

LA INCIDENCIA DE LA OROGRAFÍA EN EL VALOR DE LAS INVERSIONES DE CONCENTRACIÓN PARCELARIA EN TERUEL (ESPAÑA)

INCIDENCE OF OROGRAPHY IN THE VALUE OF PARCEL CONCENTRATION INVESTMENTS IN TERUEL (SPAIN)

Salvador Sánchez-Santos¹, Natividad Guadalajara-Olmeda²

¹Departamento de Economía y Hacienda del Gobierno de Aragón. Intervención Delegada Territorial de Teruel. C/ San Vicente de Paul, 1, 3ª Planta. 44002-Teruel España. (ssanchez@aragon.es) ²Centro de Ingeniería Económica. Universidad Politécnica de Valencia. Edificio 7J, 3ª Planta. Campus de Vera s/n. 46022-Valencia. España (nguadala@omp.upv.es)

RESUMEN

La concentración parcelaria se aplica en zonas de minifundio con el objetivo de disminuir los costes de producción y aumentar la rentabilidad de las explotaciones. En España sus orígenes datan del año 1953 y en la actualidad es un instrumento de ordenación territorial en el medio rural. Todos los informes previos de concentración parcelaria contienen una previsión del coste de las obras necesarias para conocer, de forma aproximada, los gastos para la Administración Pública y planificar la ejecución de las actuaciones. En todos ellos se hace referencia a la importancia de la orografía en el coste de las obras, fundamentalmente la de la red de caminos, que es la obra principal. A partir de la información obtenida de los trabajos de concentración parcelaria ya realizados en la provincia de Teruel, junto con datos sobre la orografía en dichas zonas, obtenidos a partir de un modelo digital de elevación del terreno, se cuantifica la incidencia de la orografía en el coste de las obras de concentración parcelaria. Además se obtiene un modelo, por el método de regresión de mínimos cuadrados ordinarios, que explica el coste de las obras, en el que se usa como variable explicativa la pendiente media del terreno.

Palabras clave: Pendiente del suelo, presupuestos de liquidación, reforma y desarrollo rural, sistemas de información geográfica.

INTRODUCCIÓN

La política de reforma y desarrollo agrario en España fue concebida con la utilización de dos instrumentos principales. Por un lado, la actuación en las zonas regables de interés nacional, llevada a efecto en sus orígenes por el Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo Rural, creado en octubre de 1939; por otro lado, la concentración parcelaria encomendada al Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y de Ordenación Rural, creado posteriormente en el año 1953.

Ambos instrumentos no son independientes, ya que son procesos que se pueden complementar en las zonas regables de interés nacional, en los regadíos de

ABSTRACT

Parcel concentration is implemented in smallholding areas with the aim of decreasing costs of production and increasing profitability of farms. In Spain, its origins date back to 1953 and it is currently an instrument for territorial regulation in rural areas. All previous reports for parcel concentration include a prediction of costs for the necessary works, in order to estimate, approximately, expenditures for Public Administrations and to plan the execution of actions. In all of these, there is a reference about the importance of orography in the cost of works, fundamentally for the road network, which is the primary work. The incidence of orography on the costs of parcel concentration works is quantified based on information obtained from works for parcel concentration already done in the province of Teruel, together with data about orography in those areas, obtained from a digital model for terrain lifting. In addition, a model is obtained through the ordinary minimum squares regression method, which explains the costs of works and which uses as an explaining variable the average slope of the terrain.

Key words: Ground slope, sale budgets, rural reform and development, geographic information systems.

INTRODUCTION

Spain's agrarian reform and development policy was conceived with the use of two main instruments. On the one hand, acting in irrigation areas of national interest, carried out at the beginning by Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo Rural, created in October, 1939; on the other hand, parcel concentration entrusted to the Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y de Ordenación Rural, created subsequently in the year 1953.

Both instruments are not independent, since they are processes that can be complemented in irrigation areas of national interest, in irrigation areas of social interest, and in other actions such as the Plan Estratégico del Bajo Ebro Aragonés, where there is

interés social y en otras actuaciones como es el Plan Estratégico del Bajo Ebro Aragonés, donde se pretende la transformación a regadío de zonas de secano con problemática de minifundio. Este es el caso más típico de las Comunidades de Cataluña y Aragón, situadas al noreste de España, al contrario de lo que ocurre en el sur donde existen grandes latifundios.

El Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo Rural tenía como finalidad la transformación de tierras en regadío para incrementar la productividad de la tierra y posibilitar una mayor diversificación de los cultivos. También pretendía una utilidad social con la introducción de colonos en estas zonas regables, en los lotes creados a expensas de las tierras en exceso, compras y expropiaciones. Los colonos pagaban un canon o arrendamiento hasta que las tierras pasaban a su propiedad. Como curiosidad, cabe recordar la creación de los poblados de colonización por parte del Instituto, en los lugares donde se ubicaba a los colonos. A título de ejemplo se pueden citar los actuales Barrios de Valmuel y Puigmoreno de Alcañiz, en la provincia de Teruel.

La concentración parcelaria, mediante la reducción del número de fincas y el aumento en su superficie, consigue incrementar la renta de las explotaciones mediante la disminución efectiva de los costes de producción de los cultivos en zonas afectadas por el problema del minifundio, muy arraigado en Aragón, tanto en el secano como en el regadío. Mediante las obras y mejoras territoriales en las zonas de concentración parcelaria se garantiza el acceso a caminos de todas las fincas de reemplazo y la mejora sustancial de calidad de la red de caminos. En zonas con problemas de drenaje también se diseña una red de desagües para que se pueda evacuar el agua procedente de los drenajes de las fincas.

Los orígenes de la concentración parcelaria en Europa se sitúan en Alemania en el año 1343, lo que nos da una idea de su antigüedad y su uso generalizado en gran parte del territorio europeo; y de manera especial en Alemania, Bélgica, Holanda, Portugal, Francia, Finlandia y Suecia (Crecente y Álvarez, 2000). También es una práctica común en muchos países del resto del mundo, como China (Wu *et al.*, 2005) y Turquía (Yaldir y Rehman, 2002; Akkaya *et al.*, 2007).

En 1973 se crea el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), con la fusión de los dos organismos anteriores, mediante Decreto 118/1973, de 12 de enero, por el que se aprueba el texto de la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, que tenía como finalidad principal la constitución de explotaciones con una estructura y dimensión adecuadas, que garantizasen su rentabilidad.

En 1985 se transfieren las competencias en materia de reforma y desarrollo agrario a cada una de las

an attempt to transform dry areas with smallholding problems into irrigation areas. This is the most typical case in the communities of Cataluña and Aragón, located in northeastern Spain, contrary to what happens in the south where there are large estates.

The Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo Rural had the objective of transforming lands into irrigation areas in order to increase land productivity and facilitate a greater diversification of crops. It also attempted to have a social utility, with the inclusion of tenant farmers in these irrigation areas, in lots created at the expense of extra lands, purchases and expropriations. Tenant farmers paid a *canon* or rent until the lands became their property. A curious fact worth recalling was the creation of colonization towns by the Institute, in places where tenant farmers were settled. The current neighborhoods of Valmuel and Puigmoreno de Alcañiz, in the province of Teruel, can be cited as examples.

Parcel concentration, through the reduction of the number of farms and an increase in surface, manages to increase the rent of exploitations through the effective decrease in production costs for crops in areas affected by the problem of smallholdings, quite rooted in Aragón, both in dry and irrigated lands. Through works and territorial improvements in the areas of parcel concentration, access to roads from all the replacement farms is guaranteed, as well as the substantial improvement in the quality of the road network. In areas with drainage problems, a waste pipe network is also designed to evacuate water from the farms' drainage.

The origins of parcel concentration in Europe are found in Germany, in the year 1343, which gives us an idea of its age and generalized use in a large part of the European territory, and particularly in Germany, Belgium, Holland, Portugal, France, Finland and Sweden (Crecente and Álvarez, 2000). It is also a common practice in many countries of the rest of the world, such as China (Wu *et al.*, 2005) and Turkey (Yaldir and Rehman, 2002; Akkaya *et al.*, 2007).

In 1973, the Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) was created, with the fusion of the two previous organizations, through Decree 118/1973, on January 12th, through which the text of the Ley de Reforma y Desarrollo Agrario was approved, which had the primary purpose of constituting farms with adequate structure and size, to guarantee their profitability.

In 1985, competence in matters of agrarian reform and development were transferred to each of the 17 autonomous Spanish communities, which has given place to various studies in implementation of parcel concentration in different communities in Spain, such

17 comunidades autónomas españolas, lo que ha dado lugar a diversos estudios de implantación de la concentración parcelaria en distintas comunidades de España, como Aragón (De la Riva, 1989; 1990), Castilla y León (Alario, 1991) y Asturias (Quirós *et al.*, 1994).

En la actualidad la concentración parcelaria es un instrumento de ordenación territorial en el medio rural, que tiene efectos de diversos tipos en los agricultores (Akkaya *et al.*, 2007), y en la eficiencia y el beneficio de las explotaciones (Monke *et al.*, 1992; Ribas *et al.*, 2006; González *et al.*, 2007); ello se debe a la reducción de los costos de cultivo por la posibilidad de empleo de maquinaria agrícola al aumentar la superficie de las parcelas y mejorar su forma, y a la minimización de los desplazamientos de esta maquinaria a las fincas al reducirse sustancialmente su número; al mismo tiempo que se mejora las infraestructuras del municipio facilitando los desplazamientos y acceso a las parcelas. También influye la concentración parcelaria en el medio ambiente (Crecente *et al.*, 2002), por lo que sus actuaciones en España están supeditadas a un informe ambiental previo, y en el caso de comprender zonas LIC (Lugares de Interés Comunitario) o ZEPA (Zonas de Especial de Protección de Aves), además, a una evaluación de impacto ambiental. En este sentido se están desarrollando en algunos países, como Portugal y Bélgica, investigaciones multidisciplinarias para evaluar los efectos de los proyectos de concentración parcelaria sobre el medio ambiente (Van Huylenbroeck *et al.*, 1996).

Hay mucho menos trabajos que analizan los costes de las inversiones realizadas en las infraestructuras (caminos, movimientos de tierras, drenajes, etcétera) y su rentabilidad económica (Castro *et al.*, 2001). En esta línea se encuadra el presente trabajo, que analiza las actuaciones de concentración parcelaria por parte de la administración y estima el coste de las inversiones sufragadas.

Existen algunos trabajos de investigación relacionados específicamente con la metodología del proceso de concentración parcelaria. En la primera fase del proceso (Liss, 1987; Sánchez, 2006) se engloban los trabajos recogidos en las Bases Provisionales y las Bases Definitivas, que son un inventario de la propiedad de todas las parcelas incluidas en el proceso y la valoración de las mismas mediante los trabajos de clasificación.

La segunda fase comprendería el proyecto y el acuerdo de concentración parcelaria donde se define la reorganización de la propiedad, estableciéndose las nuevas fincas de reemplazo. Paralelamente a estos procesos, o al finalizar los mismos, se redacta el proyecto de obras.

La tercera fase consistiría en la toma de posesión, por los propietarios, de las fincas de reemplazo, previamente replanteadas en el campo.

as Aragón (De la Riva, 1989; 1990), Castilla y León (Alario, 1991), and Asturias (Quirós *et al.*, 1994).

Currently, parcel concentration is an instrument for territory regulation in rural zones, which has various types of effects on farmers (Akkaya *et al.*, 2007), and on the efficiency and benefit of exploitations (Monke *et al.*, 1992; Ribas *et al.*, 2006; González *et al.*, 2007); this is due to the reduction in cultivation costs because of the possibility of using agricultural machinery once the surface of parcels increases and their shape is improved, and to the minimization of movement of this machinery to farms once their number is substantially reduced; at the same time, infrastructures in the municipalities are improved, facilitating movement and access to parcels. Parcel concentration also influences the environment (Crecente *et al.*, 2002), which is why its implementation in Spain is subject to a previous environmental report, and when they include CIP (Community Interest Places) zones or SBPZ (Special Bird Protection Zones), they are also subject to an evaluation on environmental impact. In this sense, multi-disciplinary investigations are being developed in some countries, like Portugal and Belgium, to evaluate the effects of parcel concentration projects on the environment (Van Huylenbroeck *et al.*, 1996).

There are much fewer studies that analyze the costs of investments used for infrastructures (roads, land movement, drainage, etc.) and their economic profitability (Castro *et al.*, 2001). This study is immersed in this research line, analyzing the implementation of parcel concentration by the administration and estimating the cost of investments defrayed.

There is some research studies related specifically with the methodology of the parcel concentration process. During the first phase of the process (Liss, 1987; Sánchez, 2006), studies gathered in the Bases Provisionales (Provisional Bases) and Bases Definitivas (Definitive Bases) are included, which are inventories of the properties in all parcels included in the process, and their evaluation through classification tasks.

The second phase would entail the project and agreement for parcel concentration in which the reorganization of property is defined, establishing new replacement farms. In parallel to these processes, or at the end of them, the building works project is drawn up.

The third phase would consist in owners taking possession of replacement farms, which have been previously re-plotted in the field.

The fourth phase would include the writing of the reorganization act and property titles, with their inscription in the corresponding property registry.

Before the first phase, writing of the report previous to the procedure request would be captured,

La cuarta fase comprendería la redacción del acta de reorganización y de los títulos de propiedad, con su inscripción en el correspondiente registro de la propiedad.

Antes de la primera fase, se recogería la redacción del informe previo a la solicitud del procedimiento, que cuantifica el coste de las obras necesario para determinar la viabilidad del proceso, delimitando el perímetro a concentrar y recogiendo el resto de los aspectos socioeconómicos necesarios para esta evaluación. En el caso de considerarse favorable, el procedimiento se inicia con un Decreto que declara el inicio de los trabajos y su utilidad pública.

Como se puede observar, en la primera fase del proceso se estima el coste aproximado de las obras, el cual se realiza por comparación con obras anteriores, pero sin ningún rigor científico. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es la determinación de los factores que influyen en el coste de las inversiones previstas en la actuación de concentración parcelaria y su cuantificación, especialmente la pendiente del terreno, con el fin de aportar información a las administraciones públicas para el establecimiento de los presupuestos en actuaciones futuras.

Para favorecer este proceso de concentración parcelaria, en España se están desarrollando herramientas informáticas integradas en los SIG (Sistemas de Información Geográfica) (Tourinho *et al.*, 2001), de gran utilidad para la toma de decisiones multicriterio (Yaldir y Rehman, 2002), y que permitirán estimar de forma más exacta la orografía de la superficie afectada.

LAS INFRAESTRUCTURAS RURALES NECESARIAS DENTRO DEL PROCEDIMIENTO EN CONCENTRACIÓN PARCELARIA

En todos los informes previos y en los planes de obras y mejoras territoriales, documento técnico a nivel de anteproyecto donde se relacionan las obras comprendidas, su presupuesto y su clasificación como de interés general o complementario, se hace referencia a la orografía en la descripción de la zona a concentrar. Se dice que el terreno es llano, ondulado o ligeramente ondulado; clasificación un tanto subjetiva por no responder a criterios parametrizados, sino simplemente a la observación de un mapa topográfico con curvas de nivel, y que en virtud de ella y por comparación con obras recientes en otras zonas, el precio del kilómetro de camino se supone tendrá un precio superior o inferior al de referencia.

Las obras de concentración parcelaria se pueden clasificar en:

- De interés general: sufragadas en su totalidad por la administración y que, a su vez, podemos desglosar en:

quantifying the cost of works necessary to determine the viability of the process, defining the perimeter that would be concentrated, and gathering the rest of the socioeconomic aspects needed for this evaluation. In the case of being deemed favorable, the procedure would begin with a Decree that declares the beginning of works and their public utility.

As can be observed, during the first phase of the process, the approximate cost of works is estimated by comparison with previous works, but without any scientific rigor. Therefore, the objective of this study is to determine the factors that influence the cost of investments foreseen in actions for parcel concentration and quantifying them, particularly the terrain slope, with the aim of providing information to public administrations for determining budgets in future actions.

In order to facilitate this process of parcel concentration, computer tools integrated into GIS (Geographic Information Systems) are being developed (Tourinho *et al.*, 2001), of great use for multi-criteria decision-making (Yaldir and Rehman, 2002), and which will allow to estimate more exactly the orography of the surface affected.

RURAL INFRASTRUCTURES NECESSARY WITHIN THE PROCEDURE OF PARCEL CONCENTRATION

In all previous reports and in the plans for territorial works and improvements, a technical document at the level of draft project where the works included are accounted for, their budget and their classification as general or complementary interest, refers to orography in the description of the area to be concentrated. The terrain is described as flat, rolling or slightly rolling; this classification is somewhat subjective since it does not respond to parameter criteria, but rather simply to the observation of a topographic map with level curves, and in virtue of and by comparison with recent works in other zones, the price of the kilometer of road that is supposed to have a higher or inferior price to that of the reference one.

The works for parcel concentration can be classified into:

- Of general interest: defrayed completely by the administration and which we can, in their turn, divide into:
 - Road network
 - Drainage network
 - Other works of general interest: waste pipes, wall removal, environmental corrective measures, replacements, etc.
- Of complementary interest: defrayed in 40% by the administration in those Autonomous

- Red de caminos
- Red de desagües
- Otras obras de interés general: Drenajes, retirada de paredes, medidas correctoras medioambientales, reposiciones, etcétera.
- De interés complementario: sufragadas en 40% por la administración en aquellas Comunidades Autónomas donde sigue vigente la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario. Son menos frecuentes que las anteriores, y a título de ejemplo se pueden citar: las acequias y redes de riego, naves agrícolas, maquinaria para la industria agroalimentaria, etcétera.

En el presente trabajo únicamente se consideran las obras clasificadas de interés general, por su presencia en todas las obras y su preponderancia sobre el presupuesto total. Para su realización se sigue el siguiente procedimiento:

- Informe previo de concentración parcelaria: se hace una previsión somera de todas las obras necesarias, con su cuantificación económica a los efectos de la redacción de un informe de viabilidad.
- Plan de Obras y Mejoras Territoriales: anteproyecto de todas las obras necesarias, y en concreto de la red de caminos y desagües, definiéndose su trazado, que será necesario para poder realizar el proyecto de concentración parcelaria. También se estima el coste de las obras incluidas. Se elabora, normalmente, tras la exposición pública de las Bases Definitivas.
- Proyecto de Obras: suele redactarse a la par que el acuerdo de concentración parcelaria o al finalizarse estos trabajos. Las obras de caminos son las más importantes para el procedimiento de concentración parcelaria, y suponen la mayor parte del presupuesto, como se verá a continuación. Dentro de estas obras, las partidas predominantes son el movimiento de tierras, la construcción del firme y las obras de fábrica.
- Inicio de las obras: suelen comenzar a la par que el replanteo de fincas para facilitarlos, marcando el trazado de los caminos, o tras la toma de posesión.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Como área de estudio se eligió la provincia de Teruel perteneciente a la Comunidad Autónoma de Aragón. Dicha Comunidad está situada al noreste de España, limitando al norte con Francia, y está compuesta por tres provincias: Huesca, Zaragoza y Teruel, de norte a sur.

Se justifica la elección de la provincia de Teruel porque posee una orografía muy variada, con actuaciones

Comunidades where the Ley de Reforma y Desarrollo Agrario is still in force. These are less frequent than the previous, and the following can be cited as examples: irrigation channels and networks, agricultural naves, machinery for the agricultural and food industries, etc.

In this study, we only considered the works classified as of general interest, because of their presence in all the projects and their prevalence on the total budget. For their realization, the following procedure is followed:

- Prior report on parcel concentration: a shallow preview is done of all the works necessary, with an economic quantification to draw up a viability report.
- Plan for Works and Territorial Improvement: draft project of all the works necessary, and specifically of the road and drainage networks, defining their layout, which will be necessary in order to carry out the parcel concentration project. The cost of works included is also estimated. It is normally elaborated after the public exposure of the Definitive Bases.
- Works Project: it is usually written at the same time than the parcel concentration agreement or at the end of these works. Road works are the most important for the procedure of parcel concentration, and they entail the greatest part of the budget, as will be seen next. Within these works, the predominant items are land movement, solid ground construction and factory works.
- Beginning of the works: they tend to start at the same time than farm replacements, to make it easier, marking the road layout or after taking ownership.

SOURCES OF INFORMATION

The study area chosen was the province of Teruel, which belongs to the Autonomous Community of Aragón. This community is located in northeastern Spain, bordering France to the North, and is composed by three provinces: Huesca, Zaragoza and Teruel, from north to south.

The choice of the province of Teruel is justified because it has a very diverse orography, with actions carried out in agricultural areas that are relatively flat in the agrarian region of the Jiloca Basin, more diverse in the agrarian region of Bajo Aragón and with rolling landscape in the rest of the province.

The choice of the Teruel province is also interesting because, contrary to what occurs in the

llevadas a cabo en zonas agrícolas relativamente llanas en la comarca agraria Cuenca del Jiloca, más variables en la comarca agraria Bajo Aragón y con relieve ondulado en el resto de la provincia.

También es interesante la elección de la provincia de Teruel porque, al contrario de lo que ocurre en las otras dos provincias de la Comunidad Autónoma, hay un claro predominio en número y superficie de las concentraciones parcelarias de secano, cuya finalidad no es su futura transformación en regadío. No obstante, en el estudio también se incluyen las obras de infraestructura de caminos rurales en los subperímetros de regadío de la zona regable Canal Calanda-Alcañiz y en el regadío de interés social de Mas de Las Matas, por no existir diferencia aparente en cuanto al dimensionado del firme y resto de tipología, respecto de las zonas de secano. Los municipios donde se sitúan las obras objeto de estudio dentro de la provincia de Teruel se localizan en la Figura 1, resaltándose al noreste el municipio de Samper de Calanda, que se explicará después con más detalle.

Las fuentes de información utilizadas han sido proporcionadas por:

1. La Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón: aporta información general del procedimiento de concentración parcelaria:
 - Fecha del acuerdo
 - Superficie, en hectáreas, en el acuerdo
 - Número de propietarios en el acuerdo
 - Número de parcelas aportadas
 - Número de fincas en el acuerdo
2. La Subdirección de Desarrollo Rural de Teruel: aporta información económica y de las características de las obras de interés general:
 - Fecha de liquidación
 - Presupuestos de liquidación, desglosados en: obras de caminos, obras de desagües y otras de interés general.
 - Longitud de la red de caminos, en metros
 - Longitud de la red de desagües, en metros
 - Movimiento de tierras, en metros cúbicos, de excavación y terraplenado de caminos
 - Movimiento de tierras, en metros cúbicos, de excavación en la red de desagües
3. El Centro de Documentación e Información Territorial del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón: suministra información básica sobre la orografía para la obtención de la pendiente media del terreno, en porcentaje, y su desviación estándar.

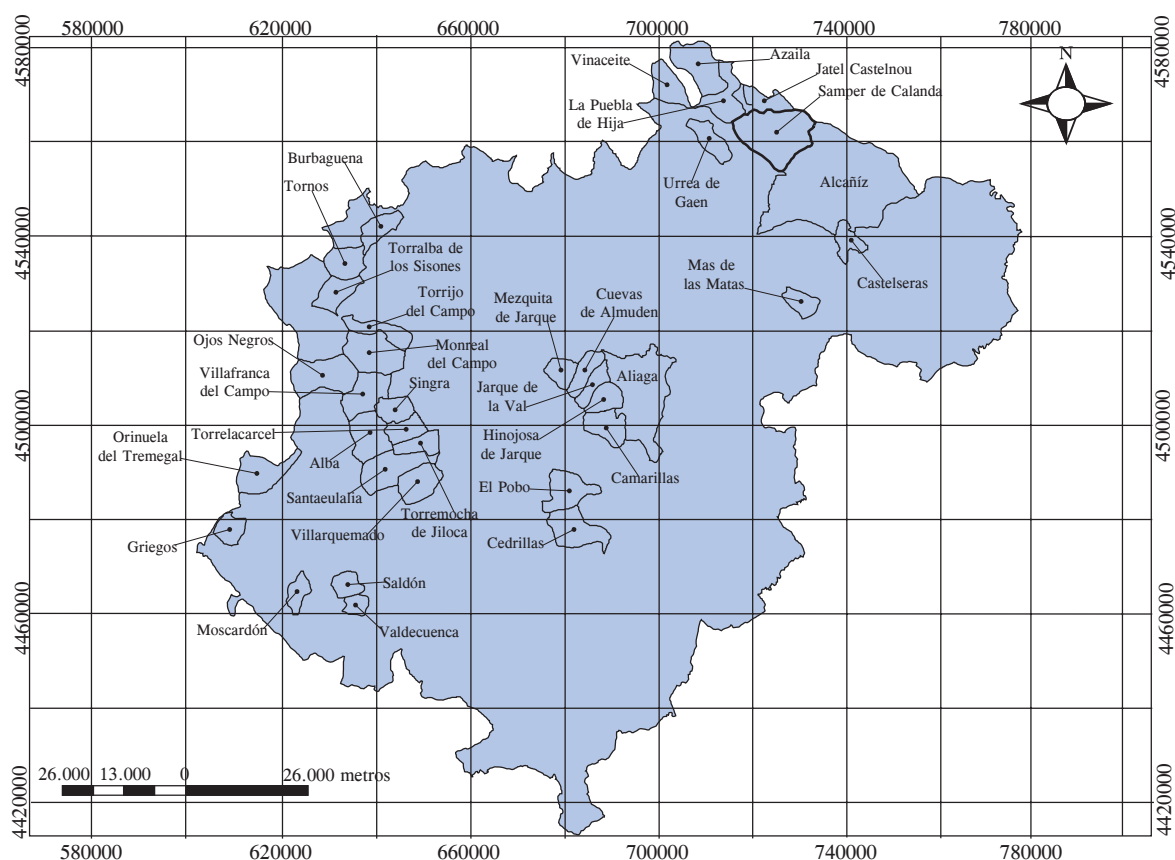
De acuerdo con la información recopilada, se estudian un total de 39 obras en actuaciones de concentración parcelaria, que afectaron a una superficie 111 784

two other provinces in the Autonomous Community, there is a clear predominance in the number and surface of parcel concentrations in dry areas, whose aim is not their future transformation into irrigation. However, in the study, there are also infrastructure works included for rural paths in the irrigation sub-perimeters of the irrigation zone of Canal Calanda-Alcañiz, and the social interest irrigation area of Mas de Las Matas, since there is no apparent difference in terms of the dimensions of the solid ground and the rest of the typology, as compared to the dry areas. The municipalities where the works that are the object of study are located, inside the province of Teruel, are shown in Figure 1, highlighting the municipality of Samper de Calanda to the northeast, which will be explained later in more detail.

The sources of information used have been provided by:

1. The Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno in Aragón: it contributes general information regarding the procedure of parcel concentration:
 - Date of agreement
 - Surface, in hectares, in the agreement
 - Number of landowners in the agreement
 - Number of parcels contributed
 - Number of farms in the agreement
2. The Subdirección de Desarrollo Rural in Teruel: it contributed economic information and about the characteristics of works of general interest:
 - Date of liquidation
 - Budgets for liquidation, broken down into: road works, drainage works, and others of general interest.
 - Length of the road network, in meters.
 - Length in drainage network, in meters.
 - Land movement, in cubic meters, for road excavation and filling.
 - Land movement, in cubic meters, for excavation in the drainage network.
3. The Centro de Documentación e Información Territorial del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón: it provides basic information about orography to obtain the average slope of the terrain, in percentage, and its standard deviation.

Based on the information gathered, a total of 39 works are studied in actions of parcel concentration, which affected a surface of 111 784 ha in the province of Teruel, on a total surface of 14 809 km², which has entailed a cost of 48.13 million Euro referred by 2009, affecting 14 441 landowners.



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía del SITAR (Sistema de Información Territorial de Aragón).

Figura 1. Municipios con obras de concentración parcelaria realizadas en la provincia de Teruel.
Figure 1. Municipalities with parcel concentration works carried out in the province of Teruel.

ha en la provincia de Teruel sobre una superficie total de 14 809 km², lo que ha supuesto un coste de 48.13 millones de euros referidos al año 2009, afectando a 14 441 propietarios.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de dichas obras, en donde el presupuesto de liquidación está referido a euros constantes del año 2009.

Se han considerado todas las actuaciones llevadas a término en la provincia de Teruel, excepto las de los municipios de Ferrerueta de Huerva y Perales de Alfambra, además de la realizada en la zona de interés general de Valmuel, por no disponerse de información sobre todas las variables.

Dentro del presupuesto de liquidación, la inversión en las obras de caminos supone 92.32% del total, seguida de las obras de desagües con sólo 2.90%. El resto de obras, que tienen una casuística muy variada y que también las sufragará íntegramente la administración, suponen en su conjunto 4.78% restante.

Se han considerado como fechas de realización de las obras las que constan en el presupuesto de liquidación de las mismas, utilizando la del último proyecto aprobado

In Table 1, a summary of these works is presented, where the budget for liquidation is referred in Euros constant to the year 2009.

All actions that were finished in the province of Teruel were considered, except those in the municipalities of Ferrerueta de Huerva and Perales de Alfambra, in addition to the one carried out in the area of general interest in Valmuel, because information about all variables was not available.

Within the liquidation budget, the investment in road works entails 92.32% of the total, followed by drainage works with only 2.90%. The rest of the works, which have a very diverse casuistry and which were also defrayed in whole by the administration, represent as a whole the remaining 4.78%.

The dates for the completion of works that have been taken into account are those that are declared in their liquidation budget, using that of the last project approved, whenever there is no previous piece of data. In the case that there are several execution phases for the same project, hired independently, the date of liquidation used is that of the greatest amount that affects road works.

Cuadro 1. Relación de las obras objeto de estudio.
Table 1. List of the works that are object of study.

| Número | Zona | Comarca agraria | Pendiente media (%) | Fecha liquidación | Presupuesto liquidación (€) |
|--------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 1ª Fase Canal | | | | |
| | Calanda Alcañiz | Bajo Aragón | 6.27 | 2002 | 1 737 435.12 |
| 2 | Alcañiz S. Caspe | Bajo Aragón | 13.73 | 1990 | 2 496 432.62 |
| 3 | Alcañiz S. Escatrón | Bajo Aragón | 13.46 | 1990 | 1 860 149.93 |
| 4 | Alcañiz S. Híjar | Bajo Aragón | 10.46 | 1988 | 312 261.39 |
| 5 | Alcañiz S. Valdealgorfa | Bajo Aragón | 18.28 | 1990 | 2 687 281.17 |
| 6 | Alcañiz S. Valdestremera | Bajo Aragón | 6.40 | 1990 | 3 200 866.51 |
| 7 | Azaila I | Bajo Aragón | 3.96 | 1965 | 285 701.08 |
| 8 | Castelnou | Bajo Aragón | 7.06 | 1985 | 238 286.02 |
| 9 | Castelseras | Bajo Aragón | 9.17 | 1983 | 158 626.49 |
| 10 | Jatiel Secano | Bajo Aragón | 6.96 | 2003 | 464 669.62 |
| 11 | La Puebla De Híjar | Bajo Aragón | 5.78 | 2002 | 1 020 879.95 |
| 12 | Mas de las Matas | Bajo Aragón | 11.58 | 2006 | 1 682 668.33 |
| 13 | Samper de Calanda | Bajo Aragón | 8.18 | 2006 | 2 472 387.39 |
| 14 | Urrea de Gaen | Bajo Aragón | 2.16 | 1969 | 606 977.92 |
| 15 | Vinaceite | Bajo Aragón | 2.98 | 1977 | 1 324 311.83 |
| 16 | Alba del Campo | Cuenca del Jiloca | 4.07 | 1977 | 289 509.22 |
| 17 | Burbáguena | Cuenca del Jiloca | 7.14 | 1967 | 664 985.40 |
| 18 | Monreal del Campo Regad. | Cuenca del Jiloca | 2.15 | 1976 | 875 675.49 |
| 19 | Monreal del Campo Secano | Cuenca del Jiloca | 3.02 | 1998 | 1 000 781.47 |
| 20 | Ojos Negros | Cuenca del Jiloca | 8.89 | 2002 | 2 757 459.36 |
| 21 | Singra | Cuenca del Jiloca | 1.73 | 1970 | 643 926.81 |
| 22 | Santa Eulalia del Campo | Cuenca del Jiloca | 2.18 | 1972 | 1 239 643.45 |
| 23 | Tornos | Cuenca del Jiloca | 3.25 | 1998 | 1 767 185.02 |
| 24 | Torralba de los Sisones | Cuenca del Jiloca | 4.21 | 2004 | 1 171 880.49 |
| 25 | Torrelacarcel | Cuenca del Jiloca | 2.76 | 1977 | 197 278.86 |
| 26 | Torremocha del Jiloca | Cuenca del Jiloca | 2.38 | 1977 | 107 602.15 |
| 27 | Torrijo del Campo | Cuenca del Jiloca | 2.18 | 1992 | 734 807.30 |
| 28 | Villafranca del Campo | Cuenca del Jiloca | 2.16 | 1974 | 864 962.90 |
| 29 | Villarquemado | Cuenca del Jiloca | 2.40 | 1975 | 516 057.84 |
| 30 | Cedrillas | Maestrazgo | 8.67 | 1984 | 1 269 678.79 |
| 31 | El Pobo | Maestrazgo | 7.08 | 2008 | 2077 238.94 |
| 32 | Griegos | Serranía de Albarracín | 10.53 | 1985 | 918 133.70 |
| 33 | Moscardon | Serranía de Albarracín | 11.32 | 1999 | 306 402.06 |
| 34 | Orihuela del Tremedal | Serranía de Albarracín | 5.39 | 1984 | 1 080 324.11 |
| 35 | Saldon | Serranía de Albarracín | 6.90 | 1998 | 291 845.77 |
| 36 | Valdecuenca | Serranía de Albarracín | 8.45 | 1991 | 208 128.79 |
| 37 | Barrio de Campos | Serranía de Montalbán | 14.45 | 2002 | 555 842.41 |
| 38 | Camarillas | Serranía de Montalbán | 8.16 | 2002 | 1 809 783.39 |
| 39 | La Val de Jarque | Serranía de Montalbán | 12.37 | 1989 | 6 229 163.64 |

Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón, y el Centro de Documentación e Información Territorial del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón.

en caso de no disponer del dato anterior. En el supuesto de la existencia de varias fases de ejecución para un mismo proyecto, contratadas independientemente, se toma como fecha de liquidación la fase de mayor importe que afecta a la obra de caminos.

La pendiente media de cada obra se ha calculado mediante el empleo de un programa informático cuya metodología se comenta después, y oscila de 1.73% a 14.45%.

En cuanto a la tipología de las secciones de la obra de caminos obtenidas de los proyectos ejecutivos de obras, se hace incidencia en el ancho del firme, que suele quedar con más libertad a criterio del proyectista. No sucede lo mismo con el espesor de los firmes

The average slope in every work was estimated through the use of a computer program whose methodology is presented later, and it varies from 1.73% and 14.45%.

With regards to the typology of the road works sections obtained in the works' executive projects, there is incidence in the solid ground width, which tends to be left to the judgment of the project planner. The same does not occur with the thickness of the solid ground built with selected granular material, since it is consequence of the Daily Average Intensity and of the existing traffic and geotechnical characteristics of the ground, determined by the use of very common

construidos con material granular seleccionado, dado que es consecuencia de la Intensidad Media Diaria de Tráfico existente y las características geotécnicas del suelo, y que viene determinado por el uso de métodos muy extendidos como el del índice CBR (California Bearing Ratio) (Dal-Re Tenreiro, 1985).

En el Cuadro 2 se observa cómo el ancho medio calculado en el firme de los caminos oscila de 4.34 a 6 metros, pero sin variación significativa a lo largo del tiempo. También se comprueba que en las primeras redes de caminos, construidas por el Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y posteriormente por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario, aparece un número importante de caminos cuya explanación no se coronaba con firme de material granular y que se dejaban únicamente con una explanación en tierra compactada, al contrario de lo que ocurre en las redes posteriores construidas por la Comunidad Autónoma de Aragón. Este factor puede determinar una diferencia importante en el presupuesto total de las obras, pero no en el coste de las partidas de movimiento de tierras y de obras de fábrica, que sí se construían.

METODOLOGÍA

Se parte de la hipótesis de que la orografía del terreno, junto con otros parámetros de la concentración parcelaria, es una variable que permite estimar el coste de las inversiones en las infraestructuras y, más en concreto, en las obras de la red de caminos rurales.

En primer lugar se explica la metodología de obtención de la pendiente y en segundo lugar la relativa a la obtención del modelo de estimación del coste de las inversiones.

La pendiente del suelo se obtiene a partir de un modelo de elevación del terreno que describe su distribución espacial (Doyle, 1978; Felicísimo, 1994) y con el que se obtienen los estadísticos descriptivos de un modo menos laborioso que con los cálculos manuales.

Para ello se utiliza el programa Arcview, herramienta SIG que permite proceder al análisis de datos georeferenciados. La información en el programa Arcview se incorpora con base en temas o capas de información. La capa que contiene la información espacial sobre la pendiente del terreno ha sido obtenida a partir de un modelo digital del terreno disponible en el Centro de Información Territorial del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón, y fue generado utilizando el método fotogramétrico de correlación de imágenes mediante un algoritmo, a partir de cartografía con altimetría obtenida de vuelo encargado para la elaboración del SIG Oleícola en el año 1997. El tamaño de las celdas (píxeles) del mismo es de 20 x 20 m.

methods such as the CBR (California Bearing Ratio) Index (Dal-Re Tenreiro, 1985).

Table 2 shows how the average width estimated with solid ground in roads varies from 4.34 to 6 meters, but without significant variation throughout time. It also shows that in the first road networks, built by the Servicio Nacional de Concentración Parcelaria and later by the Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario, there is an important number of roads whose leveling was not covered with solid ground of granular material, and which was left solely with leveling in compacted dirt, contrary to what happened with subsequent networks built by the Autonomous Community of Aragón. This factor can determine an important difference in the total budget of the works, but not in the costs of the items for land movement and factory works, which were actually built.

METHODOLOGY

We start from the hypothesis that the terrain orography, together with other parameters in parcel concentration, is a variable that allows estimating the cost of investments in infrastructure and, more specifically, in works for the rural road network.

First, the methodology for obtaining the slope is explained, and second, the method for obtaining the estimation model for the investment cost.

The ground slope is obtained from a model of terrain lifting that describes its spatial distribution (Doyle, 1978; Felicísimo, 1994), and with which descriptive statistics are obtained in a less industrious manner than with manual calculations.

For this, the Arcview software is used, a GIS tool that allows analyzing geo-referential data. Information in the Arcview program is incorporated into the database in themes or layers of information. The layer that contains spatial information regarding the terrain slope has been obtained from a digital terrain model available at the Aragón government's *Centro de Información Territorial* (Territorial Information Center) from the Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior (Department of Territorial Policy, Justice and Interior), and was generated by using the photogrammetric method for image correlation through an algorithm, from cartography with altimetry obtained from a flight commissioned for elaborating the Oleic Production GIS in 1997. The size of the cells (pixels) for it is 20 x 20 m.

The surface to be analyzed is the other layer or theme used by this tool in each one of the municipalities where actions for parcel concentration are included, and it has been obtained from the rustic registry or the graphic support for the SIGPAC tool (*Sistema*

Cuadro 2. Longitudes y ancho del firme de las redes de caminos.
Table 2. Length and width of the solid ground in the road network.

| Zona | Fecha liquidación | Longitud total caminos (m) | Longitud caminos con firme (m) | Anchura firme medio (m) | Longitud caminos en tierra (m) | Anchura explanación medio (m) |
|--------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Azaila 1ª Parte | 1965 | 36 160.00 | 2783.00 | 6.00 | 33 377.00 | 6.00 |
| Burbáguena | 1967 | 25 507.50 | 4160.00 | 5.03 | 21 347.50 | 5.30 |
| Urrea de Gaen | 1969 | 10 690.00 | 10 690.00 | 5.02 | 0.00 | 0.00 |
| Singra | 1970 | 25 218.00 | 17 546.00 | 6.00 | 7672.00 | 6.00 |
| Santa Eulalia del Campo | 1972 | 53 442.10 | 53 442.10 | 5.34 | 0.00 | 0.00 |
| Villafranca del Campo | 1974 | 51 151.52 | 35 355.02 | 5.05 | 15 796.50 | 6.00 |
| Villarquemado | 1975 | 57 028.72 | 24 154.08 | 4.77 | 32 874.64 | 6.00 |
| Monreal del Campo Regad. | 1976 | 39 067.26 | 29 452.30 | 5.60 | 9614.96 | 6.00 |
| Alba del Campo | 1977 | 29 595.00 | 22 599.00 | 5.33 | 6996.00 | 4.00 |
| Torreliarcarcel | 1977 | 24 124.68 | 12 302.64 | 5.42 | 11 822.04 | 6.00 |
| Torremocha del Jiloca | 1977 | 19 629.49 | 3982.30 | 5.32 | 15 647.19 | 5.37 |
| Vinaceite | 1977 | 74 537.20 | 18 054.12 | 5.35 | 56 483.08 | 5.65 |
| Castelseras | 1983 | 8109.63 | 4609.63 | 6.00 | 3500.00 | 4.00 |
| Cedrillas | 1984 | 56 560.00 | 56 560.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Orihuela del Tremedal | 1984 | 32 943.00 | 32 943.00 | 6.00 | 0.00 | 0.00 |
| Castelnou | 1985 | 42 300.00 | 750.00 | 5.00 | 41 550.00 | 4.58 |
| Griegos | 1985 | 27 428.00 | 25 339.00 | 5.64 | 2089.00 | 6.00 |
| Alcañiz S. Hajar | 1988 | 7366.11 | 7366.11 | 5.52 | 0.00 | 0.00 |
| La Val | 1989 | 114 479.15 | 114 479.15 | 6.00 | 0.00 | 0.00 |
| Alcañiz S. Caspe | 1990 | 70 501.00 | 70 501.00 | 5.40 | 0.00 | 0.00 |
| Alcañiz S. Escatrón | 1990 | 44 620.56 | 44 620.56 | 5.30 | 0.00 | 0.00 |
| Alcañiz S. Valdealgorfa | 1990 | 51 350.00 | 51 350.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Alcañiz S. Valdestremera | 1990 | 75 085.00 | 75 085.00 | 5.40 | 0.00 | 0.00 |
| Valdecuena | 1991 | 5 279.00 | 5279.00 | 4.84 | 0.00 | 0.00 |
| Torrijo del Campo | 1992 | 31 560.00 | 31 560.00 | 5.21 | 0.00 | 0.00 |
| Monreal del Campo Secano | 1998 | 37 386.00 | 37 386.00 | 6.00 | 0.00 | 0.00 |
| Saldon | 1998 | 8224.00 | 8224.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tornos | 1998 | 40 966.52 | 40 966.52 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Moscardon | 1999 | 12 620.00 | 12 620.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1ª Fase Canal | | | | | | |
| Calanda Alcañiz | 2002 | 92 262.00 | 92 262.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Barrio de Campos | 2002 | 19 278.93 | 19 278.93 | 4.34 | 0.00 | 0.00 |
| Camarillas | 2002 | 38 987.02 | 38 987.02 | 4.84 | 0.00 | 0.00 |
| La Puebla de Hajar | 2002 | 55 836.00 | 55 836.00 | 4.86 | 0.00 | 0.00 |
| Ojos Negros | 2002 | 78 406.03 | 78 406.03 | 5.61 | 0.00 | 0.00 |
| Jatiel Secano | 2003 | 16 018.00 | 16 018.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Torraiba de los Sisonos | 2004 | 49 418.00 | 39 884.00 | 5.00 | 9534.00 | 6.00 |
| Mas de las Matas | 2006 | 50 587.00 | 50 587.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| Samper de Calanda | 2006 | 116 716.08 | 116 716.08 | 4.80 | 0.00 | 0.00 |
| El Pobo | 2008 | 76 021.42 | 76 021.42 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón.

La superficie a analizar es la otra capa o tema utilizada por esta herramienta en cada uno de los municipios en donde se incluyen las actuaciones de concentración parcelaria, y se ha obtenido del catastro de rústica o del soporte gráfico de la herramienta SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) para el control de ayudas agrícolas de la PAC (Política Agrícola Común).

La delimitación de los polígonos catastrales con concentración parcelaria de los que no se ha actuado, se realiza a partir de selección de datos en el cuadro asociado. En dichas tablas asociadas, los polígonos con concentración parcelaria suelen indicarse por una

de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, Geographic Information System for Agricultural Parcels) for the control of agricultural grants in the PAC (*Política Agrícola Común*, Common Agricultural Policy).

Delimitation of registry polygons with parcel concentration where no action has been taken is carried out from the selection of data in the associated square. In these associated tables, polygons with parcel concentration tend to be indicated by a concrete numbering, usually from 500, in order to distinguish them from those not concentrated, which follow the ordinary numbering starting from polygon number 1.

numeración concreta, usualmente a partir de 500 para distinguirlos de los no concentrados, que siguen la numeración ordinaria a partir del polígono número 1. En caso de necesidad de delimitar parte de un polígono, la selección en tabla se puede realizar a nivel de parcela. Incluso para seleccionar parte de parcela por incluir eriales no concentrados, el programa tiene la opción de trabajar con la herramienta Cortar.

Una vez delimitada la superficie a analizar, que es la incluida dentro del perímetro de la concentración parcelaria, se añade como un nuevo tema en la tabla de materias.

El programa es capaz de realizar los análisis a partir de la interacción de la información recogida en esta nueva capa de información, elaborada sobre la superficie concentrada, con la recopilada en el tema sobre la pendiente del terreno a través de la opción: *Analysis* → *Sumarize zones*. De este modo, pueden obtenerse los datos de la pendiente media del terreno en porcentaje y la desviación estándar sobre la zona analizada. El programa también permite exportar planos que recogen la superficie analizada y, dentro de esta, la información gráfica sobre la variación de la pendiente del terreno observable, asignando a una escala, que contiene distintos intervalos de pendiente, una distinta intensidad de color para cada tramo. A modo de ejemplo, se recoge en la Figura 2 la información gráfica de la zona concentrada en el municipio de Samper de Calanda, y en la Figura 3 su pendiente media, en porcentaje.

En lo que respecta a la metodología para la estimación del coste de las inversiones, se formularon sendos modelos de regresión lineal múltiple, estimados por el método de mínimos cuadrados ordinarios, en el que el coste de las obras (V), o variable dependiente, se expresa del siguiente modo:

$$V = a_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + \varepsilon$$

Siendo:

a_0 : la constante a estimar

b_i : los coeficientes de las variables explicativas

X_i : las variables explicativas del modelo

ε : la variable residuo o perturbación aleatoria del modelo

El coste de las obras viene determinado, en todos los casos, por el presupuesto de liquidación en euros referidos al año 2009. Previamente al análisis de regresión, se aplicó el análisis factorial de componentes principales, con rotación varimax, para garantizar el supuesto de no multicolinealidad y la obtención de un modelo sencillo, con un número reducido de variables que expliquen un alto porcentaje de la varianza total observada.

La variable a explicar (V) es, en cada modelo:

In the case of a need to delimit part of a polygon, the selection on the table can be done at the parcel level. Even in selecting part of the parcel by including non-concentrated uncultivated lands, the program has the option of working with the Cutting tool.

Once the surface to be analyzed is delimited, which is that included in the perimeter of parcel concentration, it is added as a new theme in the materials index.

The program is capable of carrying out analyses from the interaction of information gathered in this new layer of information, elaborated on the concentrated surface, with that compiled for the theme regarding the terrain slope, through the option *Analysis* → *Summarize zones*. In this manner, data from the average slope in the terrain can be obtained for the analyzed zone, in percentage and standard deviation. The program also allows exporting planes that portray the surface analyzed and, within it, the graphic information on the observable slope variation, assigning a scale that contains different slope intervals, a different intensity of color for each stretch. For example, Figure 2 shows the graphic information of the concentrated zone in the municipality of Samper de Calanda, and Figure 3 shows its average slope, in percentage.

With regards to the methodology for estimating the cost of investments, plenty multiple linear regression models were formulated, estimated with the ordinary minimum squares method, where the cost of works (V), or dependent variable, is expressed as follows:

$$V = a_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + \varepsilon$$

Where:

a_0 : the constant being estimated

b_i : the coefficients of explicative variables

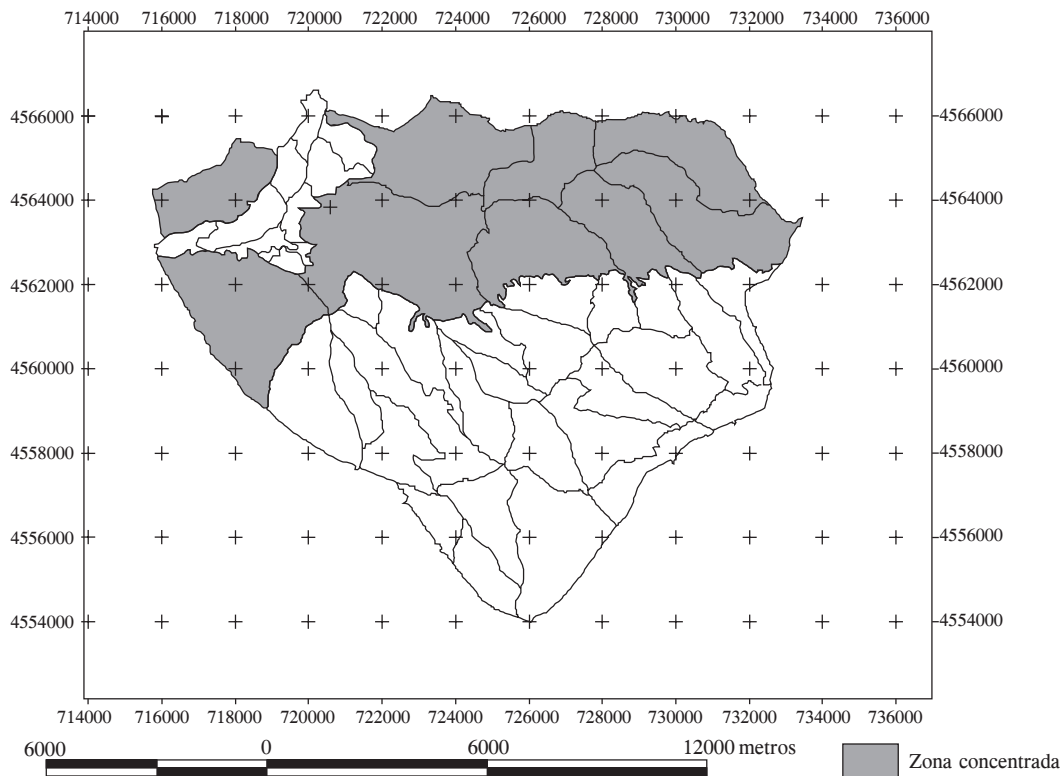
X_i : the model's independent variables

ε : the residual variable or random perturbation of the model

The cost of works is determined, in every case, by the liquidation budget in Euros referred to 2009. Before the regression analysis, a principal component factor analysis was performed, with varimax rotation, to guarantee the assumption of non-multicollinearity and to obtain a simple model, with a reduced number of variables that explain a high percentage of the total variance observed.

The variable to be explained (V) is, in each model:

- OIG: cost of the general interest works (which vary from 107 602.15 € in Torremocha del Jiloca to 6 229 163.64 € in La Val de Jarque) (Table 1)
- OC: cost of the road works (which vary from



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía facilitada por la Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón.

Figura 2. Zonas de concentración parcelaria del término municipal de Samper de Calanda.
Figure 2. Parcel concentration zones in the municipality of Samper de Calanda.

- OIG: coste de las obras de interés general (oscilan de 107 602.15 € en Torremocha del Jiloca a 6 229 163.64 € en La Val de Jarque) (Cuadro 1)
- OC: coste de las obras de caminos (oscilan de 102 145.73 € en Torremocha del Jiloca a 5 492 119.07 € en La Val de Jarque)
- OD: coste de las obras de desagües (oscilan de 0 € en 24 obras a 361 590.04 € en La Val del Jarque)

Las once variables explicativas posibles (X_i) a considerar en los modelos son:

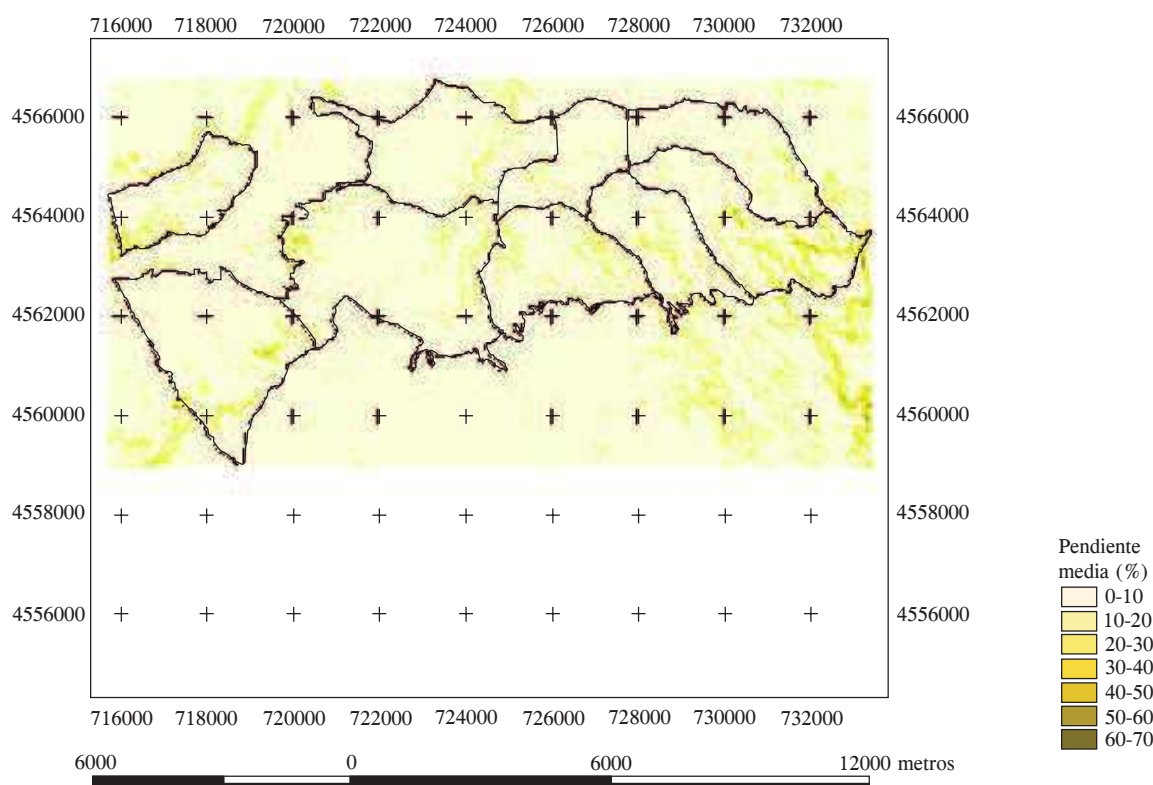
- S: superficie, en hectáreas, del acuerdo (oscila de 164 ha en Moscardón a 9451 ha en La Val de Jarque)
- NPR: número de propietarios del acuerdo (oscila de 67 en B^a de Campos de Aliaga a 1295 en Monreal del Campo, subperímetro seco)
- NP: número de parcelas aportadas (oscila de 651 en Jatiel a 9441 en La Val de Jarque)
- NF: número de fincas del acuerdo (oscila de 184 en Jatiel a 2453 en Alcañiz sector Valdealgofa)
- LRC: longitud, en metros, de la red de caminos (oscila de 5279 m en Valdecuencia a 116 716 m en Samper de Calanda) (Cuadro 2)

102 145.73 € in Torremocha del Jiloca to 5 492 119.07 € in La Val de Jarque)

- OD: cost of drainage works (which vary from 0 € in 24 works to 361 590.04 € in La Val del Jarque)

The eleven possible explicative variables (X_i) to take into account in the models are:

- S: surface, in hectares, in the agreement (varies from 164 ha in Moscardón to 9451 ha in La Val de Jarque)
- NPR: number of proprietors in the agreement (varies from 67 in B^a de Campos de Aliaga to 1295 in Monreal del Campo, dry sub-perimeter)
- NP: number of parcels contributed (varies from 651 in Jatiel to 9441 in La Val de Jarque)
- NF: number of farms in the agreement (varies from 184 in Jatiel to 2453 in Alcañiz, Valdealgofa sector)
- LRC: length, in meters, of the road network (varies from 5279 m in Valdecuencia to 116 716 m in Samper de Calanda) (Table 2)
- LRD: length, in meters, of the drainage network (varies from 0 m in 24 works to 53 105 m in La Val de Jarque)



Fuente: elaboración propia a partir del modelo digital de elevación del terreno disponible en el Centro de Información Territorial del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón.

Figura 3. Pendiente media en la zona de concentración parcelaria del término municipal de Samper de Calanda.
Figure 3. Average slope in the parcel concentration zone in the municipality of Samper de Calanda.

- LRD: longitud, en metros, de la red de desagües (oscila de 0 m en 24 obras a 53 105 m en La Val de Jarque)
- MTRC: movimiento de tierras, en metros cúbicos, de excavación y terraplenado en caminos (oscila de 17 794 m³ en Saldón a 941 507 m³ en La Val de Jarque)
- MTRD: movimiento de tierras, en metros cúbicos, de excavación en la red de desagües (oscila de 0 m en 24 obras a 165 530 m³ en La Val de Jarque)
- PM: pendiente media terreno, en porcentaje, (oscila de 1.73% en Singra a 18.28% en Alcañiz sector Valdealgorfa) (Cuadro 1)
- DTPM: desviación estándar de la pendiente del terreno (oscila de 1.18 en Torrijo del Campo a 12.79 en Alcañiz sector Valdealgorfa)
- T: fecha de liquidación (Cuadros 1 y 2), que toma el valor 1 para el año 1965 y 44 para el año 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis factorial es significativo, como lo demuestran el índice KMO (medida de adecuación de Kaiser-Meyer-Olkin) que es mayor de 0.5,

- MTRC: land movement, in cubic meters, of excavation and leveling in roads (varies from 17 794 m³ in Saldón to 941 507 m³ in La Val de Jarque)
- MTRD: land movement, in cubic meters, of excavation for drainage network (varies from 0 m in 24 works to 165 530 m³ in La Val de Jarque)
- PM: average terrain slope, in percentage (varies from 1.73% in Singra to 18.28% in Alcañiz, Valdealgorfa sector) (Table 1)
- DTPM: standard deviation of the terrain slope (varies from 1.18 in Torrijo del Campo to 12.79 in Alcañiz, Valdealgorfa sector)
- T: liquidation date (Tables 1 and 2), which take the value 1 for the year 1965 and 44 for the year 2008.

RESULTS AND DISCUSSION

Results from the factor analysis are significant, as shown by the KMO index (Kaiser-Meyer-Olkin adaptation measurement), which is higher than 0.5, and Bartlett's sphericity test, which allows reducing the eleven explicative variables to only three that explain 78.124 of the variance observed (Table 3):

y la prueba de esfericidad de Bartlett, lo que permite reducir las once posibles variables explicativas a sólo tres, las cuales explican 78.124 de la varianza observada (Cuadro 3):

- Factor 1: es el más importante, ya que explica 40.019 de la varianza. Recoge variables relacionadas directamente con las obras de la red de caminos: LRC y MTRC. También determinan indirectamente la dimensión de la red de caminos aquellas variables provenientes del proceso de concentración parcelaria: S, NPR, NP y NF.
- Factor 2: explica 24.163 de la varianza y recoge las variables relacionadas con la orografía y la fecha de liquidación: PM, DTPM y T.
- Factor 3: explica 13.974 de la varianza y reúne las variables de obras no relacionadas con la red de caminos: LRD y MTRD.

A continuación se presenta el análisis de regresión eligiendo una variable de cada factor, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 4.

Mediante el gráfico de dispersión de los residuos y los valores predichos tipificados se comprobó, en todos los casos, el cumplimiento de los supuestos de: normalidad, homocedasticidad y linealidad. Asimismo, se realizó, en todos los casos, un análisis de regresión con las variables transformadas a logaritmos neperianos, con el fin de mejorar los resultados obtenidos, pero sin conseguirlo.

Como se observa en el Cuadro 4, según el Modelo 1, la variable que más explica el coste de las inversiones totales (OIG) es el movimiento de tierras de obras de caminos (MTRC), ya que por sí sola llega a explicar 88.4% del coste, como indica el coeficiente de determinación (R^2), y no permite incluir ninguna variable de los otros dos factores (2 y 3) en el modelo. Se parte de un coste inicial de 200 907 euros y por cada metro cúbico de tierra se incrementa en 6579 euros. Sin embargo, no es útil para predecir el coste de las inversiones, ya que los valores de los movimientos de tierras sólo se pueden conocer cuando la obra ya está finalizada; y, por tanto, se deben utilizar otras variables explicativas.

Como se puede ver en los Modelos 2, 3 y 4, la longitud de la red de caminos (LRC) también tiene un alto poder explicativo, 61.6%. Le sigue la longitud de la red de desagües (LRD), con 31.6% y la pendiente media (PM) con 13.8%. Las tres variables conjuntamente (LRC, LRD y PM), determinan en el Modelo 5, 78.7% del coste de las inversiones totales, y son significativas al 99%. La ventaja del Modelo 5 frente al 1, que emplea los movimientos de tierras como única variable explicativa, es que la pendiente

Cuadro 3. Resultados del análisis factorial de las variables explicativas.

Table 3. Results from the factor analysis of explicative variables.

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|------------------------|----------|----------|----------|
| S | 0.814 | | |
| NPR | 0.694 | | |
| NP | 0.777 | | |
| NF | 0.896 | | |
| LRC | 0.763 | | |
| MTRC | 0.653 | | |
| PM | | 0.919 | |
| DTPM | | 0.937 | |
| T | | 0.615 | |
| LRD | | | 0.955 |
| MTRD | | | 0.944 |
| Autovalores | 4.402 | 2.658 | 1.537 |
| Varianza explicada | 40.019 | 24.163 | 13.974 |
| Varianza acumulada | 40.019 | 64.182 | 78.156 |
| Pruebas | | | |
| Índice KMO | 0.654 | | |
| Prueba de Bartlett | 366.418 | | |
| Nivel de significancia | 0.000 | | |

- Factor 1: it is the most important one, since it explains 40.019 of the variance. It gathers variables directly related to the road network works: LRC and MTRC. The variables from the process of parcel concentration – S, NPR, NP and NF – also determine the size of the road network indirectly.
- Factor 2: it explains 24.163 of the variance and gathers the variables related to the orography and the date of liquidation: PM, DTPM y T.
- Factor 3: it explains 13.974 of the variance and gathers the variables of works not related with the road network: LRD and MTRD.

Next, the regression analysis is presented, whereby a variable from each factor is chosen, and whose results are summarized in Table 4.

With the residue dispersion graph and the typified values predicted, it was proven that normality, homoscedasticity and linearity assumptions are fulfilled in all cases. Likewise, a regression analysis was performed in all cases, with variables transformed into natural logarithms, with the aim of improving the results obtained, yet not achieving it.

As is observed in Table 4, based on Model 1, the variable that most explains the cost of total investment (OIG) is the movement of lands for road works (MTRC), since by itself it explains 88.4% of the cost, as indicated by the R^2 (determination coefficient), and does not allow the entry of any variable from the other factors (2 and 3) in the model. We start from

Cuadro 4. Modelos de regresión.
Table 4. Regression models.

| Variables explicativas | Modelo 1 OIG | Modelo 2 OIG | Modelo 3 OIG | Modelo 4 OIG | Modelo 5 OIG | Modelo 6 OC | Modelo 7 OD |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| MTRC (Factor 1) | 6.579 (0.386)** | | | | | | |
| LRC (Factor 1) | | 33.112 (4.204)** | | | 27.776 (3.306)** | 29.463 (3.209)** | |
| LRD (Factor 3) | | | 57.45 (13.3)** | | 30.689 (8.02)** | | 0.243 (4.862)** |
| PM (Factor 2) | | | | 112 233.3 (42 240.6)** | 70 127.6 (21 599.9)** | 83 624.3 (21 509.08)** | |
| Constante | 200 907.58 (87 916.6)** | -214 816.9 (217.400)** | 914 987.9 (171 533.8)** | 416 992 (338 549) | -634 129.5 (209 199.9)** | -719 292.04 (210 793.9)** | -1.521 (-10.697)** |
| N | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| R2 ajustada | 0.884 | 0.616 | 0.316 | 0.138 | 0.787 | 0.739 | 0.843 |
| F | 290.735** | 62.042** | 18.558** | 7.06** | 47.859** | 54.69** | 204.8** |

**Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos con $p < 0.01$.

media se puede calcular con el programa informático, y también las longitudes de las redes de caminos y desagües se pueden estimar, *a priori*, a partir del plan de obras, documento de planificación de inversiones previo al proyecto de obras, con bastante exactitud; con lo cual este modelo sí sirve como predictor del coste de las inversiones. Según los valores que toman los coeficientes de las variables explicativas, por cada metro de camino el coste se incrementa 27 776 euros, 30 689 euros por cada metro de red de desagüe y 70 127 euros por cada unidad de porcentaje que se incrementa la pendiente media del terreno.

La pendiente media del terreno, junto con la longitud de la red de caminos, explican 73.9% del coste de las obras de la red de caminos (OC), según el Modelo 6; sin embargo para determinar el coste de las obras de la red de desagües (OD), únicamente interviene la longitud de la red de desagües, que por sí sola explica 84.3% (Modelo 7).

En ninguno de los siete modelos obtenidos interviene el tiempo, lo cual significa que el coste de las obras no ha aumentado con el paso de los años, en términos reales; y, por tanto, no ha cambiado significativamente la técnica empleada en la tipología de las obras.

CONCLUSIONES

La concentración parcelaria es una práctica habitual desde hace varias décadas en España, y en gran parte de países del resto de Europa, por parte de las administraciones públicas. Su puesta en marcha requiere una serie de procesos y la aprobación de partidas presupuestarias para llevar a cabo las obras necesarias. Las obras de interés general en la

an initial cost of 200 907 Euro, and for each cubic meter of land, it increases 6579 Euro. However, it is not useful for predicting the cost of investments, since the values of land movement can only be understood when the work is already finished; and, therefore, other explicative variables must be used.

As can be seen in Models 2, 3 and 4, the length of the road network (LRC) also has a high explicative power, 61.6%. Length of the drainage network (LRD) follows, with 31.6% and an average slope (PM) of 13.8%. The three variables (LRC, LRD and PM), jointly, determine 78.7% of the cost of total investments in Model 5, and are significant at 99%. The advantage of Model 5 as opposed to 1, which uses land movements as the sole explicative variable, is that the average slope can be calculated with the computer program, and that the length of the road and drainage networks can be estimated *a priori*, from works plans, a document for planning investments prior to the project for works, with much exactness; this means that this model does serve as a predictor of the cost of investments. According to the values that coefficients of explicative variables take, the cost increased by 27 776 Euro for each meter of road, 30 689 Euro for every meter of drainage network, and 70 127 Euro for each unit of percentage that the average slope in the terrain increases.

The average slope in the terrain, together with the length of the road network, explain 73.9% of the cost of the works in the road network (OC), according to Model 6; however, in order to determine the cost of works for the drainage network (OD), only the length of the drainage network intervenes, which by itself explains 84.3% (Model 7).

Time did not intervene in any of the seven models obtained, which means that the cost of works has not

concentración parcelaria se componen de las obras de la red de caminos, de la red de desagües y otras obras menores; de las cuales, la primera componente supone 92.32% del coste de la inversión.

En lo que respecta a las características de una concentración parcelaria, se observa cómo la superficie de actuación, el número de propietarios, el número de fincas y la longitud de la red de caminos y su movimiento de tierras están correlacionados positivamente, y dentro de un mismo factor. Los aspectos relativos a la red de desagües se encuentran en otro factor distinto, y la pendiente media junto con el tiempo, en otro factor. Por tanto, la fecha de liquidación de una obra de concentración está relacionada positivamente con la pendiente del terreno, lo cual indica que en la provincia de Teruel; primero, que se acometieron actuaciones de concentración parcelaria en terrenos llanos, con menor coste de las inversiones, y en los últimos años se están llevando a cabo concentraciones parcelarias en zonas con relieves más ondulados.

El coste de las inversiones no ha variado significativamente con el paso del tiempo, lo que indica que apenas ha habido una variación en la tecnología empleada a lo largo de los años, en lo que respecta a la construcción de los caminos.

La orografía resulta ser un factor influyente en el coste de las inversiones en las obras de interés general, aunque en menor grado que la longitud de la red de caminos y de la red de desagües. Lo mismo sucede en la componente del coste obras de la red de caminos, mientras que, por el contrario, la pendiente del terreno no determina el coste de las obras de la red de desagües.

Los resultados obtenidos son importantes para los técnicos que intervienen en las actuaciones de concentración parcelaria, porque les permitirá determinar, antes de redactar el proyecto de obras, de una forma rápida y bastante precisa, el coste de las inversiones futuras a partir de la medición de longitud de la red de caminos y de desagües, y de la pendiente media. Dicha pendiente del suelo podrá ser calculada a partir de los modelos digitales del terreno disponibles en los organismos públicos.

LITERATURA CITADA

- Akkaya, S. T., K. S. Gundogdu, E. Yaslioglu, M. Kirmikil, and I. Arici. 2007. Personal, physical and socioeconomic factors affecting farmers' adoption of land consolidation. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2. pp: 204-213.
- Alario, Milagros. 1991. Significado espacial y socioeconómico de la concentración parcelaria en Castilla y León. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Castro, J., P. Aguiar, and L. Mira. 2001. A systems approach for the estimation of the effects of land consolidation projects (LCPs): a model and its application. *Agricultural Systems*, 68. pp: 179-195.

increased with the passing years, in real terms; and, therefore, the technique used in works typology has not changed significantly.

CONCLUSIONS

Parcel concentration has been a habitual practice for many decades by public administrations, in Spain and in many countries of the rest of Europe. Their implementation requires a series of processes and the approval of budget items destined to carry out the necessary works. Works of general interest in parcel concentration are composed by works for the road network, the drainage network, and other lesser works; of these, the first component entails 92.32% of the investment cost.

With regards to the characteristics of parcel concentration, we can observe how the surface for actions, the number of landowners, the number of farms and the length of the road network, as well as their land movement, are positively correlated, and within a same factor. Therefore, the date of liquidation of a concentration work is positively related with the slope of the terrain, indicating that in the province of Teruel, at first there were actions performed for parcel concentration in flat terrains, with less investment cost, and in recent years parcel concentrations are being performed in areas of more rolling landscapes.

The cost of investments has not significantly varied with the passage of time, which indicates that there has barely been a variation in the technology used throughout the years, with regards to road construction.

Orography turns out to be an influencing factor in the cost of investments for works of general interest, although to a lesser degree than the length of the road network and the drainage network. The same occurs in the component of costs for the road network; while, on the contrary, the slope of the terrain does not determine the cost of works for the drainage network.

The results obtained are important for technicians that intervene in parcel concentration actions, for they allow them to determine, in a quick and rather precise manner before drafting a building works project, the cost of future investments from measuring the length of the road and drainage networks, and the average slope. This ground slope can be calculated from the available digital models of the terrain available through public offices.

- End of the English version -

- Crecente, Rafael, y Carlos Álvarez. 2000. Una revisión de la concentración parcelaria en Europa. *Estudios Agrosociales y pesqueros*, 187. pp: 221-274.
- Crecente, Rafael, Carlos Álvarez, and Urbano Fra. 2002. Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia. *Land Use Policy*, 19 (2). pp:135-147.

- Dal-Re Tenreiro, R. 1985. Caminos Rurales. Manuales Técnicos núm. 1. (M A. P. A.). pp: 63-64.
- De la Riva, Juan. 1989. Algunas precisiones sobre la incidencia de la política de concentración parcelaria en Aragón. *Geographica*, 26. pp: 233-246.
- De la Riva, Juan. 1990. La política de concentración parcelaria en Aragón. *Revista de Estudios Agrosociales*, 151. pp: 191-236.
- Doyle, F. J. 1978. Digital territorial model: an overview. *Photogram metric Engineering and remote Sensing*. pp: 1481-1485.
- Felícísimo, A. M. 1994. Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Pentalfa Ediciones. Oviedo.
- González, X. P., M. F. Marey, and C. J. Álvarez. 2007. Evaluation of productive rural land patterns with joint regard to the size, shape and dispersion of plots. *Agricultural Systems*, 92. pp: 52-62.
- Liss, Carl-Christoph. 1987. Evolución y estado actual de la concentración parcelaria en España. *Revista de Estudios Agrosociales*, 139. pp: 31-66.
- Monke, Eric, Francisco Avillez, and Manuela Ferro. 1992. Consolidation policies and small-farm agriculture in northwest Portugal. *European Review of Agricultural Economics*, 19 (1). pp: 67-83.
- Quirós, Francisco, Amalia Maceda, y Felipe Fernández. 1994. El medio rural español: cultura, paisaje y naturaleza: homenaje a don Angel Cobo Alonso, 2. pp: 845-860.
- Ribas, Alfonso, Claudio López, y Gonzalo Flores. 2006. Análisis no paramétrico de la eficiencia técnica de las explotaciones lecheras en Galicia. El papel de la concentración parcelaria. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*. 209. pp: 111-133.
- Sánchez, A. 2006. La concentración parcelaria y sus fases. *Revista del Departamento de derecho de la Universidad de La Rioja*, 4.
- Touriño, Juan, Francisco Rivera, and Carlos Álvarez. 2001. COPA: a GIS-based tool for land consolidation projects. *In: Aref, W.G. (ed). Proceedings of the 9th ACM International Symposium on: Advances in Geographic Information Systems*. 9-10 November, Atlanta. Georgia. ACM Press, New York. pp: 53-58.
- Van Huylenbroeck, G., J. Castro, and P. A. Pinto. 1996. Evaluation of Land Consolidation Projects (LCPs): A Multidisciplinary Approach. *Journal of Rural Studies*, 12 (3). pp: 297-310.
- Wu, Z., Liu Minquan, and J. Davis. 2005. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production. *China Economic Review*, 16 (1). pp: 28-49.
- Yaldir, A. K., and T. Rehman. 2002. A methodology for constructing multicriteria decision support systems for agricultural land consolidation using GIS and API: an illustration from Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36. pp: 55-78.