

APPLICATION OF GIS IN THE NATIONAL TOPOGRAPHICAL MAP FROM THE MID-20TH CENTURY: TERRITORIAL RELATIONSHIPS OF THE PRE-INDUSTRIAL OIL MILLS OF ÉCIJA (SEVILLE)

APLICACIÓN DE LOS SIG EN EL MAPA NACIONAL TOPOGRÁFICO PARCELARIO DE MITAD DE SIGLO XX: RELACIONES TERRITORIALES DE LOS MOLINOS ACEITEROS PREINDUSTRIALES DE ÉCIJA (SEVILLA)

Jorge Moya Muñoz 

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad de Sevilla, España.
jmmunoz@us.es

Abstract

The town of Écija in the province of Seville has been one of the foremost olive oil trading centres for centuries, a status that required the construction of a large number of oil mills. The continuity of olive production gave rise to a territorial organisation that lasted until a paradigm shift in rural areas in the mid-20th century. Recent research has addressed the relations between the mills and Écija's historical olive groves. However, the relations between the olive oil mills and all the other features of the town's agricultural fabric have yet to be examined. The aim of this article is to generate knowledge about the relations between the mills and the other agricultural infrastructures, which is essential to our understanding of the town's territorial configuration using GIS models. The National Topographical Map from the 1950s has provided the graphical basis for this study.

Keywords: digital models, historical cartography, agricultural heritage, traditional architecture.

Resumen

El pueblo sevillano de Écija ha sido uno de los máximos exponentes en la comercialización del aceite durante siglos, para lo que fue necesario edificar un gran número de molinos aceiteros. La continuada actividad oleícola dio como consecuencia una organización territorial que perduró hasta el cambio de paradigma del campo de mitad de siglo XX. Investigaciones recientes han abordado la relación entre los molinos y el olivar histórico astigitano. No obstante, queda por profundizar en la relación entre los molinos aceiteros y el resto de elementos existentes en el agro ecijano. El objetivo del presente artículo es el de generar conocimiento sobre la relación entre los molinos y el resto de la infraestructura agropecuaria, imprescindible para entender la configuración territorial íntegra del municipio a partir de los SIG. Para ello se ha utilizado como base gráfica el Mapa Nacional Topográfico Parcelario de los años 50 del siglo XX.

Palabras clave: modelos digitales, cartografía histórica, patrimonio agrario, arquitectura tradicional.

1. INTRODUCTION

Land occupation in Écija (Seville) (Fig. 1) has historically been shaped by two vital sectors: livestock breeding and agriculture. As a result of the importance of the oil trade in Roman times and the intense presence of olive groves since the Early Modern Period, the cultivation of olives has had an enormous impact on the territorial structure.

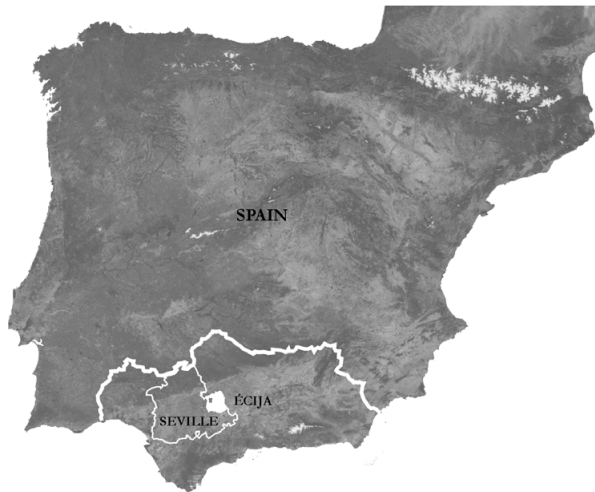


Fig. 1. Situation of Écija (Seville). Source: The author.

However, the downturn in oil production during the second half of the 20th century prompted the beginning of the territorial disintegration of Écija's historical olive groves and the gradual disappearance of many of their components. Some of those components have nevertheless survived to this day, most notably the oil mills with beam and weight presses that represent landmarks of the Sevillian countryside and bear testament to the heyday of local oil production (Fig. 2).

While the location of Écija's historical olive groves and oil mills had been described in approximate terms in several documentary sources, such as Roa (1629),¹ Ensenada (1751)² and De Mora (1852),³ the exact boundaries of the area were provided by Saez et al. (2001:23) and a detailed diachronic analysis of the olive groves and mills

¹ Andalusian Virtual Library. 94 (460.353 Écija). Roa, *Martín de. Ecija, sus santos, su antigüedad eclesiástica i seglar*. 1629.

² Écija Municipal Archive (AME). Ensenada Land Registry. Bundle 1123. *Marquis of Ensenada. Particular Responses*. 1751.

³ AME. Public Works and Urban Planning. Bundle 741. Benito de Mora. *Mapa topográfico del término jurisdiccional de la ciudad de Écija*, 1852.



Fig. 2. Charcón mill (Écija). Source: The author.

has recently been conducted, by Moya and Pinto (2022) and Moya (2022).⁴

To date, however, little attention has been paid to the territorial relationship between the oil mills and the elements pertaining to the municipality's other agricultural activities that naturally shared infrastructures with the olive groves.

2. LITERATURE REVIEW

This section presents a brief review of the literature on three key aspects of the study: the consideration of agricultural heritage as a unifying

⁴ Moya Muñoz, J. (2022). *Molinos aceiteros y olivar histórico de Écija (Sevilla): identificación y transformación diacrónica a través de los modelos digitales SIGH y HBIM*. (Unpublished doctoral thesis). Universidad de Sevilla, Seville <https://hdl.handle.net/11441/142686>.

and territorial factor; the use of GIS to facilitate a deeper understanding of that heritage; and the use of historical maps to identify structural territorial elements derived from agriculture.

One of the key components of agricultural heritage according to the Charter of Baeza (Castillo et al. 2013) is its territorial nature, thus preventing the recognition and protection of specific assets in isolation. Meanwhile, Silva (2009) points out the need for the holistic consideration of agricultural heritage as proof of its hybridism, plurality and rich diversity. These two premises lead by extension to a multi-scalar and interdisciplinary approach, as observed in the studies conducted by Bonastre (2019), Salmerón (2016), Sánchez (2018), Tejido (2009) and others.

GIS has long been used in connection with cultural heritage, the scope of which has been summarised by Ferreira et al. (2021). In terms of its specific application to agricultural heritage, numerous studies feature GIS as an instrumental tool. For example, Botía et al. (2017), Gentile et al. (2022), Marull et al. (2006), Molinero et al. (2015), Trapero Fernández (2016), Varga and Vila (2006), and Zuccarelli (2014) all demonstrate the potential of these digital models in relation to agricultural heritage.

Lastly, regarding the use of aerial maps and orthophotographs to identify structural elements associated with a specific territory or to examine its transformation through diachronic studies, Moya and Atanasio (2020) propose a list that spans the late 19th century to the present day. Cejudo and Pérez (2018), Lamela (2018), and Rivero and Ramos (2019) have conducted interesting studies in this area.

Prior knowledge of the scientific literature determined the methodology of this article and the scope of its aims.

3. AIMS AND METHODOLOGY

The study described in this article emerged as the continuation of an earlier investigation conducted within the framework of the R&D&I project *Sustainable comprehensive management of cultural heritage through Digital BIM and GIS models: Contribution to knowledge and social*

innovation.⁵ The general guidelines of the study are therefore the same as those of the project.

The aim of this article is to contribute to existing knowledge about the oil mills and construct a comprehensive view of the territorial organisation of Écija derived from its agricultural activities. To identify this geographical relationship, I analyse the National Land Parcel Topographic Map (NLPTM) from the mid-20th century using geographical information systems (GIS). This is therefore a synchronic study, insofar as the timeframe considered corresponds to a historical period that pre-dates the major transformations of the rural environment when the elements of the historical olive groves still existed.

The proposed methodology is based on a work flow divided into five phases associated with the GIS model: i) study and identification of the NLPTM elements; ii) vectorisation of these elements; iii) geoprocessing actions; iv) spatial analyses; and v) generation of themed maps.

Since the Écija oil mills are situated in two clearly identified parts of the municipality (north-east–south-west band) with similar dynamics in terms of their structural role and diachronic transformation, this study focuses on a specific area: Valcargado (south-west zone).

4. THE NATIONAL LAND PARCEL TOPOGRAPHIC MAP

4.1 POTENTIAL AS A GRAPHIC BASE

The NLPTM from the mid-20th century was drawn up by the Geographical and Cadastral Institute in response to the requirements set out in Royal Decree of 4 April 1925 on the creation of the Land Parcel Cadastre of Spain. This document replaced the previous studies undertaken for the Preliminary Land Parcel Registry contemplated in the Cadastre Act of 1906, undertaken in Écija in 1916 and 1948, as well as earlier literal studies.

Commonly known as the “Catastrón” (“Great Cadastre”), the NLPTM represents an extremely useful graphic base, from a triple perspective,

⁵ Project code HAR2016-78113-R. Lead researcher: Francisco Pinto Puerto. The author’s participation in this project was facilitated through a pre-doctoral grant under the auspices of the Architectural Graphic Representation Department of the University of Seville, financed by the Ministry of Innovation, Science and Universities and the European Social Fund. <https://grupo.us.es/tutsosmodhum/>.

for understanding the territorial placement of the oil mills and their relationship with Écija's agricultural fabric.

The first of these perspectives is related to the timeframe in which it was drawn up in Écija: between 1951 and 1958, just before the paradigm shift in the Andalusian rural environment. This means that the territorial organisation reflected in the document is inherited from centuries earlier.

Secondly, due to the fiscal nature of the document, the aim of which was to establish the municipality's agricultural wealth based on the properties located on rural land, and thanks to the scale adopted (1:5000 in Écija), the surveyors employed extreme precision and accuracy in drawing the elements associated with the different agricultural activities.

Lastly, the reliability of the document is related to the survey process itself which, as described by Berné et al. (2008), was undertaken using classical topography updated with photogrammetry.

4.2 GRAPHIC REPRESENTATION, STRUCTURE AND CONTENT

In relation to the graphic representation of the NLPTM, the first aspect to note is that the outlines in the document are monochrome. This contrasts sharply with the polychrome lines found in other maps from the same period, which also employ hatching to differentiate the crop masses (e.g. the Deutsche Heereskarte drawn up by the German army in 1940 and the US Army Map of 1944). This stylistic parsimony was undoubtedly determined by the purely fiscal purpose for which the NLPTM was drawn up.

In terms of organisation, the NLPTM is made up of an initial document known as the "Pañoleta" (Fig. 3). In the case of Écija, this is divided into three pages that in turn subdivide the municipality into 87 zones, serving as a reference document to subsequently locate these zones on the pages into which the NLPTM is divided at the detailed scale (Fig. 4).

Each of these detailed pages contains a specific number of zones depending on the geographical area they occupy. Identified numerically, the zones were subdivided into land parcels, with a separate number for each zone. In turn, each land parcel could be divided again into several sub-parcels. In such cases, the first sub-parcel was indicated

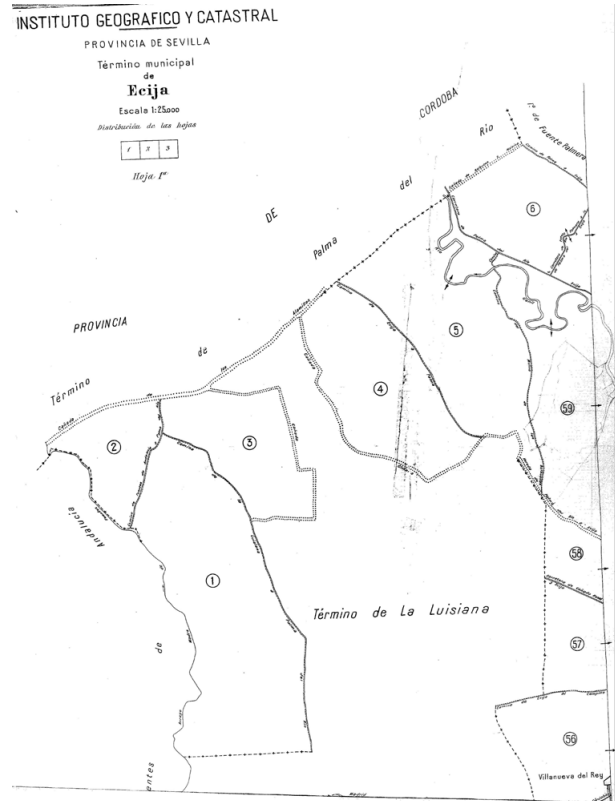


Fig. 3. Part 1 of the NLPTM "Pañoleta" corresponding to the north-west sector of Écija. The zones are indicated by continuous lines. (Source: IECA).

by the number of the land parcel followed by the letter "a", the second sub-parcel by the letter "b", and so on for all the remaining sub-parcels. Likewise, the assets identified in each land parcel were indicated by letters pertaining to the sub-parcels. To be able to ascertain whether a letter was associated with an asset or a sub-parcel belonging to one land parcel or another, the separations between sub-parcels within the same land parcel were indicated by broken lines (Fig. 5).

In addition to these numbers and letters, the map contained other codes indicating the group of properties to which the identified assets belonged. Thus, a double-headed arrow was inserted at the edge of a land parcel or sub-parcel to indicate the same property (Fig. 5). To extract specific information about the ownership of all the assets, it was necessary to consult a final document that completed the NLPTM: the Land Parcel Index.

This document provided legal (ownership) and physical information for each land parcel in the 87 zones. With regard to the physical characterisation, information on the use of each

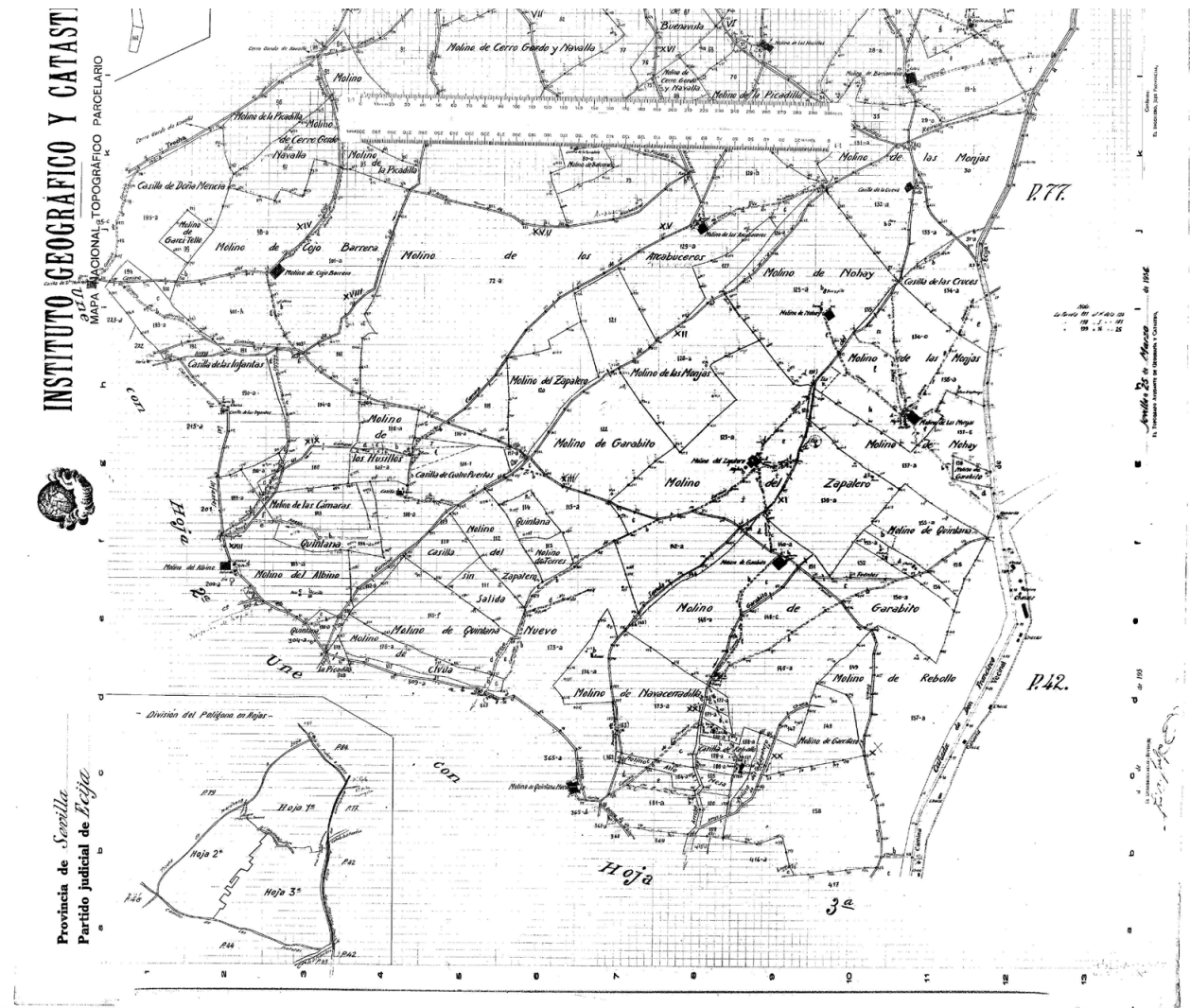


Fig. 4. Page 2 of Zone 78 of the jurisdiction of Écija belonging to the NLPTM. (Source: IECA).

parcel and sub-parcel was included, indicating the surface area occupied by each and the place where they were located. This geographical demarcation, which is also included in the graphic document, was associated with the production area of the original constructions, giving rise to the present-day place names.

All the assets located in each parcel or sub-parcel were also included (Fig. 6). These assets comprised *land uses*, according to the type of agricultural activity, and *constructions*, which included all the other assets: cisterns; *bejineros*;⁶ limestone quarries; houses; sheds; farms; shacks; threshing grounds; kilns; wine presses; oil mills; wells and troughs; ranches; inns; and animal pens.

⁶ Area where the *bejina* (liquid waste after pressing olives) was accumulated.



Fig. 5. Assets (letters) and sub-parcels (letters) included in Parcels 39 (purple) and 40 (blue) of Zone 76 of the Écija NLPTM. The double arrows (framed in red) indicate that Parcels 6 and 15 adjacent to Number 40 belonged to the same property, while the broken line (framed in green) indicates the separation of the sub-parcels by a service road belonging to Parcel 39. (Source: The author).

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL									
Número de la parcela	CARACTERIZACIÓN FÍSICA				CARACTERIZACIÓN JURÍDICA				OBSERVACIONES
	SUPERFICIE	PAGO O PARAJE	SISTEMA DE LAS MEDICIONES		APellidos y nombres de los poseedores				
Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.	Hl. x. m.
24		Cañada del Botinar	e	1 48 76					
			f	1 20					
			g	1 20					
			h	5 50					
			i	2 62 50					
			j	5 00					
			k	2 50					
			l	5 00					
25	1 57 50	id			Donáquez Silva José				
26	1 80 00	id			Alvarez Osuna Francisco				
27	3 05 00	id	a	3 04 55	Alvarez Osuna Francisco				

Fig. 6. Page from the Land Parcel Index corresponding to Zone 77 of the NLPTM for Écija. (Source: AME)⁷

5. THE GIS MODEL

The GIS model generated⁸ for the geographical area of Valcargado was organised into four folders: *Elements*; *Graphic bases*; *Development*; and *Actions*.

The *Elements* folder (Fig. 7) contains the vectorised elements obtained from the NLPTM (Figs. 8 and 9). These were grouped into sub-folders according to the file type: dot vector files⁹ for cadastral assets; lines for roads and transport routes; polylines for cadastral zones, parcels and sub-parcels, and the demarcation of the production area of each mill.

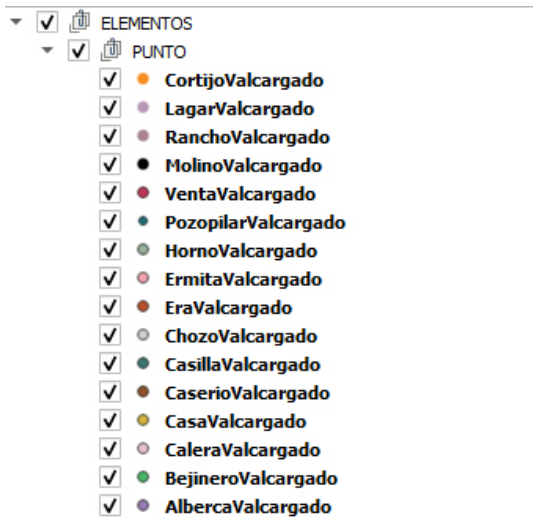


Fig. 7. Screen capture of the panel related to the dot-type *Elements* layer in the GIS model. (Source: The author).

⁷ Land Parcel Index of the National Land Parcel Topographic Map. Province of Seville. Jurisdiction of Écija. Municipality of Écija. Zones 1–87. Scale 1:5000. Geographical and Cadastral Institute. 1951–1958.
⁸ Model made with the open software program QGIS 3.34.8. The coordinate reference system used was ETRS89/UTM Zone 30N.
⁹ File containing the location of geographical elements and associated attributes.

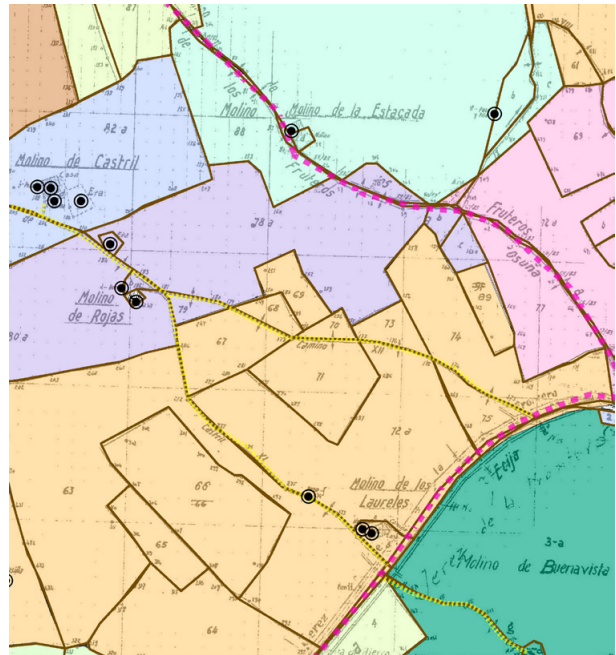


Fig. 8. Vectorisation of dot, line and polyline-type elements in the GIS model for the area surrounding several mills. (Source: The author).

Vectorised dot elements			
Description	No.	Description	No.
Cisterns	27	Threshing grounds	114
Bejineros	5	Chapels	1
Limestone quarries	26	Kilns	161
Houses	157	Wine presses	8
Hamlets	1	Oil mills	153
Sheds	166	Wells and troughs	335
Shacks	198	Ranches	2
Farms	26	Inns	8
Vectorised line elements			
Description	km	Description	km
Paths	380	Roads	460
Railway	40	Cattle routes	325
Vectorised polyline elements			
Description	No.	Description	No.
Cadastral zones	26	Cadastral parcels and sub-parcels	3733
Mills area	153	Settlements	28

Fig. 9. Vectorised elements in the GIS model. (Source: The author).

The *Graphic bases* folder for the vectorisation of the elements contains two raster files:¹⁰ the

¹⁰ Cell (or pixel) matrix organised in rows and columns (or a grid) in which each cell contains a value that represents information.

NLPTM, digitalised and geo-referenced; and the orthophotograph from the American Series B flight (1956–57) with a WMS link¹¹ as support for the NLPTM (Fig. 10).

The *Development* folder contains the vector and raster files generated by the process of work undertaken. They can either be used to carry out spatial analyses or represented directly as superimposed elements. The digital terrain model (DTM) 05¹² was downloaded as the raster file for the part of the municipality corresponding to Valcargado, and a DTM was generated from a LIDAR point cloud¹³ using the *Create Blast2dem* tools to select the points corresponding to the terrain. In both cases, the DTMs had to be cut to the boundaries of the zones studied using the *Extract raster by layer* tool.

This same operation had to be performed with the *Cut geo-processing* tool to demarcate Valcargado area (having first edited this geographical area) in the vector files corresponding to the following: the water supply network;¹⁴ the water supply branch network, generated with the *Spatial hydrology analysis* tool;¹⁵ the demarcation of the settlements,¹⁶ obtained from data furnished by Sáez et al. (2001:28); the Land Uses and Coverages Map (LUCM) for 1956;¹⁷ and the surface area of the olive groves based on the orthophotograph of the American Series B flight and the 1956 LUCM (Fig. 10).

The *Actions* folder¹⁸ contains all the spatial queries carried out in the model, which generated raster or vector files that provide information related to the object and scope of this study. Firstly, the following objects were obtained from the DTMs using *3D spatial analysis* tools: the contour lines;

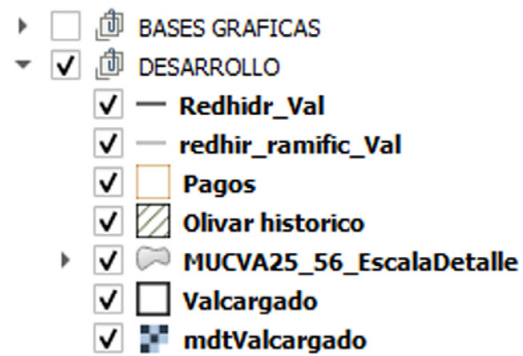


Fig. 10. Screen capture of the panel related to the *Graphic bases* and *Development* layers in the GIS model. (Source: The author).

the relief, shadow and gradient map; and a set of topographic profiles using the *Profile* tools. The *Spatial analysis* tool was also used to obtain the Euclidean distance with respect to the cattle routes and the main road network. Lastly, after generating physical boundaries with the *Zone of influence* tool, different elements in specific areas of study were identified.

A series of SQL (*structured query language*) queries were also carried out on the themed component of the vector files to calculate the geometry of the surface areas¹⁹ of the cadastral parcels and the distances of the interior paths to the main roads (Fig. 11).



Fig. 11. Screen capture of the panel related to the *Actions* layer in the GIS model. (Source: The author)

¹¹ Web Map Service. Link allowing access to the raster file hosted in a spatial data infrastructure (SDI), in this case the Andalusian Environmental Information Network (REDIAM).

¹² Digital terrain model 1st Coverage with mesh pitch of 5 m obtained from the download service of the National Geographical Institute of Spain (IGN).

¹³ 1st Coverage LIDAR file (2008–2015) with a density of 0.5 points/m² downloaded from the IGN.

¹⁴ Vector file obtained from the IGN.

¹⁵ This layer can be used to calculate the basin associated with the water supply network and to establish the relationship with the location of the production units.

¹⁶ Valcargado was sectorised into 28 settlements.

¹⁷ Download in Shape format from the REDIAM website.

¹⁸ The actions described in this article do not represent the complete set of actions. They would need to be extended and adapted to each situation. For a more complete analysis, see Moya (2022).

¹⁹ In this case, unlike the analyses on the spatial component, no new file was generated as the aim was to represent them by ranges. They were therefore not included in the Actions layer.

6. TERRITORIAL PLACEMENT OF THE MILLS IN THEIR AGRICULTURAL CONTEXT

This section describes a selection of the themed maps obtained directly from the GIS model, associated either with the direct graphic representation of the NLPTM elements or with the aforementioned queries and analyses.

The first elements identified independently through density maps were the three types of large production units (farms, wine presses and mills) (Fig. 12). These three construction types are conceived as major structural elements of the territory, as derived from the physical descriptions of the places included in the Land Parcel Index. The oil mills obviously have a distinctly larger presence since the area is mainly occupied by olive groves. The farms are located outside this cultivated area, in the uncultivated land on the edge of Valcargado. In relation to the wine presses, the possibility of alternating the crops in the aisles between the olive trees meant that these wine-producing units were located inside the olive-growing area.

These production units are contextualised in Fig. 13 along with the other vectorised elements. It is interesting to note that the land given over to cereal crops had fewer infrastructures than the land occupied by olive groves, possibly because they represented large dryland farming areas. However, the maps show concentrations of infrastructures near the cattle routes, such as houses, shacks, wells and troughs, used to provide shelter or supply water to herders and cattle (Fig. 14). Their location was also determined by the fact that cattle were not allowed to graze in or cross olive groves, as established in the old Écija By-laws transcribed by Martín (1990). Likewise, the inns were located next to the roads.

Interestingly, some infrastructures have an almost anecdotal presence in the NLPTM, even though their presence is documented. This suggests that they were integrated into the production units, which is unsurprising given the self-sufficient nature of many of these properties. Two cases in point are the *bejneros*, which must have been present at all the mills, and the oratories or chapels, which according to Martín and Carrasco (2005:103) were present at 55 mills, three wine presses and three farms in the municipality of Écija.

On the other hand, while certain elements do not appear to correspond to placements related to the production units, such as the quarries, others did have a close association with the constructions: e.g. threshing grounds and wells, present at wine presses as well as farms and mills. In other cases, infrastructures such as kilns are directly linked to the mills and sheds to the olive groves, which Madoz (1847)²⁰ differentiated from the mills based on the existence or not of the “artefact”.²¹

This is clearly shown in Fig. 15, where in mill zones of influence of 100, 250, 500, 750 and 1000 m the sheds were located outside the mill habitat but the kilns inside, in most cases close to the mill itself.

Likewise, the interior network of paths facilitated the efficient dispatch of the product, being relatively close to the main roads and transport routes, which were interconnected, in some cases since Roman times (Sáez et al. 2006:163). For example, the distance from the wine presses



Fig. 12. Heat (density) maps of the main production units in Valcargado in the mid-20th century. In black, mills; in orange, farms; in purple, wine presses. (Source: the author).

²⁰ Andalusian Virtual Library. *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar* (Vol. VII). P. Madoz and L. Sagasti. Madrid. 1847.

²¹ Referring to the existence of an oil press.

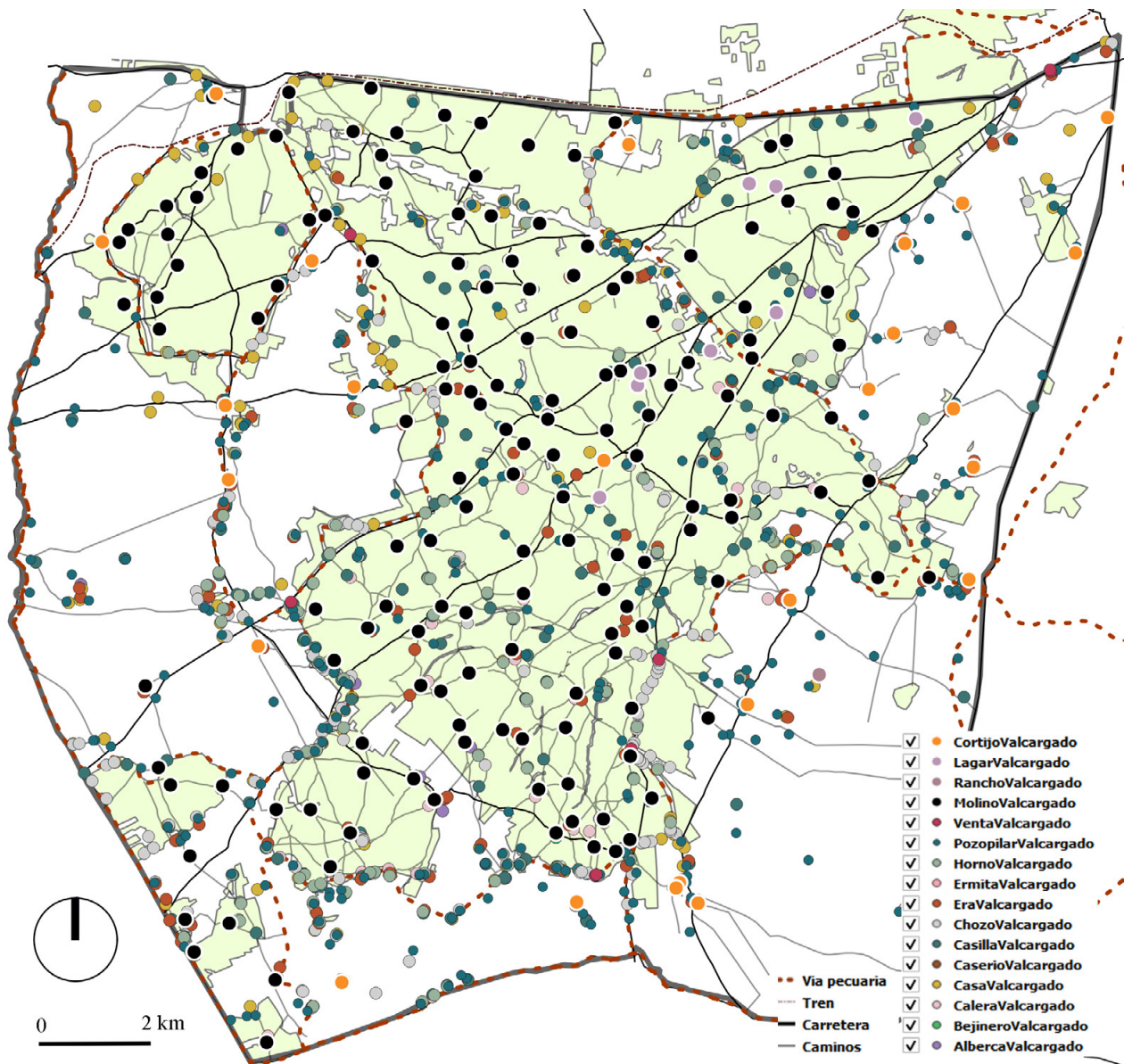


Fig. 13. Concentration of elements in Valcargado (in green, the historical olive groves) in the mid-20th century. (Source: The author).

to the roads was generally shorter (on average, 304 m) than the distance from the mills (on average, 344 m) and from the farms (on average, 427 m) (Fig. 16). However, only 11% of the wine presses were located less than 100 m from a main road, compared with 38% of the farms and 25% of the mills.

Having analysed these aspects, it is interesting to cross-reference them with the natural conditions of the physical environment, which acted as determining factors for the territorial organisation of Écija, and with the historical economic, political and social processes.

The following figure shows the location of the elements in the NLPTM with respect to the topography. The terrain of the Valcargado area is relatively even, although the olive groves are located in the areas at the highest altitude (Fig. 17). Likewise, the production units (farms, wine presses and mills) are generally located in the areas with a gentler gradient, which is also the case of the paths (Figs. 18, 19 and 20).

The water supply network is not a determining factor in the placement of the cultivated areas of Valcargado because these have traditionally been given over to dryland farming. However, it does determine the placement of the constructions

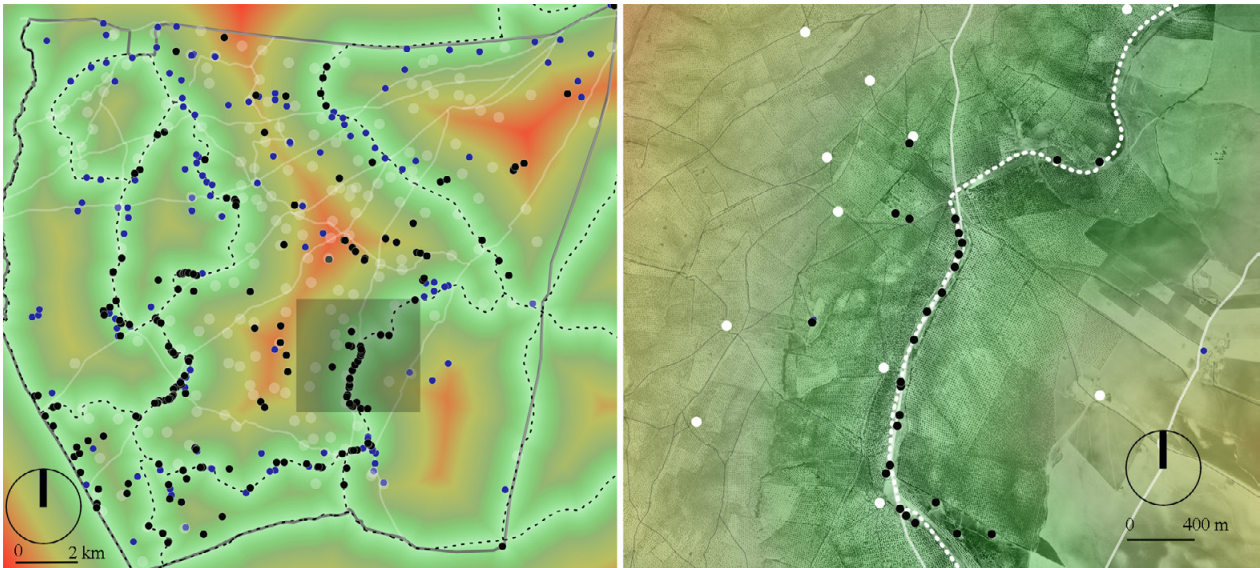


Fig. 14. Euclidean distance from the cattle routes (broken lines) in Valcargado in the mid-20th century. The shacks (black) and houses (blue) are concentrated near these routes, but not the production units (white). (Source: The author).

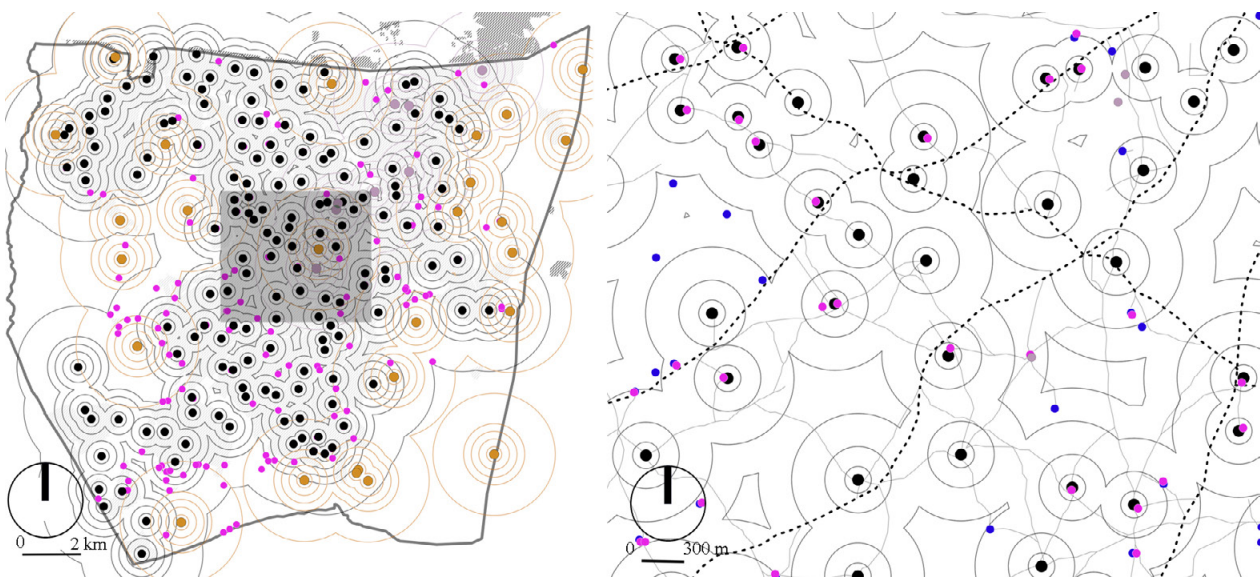


Fig. 15. Distance from the main production units to the kilns (pink) near the mills, with the sheds (blue) located further away from the oil presses Valcargado in the mid-20th century. (Source: The author).

since access to water is essential for both humans and animals, and for the process employed at the mills to obtain oil (Fig. 17).²²

The final point to note is the difference in surface area between the cadastral land parcels and sub-parcels in the cultivated area of the olive groves (maximum 148 ha) and those in the area reserved

for cereal crops (much larger, maximum 454 ma)²³ in Valcargado (Fig. 21).

However, despite this fragmentation of the land into parcels and sub-parcels, the area reserved for the production units of each mill within the boundaries of the olive groves is clearly larger.

²² The calculation of the basin of the river bed associated with the water supply branch network for an oil mill is described in Moya (2022:273).

²³ With respect to the vineyard, this naturally occupies the same type of parcel as the olive groves since, as mentioned above, it is located within the olive grove boundaries.

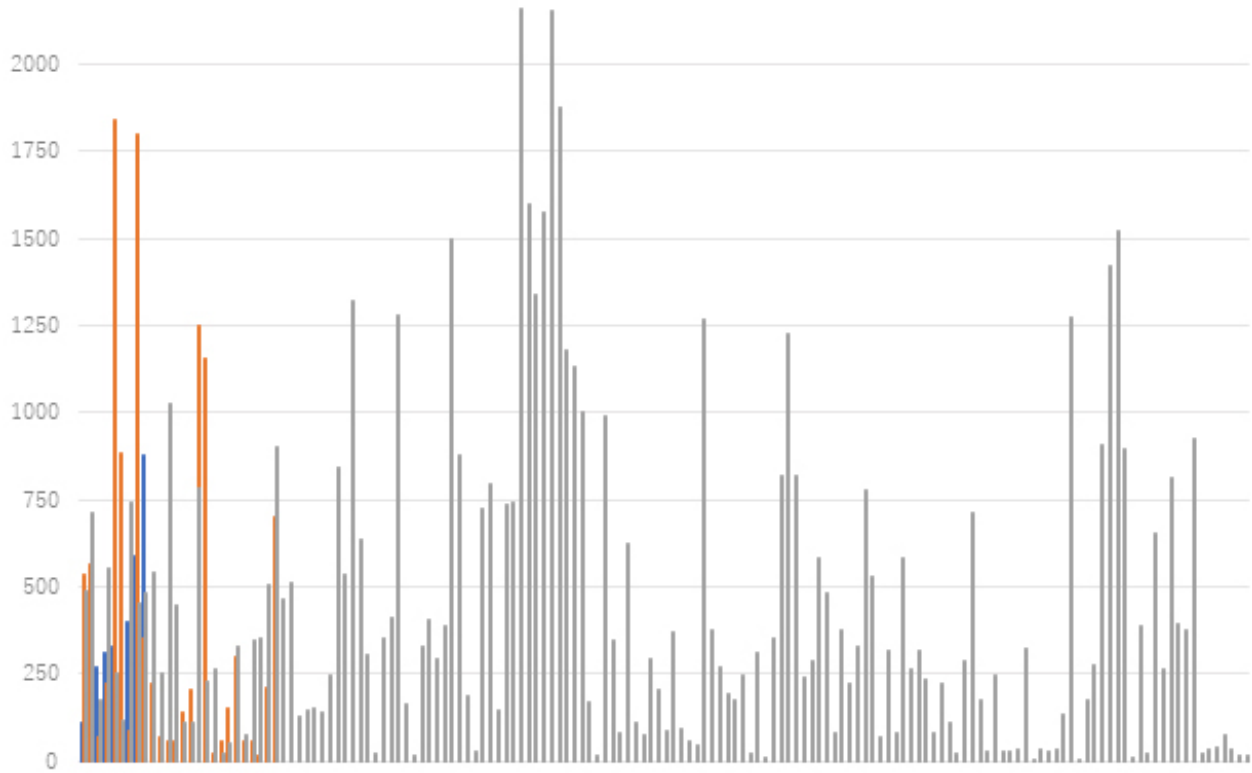


Fig. 16. Distance from the production units (farms-orange, wine presses-blue, mills-grey) to a road and transport route in Valcargado in the mid-20th century. (Source: The author).

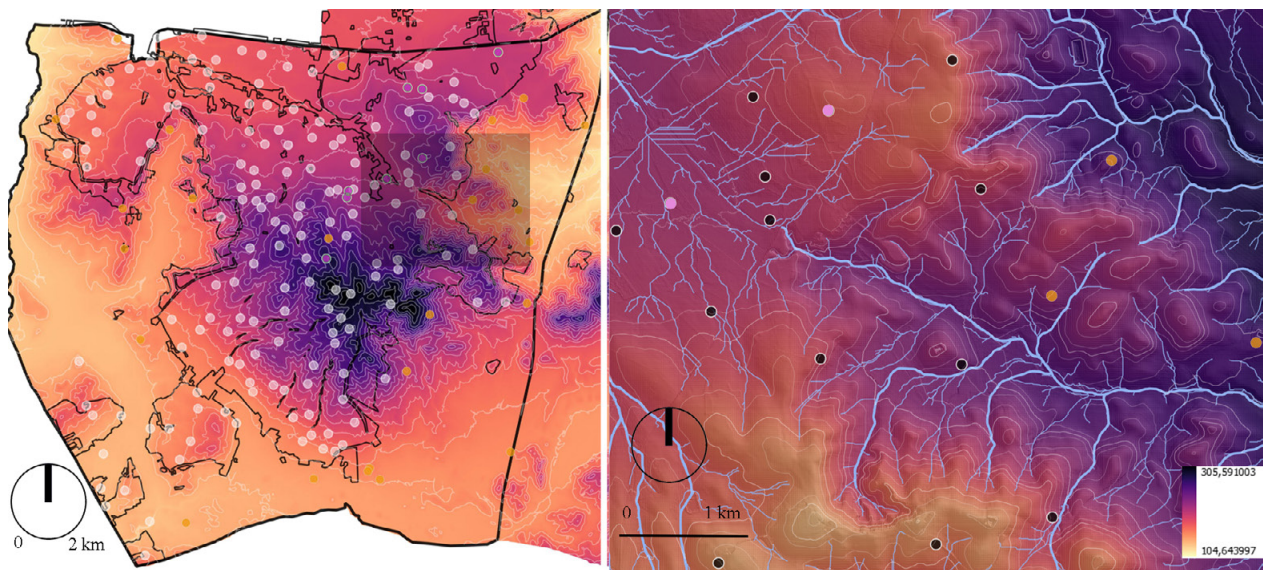


Fig. 17. Relief map of Valcargado showing the location of the olive groves (continuous black line) and the production units (left), and the terrain associated with the water supply branch network (blue line). (Source: The author).

The average surface area associated with each mill is almost 75 ha (Fig. 21).

In relation to the scales of the production units associated with the wine presses and the farm located within the boundaries of the olive groves,

the largest is barely 20 ha. In the case of the wine presses, this testimonial presence (some presses do not even have any associated land) was likely reduced even further due to the blight of phylloxera which, as Tejido (2009:18) points

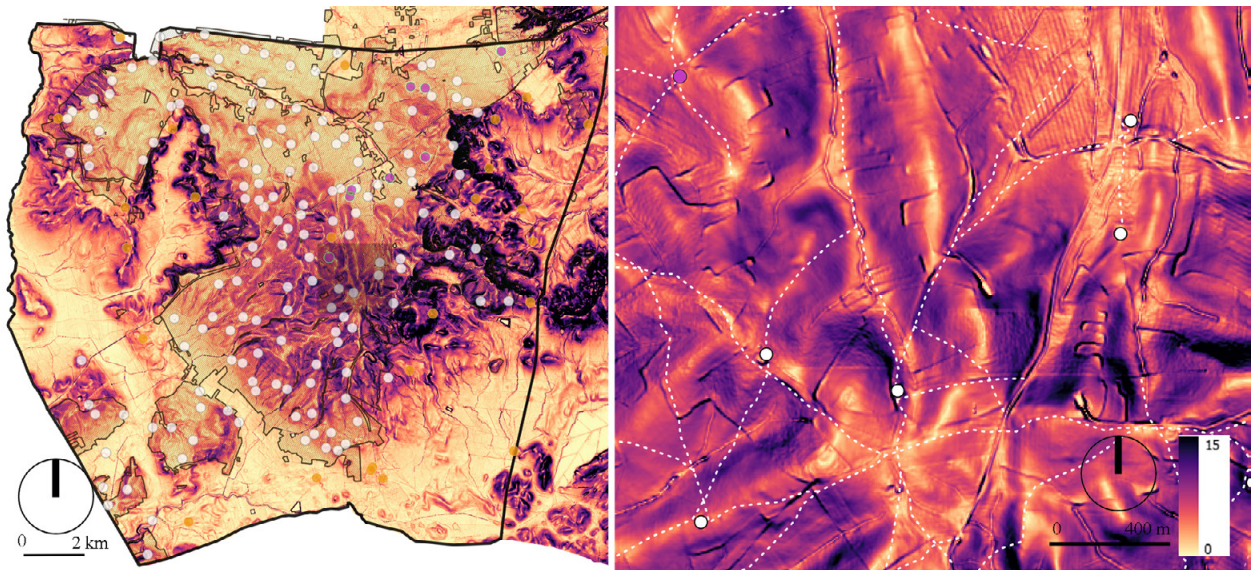


Fig. 18. Gradient maps colour-coded in 15 bands for Valcargado in the mid-20th century. They show the different production units (mills-black, farms-orange and wine presses-purple) inside the boundaries of the olive groves (black continuous line) and the interior paths (discontinued line). (Source: The author).

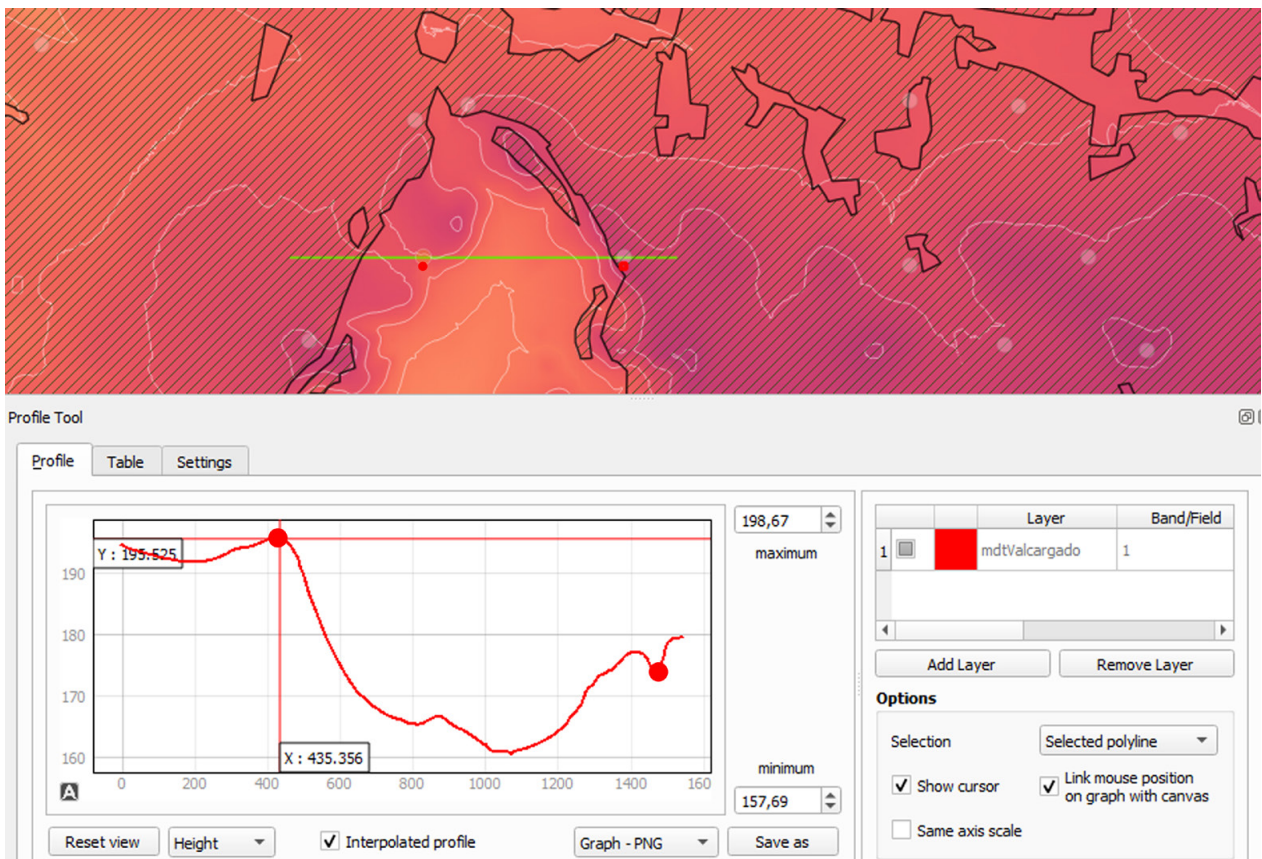


Fig. 19. Screen capture of the process employed to create the topographical profile that traces a straight line from the Chiclana farm to the Atalaya Alta mill in Valcargado. It shows that both constructions are located in plateau areas. (Source: The author).



Fig. 20. Atalaya Alta mill located on a small plateau at the top of a hill. (Source: The author).

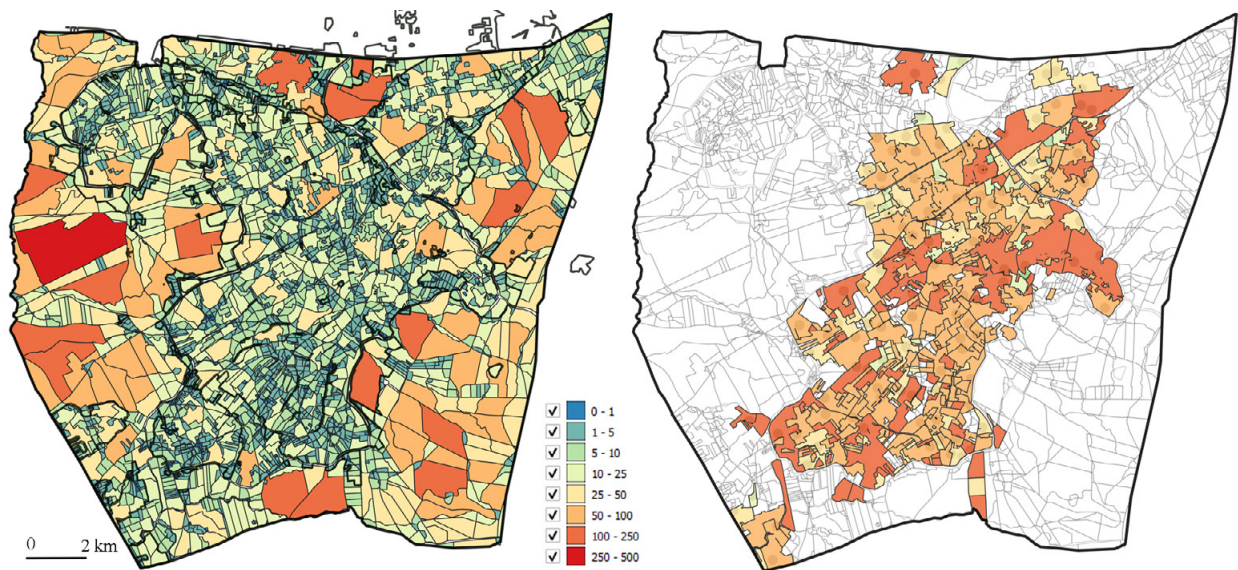


Fig. 21. Ranges of cadastral parcel and sub-parcel surface areas (left) and those corresponding to the production units within the boundaries of the historical olive groves identified in the NLPTM for the Valcargado area in the mid-20th century. (Source: The author).

out, led at the end of the 19th century to the displacement of the vineyards in favour of olive

7. CONCLUSIONS

The digitalisation of the NLPTM into different vector files provides an editable graphic base that sheds light on the territorial placement of the mills in the Écija olive groves and the relationships with the other elements associated with the municipality's diverse agricultural activities, just before the major transformations of the rural environment.

The creation of the GIS model is not only a useful tool for organising and managing the vector files

for each of the vectorised elements, but also for i) representing these elements by means of a broad and versatile range of graphic outputs; and ii) conducting a series of spatial analyses and queries inherent to the tool, which would be much more difficult to carry out with printed maps and other computer programs.

Both the vector files of the GIS model and the themed maps generated are compatible with editing and graphic design programs. Likewise, the model is compatible with external information generated in other graphic and non-graphic computer programs supported by databases, which facilitates efficient interoperability

between agents. Besides, no prior knowledge of GIS required.

Thanks to the open and dynamic nature of the model, as well as its architecture, it is also possible to cross-reference the results of the analyses described in this article with new variables obtained in future investigations into the territorial placement of the mills.

Lastly, it is important to note that the documents generated and the GIS model itself can be used to articulate new approaches to the comprehensive management of the material heritage assets identified in the NLPTM that still exist today: namely, the surviving oil mills, wine presses,

farms, associated infrastructure and equipment, and historical crops. This requires a holistic view of the municipality and its consideration as agricultural heritage with a marked territorial nature, for which purposes GIS can play a crucial role.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was begun during a research internship in the Ancient History Department at the University of Granada, under the tutelage of José Castillo Ruiz, whom I thank for his support and wisdom.

QUOTATIONS AND REFERENCES

Berné Valero, J. L., Femenia Ribera, C., & Benítez Aguado, E. (2008). *Catastro en España*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN 9788483632420.

Bonastre Pina, J. (2019). "Arquitectura rural y paisaje en El Camp de Túria (València)". *Papeles del Portal: revista de restauración monumental*, (11), 13-34.

Botía, M., Díaz, A. R., Morales, A. P., & Martín, M. S. (2017). "Cambios evolutivos del paisaje mediante análisis de cartografía y ortofotografía histórica. Una metodología para su integración". *Itinerarios de Investigación Histórica y Geográfica*. Cáceres: Universidad de Extremadura, 360-371.

Castillo Ruiz, J., Anguita Cantero, R., Cañete Pérez, J. A., Cejudo García, E., Cuéllar Padilla, M. D. C., Gallar Hernández, D., & Trillo San José, C. (2013). *La Carta de Baeza sobre Patrimonio Agrario*. Universidad Internacional de Andalucía. 978-84-7993-390-6.

Catálogo Digital de Cartografía Histórica. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). *Mapa Nacional Topográfico Parcelario. Province of Seville. Legal jurisdiction of Écija. Término municipal de Écija*. Polígonos 1-87. Escala 1:5000. Geographical and Cadastral Institute. 1951-1958.

Cejudo García, E., & Pérez López, S. (2018). "1895. El primer mapa catastral de la Vega de Granada: Composición digital y georeferenciada a partir de los pioneros trabajos realizados de forma parcial por el catastro". In *Patrimonio cultural, remolacha y nuevas tecnologías: El paisaje agroindustrial de la remolacha en la Vega de Granada a partir de la reconstrucción en 3D de la fábrica de Nuestro Señor de la Salud de Santa Fe*, Granada, Editorial Universidad de Granada. p. 377-387. 9788433864130.

Ferreira Lopes, P., Moya Muñoz, J., & Fondevilla Aparicia, J.J, Modelos SIG. (2021). "Prospección de la producción científica sobre modelos digitales SIG aplicados al patrimonio". In *Modelos digitales de información en la tutela sostenible del patrimonio cultural. Contribución al conocimiento e innovación social*, Seville: Editorial de la Universidad de Sevilla. Colección Arquitectura 44. p. 122-128. 978-84-472-3063-1.

Gentile, M. C., Tchilinguirian, P., & Olivera, D. (2022). "Mapeo digital de un paisaje agrícola del período Tardío (1000-600 ap) (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina)". *Chungará (Arica)*, 54(4), 613-633. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562022005001401>

Lamela, G. R. (2018). "Construcción del paisaje de la Sierra de Cádiz a través de su arquitectura rural: los molinos hidráulicos". *Ge-conservación*, (14), 64-76. <https://doi.org/10.37558/gec.v14i1.593>

- Martín Ojeda, M. (1990). *Ordenanzas del Concejo de Écija (1465-1600)*. Écija: Diputación de Sevilla. ISBN 8487165133.
- Martín Pradas, A., & Carrasco Gómez, I. (2005). “La desaparición de un patrimonio rural. Los oratorios públicos y privados en la campiña ecijana”. In *Actas de las II Jornadas de Protección del Patrimonio Histórico de Écija: patrimonio inmueble urbano y rural, su epidermis y la Ley de protección*. Écija, Asociación de Amigos de Écija pp. (97-162).
- Marull, J., Pino, J., Tello, E., & Mallarach, J. M. (2006). “Análisis estructural y funcional de la transformación del paisaje agrario en el Vallès durante los últimos 150 años (1853-2004): relaciones con el uso sostenible del territorio”. *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (25), 105-126.
- Molinero Hernández, F., Alario Trigueros, M., & Baraja Rodríguez, E. (2015). “Una clasificación de los paisajes agrarios de España basada en las ocupaciones del suelo”. In *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. p. 1123-1132.
- Moya Muñoz, J., & Pinto-Puerto, F. (2022). “Digital models applied to the typological analysis of the olive oil mills with beam and weight presses in Écija”. *Virtual Archaeology Review*, 13(26), p. 116–134. ISSN: 1989–9947. <https://doi.org/10.4995/var.2022.15077>.
- Moya Muñoz, J., & Atanasio Guisado, A. (2020). “La cartografía histórica y la ortografía en el análisis de la transformación de los paisajes del olivar de Écija mediante SIG”. In *El patrimonio gráfico. La gráfica del patrimonio: XVIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Zaragoza, 21-25 de septiembre de 2020, Prensas de la Universidad de Zaragoza.p. 653–656. 978-84-1340-161-4.
- Rivero Lamela, G., & Ramos Carranza, A. (2019). “Drawing and interpreting planimetric surveys: rural landscape and old productive architectures in Sierra de Cádiz”. *Disegnarecon*, 12 (22), 18.1-18.23
- Sáez Fernández, P., Ordóñez Agulla, S., & García Dils de la Vega, S. (2006). “Paisaje agrario y territorio en la campiña occidental de la Baetica”. *Arqueología espacial*, no. 26, pp. 143-170. ISSN 1136-8195.
- Sáez Fernández, P., Ordóñez Agulla, S., García Vargas, E. A., & García-Dils de la Vega, S. (2001). “Aplicaciones de los SIG al territorio y casco urbano de Écija (Sevilla)(Proyecto AstiGIS)”. *Astigi Vetus*, no. 1, p. 15-31.
- Salmerón Escobar, P. (2016). *Estudio del Paisaje de la Industria Azucarera de la Vega de Granada*. IPCE.
- Sánchez Núñez, P. (2018). *Las haciendas agrícolas del entorno de Sevilla y su valor artístico e histórico*. Lecture given in the Salón Carlos III of the Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría on 13 February 2018. pp. 119-140.
- Silva Pérez, M. R. (2009). “Agricultura, paisaje y patrimonio territorial. Los paisajes de la agricultura vistos como patrimonio”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 49, 309-334.
- Tejido Jiménez, F. (2009). *Cortijos, haciendas y lagares: arquitectura de las grandes explotaciones agrarias de Andalucía: Provincia de Sevilla*. Seville: Dirección General de Vivienda y Arquitectura. ISBN 9788475952222.
- Tello, E., & Garrabou, R. (2007). “La evolución histórica de los paisajes mediterráneos: algunos ejemplos y propuestas para su estudio”. *Territorios, paisajes y lugares: trabajos recientes de pensamiento geográfico*, coordinated by Valerià Pau i Carril y Joan Tort i Donada, p. 19-64.
- Trapero Fernández, P. (2016). “Roman viticulture analysis based on Latin agronomists and the application of a geographic information system in lower Guadalquivir”. *Virtual Archaeology Review*, 7(14), 53-60. <https://doi.org/10.4995/var.2016.4481>

Varga Linde, D., & Vila Subirós, J. (2006). "Ecología del paisaje y sistemas de información geográfica ante el cambio socioambiental en las áreas de montaña mediterránea. Una aproximación metodológica al caso de los valles d'Hortmoier y Sant Aniol (Alta Garrotxa. Girona)". *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (25), 59-72.

Zuccarelli, V. N. (2014). "Primeras aproximaciones al paisaje agrario del norte de la sierra el Alto-Ancasti: un análisis multi-escalar". *Arqueología*, 20(1), 115-142. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t20.n1.1630>.

How to cite this article: Moya Muñoz, J. 2024. "Application of GIS in the national topographical map from the mid-20th century: territorial relationships of the pre-industrial oil mills of Écija (Seville)". *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, No. 21, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 27-47. <https://doi.org/10.4995/ege.2024.22206>.

APLICACIÓN DE LOS SIG EN EL MAPA NACIONAL TOPOGRÁFICO PARCELARIO DE MITAD DE SIGLO XX: RELACIONES TERRITORIALES DE LOS MOLINOS ACEITEROS PREINDUSTRIALES DE ÉCIIJA (SEVILLA)

1. INTRODUCCIÓN

La ocupación del suelo de Écija (Sevilla) (Fig. 1) se ha fundamentado históricamente en los sectores vitales de la ganadería y de la agricultura. La especial relevancia que tuvo la comercialización del aceite en época romana y, posteriormente, la intensa presencia del olivar desde la Edad Moderna, ha hecho de este cultivo un elemento estructurante territorial de gran importancia.

Sin embargo, el receso olivarero sufrido durante la segunda mitad del siglo XX conllevó el inicio de la desconfiguración territorial del olivar histórico astigitano y la paulatina desaparición de muchos de sus elementos integrantes. En la actualidad, algunos de ellos persisten, destacando los molinos aceiteros de prensa de viga y quintal que se erigen como elementos paisajísticos de referencia y huella ineludible del gran esplendor oleícola de la campiña sevillana (Fig. 2).

Si bien la localización del olivar histórico de Écija y de los molinos aceiteros queda descrita de manera aproximada en varias fuentes documentales, tales como Roa (1629)²⁴, Ensenada (1751)²⁵, y De Mora (1852)²⁶, la delimitación exacta del olivar histórico se dio a conocer por Saez et al. (2001:23), siendo recientemente cuando se ha desarrollado un amplio análisis diacrónico del olivar y de los molinos aceiteros, llevados a cabo por Moya y Pinto (2022), y Moya (2022)²⁷.

No obstante, queda por profundizar en la relación territorial existente entre los molinos aceiteros y el resto de elementos pertenecientes a otras actividades agropecuarias presentes en el municipio que, lógicamente, compartían infraestructuras con el olivar.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En el presente apartado se muestra un sucinto estado de la cuestión respecto a tres aspectos determinantes en la investigación: la consideración integradora y territorial del patrimonio agrario; el uso de los SIG al servicio de dicho patrimonio; y el empleo de la cartografía histórica como fuente de identificación de elementos estructurantes territoriales derivados de la actividad agraria.

²⁴ Biblioteca Virtual de Andalucía. 94 (460.353Écija). Roa, Martín de. *Écija, sus santos, su antigüedad eclesíastica i seglar*. 1629.

²⁵ Archivo Municipal de Écija (AME). *Catastro de Ensenada*. Leg.1123. Marqués de Ensenada. Respuestas Particulares. 1751.

²⁶ AME. Obras y Urbanismo. Legajo 741. Benito de Mora. *Mapa topográfico del término jurisdiccional de la ciudad de Écija*, 1852.

²⁷ Moya Muñoz, J. (2022). *Molinos aceiteros y olivar histórico de Écija (Sevilla): identificación y transformación diacrónica a través de los modelos digitales SIGH y HBIM*. (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/142686>.

Uno de los elementos constitutivos del patrimonio agrario según la Carta de Baeza (Castillo et al. 2013) es su carácter territorial, evitando de esta forma reconocer y proteger un bien de manera aislada. Por otro lado, Silva (2009) apunta la necesidad de la consideración holística del patrimonio agrario, como muestra de su hibridismo, pluralidad y riqueza. Un posicionamiento fundamentado en ambas premisas lleva a la multiescalaridad y a la interdisciplinariedad, tal y como puede apreciarse en los trabajos de Bonastre (2019); Salmerón (2016), Sánchez (2018), y Tejido (2009), entre otros.

En lo que respecta al binomio SIG-patrimonio cultural, cuenta con un amplio recorrido cuyo alcance queda sintetizado por Ferreira et al. (2021). En la aplicación directa en el patrimonio agrario, muchas son las investigaciones donde los SIG aparecen como herramienta vehicular. Cabe citar a: Botía et al. (2017); Gentile et al. (2022); Marull et al. (2006); Molinero et al. (2015); Trapero Fernández (2016); Varga y Vila (2006); y Zuccarelli (2014); cuyos trabajos dan muestra de la potencialidad de estos modelos digitales en el ámbito del patrimonio agrario.

Por último, en lo que respecta al uso de la de las cartografías y ortofotografías aéreas para la identificación de elementos estructurantes asociados a un territorio o para conocer su transformación mediante estudios diacrónicos, Moya y Atanasio (2020) proponen un listado que abarca desde finales del siglo XIX hasta la actualidad. Algunos de los trabajos de interés a este respecto son: Cejudo y Pérez (2018); Lamela (2018); y Rivero y Ramos (2019).

El conocimiento previo de la literatura científica ha determinado el planteamiento metodológico del presente artículo, así como el alcance de los objetivos del mismo.

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El trabajo que se expone en el presente artículo surge como continuación de una investigación previa desarrollada dentro del Proyecto I+D+i TUTSOSMOD (*Tutela Sostenible del Patrimonio Cultural a través de Modelos Digitales BIM y SIG. Contribución al Conocimiento e Innovación Social*).²⁸ Por lo tanto, las líneas directrices generales de la investigación, son compartidas con las del Proyecto.

²⁸ Código de Proyecto HAR2016-78113-R. Investigador Principal: Francisco Pinto Puerto. La participación del autor en dicho Proyecto estuvo vinculada a una Beca predoctoral FPI adscrita al Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universidad de Sevilla financiada por el Ministerio de Innovación Ciencia y Universidades y el Fondo Social Europeo. <https://grupo.us.es/tutsosmodhum/>.

El objetivo del artículo es el de avanzar en el conocimiento de los molinos aceiteros y el construir una visión totalizadora del municipio en cuanto a su ordenación territorial derivada de su actividad agropecuaria. Con el fin de comprender esta relación geográfica se propone el estudio del Mapa Nacional Topográfico Parcelario (en adelante MNTP) de mitad de siglo XX mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se trata por tanto de un trabajo sincrónico, entendiendo que el marco temporal considerado se corresponde con un momento histórico donde aún no se habían producido las grandes transformaciones del campo y que, por tanto, preservaba los elementos del olivar histórico.

La propuesta metodológica se fundamenta en un flujo de trabajo estructurado en cinco fases asociadas al modelo SIG: una primera de estudio e identificación de elementos del MNTP; una segunda de vectorización de dichos elementos; otra de acciones de geoprocésamiento; una cuarta de análisis espaciales; y la última de obtención de mapas temáticos.

Dado que los molinos aceiteros ecijanos están presentes en dos zonas claramente identificadas del municipio (franja noreste-suroeste) con semejantes dinámicas de estructuración y de transformación diacrónica, el presente trabajo se ha delimitado a una región concreta: Valcargado (zona suroeste).

4. EL MAPA NACIONAL TOPOGRÁFICO PARCELARIO

4.1 POTENCIALIDAD COMO BASE GRÁFICA

El MNTP de mitad de siglo XX fue realizado por el Instituto Geográfico Catastral como respuesta a las exigencias establecidas en el Real Decreto del 4 de abril de 1925, relativo a la formación del Catastro parcelario jurídico de España. Este documento sustituyó a los trabajos previos del Avance Parcelario previsto en la Ley de Catastro de 1906, llevados a cabo en Écija en los años 1916 y 1948 y a otros trabajos previos de base literal.

Conocido comúnmente como “Catastrón”, el MNTP supone una base gráfica de especial interés para conocer la implantación territorial de los molinos aceiteros y su relación con el agro ecijano desde una triple perspectiva.

La primera de ellas está relacionada con el marco temporal en el que se levantó en Écija, entre los años 1951 y 1958, es decir, justo antes del cambio de paradigma del campo andaluz y, por tanto, la organización territorial reflejada en el documento es la heredada de siglos atrás.

En segundo lugar, el carácter recaudatorio del documento, consistente en dar a conocer la riqueza agrícola del municipio a partir de los bienes existentes en el suelo rústico, supuso que los agrimensores dibujaran con gran precisión y fidelidad, gracias a

la escala de trabajo utilizada (1:5000 en Écija), los elementos pertenecientes a todas las actividades del medio rural.

Por último, la fiabilidad del documento está relacionada con el proceso del levantamiento, llevado a cabo mediante topografía clásica actualizada con fotogrametría, según especifican Berné et al. (2008).

4.2 EXPRESIÓN GRÁFICA, ESTRUCTURA, Y CONTENIDO

En cuanto a la expresión gráfica del MNTP, en primer lugar, cabe destacar la delineación monocromática del documento, muy alejada de la policromía presente en otras cartografías coetáneas donde, además, se incluye la diferenciación de las masas de cultivos mediante tramados, como por ejemplo en el *Deutsche Heereskarte* realizado por el ejército alemán en 1940, o el Mapa de la *U.S. Army* del año 1944. Esta parquedad estilística se entiende que viene determinada por la finalidad puramente recaudatoria para la que fue realizado el MNTP.

Organizativamente, el MNTP está formado por un primer documento, conocido como “Pañoleta” (Fig. 3). Este se divide, en el caso de Écija, en tres hojas donde se identifican las subdivisiones del municipio en 87 polígonos, sirviendo como documento de referencia para localizarlos posteriormente en las hojas en las que se divide el MNTP en escala de detalle (Fig. 4).

Cada una de estas hojas de detalle contienen un número determinado de polígonos en función de la extensión geográfica que ocupan cada uno de ellos. Dichos polígonos, identificados por asignación numérica se subdividían en parcelas, numeradas de forma independiente para cada polígono. A su vez, cada parcela podía estar nuevamente dividida en varias subparcelas. En tal caso, se nombraba una subparcela con el número de la parcela seguido de la letra “a”, y el resto de subparcelas quedaban definidas por una letra siguiendo el orden alfabético. De igual forma, se nombraban con letras correlativas a dichas subparcelas los bienes identificados en cada parcela. Con el fin de poder distinguir si una letra estaba vinculada a un bien o a una subparcela perteneciente a una parcela o a otra, las separaciones entre subparcelas de una misma parcela se hacían mediante trazos discontinuos. (Fig. 5).

Además de estas codificaciones, a través del plano se podía saber la agrupación de propiedades de los bienes identificados. Para ello, en el límite de una parcela o subparcela se incorporaba una flecha de doble sentido, indicando en ese caso una misma propiedad (Fig. 5). Para conocer la información concreta sobre la tenencia de todos los bienes era preciso acudir a un último documento que completaba el MNTP: el Índice Parcelario.

Dentro de este documento, para cada parcela perteneciente a cada uno de los 87 polígonos, se aportaba información jurídica (propiedad) y física. En lo que respecta a la caracterización física, se incluía información referente al tipo de uso de cada parcela y subparcela, indicando la superficie que ocupaba cada una de ellas y el paraje en el que se localizaban. Esta delimitación geográfica, incluida también en el documento gráfico, estaba vinculada al área productiva de las edificaciones originales, dando lugar a los actuales topónimos.

De igual forma, eran recogidos todos los bienes que se encontraban en cada parcela o subparcela (Fig. 6). Dichos bienes lo formaban los *aprovechamientos* del suelo, según el tipo de actividad agropecuaria, y las *edificaciones*, donde se incluían todos los bienes restantes: albercas; bejineros;²⁹ caleras; casas; casillas; cortijos; chozos; eras; hornos; lagares; molinos aceiteros; pozos y pilares; ranchos; ventas; y zahurdas;

5. EL MODELO SIG

El modelo SIG generado³⁰ para la zona geográfica de Valcargado se ha organizado en cuatro carpetas: *elementos*; *bases gráficas*; *desarrollo*; y *acciones*.

Dentro de la carpeta *elementos* (Fig. 7) se han creado y vectorizado los elementos presentes en el MNTP (Fig. 8 y 9). Estos se agrupan en subcarpetas según el tipo de archivo: archivos vectoriales³¹ tipo punto para los bienes catastrales; tipo línea para las vías de comunicación y transporte; y tipo polígono para los polígonos, parcelas y subparcelas catastrales, así como la delimitación del área productiva de cada molino.

En lo que respecta a la carpeta de *bases gráficas* para la vectorización de elementos, estas lo forman dos archivos raster:³² el MNTP, digitalizado y georeferenciado; y la ortofotografía del vuelo americano Serie B (1956-57) a partir de un enlace WMS³³ como soporte al MNTP (Fig. 10).

En la carpeta *desarrollo* se alojan aquellos archivos vectoriales y raster que son resultado del proceso de trabajo. Estos son susceptibles de ser utilizados para llevar a cabo análisis espaciales o bien para ser directamente representados como elementos de

superposición. Como archivo raster se ha descargado el Modelo Digital del Terreno MDT 05³⁴ para la zona del municipio que abarcaba Valcargado, y se ha generado un MDT a partir de una nube de puntos LIDAR³⁵ seleccionando los puntos correspondientes al suelo a partir de las herramientas de *Creación Blast2dem*. En ambos casos ha sido necesario recortar los MDT a los límites de las zonas de estudio a partir de la herramienta de *Extracción de Raster por capa*.

Esta misma operación ha sido necesario realizarla a través de la herramienta de geoprocésamiento *Recortar* para delimitar a la zona de Valcargado (previa edición de dicha región geográfica) los archivos vectoriales correspondientes a: la red hídrica;³⁶ la red hídrica ramificada, generada mediante la herramienta de *Análisis Espacial Hidrology*;³⁷ la delimitación de los pagos,³⁸ obtenidos a partir de datos obtenidos de Sáez et al. (2001:28); el Mapa de Usos y Coberturas del Suelo (MUCVA) para el año 1956;³⁹ y la superficie del olivar a partir de la ortofotografía del vuelo americano Serie B y del MUCVA de 1956 (Fig. 10).

En cuanto a la carpeta *acciones*,⁴⁰ en ella se aúnan el conjunto de consultas espaciales desarrolladas en el modelo y que dan como resultado archivos raster o vectoriales susceptibles de aportar información relacionada con el objeto y el alcance de la investigación. En primer lugar, mediante los MDT se han creado, a partir de herramientas de *Análisis Espacial 3D*: las curvas de nivel; el mapa de relieve, de sombras, y el de pendientes; y un conjunto de perfiles topográficos a partir de la herramienta *Profil tools*. Por otra parte, se ha obtenido gracias a la herramienta de *Análisis Espacial* la *Distancia Euclídea* respecto a las vías pecuarias y a la red de carreteras principales. Por último, tras la generación de delimitaciones físicas a partir de la herramienta de *Zona de Influencia*, se identifican diferentes elementos incluidos en regiones de estudio particularizadas.

Por otra parte, se llevan a cabo un conjunto de consultas estructuradas SQL (*Structured Query Language*), realizadas sobre la componente temática de archivos

²⁹ Zona donde se acumulaba la *bexina* o el alpechín (residuo líquido sobrante del proceso de prensado de la aceituna).

³⁰ Modelo realizado con el software libre QGIS 3.34.8. El sistema de referencia de coordenadas utilizado ha sido el ETRS89/UTM Zona 30N.

³¹ Archivo que guarda la localización de elementos geográficos y atributos a ellos asociados.

³² Matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información.

³³ Web Map Service. Enlace que permite acceder al archivo raster alojado en una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). En este caso desde la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

³⁴ Modelo digital del terreno 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m obtenido desde el Centro de Descargas del IGN.

³⁵ Fichero LIDAR de 1ª cobertura (2008-2015) con una densidad de 0,5 puntos/m2 descargado desde el IGN.

³⁶ Archivo vectorial obtenido del IGN.

³⁷ A partir de esta capa se puede calcular la cuenca aportante asociada a la red hídrica y buscar relación con la ubicación de las unidades productivas.

³⁸ La zona de Valcargado se sectorizaba en 28 pagos.

³⁹ Descargada en formato shape desde la página de REDIAM.

⁴⁰ El conjunto de acciones desarrolladas en el presente artículo no tienen un carácter exhaustivo, debiendo ampliarse y adaptarse a cada casuística. Para conocer un análisis más completo se aconseja consultar Moya (2022).

vectoriales: cálculo de la geometría de las superficies⁴¹ de las parcelas catastrales y de las distancias de los caminos interiores a vías principales (Fig. 11).

6. IMPLANTACIÓN TERRITORIAL DE LOS MOLINOS EN SU CONTEXTO AGROPECUARIO

A continuación se muestran una selección de mapas temáticos obtenidos directamente desde el modelo SIG, asociados bien a la representación gráfica directa de los elementos del MNTP, bien a las consultas y análisis especificadas anteriormente.

En primer lugar, se han identificado de forma independiente mediante mapas de densidades las tres tipologías de grandes unidades productivas (cortijos, lagares, y molinos) (Fig. 12). Estas tres tipologías edificatorias son concebidas como principales elementos estructurantes territoriales, tal y como se deriva de la descripción física correspondiente a los parajes del Índice Parcelario. Un hecho notorio es que los molinos aceiteros tienen una lógica mayor presencia en la zona, ocupada principalmente por el olivar. De esta forma, los cortijos se localizan externamente a dicha superficie cultivada, situándose en el entorno de las tierras calmas de la periferia de Valcargado. En lo que respecta a los lagares, la posibilidad de poder alternar el cultivo en las calles de separación de los olivos hizo que estas unidades vitivinícolas se localizaran dentro de la superficie olivarera.

En la Figura 13 se contextualizan estas unidades productivas con el resto de elementos vectorizados. Cabe destacar el hecho de que la tierra destinada al cultivo del cereal tenía una menor dotación de equipamiento que la del olivar, posiblemente como consecuencia de tratarse de tierras cultivadas no irrigadas de grandes extensiones. Por otro lado, se aprecia la acumulación de equipamientos en las inmediaciones de las vías pecuarias, como son las casas, los chozos, o los pozos y pilares, destinados al abrigo y el abastecimiento de agua de pastores y ganado (Fig. 14). Su localización venía determinada también por el hecho de que el ganado no podía adentrarse en las tierras de olivar, según estaba establecido en las antiguas Ordenanzas de Écija, transcritas por Martín (1990). De igual forma, la localización de las ventas estaba asociada con las vías de comunicación.

Suscita interés el hecho detectado de que algunos equipamientos y dotaciones tienen una presencia en el MNTP casi anecdótica, aun cuando es sabida su presencia. Esto suponía su integración interior en las unidades productivas, aspecto que no es de extrañar, dada la autosuficiencia de muchos de estos conjuntos edificados. Tal es el caso de los bejineros, que debían

de estar presentes en la totalidad de los molinos, o el de los oratorios o ermitas, presentes en Écija en 55 molinos, en tres lagares, y en tres cortijos según Martín y Carrasco (2005:103).

Por otro lado, si bien ciertos elementos parecen no responder a implantaciones vinculadas a las unidades productivas, como eran las caleras, otras sí que estaban arraigadas a las proximidades de las edificaciones, como las eras, o pozos, presentes tanto en lagares, como en cortijos y molinos. En otros casos, se detectan equipamientos que se vinculan directamente con los molinos, como era el caso de los hornos, o el de las casillas de olivar, diferenciadas respecto a los molinos por Madoz (1847)⁴² por la existencia o no del "artefacto".⁴³

En la Figura 15 se puede apreciar este hecho, comprobando mediante zonas de influencia respecto a los molinos de 100, 250, 500, 750, y 1000 m, cómo las casillas se localizaban fuera del hábitat del molino aceitero, mientras que los hornos se integraban en el mismo, localizándose en buena parte de casos en las inmediaciones del molino.

De igual forma, la red de caminos interiores permitían la salida del producto de manera eficiente y sin necesidad de grandes desplazamientos hasta las vías de comunicación y transporte principales, las cuales eran viarios imbricados, en algunos casos, desde época romana (Sáez et al. 2006:163). A este respecto se aprecia cómo la distancia desde los lagares a las vías de comunicación son inferiores en términos generales (media de 304 m) frente a los molinos (media de 443 m) o de los cortijos (media de 427 m) (Fig. 16). Pese a ello, solamente el 11% de los lagares se encontraba a menos de 100 m de una vía principal, mientras que en el caso de los cortijos era de un 38% y del 25% para los molinos.

Analizados estos aspectos resulta de interés cruzarlos con los condicionantes naturales del medio físico, entendidos como factores determinantes en la organización del territorio astigitano, junto con los procesos históricos de índole económica-política o social.

Para ello se muestra la localización de los elementos presentes en el MNTP respecto a la topografía. En este sentido, la zona de Valcargado presenta un relieve poco acusado, apreciándose no obstante, cómo el olivar se sitúa en las zonas de mayor altitud (Fig. 17). De igual forma, las unidades productivas (cortijos, lagares o molinos) se localizan generalmente en las zonas de menores pendientes, al igual que sucede con los caminos (Fig. 18, 19 y 20).

⁴¹ En este caso, a diferencia de los análisis sobre la componente espacial, no se genera un archivo nuevo, sino que se trata de representarlos mediante rangos, por lo que no se incluyen en la capa de acciones.

⁴² Biblioteca Virtual de Andalucía. *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar (Vol. VII)*. Est. tip. de P. Madoz y L. Sagasti. Madrid. 1847.

⁴³ Se referiría a la existencia de almazara con prensa.

Respecto a la red hídrica, no es un factor determinante en cuanto a la implantación de los cultivos en Valcaragdo, al tratarse de cultivos no irrigados históricamente. Sin embargo, sí que lo es respecto a la implantación de las edificaciones, al ser imperante el acceso al agua tanto para el abastecimiento humano como el de las bestias, así como para el proceso de obtención del aceite, en el caso de los molinos (Fig. 17).⁴⁴

Por último, cabe señalar la diferencia de superficies entre las parcelas y subparcelas catastrales de la zona cultivada de olivar (máxima superficie de 148 ha) respecto a las destinadas al cereal, de mayores extensiones (máxima superficie de 454 ha)⁴⁵ en Valcargado (Fig. 21).

No obstante, se aprecia cómo pese a esta fragmentación parcelaria, la superficie destinada a la producción de cada molino dentro de la superficie de olivar histórico es netamente mayor. De esta forma, la media de superficie vinculada a cada molino es de cerca de 75 ha (Fig. 21).

En lo que respecta a las escalas productivas de los lagares y del cortijo localizados dentro de la delimitación de la superficie destinada al olivar histórico, difícilmente superaba las 20 ha, en el mejor de los casos. En el caso de los lagares, esta presencia testimonial (algunos lagares no tienen ni siquiera tierra asociada) pudo haberse reducido aún más como consecuencia de la filoxera, que produjo el desplazamiento de los viñedos en favor del olivar a finales del siglo XIX en toda la provincia, según apunta Tejido (2009:18).

7. CONCLUSIONES

La digitalización del MNTP en los diferentes archivos vectoriales permite disponer de una base gráfica editable donde conocer la implantación territorial de los molinos en el olivar de Écija y las relaciones con el resto de elementos pertenecientes a la pluralidad agropecuaria del municipio, justo antes de las grandes transformaciones del campo.

La creación del modelo SIG, además de organizar y gestionar los archivos vectoriales de cada uno de los elementos vectorizados, posibilita tanto la representación de estos elementos mediante una amplia y versátil gama de salidas gráficas, como desarrollar una serie de análisis espaciales y consultas inherentes a esta herramienta que, difícilmente sería abordable a partir de cartografía impresa o con otros programas informáticos.

Tanto los archivos vectoriales del modelo SIG como los mapas temáticos generados son susceptibles de ser incorporados a programas de edición o de diseño gráfico. De igual forma, el modelo puede incorporar la información externa generada en otros programas informáticos gráficos y no gráficos fundamentados en bases de datos, lo cual facilita la interoperabilidad efectiva entre agentes, sin necesidad de tener conocimientos en SIG.

Un aspecto importante derivado del carácter abierto y dinámico así como de la arquitectura del modelo es que posibilita cruzar los resultados de los análisis expuestos en el presente artículo con nuevas variables de futuras investigaciones que incidan en la implantación territorial de los molinos.

Por último, es importante destacar que la documentación generada y el propio modelo SIG pueden servir para articular nuevos planteamientos en la tutela patrimonial de los bienes materiales identificados en el MNTP y que persisten en la actualidad. Tal sería el caso de los molinos aceiteros, de los lagares, de los cortijos, de toda su infraestructura y equipamiento asociado, así como los cultivos centenarios que perduran. Para ello es imprescindible una visión totalizadora del municipio y que se tenga en cuenta su consideración como patrimonio agrario con una marcada consideración territorial, posicionamiento en donde los SIG tienen un papel relevante.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se inició durante una estancia de investigación en el Departamento de Historia Antigua de la Universidad de Granada, tutorizada por José Castillo Ruiz, a quien agradezco todo su apoyo y sabiduría.

⁴⁴ El cálculo de la cuenca aportante de la vaguada vinculada a la red hídrica ramificada para el ejemplo de un molino aceitero puede ser consultada en Moya (2022:273).

⁴⁵ En lo que respecta al viñedo, este ocupa lógicamente el mismo tipo de parcela que el olivar dada su implantación dentro de sus límites, tal y como se ha expuesto anteriormente.