en la profundización del conocimiento de este tipo de sistema constructivo en el marco territorial de Sevilla y su aplicación en edificaciones agrarias.

El registro de las lesiones y daños en el modelo HBIM supone un soporte eficaz para la conservación e intervención patrimonial de los molinos. La posibilidad de actualizar la información asociada a sus elementos constructivos y a su grado de deterioro ayuda a la priorización en los criterios de mantenimiento y consolidación de sus estructuras.