

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**



Trabajo fin de grado para la obtención del título de graduado en Ingeniería de la Hortofruticultura y Jardinería.

**Sistema de Información Geográfica para la gestión de los caminos rurales. Aplicación en Diputaciones orientales de Cartagena.**

Cartagena, Julio 2016



Autor: Pablo Gómez Ruiz

Director: Bernardo Martin Gorriz

Codirector: Victoriano Martínez Álvarez



**Resumen:**

Los caminos rurales constituyen elementos esenciales para el desarrollo social y económico de las zonas más alejadas de los núcleos de población. El mantenimiento de estos caminos es fundamental para el correcto desarrollo de las actividades económicas de la zona, en el caso de la zona estudiada la agricultura y el turismo son las más importantes. Algunos de los caminos comparten distintos usos y soportan distintos tipos de tráfico a lo largo del año.

El tráfico pesado derivado de la agricultura constituye además uno de los principales agentes erosivos de las vías rurales, además de los distintos cauces como ramblas y torrentes.

En este proyecto se pretende conseguir un inventario digitalizado de los caminos rurales cuya gestión corresponde al ayuntamiento de Cartagena, en concreto de las diputaciones de El Algar, Beal, Rincón de San Ginés, Lentiscar y La Unión.

Este inventario proporcionará los datos necesarios para la gestión y programación del mantenimiento, así información relevante para la asignación de recursos y su justificación.

## Abstract.

The country roads constitute essential elements for the social and economic development of the remotest zones from the cores of population. The maintenance of these roads is essential for the correct development of the economic activities of the area, in case of the studied zones, agriculture and tourism are the most important. Some of the roads share different uses and support different types of traffic throughout the year.

The heavy traffic derived from the agriculture activities constitutes in addition one of the principal erosive agent, besides the different riverbeds like ravines and torrents.

The aim of this project is to obtain a digital inventory of the rural ways which management corresponds to the town hall of Cartagena. Specifically the councils of El Algar, Beal, Rincón de San Ginés, Lentiscar and La Unión.

This inventory will provide useful information for the management and the programming of the maintenance, also relevant information for the assignment and justification of economic resources.

**INDICE DE FIGURAS.**

- Figura 1. Elementos de la sección transversal de un camino.
- Figura 2. Cuadro 04 de la EIEL. Encuesta de infraestructura y equipamientos locales.
- Figura 3. Ficha de campo del inventario de caminos rurales del PRCR (2002).
- Figura 4. Ficha de geometría de la calzada e integración en el paisaje (Gallego et al., 2008a).
- Figura 5. Ficha de señalización (Gallego et al., 2008a).
- Figura 6. Ficha de morfología del firme y estado de conservación (Gallego et al., 2008a).
- Figura 7. Ficha de obras de fábrica (Gallego et al., 2008).
- Figura 8. Ficha de desmontes y terraplenes (Gallego et al., 2008).
- Figura 9. Ficha de cunetas (Gallego et al., 2008).
- Figura 10. Ficha propuesta para el “Inventario de caracterización y estado de conservación de los caminos rurales en el T.M. de Cartagena”.
- Figura 11. Mezcla bituminosa en un camino rural
- Figura 12. Camino de zahorra estabilizada
- Figura 13. Camino de tierra que transcurre entre parcelas agrícolas.
- Figura 14. Camino de hormigón en Calblanque.
- Figura 15. Camino de zahorra estabilizada con una capa de riego asfáltico.
- Figura 16. Tabla de Excell con la información correspondiente a cada ficha de campo.
- Figura 17. Proceso de digitalización de cada camino en el programa ArcMap. Los caminos dibujados aparecen de color verde. A cada camino le corresponde una foto que en software aparecen como puntos de color rojos.
- Figura 18. Enlazado de los datos de la tabla de Excell con los caminos dibujados en el software.
- Figura 19 . La herramienta “Symbology” nos permite representar varios campos y su respectiva información en distintos colores sobre el mapa.
- Figura 20. La herramienta “Select by attributes” nos permite combinar distintos parámetros de distintos campos para encontrar que caminos se ajustan a la búsqueda.
- Figura 21. Herramienta “Summarize” y las distintas variables con las que se puede operar.

Figura 22. Mapa de caminos en estado grave de degradación. En naranja los caminos con mal bombeo y mal estado de conservación. En amarillo, caminos con mal estado de conservación y sin ningún sistema de bombeo.

Figura 23 . Mapa de los caminos de especial protección. En verde los caminos del parque regional de Calblanque. En rojo las vías pecuarias.

Figura 24. Numero de caminos y kilómetro de los que están situados dentro del parque regional de Calblanque y las vías pecuarias

Figura 25 . Mapa de los caminos con un uso predominantemente agrícola.

Figura 26 . Mapa de los caminos de uso agrícola que se encuentran en mal estado de conservación.

Figura 27 . Mapa de los caminos con potencial social y turístico en color amarillo.

Figura 28 . Datos sobre la longitud y anchura de los caminos en función del tipo de uso prioritario que soportan.

## CONTENIDO

1. Introducción.....	7
2. Objetivo.....	7
3. Metodología.....	8
3.1. Antecedentes.....	9
3.1.1. (EIEL) Encuesta de infraestructura y Equipamientos locales.....	9
3.1.2. Plan Regional de Caminos Rurales de la DGRyDR de la Región de Murcia.....	13
3.1.3. UPM-Tragsa. ....	21
3.2. Metodología empleada.....	24
4. Zona de estudio.	
4.1. Características de la zona.....	39
4.2. Características de los caminos.....	40
5. Digitalización de los datos obtenidos.	
5.1. Introducción al sistema SIG.....	44
5.2. Metodología.....	44
6. Resultados.	
6.1. Aplicaciones e información disponible.....	47
6.2. Análisis estadísticos y mapas.....	50
7. Conclusiones.....	54
8. Bibliografía.....	55

## 1. Introducción.

Los caminos rurales son esenciales para facilitar la movilidad y la comunicación entre los centros rurales, posibilitando el transporte de mercancías agrarias, maquinaria y vertebrando el territorio.

Constituyen un elemento esencial para el desarrollo social y económico de una gran parte de la población. La mayoría tiene un uso predominantemente agrícola, con poco tránsito. Otros sin embargo dan cobertura a zonas habitadas o a industrias que requieren de un constante tráfico pesado.

En el caso del municipio de Cartagena, debido a la fuerte presencia de la industria agrícola se ha ido desarrollando con el tiempo una amplia red terciaria que da servicio tanto a las explotaciones agrícolas como a pequeños núcleos de población. Además esta red terciaria conecta con zonas de interés turístico y ecológico.

Por todo esto se requiere de un registro actualizado y documentado de cada camino, con el fin de poder gestionar el desarrollo y la conservación de la red.

## 2. Objetivo.

Este proyecto engloba el estudio de la zona que comprende las diputaciones de Lentiscar, El Algar, Beal y el Rincón de San Ginés. Una zona en la que se mezclan grandes núcleos de población, con grandes áreas dedicadas a la explotación agrícola y distintas zonas de especial interés ecológico.

Se pretende dotar al ayuntamiento de Cartagena, responsable de la gestión de la red de caminos rurales de las zonas afectadas por el proyecto, de una herramienta que le permita obtener información relevante para su conservación.

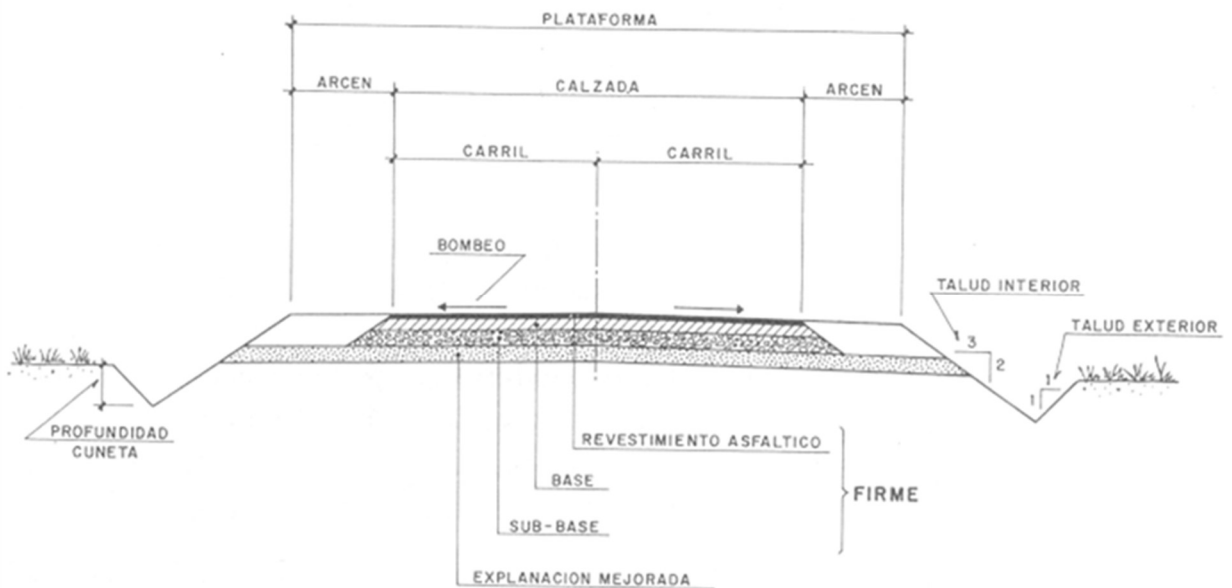
Esta información se presenta en un soporte informático que permite de una manera práctica obtener los datos necesarios para gestionar el mantenimiento, así como para justificar la asignación de gastos y la prioridad de actuación.



### 3. Metodología.

Este capítulo tiene como objetivo presentar una metodología para la evaluación y descripción del estado de los distintos elementos que componen un camino rural. Para ello se seleccionaron los distintos métodos empleados hasta la fecha en España con el fin de seleccionar los distintos parámetros y métodos de interés para nuestro proyecto. Se realizó una ficha normalizada con toda la información relevante de cada uno de los proyectos estudiados, el objetivo es conseguir de una manera práctica y normalizada la clasificación y la medición de los distintos aspectos relevantes de un camino rural, para así poder clasificarlos y poder traspasar toda esa información a un formato digital.

Para una correcta comprensión e interpretación de este estudio se hace necesario definir con claridad los términos con que nos referiremos a cada uno de los elementos que constituyen la sección transversal de un camino, según se recoge en la Fig. 1:



**Figura 1.** Elementos de la sección transversal de un camino.

- Calzada: Zona del camino destinada a la circulación. Puede tener uno o dos carriles.
- Arcenes: Zonas laterales y exteriores del camino que puede servir para parar ocasionalmente los vehículos.
- Plataforma: Está compuesta por la calzada y los dos arcenes.
- Bombeo: La pendiente transversal de la plataforma desde el centro hasta los bordes.
- Cunetas: Zona que recoge el agua de la plataforma y la evacua para evitar que el camino se deteriore.
- Taludes: Pendientes laterales de las cunetas.
- Firme: Conjunto de capas que se colocan sobre la explanación, y que permiten que el camino soporte el paso de los vehículos sin que se deteriore. Las capas que pueden constituir el firme son: capa de rodadura, base y sub-base.

### 3.1. Antecedentes.

#### 3.1.1. (EIEL) Encuesta de infraestructura y equipamientos locales.

Según indica el artículo 4 apartado 2 del Real Decreto 835/2003, de 27 de junio, por el que se regula la cooperación económica del Estado a las inversiones de las entidades locales, el objetivo de esta encuesta es “conocer la situación de las infraestructuras y equipamientos de competencia municipal, formando un inventario de ámbito nacional, de carácter censal, con información precisa y sistematizada de los municipios con población inferior a 50.000 habitantes”.

El Manual de Instrucciones de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL, 2011) estructura la información a recopilar de cada municipio en una serie de cuadros. El cuadro 04 de la EIEL se refiere a carreteras, entendiéndose por tales "las vías de dominio y uso público, proyectadas y construidas fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles" (Art.2.1 de la Ley 25/1988 de 29 de julio de Carreteras). A falta de otro cuadro más específico, se considera que los caminos rurales pueden considerarse en esta clasificación o cuadro.

ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS LOCALES																	
C.AUTÓNOMA, DIPUTACIÓN CABILDO O C.INSULAR				Murcia													
MUNICIPIO				Cartagena													
PROVINCIA	30	ISLA		MUNICIPIO	016												
																	
<< Volver																	
<b>CUADRO 04.</b> <b>4. CARRETERAS.</b> 4.1 Tramos de carreteras existentes en el término municipal.																	
PERIODO	PROVINCIA	CARRETERA	MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS DE CARRETERA EN EL MUNICIPIO													
	Cód INE	Código	Cód INE	Puntos kilométricos		Titular	Gestión	Señalización	Firme		Ancho	Longitud	Pasos a nivel	Dimensionamiento	Características del trazado		
				Inicio	Final	Cl	Cl	Cl	Tipo	Estado	m	Km	m²	Cl	Sl	Pe	Fe
No existen datos.																	

**Figura 2.** Cuadro 04 de la EIEL. Encuesta de infraestructura y equipamientos locales.

En la encuesta encontramos distintas secciones que se explican a continuación:

- Un código normalizado.  
 Sc Sin codificar.  
 000 Tres dígitos para el código del municipio.  
 000 Tres dígitos para el número de orden.

- Puntos kilométricos.

Se consideran como puntos de referencia los correspondientes al inicio y al final de cada tramo, expresándolo en kilómetros con un decimal.

- Titularidad.
 

Municipal	MU
Provincia/Insular	PR
Comunidad autónoma	CA
Estado	ES
Otras	OT

- Gestión.

Se utilizan las claves anteriores para identificar el organismo responsable de la gestión. Incluyendo un NO en caso de que nadie esté a cargo de su gestión o que no sea posible delimitar la misma.

- Señalización.

Siempre que el nivel de señalización sea el suficiente se detallara el tipo de señalización utilizada.

Horizontal	H
Vertical	V
Ambas	A
Ninguna	N

- Tipo de firme.

Se tienen en cuenta los tipos de pavimento más comunes en las vías terciarias y secundarias.

Mezcla bituminosa	MB
Riegos asfálticos	RA
Hormigón	HR
Adoquín	AD
Macadam	MC
Zahorra estabilizada	ZE
Tierra	TI
Otros	OT

- Estado de conservación.

Se evaluará como Bueno (B), Malo (M) y Regular (R), de acuerdo con las siguientes variables, que determinan el estado general de conservación y En Ejecución (E) en caso de que se esté llevando a cabo algún tipo de obra.

Se tienen en cuenta los principales accidentes que deterioran el estado del firme:

- Pérdidas de material en forma de bache
- Pérdidas de material en bordes
- Pérdidas de material en superficie
- Falta de elementos (seguridad, obras de fábrica, etc...)
- Alteraciones del firme con presencia de blandones, ondulaciones o roderas, a sentamientos diferenciales superiores a 2 cm.
- Presencia de fisuras
- Presencia de elementos sueltos

- Ancho de la carretera.

Se considera el ancho de la carretera a la suma del arcén y la calzada, en metros y con un decimal. Se expresará en km con un decimal, la longitud del tramo de carretera dentro de los límites del término municipal.

- Pasos a nivel.

Se pondrá el número de pasos a nivel existentes en cada tramo de carretera.

- Dimensionamiento.

Se entiende que una carretera está Bien (BD), Regular (RD) o Mal dimensionada (MD), dependiendo del grado de adecuación al tráfico existente en la misma.

- Longitud del tramo.

Se expresará en km con un decimal, la longitud del tramo de carretera dentro de los límites del término municipal.

- Características del trazado.

Muy sinuoso	SI
Pendiente excesiva	PE
Frecuentes estrechamientos	FE

Para nuestro proyecto se consideró que distintos elementos de esta tabla eran apropiados para nuestro estudio. Y se seleccionaron los siguientes:

- Código normalizado, del tipo: SC-016-000
- Punto kilométrico inicial y final.
- Titularidad.
- Gestión.
- Características del trazado. SI, PE, FE
- Anchura y longitud del camino.
- Tipo de firme.
- Estado de conservación
- Tipo de señalización
- Pasos a nivel
- Dimensionamiento.

### 3.1.2. DGRyDR. Plan Regional de Caminos Rurales de la Región de Murcia.

El Plan Regional de Caminos Rurales de la DGRyDR de la Región de Murcia (PRCR), en su Anexo 3, recoge la metodología de diseño y las características a considerar en la red de caminos rurales de servicio de la región de Murcia.

El Anexo 4 del PRCR recoge una propuesta metodológica para caracterizar, clasificar e inventariar los caminos rurales. La metodología distingue dos tipos de caminos, que diferencia del siguiente modo:

- Caminos rurales acondicionados. Pueden ser principales, secundarios o terciarios. Al decir que los caminos están acondicionados se está indicando que tienen algún tipo de capa de rodadura (mezcla bituminosa en caliente generalmente) o algún tipo de tratamiento superficial.
- Caminos rurales no acondicionados e incluidos en el Plan Regional de Ampliación de Acondicionamiento. Este tipo de caminos son generalmente de tierra o de zahorra y su acondicionamiento ha sido solicitado por técnicos u otras personas del ayuntamiento o del municipio.

En ambos casos, la metodología propuesta para inventariar y caracterizar los caminos rurales es la misma.

**INVENTARIO DE CAMINOS - FICHA DE CAMPO -ARCHIVO C.A.R.M.**

N° para Base de Datos: <small>(siempre consecutivo y en orden)</small>	N° para Base de Datos: <small>(siempre consecutivo y no repetido)</small>
Cod-Municipio:	Cod-Municipio:
Municipio:	Municipio:
Paraje:	Paraje:
Nomenclatura actual:	Nomenclatura actual:
Denominación:	Denominación:
Comarca:	Comarca:
Situ-1/5000(1):	Situ-1/5000(1):
Situ-1/5000(2):	Situ-1/5000(2):
Situ-1/5000(3):	Situ-1/5000(3):
Long(m):	Long(m):
Anch(m):	Anch(m):
Firma <small>1=confección, 2=tratamiento superficial, 3=cañón, 4=otro</small>	Firma <small>1=confección, 2=tratamiento superficial, 3=cañón, 4=otro</small>
Esp-firma(cm) <small>por 0506/00</small>	Esp-firma(cm) <small>por 0506/00</small>
Tipcap-rodad	Tipcap-rodad
Gra-Señal (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal, 4=no hay</small>	Gra-Señal (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal, 4=no hay</small>
Gra-Cons (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal</small>	Gra-Cons (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal</small>
Cunetas (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal, 4=no hay</small>	Cunetas (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal, 4=no hay</small>
Treza (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal</small>	Treza (1,2,3) <small>1=buena, 2=aceptable, 3=mal</small>
IMD	IMD
Año-Imd	Año-Imd
Peri-maxutil	Peri-maxutil
Tip-vehic (1,2,3,4) <small>1=autobús, 2=camión, 3=camión, 4=otro agrícola</small>	Tip-vehic (1,2,3,4) <small>1=autobús, 2=camión, 3=camión, 4=otro agrícola</small>
Uso (A,I,S) <small>A=Agricultura, I=Industrial, S=Servicio</small>	Uso (A,I,S) <small>A=Agricultura, I=Industrial, S=Servicio</small>
Titular	Titular
Pub/Priv	Pub/Priv
Autor	Autor
Clasif (P,S,T)	Clasif (P,S,T)
Observaciones	Observaciones

**Figura 3.** Ficha de campo del inventario de caminos rurales del PRCR (2002).

La información en este método se divide en cinco categorías;

1. Identificación.

En la ficha de campo podemos encontrar información relativa a la situación e identificación de cada camino como:

- Código del municipio.
- Paraje en el que se encuentra.
- Comarca.
- Localización geográfica en coordenadas UTM.
- Nomenclatura: Nombre con el que se conoce el camino en la zona.

- Denominación. Nomenclatura con la que se denomina a cada camino en el plan. Con la siguiente nomenclatura:

CR(A)-a/b-xz-ZR

Donde:

*CR* Indica camino rural.

*A* Indica la clasificación del camino. Puede ser:

Principal (P), Secundario (S) o Terciario (T).

Un camino rural es principal (P) cuando:

(1) une núcleos de población de una determinada entidad jurídica: municipio, pedanía, diputación, villa, caserío;

(2) parte de un núcleo de población o de la red de carreteras nacional o regional y da acceso a los distintos parajes de la zona o a caminos rurales de inferior clasificación (secundarios o terciarios) o a servicios de carácter municipal (cementeros, instalaciones deportivas, culturales, sanitarias, educativas, etc.); o

(3) da acceso a grandes masas forestales, lugares de interés cultural, recreativo, lúdico, espacios naturales, arqueológicos, etc.

Un camino rural es secundario (S) cuando partiendo de un camino rural principal, da acceso a viviendas rurales diseminadas, parcelas agrícolas de una zona amplia, instalaciones agrarias, naves agrícolas, etc.

Finalmente, un camino rural es terciario (T) cuando partiendo de un camino rural secundario, da acceso a algunas parcelas o instalaciones de tipo agrario.

*a/b* Código de los municipios por los que transcurre la traza del camino.

*xz* Número de orden del camino. Los caminos ya acondicionados se empiezan a numerar a partir del 100, Los caminos propuestos para acondicionar se empiezan a numerar a partir del 400.

*ZR* Indica que el camino pertenece a una zona regable.

## 2. Características físicas.

- Longitud (m).

Longitud del camino expresada en metros. Este dato se obtiene cuando las trazas de los caminos rurales están dibujadas en la cartografía del municipio correspondiente. Esto se hace mediante dibujo asistido por ordenador.



- Anchura (m).

Anchura del firme de la base expresada en metros. Cuando un camino rural ha sido localizado a través de uno de los proyectos archivados, entonces también se dispone del dato de la anchura, ya que este viene indicado en el proyecto; no obstante hay que verificar su valor en la inspección visual del camino y medirlo en el caso de que no se conozca la anchura antes de la visita.

- Espesor del firme.

El espesor de cada una de las capas que constituyen el firme solo se puede conocer mediante la consulta de los proyectos y mediciones in-situ en la traza.

- Tipo de capa de rodadura.

En el caso de que el camino posea capa de rodadura o tratamiento superficial se indicará el tipo:

MBC	Mezcla bituminosa en caliente.
MBF	Mezcla bituminosa en frío.
STS	Simple tratamiento superficial.
DTS	Doble tratamiento superficial.
TTS	Triple tratamiento superficial.

Si el camino no tiene capa de rodadura ni tratamientos superficiales, no se indica nada.

- Grado de señalización.

Se clasifica siempre y cuando el grado de señalización sea aceptable, es decir; que tenga una señal de peligro, stop o ceda el paso en el acceso a carreteras nacionales, locales o de mayor importancia. También se usa como referencia que exista señalización de los límites de velocidad o de carga por eje del vehículo.

Si el camino tiene una señalización inferior a la básica se considera que el grado de señalización es malo. Si el camino rural, además de las señales básicas, tiene otras señales o balizamientos que la traza y condiciones del camino requieran (señales informativas, mojones en cruce de ramblas, vallas metálicas quitamiedos, etc.), se considera que el grado de señalización es bueno.

El grado de señalización se determina mediante la inspección visual de los caminos rurales y puede ser bueno (1), aceptable (2) o malo (3).

- Grado de conservación.

Grado de conservación del firme. Éste puede ser bueno (1), aceptable (2) o malo (3). Desde el punto de vista concreto de los firmes, las actuaciones de conservación se dirigen a tres objetivos particulares:

- Una adecuada resistencia al deslizamiento de la superficie a fin de que el pavimento proporcione una seguridad suficiente a los vehículos.
- Una regularidad superficial acorde con el trazado de la vía y las velocidades normales de recorrido, de manera que la rodadura sea cómoda para el usuario, sin olvidar que la falta de comodidad puede redundar también en inseguridad.
- Una resistencia estructural suficiente para el tráfico que ha de soportar el camino rural, considerando que en caso contrario se produce una disminución del valor patrimonial del camino rural. En definitiva, se debe perseguir la máxima durabilidad al menor coste.

Si un camino rural mantiene esos tres objetivos fundamentales se considera que el grado de conservación del firme es bueno. Si un camino rural no alcanza alguno de los tres objetivos pero aún es aceptable la calidad que ofrece al usuario porque los deterioros están en su fase inicial, se considera que el grado de conservación del firme es aceptable. Ejemplos de firmes con este grado de conservación podrían ser:

- Firmes en los que se ha iniciado en algunos puntos el desprendimiento de los materiales de la capa de rodadura o se han iniciado las pérdidas de gravillas en el caso de riegos.
- Firmes en los que ha comenzado a producirse el cuarteo en malla gruesa.

Si un camino rural no alcanza alguno de los tres objetivos, ofreciendo al usuario una rodadura incómoda e insegura se considera que el grado de conservación del firme es malo. Ejemplos de firmes con este grado de conservación podrían ser:

- Firme, en los que inicialmente se produjeron pequeños desprendimientos de materiales de la capa de rodadura o pérdidas de gravilla, en el caso de riegos, y en los que posteriormente estos deterioros evolucionaron produciendo baches importantes, peladuras...
- Firmes en los que inicialmente comenzó a producirse el cuarteo en malla gruesa y posteriormente este cuarteo evolucionó produciendo en gran parte de la superficie de la capa de rodadura un cuarteo en malla fina (piel de cocodrilo), desprendimiento de la capa de rodadura etc.

El grado de conservación del firme se determina mediante la inspección visual de los caminos rurales.

- Cunetas.

El estado actual de conservación de las cunetas podrá ser:

- "1" Cuando el estado sea bueno.
- "2" Cuando el estado sea aceptable.
- "3" Cuando el estado sea malo.
- "4" Cuando no existan cunetas.

Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación bueno si su sección está perfectamente definida y carece de cualquier tipo de vegetación u otros obstáculos que disminuyan su sección y dificulten el paso del agua.

Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación aceptable si su sección está bien definida a excepción de erosiones o deterioros puntuales y además tiene poca vegetación u obstáculos que disminuyan su sección y dificulten el paso del agua.

Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación malo cuando su sección no está bien definida debido a erosiones y deterioros de los taludes y/o posee una importante cantidad de vegetación u obstáculos que disminuyen su sección y dificultan el paso del agua.

El estado de conservación de las cunetas se determina mediante la inspección visual de los caminos rurales.

- Traza del camino.

El entorno orográfico por el que discurre la traza de un camino rural puede ser:

- "1" Llano.
- "2" Ondulado.
- "3" Montañoso.

Este parámetro se tiene en cuenta para conocer de forma aproximada la importancia del movimiento de tierras necesario al proponer el ensanchamiento en un tramo o la ejecución de trazas nuevas.

Las características de la traza y pendientes se determinan mediante la inspección visual de los caminos rurales.

### 3. Características del tráfico que soportan los caminos.

- Tipos de vehículos.

Tipos de vehículos que utilizan el camino rural:

"1"	Turismos.
"2"	Vehículos de dos ruedas.
"3"	Vehículos pesados.
"4"	Maquinaria Agrícola.

En este apartado se indican los distintos tipos de vehículos que utilizan el camino. Esta información se obtiene en las visitas a los caminos rurales a través de la realización de entrevistas con técnicos de cada ayuntamiento u otras personas conocedoras de la zona.

### 4. Uso o utilización del camino rural.

- Uso del camino.

Principalmente se distinguen los siguientes tipos de uso.

"A"	Agrícola.
"I"	Industrial.
"S"	Social.

Esta información se obtiene durante la inspección visual del camino rural, observando a qué da acceso el camino (tierras de cultivo, viviendas, fábricas, etc.). La información se completa a través de la realización de entrevistas con técnicos de cada ayuntamiento u otras personas conocedoras de la zona.

## 5. Aspectos legales del camino rural.

- Titular.

Organismo que es titular de la propiedad del camino rural. Pueden ser:

PUB Titularidad pública.

PRIV Titularidad privada

- Autor.

Organismo que realizó el acondicionamiento actual del camino rural. Esta información no siempre es posible conseguida; es más fácil de obtener si el camino rural ha sido localizado en alguno de los proyectos archivados, como es el caso de los caminos de las zonas regables del Campo de Cartagena, cuyo autor es el I.R.Y.D.A. (Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario).

La ficha de cada camino rural tiene un apartado de "observaciones", en el que se anota cualquier tipo de información necesaria para definir algún aspecto del camino rural o para completar la información de los apartados anteriores.

La información que normalmente se anota en "observaciones" es la siguiente:

- Inicio y final del camino rural. Se indica el nombre del camino del que parte su traza y el nombre del camino en el que finaliza.
- Descripción de la zona por la que transcurre la traza del camino rural. Esta información complementa a la existente en el apartado de "Uso (A,I,S)", ya que se describe la zona indicando a qué da servicio el camino, es decir, se indica su utilización (agropecuaria o industrial; regadío o secano; servicio a zonas ganaderas, forestales u otras actividades agropecuarias; servicio a zonas industriales u otras actividades económicas). Utilización social se refiere a caminos rurales de comunicación entre núcleos de población, pedanías, caseríos o viviendas rurales diseminadas. También a caminos rurales de servicio a zonas recreativas, turísticas, culturales, etc.
- Realización de obras y descripción de las mismas.

Toda la información anotada en "Observaciones" se ha obtenido a través de la inspección visual de los caminos rurales y mediante la realización de entrevistas a técnicos de cada ayuntamiento u otras personas conocedoras de la zona.

3.1.3. UPM-Tragsa.

Un grupo multidisciplinar de la Universidad Politécnica de Madrid desarrolló en 2008 una metodología específicamente diseñada para la gestión y conservación de caminos rurales, en colaboración con la empresa TRAGSA. Esta metodología, que denominaremos UPM-TRAGSA, se encuentra publicada en la revista Biosystems Engineering (Gallego et al., 2008a; Gallego et al., 2008b).

La metodología se basa en la aplicación de una serie de fichas sobre distintos aspectos que recogen las características y estado de conservación de los caminos rurales. Su aplicación directa resulta excesivamente compleja para los niveles de información perseguidos en este estudio, por lo que a continuación sólo se recoge la traducción al castellano de las fichas propuestas para la toma de datos (Figs. 10, 11, 12, 13, 14 y 15), que serán considerada únicamente para completar la información de aquellos aspectos que no son convenientemente tratados en la EIEL y el PRCR de la Región de Murcia.

GEOMETRÍA DE LA CALZADA. INTEGRACIÓN EN EL PAISAJE										
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	nº Sec.
<i>Firme</i>			<i>Geometría del camino</i>						Valoración integración paisajística: Adecuado 2 Regular 1 Inadecuado 0	
<i>Capa</i>	<i>Material</i>	<i>Espesor (cm)</i>	<i>Elemento</i>	<i>Dimensiones</i>			<i>Conservación</i>			
		Proyecto	Actual	Proyecto (P)	Actual (A)	A/P	Nivel	C.	n.	
Rodadura				Calzada	m	m				#
Base				Arcén	m	m				#
Subbase				Bombeo	m	m				#
<i>Integración paisajística</i>										
<i>Trazado</i>		<i>Visibilidad</i>		<i>Formas</i>		<i>Color y textura</i>				
Según curvas de nivel		Elevación talud terraplén		Inclinación del talud		Uso de materiales de la zona				
Terraplenes o desmontes		Zona descubierta márgenes		Acabado redondeado		Uso materiales naturales en barreras laterales				
Tramo recto en zona sinuosa		Material barrera lateral		Color del camino comparado con color del entorno						
Aprovechar senda natural		Revegetación taludes								
Limitación de velocidad		Irregularidad plantaciones								
<i>Notas</i>										

**Figura 4.** Ficha de geometría de la calzada e integración en el paisaje (Gallego et al., 2008a).

SEÑALIZACIÓN																																										
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO	P.K.	nº Sec.																																	
<i>Tipo</i>	<i>Conservación</i>			<i>Visibilidad</i>			<i>Localización</i>																																			
	A	B	C	A	B	C																																				
Prohibición							<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;"><i>Resumen</i></th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">nº</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Señal/km</th> <th colspan="3" style="text-align: center;"><i>Conservación</i></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">A: Buena B: Regular C: Mala</p>			<i>Resumen</i>					nº	Señal/km	<i>Conservación</i>			A	B	C																				
<i>Resumen</i>																																										
nº	Señal/km	<i>Conservación</i>																																								
		A	B	C																																						
Obligación																																										
Peligro																																										
Informativa																																										
Localización																																										
Otras																																										
<i>Necesidades de señalización</i>																																										
<i>Tipo</i>	<i>nº</i>	<i>Localización</i>																																								
Prohibición																																										
Obligación																																										
Peligro																																										
Informativa																																										
Localización																																										
Otras																																										
<i>Observaciones</i>																																										

Figura 5. Ficha de señalización (Gallego et al., 2008a).

DETERIOROS											
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO	P.K.	nº Sec.		
<i>Firme con capa de rodadura asfáltica</i>											
	<i>Extensión</i>					<i>Severidad</i>			<i>Otros</i>		
	nº	Anchura (m)	Longitud (m)	A (m <sup>2</sup> )	A (%o)	Parámetros requeridos			C <sub>i</sub>	Posición, agrupación...	A x C <sub>i</sub>
Descarnadura						-			1		
Peladura						φ medio:	cm				
Bache						Profundidad:	mm	Área media:	m <sup>2</sup>		
Parche						-			0.3		
Roderas						Profundidad:	mm				
Firme Ondulado						Sensación:					
Cuarteo						Abertura:	mm	Lado retícula:	cm		
Grieta longitudinal						Abertura:	mm				
Grieta transversal						Abertura:	mm	Separación:	cm		
Grieta errática						Abertura:	mm				
Invasión calzada						Altura:	cm				
									$IEF = 100 \cdot \sum_{i=1}^n A_i \times C_i =$		
<i>Firme sin capa de rodadura asfáltica</i>											
	<i>Extensión</i>					<i>Severidad</i>			<i>Otros</i>		
	nº	Anchura (m)	Longitud (m)	A (m <sup>2</sup> )	A (%o)	Parámetros requeridos			C <sub>i</sub>	Posición, agrupación...	A x C <sub>i</sub>
Regueros						Profundidad:	mm				
Firme Ondulado						Profundidad:	mm	Separación:	cm		
Roderas						Profundidad:	mm				
Blandón						Profundidad:	mm	Área media:	m <sup>2</sup>		
Descarnadura						φ medio:			cm		
Peladura						φ medio:			cm		
Bache						Profundidad:	mm	Área media:	m <sup>2</sup>		
Invasión calzada						Altura:	cm				
									$IEF = 100 \cdot \sum_{i=1}^n A_i \times C_i =$		

Figura 6. Ficha de morfología del firme y estado de conservación (Gallego et al., 2008a).

OBRAS DE FÁBRICA											
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	nº Sec.	
ALZADO			PLANTA				VISTA LATERAL				
<b>Elementos</b>		Material	f (cm)	Area (m <sup>2</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	<b>Tipo</b>	nº	<b>Capacidad evacuación</b>	
Obra de fábrica										Sección máxima teórica	m <sup>2</sup>
Asiento obra de fábrica										Sección real	m <sup>2</sup>
Elementos de apoyo										Espesor sedimentos fondo	cm
Amortiguación agua										Espesor material empleado	mm
<b>Cubierta vegetal</b>				<b>Erosión en el terreno</b>			<b>Restos y Residuos</b>				
Zona	Tipo	% Area	% Longitud	Tipo	Posición	Dimensiones	Tipo	Posición	Dimensiones		
Entrada											
Interior											
Salida											
<b>Obstrucción agua</b>		<b>Estado conservación</b>		<b>Observaciones</b>							
Sin Obstrucción	A	Muy Bueno	A								
En puntos aislados	B	Bueno	B								
En numerosas zonas	C	Regular	C								
Gran dificultad evacuación	D	Malo	D								
Obstrucción total	E	Muy Malo	E								

Figura 7. Ficha de obras de fábrica (Gallego et al., 2008a).

DESMONTES Y TERRAPLENES												
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	nº Sec.		
CROQUIS												
<b>Muestras de erosión</b>				<b>Restos y residuos</b>			<b>Cubierta vegetal</b>					
Tipo	Posición	Area (%)	Lineal (%)	p <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	Tipo	Area (%)	Lineal (%)	Tipo	Area (%)	Lineal (%)	
Cárcavas				50					Herbácea			
Regueros				35					Arbustiva			
Laminar				15								
<b>Valoración cualitativa</b>				<b>Erosión (p<sub>e</sub> = 15)</b>		<b>Residuos (p<sub>r</sub> = 15)</b>		<b>Cubierta vegetal (p<sub>v</sub> = 5)</b>				
Tipo	%	Longitud tramo	Valoración (0 a 2)		Categoría	C <sub>ei</sub>	Categoría	C <sub>ri</sub>	Categoría			C <sub>vi</sub>
Desmorte					E = 0	A 0	R = 0	A 0	V > 75	A	1	
Terraplén					1 < E < 25	B 0.25	1 < R < 25	B 0.25	50 < V < 75	B	0.75	
					25 < E < 50	C 0.50	25 < R < 50	C 0.50	25 < V < 50	C	0.50	
					50 < E < 75	D 0.75	50 < R < 75	D 0.75	V < 25	D	0.25	
					75 < E	E 1	75 < R	E 1	V = 0	E	0	
<b>Categorías</b>		E: % de área con erosión		p <sub>e</sub> x C <sub>ei</sub> =		p <sub>r</sub> x C <sub>ri</sub> =		p <sub>v</sub> x C <sub>vi</sub> =				
Muy Bueno	A	R: % de área con residuos										
Bueno	B	C: % de área con cubierta vegetal										
Regular	C											
Malo	D											
Muy Malo	E											

Figura 8. Ficha de desmontes y terraplenes (Gallego et al., 2008a).



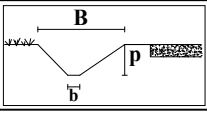
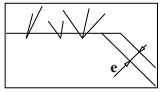
CUNETAS																																																																					
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	nº Sec.																																																											
						<b>Dimensiones (en cm)</b>																																																															
						B	b	p	e	Materiales																																																											
						Cuneta izquierda																																																															
						Cuneta derecha																																																															
<b>Cubierta vegetal</b>			<b>Restos y residuos</b>			<b>Sedimentos</b>		<b>Observaciones</b>																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Tipo</th> <th>Area (%)</th> <th>Lineal (%)</th> </tr> <tr> <td>Herbácea</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arbustiva</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Tipo	Area (%)	Lineal (%)	Herbácea			Arbustiva			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Tipo</th> <th>Area (%)</th> <th>Lineal (%)</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Tipo	Area (%)	Lineal (%)				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Espesor (mm):</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Procedencia:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% longitud afectado:</td> <td></td> </tr> </table>		Espesor (mm):		Procedencia:		% longitud afectado:																																										
Tipo	Area (%)	Lineal (%)																																																																			
Herbácea																																																																					
Arbustiva																																																																					
Tipo	Area (%)	Lineal (%)																																																																			
Espesor (mm):																																																																					
Procedencia:																																																																					
% longitud afectado:																																																																					
<b>Geometría (<math>p_g = 50</math>)</b>		<b>Obstrucción agua (<math>p_o = 40</math>)</b>		<b>Residuos (<math>p_r = 5</math>)</b>		<b>Efecto visual (<math>p_v = 5</math>)</b>		<b>Efecto positivo (<math>p_p = - 5</math>)</b>																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categoría</th> <th><math>C_{gi}</math></th> </tr> <tr> <td>Conservación perfecta</td> <td>A 0</td> </tr> <tr> <td>Ligera pérdida forma</td> <td>B 0.25</td> </tr> <tr> <td>Aterramiento parcial</td> <td>C 0.50</td> </tr> <tr> <td>Práctica desaparición</td> <td>D 0.75</td> </tr> <tr> <td>Desaparición completa</td> <td>E 1</td> </tr> </table>		Categoría	$C_{gi}$	Conservación perfecta	A 0	Ligera pérdida forma	B 0.25	Aterramiento parcial	C 0.50	Práctica desaparición	D 0.75	Desaparición completa	E 1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categoría</th> <th><math>C_{oi}</math></th> </tr> <tr> <td>Sin Obstrucción</td> <td>A 0</td> </tr> <tr> <td>Obstrucción esporádica</td> <td>B 0.25</td> </tr> <tr> <td>Obstrucción frecuente</td> <td>C 0.50</td> </tr> <tr> <td>Obstrucción grave</td> <td>D 0.75</td> </tr> <tr> <td>Obstrucción total</td> <td>E 1</td> </tr> </table>		Categoría	$C_{oi}$	Sin Obstrucción	A 0	Obstrucción esporádica	B 0.25	Obstrucción frecuente	C 0.50	Obstrucción grave	D 0.75	Obstrucción total	E 1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categoría</th> <th><math>C_{ri}</math></th> </tr> <tr> <td>R = 0</td> <td>A 0</td> </tr> <tr> <td>1 &lt; R &lt; 25</td> <td>B 0.25</td> </tr> <tr> <td>25 &lt; R &lt; 50</td> <td>C 0.50</td> </tr> <tr> <td>50 &lt; R &lt; 75</td> <td>D 0.75</td> </tr> <tr> <td>75 &lt; R</td> <td>E 1</td> </tr> </table>		Categoría	$C_{ri}$	R = 0	A 0	1 < R < 25	B 0.25	25 < R < 50	C 0.50	50 < R < 75	D 0.75	75 < R	E 1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categoría</th> <th><math>C_{vi}</math></th> </tr> <tr> <td>C = 0</td> <td>A 0</td> </tr> <tr> <td>1 &lt; C &lt; 25</td> <td>B 0.25</td> </tr> <tr> <td>25 &lt; C &lt; 50</td> <td>C 0.50</td> </tr> <tr> <td>50 &lt; C &lt; 75</td> <td>D 0.75</td> </tr> <tr> <td>75 &lt; C</td> <td>E 1</td> </tr> </table>		Categoría	$C_{vi}$	C = 0	A 0	1 < C < 25	B 0.25	25 < C < 50	C 0.50	50 < C < 75	D 0.75	75 < C	E 1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categoría</th> <th><math>C_{pi}</math></th> </tr> <tr> <td>C &gt; 75</td> <td>A 1</td> </tr> <tr> <td>50 &lt; C &lt; 75</td> <td>B 0.75</td> </tr> <tr> <td>25 &lt; C &lt; 50</td> <td>C 0.50</td> </tr> <tr> <td>C &lt; 25</td> <td>D 0.25</td> </tr> <tr> <td>C = 0</td> <td>E 0</td> </tr> </table>		Categoría	$C_{pi}$	C > 75	A 1	50 < C < 75	B 0.75	25 < C < 50	C 0.50	C < 25	D 0.25	C = 0	E 0
Categoría	$C_{gi}$																																																																				
Conservación perfecta	A 0																																																																				
Ligera pérdida forma	B 0.25																																																																				
Aterramiento parcial	C 0.50																																																																				
Práctica desaparición	D 0.75																																																																				
Desaparición completa	E 1																																																																				
Categoría	$C_{oi}$																																																																				
Sin Obstrucción	A 0																																																																				
Obstrucción esporádica	B 0.25																																																																				
Obstrucción frecuente	C 0.50																																																																				
Obstrucción grave	D 0.75																																																																				
Obstrucción total	E 1																																																																				
Categoría	$C_{ri}$																																																																				
R = 0	A 0																																																																				
1 < R < 25	B 0.25																																																																				
25 < R < 50	C 0.50																																																																				
50 < R < 75	D 0.75																																																																				
75 < R	E 1																																																																				
Categoría	$C_{vi}$																																																																				
C = 0	A 0																																																																				
1 < C < 25	B 0.25																																																																				
25 < C < 50	C 0.50																																																																				
50 < C < 75	D 0.75																																																																				
75 < C	E 1																																																																				
Categoría	$C_{pi}$																																																																				
C > 75	A 1																																																																				
50 < C < 75	B 0.75																																																																				
25 < C < 50	C 0.50																																																																				
C < 25	D 0.25																																																																				
C = 0	E 0																																																																				
$p_g \times C_{gi} =$		$p_o \times C_{oi} =$		$p_r \times C_{ri} =$		$p_v \times C_{vi} =$		$p_p \times C_{pi} =$																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Categorías</th> <th></th> </tr> <tr> <td>Muy Bueno</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Muy Malo</td> <td>E</td> </tr> </table>		Categorías		Muy Bueno	A	Bueno	B	Regular	C	Malo	D	Muy Malo	E	R: porcentaje de la cuneta con residuos C: porcentaje de cobertura vegetal en la cuneta				$IEC = 100 - \sum_{i=1}^n p_i \times C_{ij} =$																																																			
Categorías																																																																					
Muy Bueno	A																																																																				
Bueno	B																																																																				
Regular	C																																																																				
Malo	D																																																																				
Muy Malo	E																																																																				

Figura 9. Ficha de cunetas (Gallego et al., 2008a).

### 3.2. Metodología empleada.

Se ha diseñado una propuesta metodológica para el “Inventario de caracterización y estado de conservación de los caminos rurales en el T.M. de Cartagena” que permita obtener distintos niveles de información en función de las distintas actividades de gestión para las que dicha información se destine. De esta forma, la propuesta metodológica considera:

- Completamente lo relativo a la información requerida sobre carreteras en la última versión del Manual de Instrucciones de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL, 2011), publicada por el Ministerio de Política Territorial y Administración Pública (31 de marzo de 2011).
- La información propuesta por la metodología desarrollada por la DGRyDR de la Región de Murcia para el inventario del Plan Regional de Caminos Rurales (PRCR, 2002), siempre que la misma no sea redundante o contradictoria con la información incluida en la EIEL.
- Parcialmente la información requerida por la metodología UPM-TRAGSA, siempre que la misma se a fácilmente obtenible a través de la inspección visual

de los caminos rurales y cuando se refiera a aspectos interesantes que no son convenientemente tratados en la EIEL y el PRCR de la Región de Murcia.

- Al menos una geofoto por tramo diferenciada en cada camino rural, que sea representativa de las condiciones medias de dicho tramo.

Para la aplicación de esta metodología se ha diseñado una ficha de toma de datos que será aplicada a cada camino o tramo de camino estudiado en las Delegaciones del T.M. de Cartagena seleccionadas para esta primera fase del estudio. Conviene aclarar que si algún camino rural tiene tramos con características diferenciadoras, de forma que la información contenida en la ficha propuesta pueda resultar poco representativa de alguno de ellos (distintos tipos de firme o capa de rodadura, distintos tipos o grados de señalización, distintos grados de conservación, etc.) se distinguirán tantos tramos del mismo como sean necesarias (T1, T2, etc.), rellenando una ficha para cada uno de ellos. Cuando estos tramos sean de longitud poco representativa será suficiente con indicar sus características diferenciadoras en el campo otras observaciones.

FICHA PARA LA TOMA DE DATOS DE CAMPO DE CAMINOS RURALES	
<b>A. IDENTIFICACIÓN Y GESTIÓN</b>	
1. Código EIEL [SC-016-???:	2. Código Alternativo:
3. Tramo [T?]:	4. Código SIG [SC-016-???-T?]:
5. Punto km inicial:	6. Punto km final:
7. Titularidad [MU/OT/NO]:	8. Gestión [MU/OT/NO]:
<b>B. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO</b>	
9. Clasificación: <input type="checkbox"/> PRincipal <input type="checkbox"/> SEcundario <input type="checkbox"/> TErciario	10. Taza: <input type="checkbox"/> LLano <input type="checkbox"/> ONdulado <input type="checkbox"/> MOntañoso
11. ¿Muy sinuoso? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	12. ¿Pendiente excesiva? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
13. ¿Frecuentes estrechamientos? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	14. Integración paisajística [BU/RE/MA]:
<b>C. GEOMETRÍA DEL CAMINO</b>	
15. Anchura [m]:	16. Longitud [km]:
17. Estrado cunetas: <input type="checkbox"/> BUeno <input type="checkbox"/> REgular <input type="checkbox"/> MAlo <input type="checkbox"/> NO hay cunetas	
18. Obstrucciones en cunetas: <input type="checkbox"/> Por cubierta VEgetal <input type="checkbox"/> Por restos y REsíduos <input type="checkbox"/> Por SEdimentos	
<b>D. FIRME DEL CAMINO</b>	
19. ¿Firme acondicionado? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	20. Tipo [MB/RA/HR/AD/MC/ZE/TI/OT]:
21. Espesor [cm]:	22. Bombeo: <input type="checkbox"/> BUeno <input type="checkbox"/> REgular <input type="checkbox"/> MAlo <input type="checkbox"/> NO hay
23. Estado de conservación: <input type="checkbox"/> BUeno <input type="checkbox"/> REgular <input type="checkbox"/> MAlo <input type="checkbox"/> En EJecución	
24. Principales deterioros: <input type="checkbox"/> BACHes <input type="checkbox"/> PARCHes <input type="checkbox"/> ROderas <input type="checkbox"/> Firme ONdulado <input type="checkbox"/> CUarteo <input type="checkbox"/> GRietas	
<input type="checkbox"/> DEscarnadura <input type="checkbox"/> REgueros <input type="checkbox"/> INvasión calzada <input type="checkbox"/> OTros	
<b>E. SEÑALIZACIÓN</b>	
25. Tipo [HO/VE/AM/NO]:	26. Grado: <input type="checkbox"/> BUeno <input type="checkbox"/> REgular <input type="checkbox"/> MAlo
27. ¿Cruces señalizados? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	
<b>F. OBRAS DE FÁBRICA</b>	
28. Pasos a nivel [Nº]:	
29. Conservación obras de fábrica [BU/RE/MA]:	
<b>G. TRÁFICO</b>	
30. Uso prioritario: <input type="checkbox"/> AGrícola <input type="checkbox"/> INdustrial <input type="checkbox"/> SOcial <input type="checkbox"/> MIXto o indeterminado	
31. Tipo de vehículo: <input type="checkbox"/> TURismos <input type="checkbox"/> vehículos de 2 Ruedas <input type="checkbox"/> vehículos PEsados <input type="checkbox"/> Maquinara Agrícola	
32. Dimensionamiento: <input type="checkbox"/> Bien Dimensionado <input type="checkbox"/> Regular Dimensionado <input type="checkbox"/> Mal Dimensionado	
<b>H. OBSERVACIONES</b>	
33. Otra información relevante:	
34. Año última actuación:	
35. Prioridad actuación según agentes locales: <input type="checkbox"/> ALta <input type="checkbox"/> REgular <input type="checkbox"/> BAja	
<b>I. 35 GEOFOTOS :</b>	

DATOS EIEL
  DATOS DGRyDR
  DATOS UPM-TRAGSA

Figura 10. Ficha propuesta para el “Inventario de caracterización y estado de conservación de los caminos rurales en el T.M. de Cartagena”.

La ficha estructura los datos a recoger sobre los caminos rurales en las siguientes categorías:

- A. Identificación y gestión.
- B. Características del trazado
- C. Geometría del camino.
- D. Firme del camino.
- E. Señalización.
- F. Obras de fábrica.
- G. Tráfico.
- H. Otras observaciones.
- I. Geofotos.

Toda la información recogida en las fichas propuestas se puede obtener mediante la inspección visual de los caminos rurales y la realización de entrevistas a técnicos de cada ayuntamiento u otras personas conocedoras de la zona.

En total se han seleccionado 36 campos de información uniendo los parámetros más adecuados de las distintas metodologías estudiadas que se detallan a continuación.

## **A. IDENTIFICACION Y GESTIÓN.**

### Campo 1: Código EIEL

Se trata de un campo alfanumérico de 10 caracteres.

Permite identificar el camino rural de acuerdo con el código normalizado de la EIEL. Este código sólo suele estar definido para carreteras nacionales (A-30, N-332), regionales (RM-320) o locales (RM-F46), por lo que para codificar los caminos rurales debe seguirse el formato SC-016-???, donde:

SC Indica que se trata de un camino “sin codificar”.

016 Es el código de Municipio correspondiente a Cartagena. 000 Representa el nº de orden, que se asignará.

### Campo 2: Código Alternativo

Se trata de un campo alfanumérico de 20 caracteres.

Se deja este campo disponible para identificar el camino rural de acuerdo con cualquier otra codificación, como podría ser el código normalizado en el Plan Regional de Caminos Rurales de la Región de Murcia (PRCR, 2002), que emplea el formato CR(A)-a/b-xz-ZR, donde:

CR	Indica que es un camino rural.
(A)	Se refiere a la clasificación del camino como principal (P), Secundario (S) o Terciario (T). Esta clasificación se explica en el campo 11.
a/b	Se refiere al código de los municipios.
xz	Se refiere al número de orden del camino. Se respetará el nº de orden de la DGRyDR si el camino ha sido inventariado con anterioridad por este organismo.
ZR	Indica que el camino pertenece a una zona regable.

### Campo 3: Tramo.

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Si algún camino rural tiene tramos con características diferenciadoras, de forma que la información contenida en esta ficha resulte poco representativa de alguno de ellos (distintos tipos de firme o capa de rodadura, distintos tipos o grados de señalización, distintos grados de conservación, etc.) se podrán distinguir tantos tramos del mismo como sean necesarias: T1, T2, etc., rellenando una ficha para cada uno de ellos. Cuando estos tramos son de longitud poco representativa será suficiente con indicar sus características diferenciadoras en la categoría otras observaciones. Por defecto, los caminos con uno sólo tramo diferenciado se denotarán con T1.

### Campo 4: Código identificativo para este trabajo

Se trata de un campo alfanumérico de 13 caracteres.

Se aplica para identificar el camino rural de acuerdo con el código normalizado del EIEL y su número de tramo: SC-016-000-000, donde 000 se refiere al número de tramo.

Este campo se utilizará de enlace entre la información gráfica y alfanumérica del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Campo 5: Punto kilométrico inicial

Se trata de un campo numérico con 1 decimal.

Se consignarán los puntos kilométricos correspondientes al inicio de su tramo en el municipio, expresándolo en kilómetros, con un decimal. Si no existe, se anotará 0.0 para el tramo T1 y el punto kilométrico final del tramo anterior para el tramo T2, y así sucesivamente para los siguientes tramos.

Campo 6: Punto kilométrico final

Se trata de un campo numérico con 1 decimal.

Se consignarán los puntos kilométricos correspondientes al final de su tramo en el municipio, expresándolo en kilómetros, con un decimal. Si no existe, será la longitud del camino o tramo del mismo más la cantidad anotada en el punto kilométrico inicial.

Campo 7: Titularidad

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Para cada camino o tramo en el término municipal se anotará la titularidad del mismo siguiendo la siguiente codificación:

Municipal	MU
Otras	OT
NO Conocida	NO

En el caso de titularidad no municipal se especificará la misma en el campo “observaciones”: Confederación Hidrográfica, antiguo ICONA, entidad privada, etc.

Campo 8: Gestión

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se expresará el Organismo que efectúe la conservación, usando las claves anteriores de titularidad, incluyendo "NO" en el caso de que nadie la conserve o se desconozca. Puede no coincidir la conservación con quien ostenta la titularidad.

Campo 9: Clasificación según funcionalidad de su trazado

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se sigue la siguiente clasificación:

- Camino rural principal (PR):
  - Los que unan núcleos de población de una determinada entidad jurídica: municipio, pedanía, diputación, villa, caserío.
  - Los que partiendo de un núcleo de población o de la red de carreteras nacional o regional, den acceso a los distintos parajes de la zona o a caminos rurales de inferior clasificación (secundarios o terciarios) o a servicios de carácter municipal (cementeros, instalaciones deportivas, culturales, sanitarias, educativas, etc.).
  - Los que den acceso a grandes masas forestales, lugares de interés cultural, recreativo, lúdico, espacios naturales, arqueológicos, etc.
- Camino rural secundario (SE). Aquellos que partiendo de un camino rural principal, den acceso a viviendas rurales diseminadas, parcelas agrícolas de una zona amplia, instalaciones agrarias, naves agrícolas, etc.
- Camino rural terciario (TE). Aquellos que partiendo de un camino rural secundario, den acceso a algunas parcelas o instalaciones de tipo agrario.

Campo 10: Clasificación según la traza y pendientes

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Este parámetro se tiene en cuenta para conocer de forma aproximada la importancia del movimiento de tierras necesario al proponer el ensanchamiento en un tramo o la ejecución de trazas nuevas. Se distinguen tres tipos: Llano (LL), ondulado (ON) y montañoso (MO).

Campo 11: Sinuosidad del trazado del camino

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se pondrá SI o NO según el tipo de trazado.

Campo 12: Pendiente del trazado del camino

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se pondrá SI o NO según el tipo de trazado.

Campo 13: Frecuencia de estrechamientos en el camino

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se pondrá SI o NO según el tipo de trazado.

Campo 14: Integración paisajística

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.



La integración paisajística podrá ser buena (BU), regular (RE), o mala (MA) en función de la visibilidad del camino, el color del firme en relación con el color del suelo circundante, o la presencia de distintos tipos de vegetación en sus márgenes.

### **GEOMETRIA DEL CAMINO.**

#### **Campo 15: Anchura del camino**

Se trata de un campo numérico con 1 decimal.

Se consignará el ancho del camino, con cualquier tipo de firme, sumándose arcenes y calzada, en metros con un decimal.

#### **Campo 16: Longitud del camino o sección**

Se trata de un campo numérico con 1 decimal.

Se expresará en km con un decimal, la longitud del tramo o sección de camino dentro de los límites del término municipal. Se calcula como “campo 7” – “campo 6”.

#### **Campo 17: Estado actual de conservación de las cunetas**

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

El estado de conservación de las cunetas podrá ser bueno (BU), regular (RE), malo (MA) o sin cunetas (NO). Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación bueno (BU) si su sección está perfectamente definida y carece de cualquier tipo de vegetación u otros obstáculos que disminuyan su sección y dificulten el paso del agua. Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación regular (RE) si su sección está bien definida a excepción de erosiones o deterioros puntuales y además tiene poca vegetación u obstáculos que disminuyan su sección y dificulten el paso del agua. Se considera que una cuneta tiene un estado de conservación malo (MA) cuando su sección no está bien definida debido a erosiones y deterioros de los taludes y/o posee una importante cantidad de vegetación u obstáculos que disminuyen su sección y dificultan el paso del agua.

### Campo 18: Obstrucciones en cunetas

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

En caso de que el estado de conservación de las cunetas sea regular (RE) o malo (MA), se indicará el principal origen de los elementos que las obstruyen, que podrán cubierta vegetal (VE), restos y residuos (RE) o sedimentos (SE).

### Campo 19: Acondicionamiento del firme del camino

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se pondrá SI o NO. Se entiende que un camino está acondicionado si tienen algún tipo de capa de rodadura (mezcla bituminosa en caliente generalmente) o algún tipo de tratamiento superficial (simple, doble o triple). Se entiende que no está acondicionado si son caminos de tierra o de zahorra, o solamente se trata de una explanación de tierra.

### Campo 20: Tipo de firme

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se expresará de acuerdo con las siguientes claves para cada camino o tramo diferenciado: mezcla bituminosa (MB), riegos asfálticos (RA), hormigón (HR), adoquín (AD), Macadam (MC), zahorra estabilizada (ZE), tierra (TI) u otros (OT).

### Campo 21: Espesor del firme

Se trata de un campo numérico sin decimales.

En general el espesor de cada una de las capas que constituyen el firme solo se puede conocer mediante la consulta de los proyectos, aunque mediante observaciones in situ se puede hacer una estimación en cm. Si no se puede estimar dejar en blanco.

### Campo 22: Bombeo del firme

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se refiere a la presencia y adecuación de bombeo para escorrentías en el firme del camino. Podrá ser bueno (BU), regular (RE), malo (MA), o sin bombeo (NO). Un bombeo es bueno cuando permite el drenaje superficial del firme sin la formación de charcos, es regular (RE) cuando se observa la presencia de algunos charcos y es malo cuando favorece la creación de charcos y acumulaciones de agua sobre la calzada. Se considera que no hay bombeo (NO) en caminos completamente planos.

### Campo 23: Estado de conservación del firme

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

El estado de los tramos de caminos se evaluará en función de la existencia o no de las siguientes variables:

- Pérdidas de material en forma de bache.
- Pérdidas de material en bordes.
- Pérdidas de material en superficie.
- Falta de elementos (seguridad, obras de fábrica, etc...).
- Alteraciones del firme con presencia de blandones, ondulaciones o roderas, asentamientos diferenciales superiores a 2 cm.
- Presencia de fisuras
- Presencia de elementos sueltos

La calificación de Bueno (BU) corresponderá al tramo que esté escasamente afectado por las variables citadas anteriormente, no necesite una reparación importante de forma inmediata y, en consecuencia, no hay problemas para el tráfico rodado. La de Regular (R) si la carretera está deteriorada por algunas de las variables mencionadas, y necesita una reparación a medio plazo. La de Malo (M) se utilizará cuando el estado del tramo suponga riesgo para el tráfico, o fuerte daño para los vehículos, y requiera una reparación inmediata. En Ejecución (E), si se está ejecutando alguna obra.

Campo 24: Principales deterioros

Se trata de un campo alfanumérico de 20 caracteres.

Se indicarán los principales deterioros del camino siguiendo la siguiente clasificación: Baches (BA), Parches (PA), Roderas (RO), Firme ondulado (ON), Cuarteo (CU), Grietas (GR), Descarnadura (DE), Regueros (RE), invasión de la calzada (IN) u Otros (OT).

**SEÑALIZACION**Campo 25: Tipo de Señalización

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se consignará la presencia de señalización según las claves siguientes: horizontal (HO), vertical (VE), ambas (AM) o ninguna (NO).

Campo 26: Grado de Señalización

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Éste puede ser bueno (BU), regular (RE) o malo (MA). El grado de señalización es regular (RE) si el camino posee señalización básica, es decir:

- Señal de peligro, stop o ceda el paso para determinar el acceso a carreteras nacionales, locales o de mayor importancia.
- Señal de prohibición o restricción para determinar límites de velocidad o de carga por eje del vehículo.

Si el camino tiene una señalización inferior a la básica se considera que el grado de señalización es malo (MA). Si el camino rural, además de las señales básicas, tiene otras señales o balizamientos que la traza y condiciones del camino requieran (señales informativas, mojones en cruce de ramblas, vallas metálicas quitamiedos, etc.), se considera que el grado de señalización es bueno (BU).

### Campo 27: Señalización de cruces

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se pondrá SI o NO.

### **OBRAS DE FABRICA.**

### Campo 28: Número de pasos a nivel

Se trata de un campo numérico de 2 caracteres.

Se pondrá el número de pasos a nivel existentes en cada tramo de carretera. Se consideran pasos a nivel las intersecciones con otras vías de comunicación o cauces, incluidos ramblas, que se superen mediante una obra de paso singular en el camino analizado (puentes, viaductos, etc.). Se entiende que el camino pasa por encima de la otra vía de comunicación o cauce.

### Campo 29: Conservación de las obras de fábrica

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

La calificación de Bueno (BU) corresponderá al tramo que no necesite una reparación importante de forma inmediata y, en consecuencia, no hay problemas para el tráfico rodado. La de Regular (R) si las obras de fábrica están parcialmente deterioradas y necesitan una reparación a medio plazo. La de Malo (M) se utilizará cuando el estado de las obras de fábrica imposibilite el desarrollo de su función, suponiendo un riesgo para el tráfico, y requiera una reparación inmediata.

**TRAFICO.****Campo 30: Uso prioritario**

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se consignará el uso prioritario del camino según las claves siguientes: agrícola (AG), industrial (IN), social (SO) o mixto e indeterminado (MX).

**Campo 31: Tipos de vehículos**

Se trata de un campo alfanumérico de 8 caracteres.

Se indican los distintos tipos de vehículos que utilizan el camino según las claves siguientes: turismos (TU), vehículos de dos ruedas (2R), vehículos pesados (PE) y maquinaria agrícola (MA).

**Campo 32: Dimensionamiento**

Se trata de un campo alfanumérico de 2 caracteres.

Se entiende que un camino está bien, regular o mal dimensionado, dependiendo del grado de adecuación al tráfico existente en la misma. Se utilizarán las claves siguientes: bien dimensionado (BD), regular dimensionado (RD) o mal dimensionado (MD).

**OBSERVACIONES.****Campo 33: Otra información relevante**

Se trata de un campo alfanumérico de 200 caracteres

Se pueden anotar aclaraciones como el nombre local del camino, los parajes que recorre, aspectos paisajísticas, arcenes, transiciones al inicio y final del camino, etc.

Campo 34: Año última actuación

Se trata de un campo alfanumérico de 4 caracteres que se deja disponible para anotar el año de la última intervención sobre el camino rural

Campo 35: Prioridad de actuación según agentes locales

Se realizarán entrevistas con los alcaldes pedáneos o personal técnico de cada Diputación para conocer, según su punto de vista, la prioridad de realizar actuaciones de conservación en cada camino identificado. Se utilizarán las claves siguientes: prioridad alta (AL), prioridad regular (RE) o prioridad BA (BA).

**GEOFOTOS.**

Se realizará al menos una geofoto por tramo diferenciada en cada camino rural, que sea representativa de las condiciones medias de dicho tramo. Se indicará el nombre del archivo que contiene la geofoto.

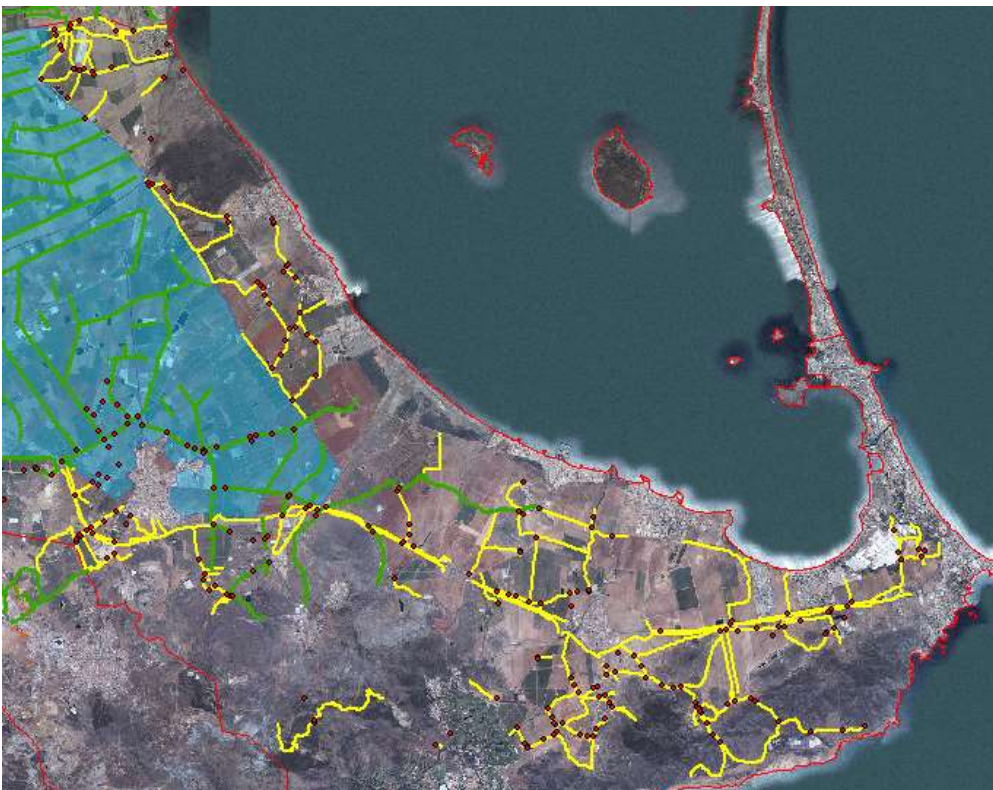
#### 4. Zona de estudio

##### 4.1. Características de la zona.

La zona de estudio comprende las diputaciones de Lentiscar, El Algar, La Unión, Beal y el Rincón de San Ginés. Estas diputaciones forman parte del campo de Cartagena, una zona que supone un foco de turismo, cultura, industria y naturaleza. En el campo de Cartagena encontramos 18.500 Ha protegidas. En nuestra área de actuación podemos encontrar un gran número de ellas, especialmente el Parque natural de Calblanque que se encuentra en la diputación de Rincón de San Ginés, una diputación que además abarca un gran número de kilómetros de costa y playas como las de la manga del mar menor.

En la zona de Lentiscar, El Beal y El Algar podemos encontrar caminos que están gestionados por la comunidad de regantes del campo de Cartagena CRCC que no son objeto de estudio de este proyecto, aunque muchos de ellos se conectan con caminos que han sido estudiados.

En la zona también encontramos distintos caminos que desde la antigüedad se han utilizado para el traslado de ganado. Estos caminos se conocen como cañadas o Vías Pecuarias y cuyo registro comenzó en el siglo XIII. Las Vías pecuarias son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas y en consecuencia inalienables, imprescriptibles e inembargables. (Art.2 Ley 3/95). Algunas de estas vías se encuentran en un estado de conservación límite, algunas están siendo invadidas por los campos de cultivo y actividades derivadas de la agricultura y en otras el tránsito rodado es imposible debido a la erosión y a la falta de conservación.



**Figura .** Mapa de los caminos estudiados (En color amarillo).



#### 4.2. Características de los caminos.

La característica principal que diferencia el tipo de camino y que más peso tiene en su utilidad y a la hora de gestionar su mantenimiento y es el tipo de firme. En los caminos estudiados encontramos 5 tipos:

- Mezcla bituminosa.

Se define como mezcla bituminosa a la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.



**Figura 11.** Mezcla bituminosa en un camino rural.

- Zahorra estabilizada.

La zahorra es el material formado por áridos no triturados, suelos granulares o una mezcla de ambos, cuya granulometría es de tipo continuo. Consiste en un procedimiento de prensado y humectado de las distintas capas de material hasta conseguir una superficie compacta y resistente.

Es una solución de bajo coste a la que se recurre habitualmente, tiene la desventaja de ser sensible a la erosión especialmente en zonas de pendiente.



**Figura 12.** Camino de zahorra estabilizada.

- Camino de tierra.

Son los caminos más rudimentarios, muchos de ellos en los márgenes de los cultivos. A veces estos caminos se ven afectados por las labores del suelo que modifican su trazado. Están muy expuestos a la erosión y a la formación de surcos, rodales y charcos.



**Figura 13.** Camino de tierra que transcurre entre parcelas agrícolas.

- Hormigón.

Es un tipo de firme muy resistente y utilizado durante mucho tiempo. Su vida útil es mayor que el asfalto pero resulta más caro y complejo en su instalación. En algunas áreas como la del parque regional de Calblanque se emplea el hormigón en ciertos caminos ya que su impacto en el paisaje es mucho menor.



**Figura 14.** Camino de hormigón en Calblanque.



- Riego asfáltico.

El tratamiento consiste en el rociado uniforme de una emulsión asfáltica de manera que el mismo sea uniforme. Se puede emplear sobre un pavimento ya existente para mejorar su adherencia o sobre caminos de zahorra estabilizada con el objetivo de crear una fina película de asfalto a partir de sucesivos riegos. Este tratamiento es muy útil para evitar el polvo y conseguir un firme más homogéneo y resistente.



**Figura 15.** Camino de zahorra estabilizada con una capa de riego asfáltico.

## 5. Digitalización de los datos obtenidos.

### 5.1. Introducción al sistema SIG.

Los sistemas de información geográfica son un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permite la gestión de datos organizados en bases de datos referenciadas espacialmente (Otero, 1999).

Un sistema de información geográfica consta de tres pasos:

- Captura y entrada de datos.

La obtención de la cartografía existente de la zona con la captura de datos de campo georreferenciados.

- Análisis y modelamiento.

Se unen y se clasifican los datos obtenidos, superponiéndolos con la información cartográfica a través de softwares como ArcGIS.

- Salida y presentación de la información.

A través del software se transforman los datos en información como mapas, tablas y figuras.

ArcGIS es un conjunto de softwares que agrupan varias aplicaciones para el análisis y la edición de datos de información geográfica. En nuestro proyecto utilizaremos ArcMap, un producto de ESRI, que se utiliza para visualizar, explorar, consultar, analizar la información geográfica y para general mapas.

### 5.2. Metodología.

El trabajo de campo consistió en el estudio visual de cada camino y la clasificación de los distintos parámetros presentes en la hoja de campo. Además, mediante el empleo del dispositivo PDA se realizó una foto georreferenciada en coordenadas UTM.

Una vez completada la hoja de campo, el primer paso para introducir la información obtenida en el software consiste en digitalizar la información de las fichas de campo. Para ello se utiliza el programa Excell (Microsoft Office). Se vuelca toda esa información a un formato Excel que posteriormente será enlazado con los caminos digitalizados en el programa ArcMap.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1_CodEIEL	2_CodAlter	3_Tramo	4_CodSIG	5_PtokmIni	6_PtokmFin	7_Titulari	8_Gestion	9_Clasific	10_Traza	11_Sinuoso	12_Pendi
2	SC-016-001		T1	SC-016-001-T1	0	0,402	NO	NO	TR	LL	NO	NO
3	SC-016-002		T1	SC-016-002-T1	0	2,473	NO	NO	PR	LL	NO	NO
4	SC-016-003		T1	SC-016-003-T1	0	0,377	NO	NO	TR	LL	NO	NO
5	SC-016-003		T2	SC-016-003-T2	0,377	1,096	NO	NO	TR	LL	NO	NO
6	SC-016-004		T1	SC-016-004-T1	0	0,504	NO	NO	SE	LL	NO	NO
7	SC-016-005		T1	SC-016-005-T1	0	1,655	NO	NO	SE	LL	NO	NO
8	SC-016-006		T1	SC-016-006-T1	0	0,734	NO	NO	TR	LL	NO	NO
9	SC-016-007		T1	SC-016-007-T1	0	0,651	NO	NO	TR	LL	NO	NO
10	SC-016-008		T1	SC-016-008-T1	0	0,635	NO	NO	TR	LL	NO	NO
11	SC-016-009		T1	SC-016-009-T1	0	0,95	NO	NO	TR	LL	NO	NO
12	SC-016-010		T1	SC-016-010-T1	0	0,358	NO	NO	TR	LL	NO	NO
13	SC-016-011		T1	SC-016-011-T1	0	1,386	NO	NO	TR	LL	NO	NO
14	SC-016-012		T1	SC-016-012-T1	0	0,586	NO	NO	TR	LL	NO	NO
15	SC-016-013		T1	SC-016-013-T1	0	0,474	NO	NO	SE	LL	SI	NO
16	SC-016-013		T2	SC-016-013-T2	0,474	0,719	NO	NO	SE	LL	NO	NO
17	SC-016-013		T3	SC-016-013-T3	0,719	0,806	NO	NO	SE	LL	NO	NO
18	SC-016-014		T1	SC-016-014-T1	0	1,636	NO	NO	TR	LL	NO	NO
19	SC-016-015		T1	SC-016-015-T1	0	0,162	NO	NO	TR	LL	NO	NO
20	SC-016-015		T2	SC-016-015-T2	0,162	0,996	NO	NO	TR	LL	NO	NO
21	SC-016-015		T3	SC-016-015-T3	0,996	1,991	NO	NO	TR	LL	NO	NO

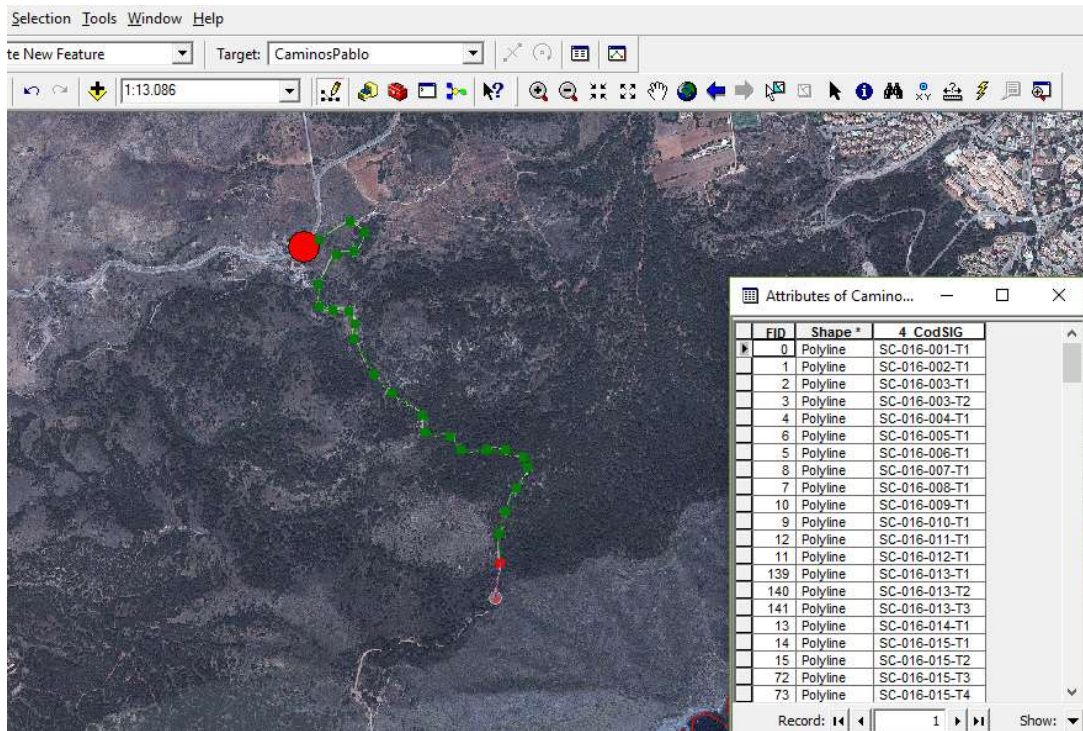
Figura 16. Tabla de Excell con la información correspondiente a cada ficha de campo.

En el software ArcMap se cargan la información cartográfica correspondiente al área de estudio. Esta información consta de varias capas en las que se incluyen los caminos ya digitalizados en el inventario de caminos pertenecientes a la comunidad de regantes del campo de Cartagena.

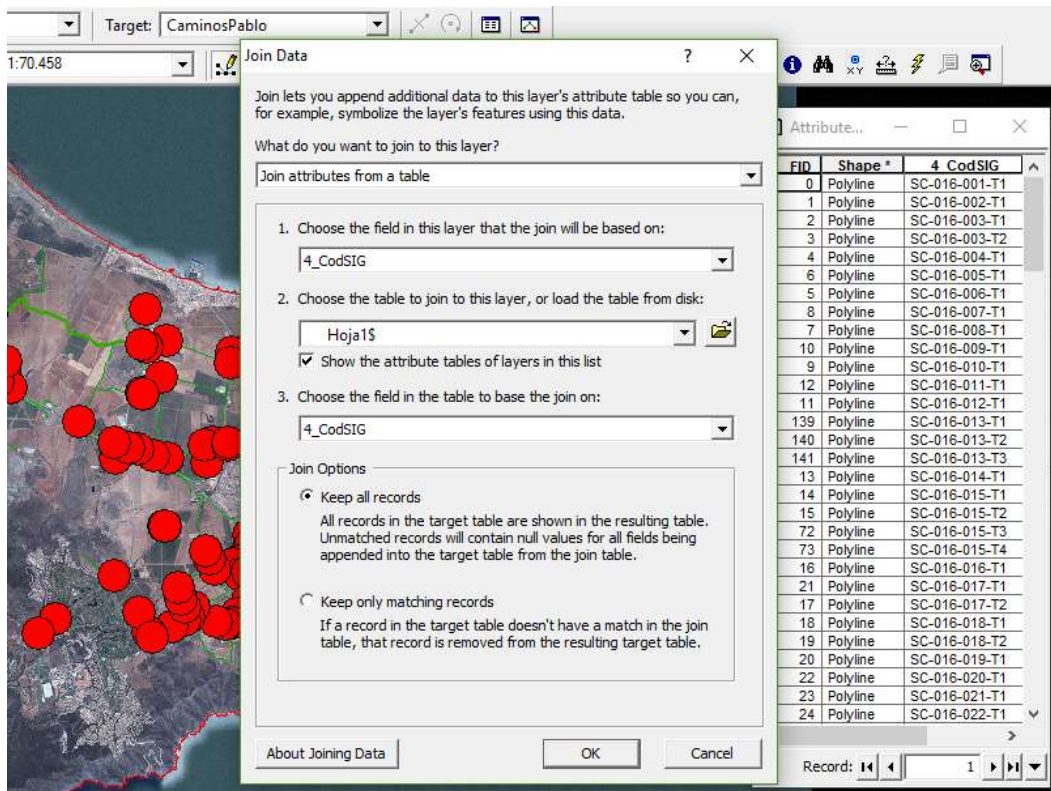
Utilizando la herramienta “georreferenciación” se añade una nueva capa con las fotos obtenidas en el campo.

Utilizando cartografía con imagen de geo-satélite se buscan los caminos estudiados y en una nueva capa se dibuja el camino sobre la imagen de satélite, numerando cada camino con el mismo código normalizado empleado en la hoja de campo del tipo SC-016-000.





**Figura 17.** Proceso de digitalización de cada camino en el programa ArcMap. Los caminos dibujados aparecen de color verde. A cada camino le corresponde una foto que en software aparecen como puntos de color rojos.



**Figura 18.** Enlazado de los datos de la tabla de Excell con los caminos dibujados en el software.

Una vez tenemos los caminos numerados y digitalizados procedemos a enlazar la información de la hoja de Excel con los datos introducidos en el software.

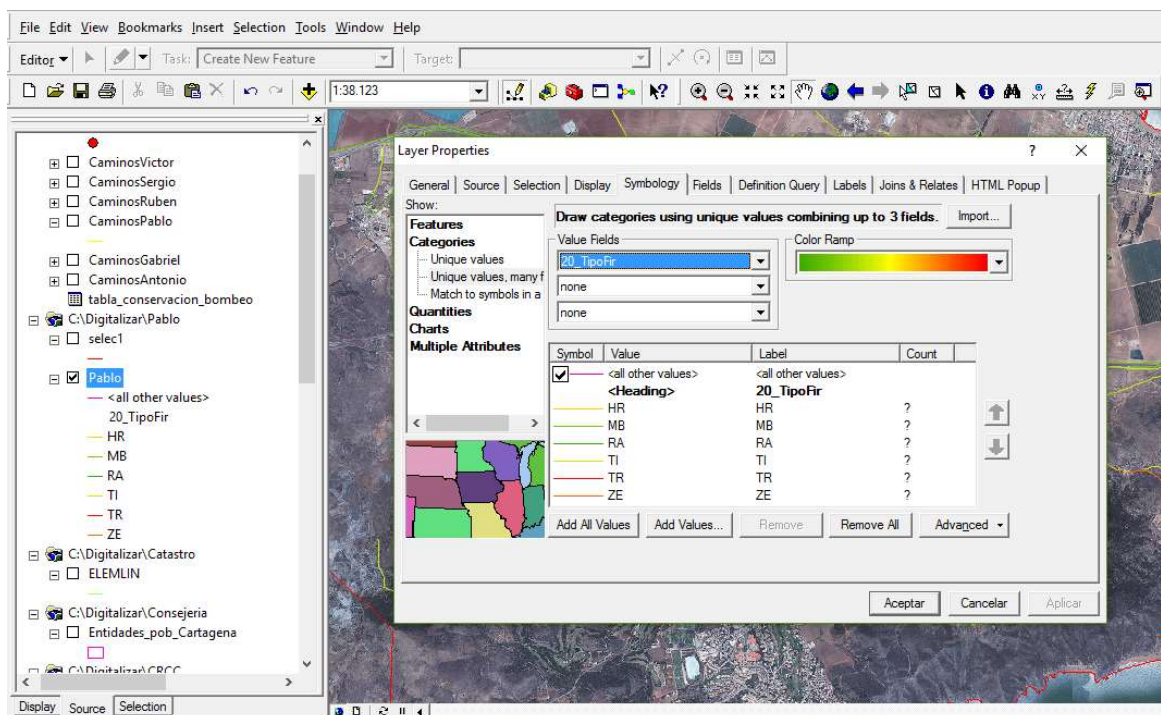
## Resultados.

### 5.3. Aplicaciones e información disponible.

Una vez los datos de la ficha de campo se encuentran conectados con cada camino, el programa nos permite obtener tres tipos de datos y estadísticas que serán de utilidad para el demandante del proyecto:

- Análisis de la información. Creación de mapas temáticos.

A través de esta herramienta podemos obtener información con la cual podemos distinguir aquellos caminos que cumplen con las características que seleccionemos y nos aporta una información de tipo gráfica muy útil y práctica. Nos permite seleccionar parámetros de estudio y representar gráficamente aquellas variables que más nos interesan. Nos permite superponer parámetros y representarlos sobre una fotografía aérea de la zona lo que nos aporta una perspectiva muy interesante a la hora de gestionar y establecer las características y necesidades de la red de caminos rurales.



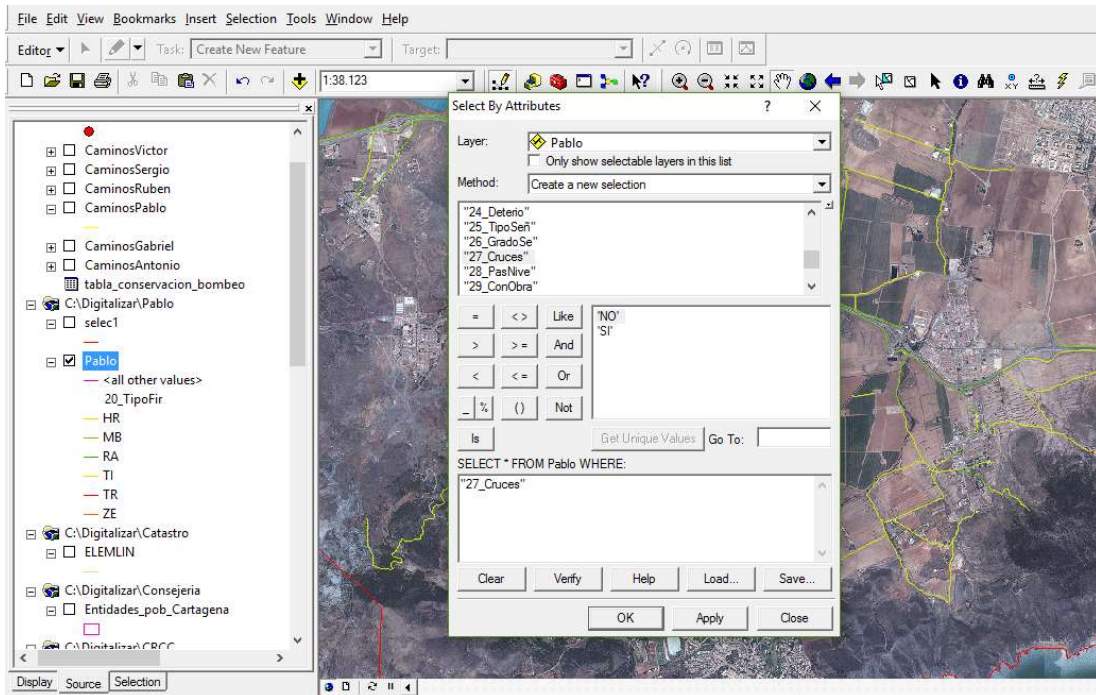
**Figura 19 .** La herramienta “Symbology” nos permite representar varios campos y su respectiva información en distintos colores sobre el mapa.



- Búsqueda selectiva.

Permite establecer una serie de relaciones entre los distintos campos y buscar en el mapa aquellos caminos que se adaptan a nuestra búsqueda.

Se realiza empleando la herramienta “Select by attribute” y escribiendo en el cuadro de dialogo las relaciones que requerimos en nuestra búsqueda nos muestra en el color que deseemos que caminos cumplen con los criterios introducidos.



**Figura 20.** La herramienta “Select by attributes” nos permite combinar distintos parámetros de distintos campos para encontrar que caminos se ajustan a la búsqueda.

- Gestión en función de parámetros de interés.

Además de este mapa podemos sacar datos concretos que son de gran utilidad a la hora de presupuestar y gestionar los recursos disponibles. A través de las tablas de los datos de campo digitalizadas podemos extraer relaciones estadísticas y datos numéricos sobre los distintos caminos en función de varios parámetros.

Para ello se utiliza la herramienta “Sumarize” que da acceso a una ventana que nos permite seleccionar distintas variables estadísticas de distintos parámetros en función de un campo de estudio concreto.

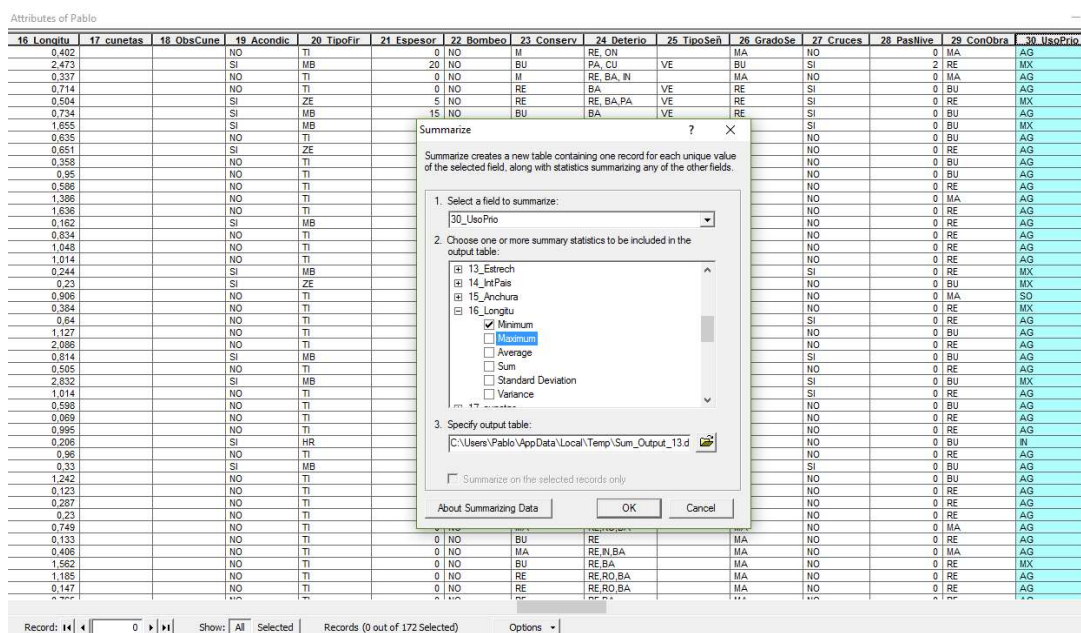


Figura 21. Herramienta “Sumarize” y las distintas variables con las que se puede operar.

#### 5.4. Análisis estadísticos y mapas.

- N° de km y caminos que se encuentran en estado crítico de degradación.

Para seleccionar aquellos caminos que necesitan con urgencia una intervención hemos seleccionado los parámetros “estado de conservación” y “bombeo”. Dentro de estos hemos simplificado la búsqueda a aquellos que presenten un “mal” estado de conservación y tengan un mal “bombeo” del agua de escorrentía que es uno de los factores más erosivos. También hemos añadido aquellos caminos que además de un mal estado, no presenten ninguna infraestructura para el control del agua en la calzada.



**Figura 22.** Mapa de caminos en estado grave de degradación. En naranja los caminos con mal bombeo y mal estado de conservación. En amarillo, caminos con mal estado de conservación y sin ningún sistema de bombeo.

De los datos podemos concluir que existen 28 tramos de caminos en mal estado de conservación y con mal bombeo, que suman un total de 27,029 kilómetros.

23_Conserv	Cnt_23_Co	Min_16_Lon	Max_16_Lon	Ave_16_Lon	Sum_16_Lon	First_22_B
BU	61	0,03700000000	2,47300000000	0,6739	41,1090	BU
E	1	0,64000000000	0,64000000000	0,6400	0,6400	MA
M	2	0,33700000000	0,40200000000	0,3695	0,7390	NO
MA	28	0,05400000000	2,73900000000	0,9653	27,0290	MA
MI.	1	0,13900000000	0,13900000000	0,1390	0,1390	NO
RE	79	0,06900000000	2,83200000000	0,7084	55,9630	MA



Figura. Tabla con los resultados estadísticos de los mapas viston en el mapa de la figura

- Km y mapa de caminos de especial conservación.



**Figura 23 .** Mapa de los caminos de especial protección. En verde los caminos del parque regional de Calblanque. En rojo las vías pecuarias.

En el mapa podemos distinguir aquellos caminos que han de ser gestionados con una especial atención puesto que son varios los organismos publicos interesados en la conservación del mismo. Además resulta muy util para saber que caminos conectan con los citados y poder desarrollar planes de gestion estrategicos.

33_OtraInf	Cnt_33_Otr	Sum_16_Lon
Parque regional de Calblanque	11	11,4000
Via pecuaria	3	3,9000

**Figura 24.** Numero de caminos y kilómetro de los que están situados dentro del parque regional de Calblanque y las vías pecuarias.

- Km y mapa de caminos cuyo tráfico esta relacionado con la agricultura o el turismo.



**Figura 25 .** Mapa de los caminos con un uso predominantemente agrícola.

Debido al gran impacto que tiene la actividad agrícola en la zona, es de gran interés conocer el estado y la situación de los caminos que suponen una herramienta de trabajo para el sector.



**Figura 26 .** Mapa de los caminos de uso agrícola que se encuentran en mal estado de conservación.





**Figura 27 .** Mapa de los caminos con potencial social y turístico en color amarillo.

Dado la importancia del sector turístico en la zona también es de especial interés conocer y gestionar aquellos caminos cuyo tráfico deriva de actividades turísticas.

30_UsnPrio	Cnt_30_Us	Min_15_Anc	Max_15_Anc	Ave_15_Anc	Min_16_Lon	Max_16_Lon	Ave_16_Lon	Sum_16_Lon
	1	2,20000000000	2,20000000000	2,2000	0,22500000000	0,22500000000	0,2250	0,2250
AG	64	1,80000000000	2,20000000000	1,9156	0,06900000000	2,08600000000	0,7444	47,6440
IN	2	1,80000000000	2,00000000000	1,9000	0,20600000000	0,38300000000	0,2945	0,5890
MX	80	1,80000000000	3,00000000000	2,3550	0,04100000000	2,83200000000	0,7495	59,9590
SO	25	1,80000000000	2,20000000000	2,0080	0,03700000000	1,96500000000	0,6881	17,2020

**Figura 28 .** Datos sobre la longitud y anchura de los caminos en función del tipo de uso prioritario que soportan.

Como podemos ver en la tabla de datos la agricultura es la actividad que más peso tiene en la zona y la mayoría de los caminos soportan tráfico derivado de la misma. Además se trata de una actividad que emplea maquinaria pesada y de gran tamaño por lo que la anchura es una característica importante en estos caminos.

Los caminos son un uso predominantemente social conducen normalmente a zonas de interés ecológico o turístico como playas o sendas de montaña.

## 6. Conclusiones.

Los caminos estudiados forman un total de 123 caminos, dentro de los cuales se han identificado un total de 171 tramos.

Mediante la metodología descrita en este proyecto podemos gestionar estos caminos utilizando la información relativa a los 171 tramos, obtenida mediante estudio visual.

El inventario de caminos rurales para el municipio de Cartagena es una herramienta que permite obtener tantas variables como deseemos y obtener información de alto valor para la gestión y el mantenimiento de la red de caminos. Se trata de una herramienta dinámica que ha de seguir siendo actualizada y será de gran utilidad para las instituciones interesadas.

Los softwares de información geográfica como ArcMap permiten una gran cantidad de aplicaciones, además permiten administrar la información mediante distintas capas que al superponerlas aportan un punto de estudio distinto y datos relevantes que no se pueden obtener de otra manera.

## 7. Bibliografía

- Hojas divulgadoras. MAGRAMA. (1995) Caminos rurales. Jose María Ferrer Granda. Ingeniero de montes. <http://goo.gl/GzAgZg>
- Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Administración de Caminos Rurales. Gordon Keller. USDA, Forest Service. (2000)
- Caminos Rurales Proyecto y Construcción. Centro nacional de tecnología de regadíos. Rafael Dal-Ré Tenreiro. . <https://goo.gl/a6fsL8>
- Gallego E, Moya M, García AI, Ayuga F, 2008a. Valuation of low volume roads in Spain. Part 1: Methodology Development. Biosystems Engineering 101 (2008) 123 – 134.
- PRGR, 2002. Plan Regional de Caminos Rurales. Dirección General de Regadíos y Desarrollo Rural de la Región de Murcia. Anexos 3 (Diseño y características de la red de caminos rurales en servicio) y 4 (Red de caminos rurales que integran el plan).
- EIEL, 2011. Manual de Instrucciones de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales. Ministerio de Política Territorial y Administración Pública, Madrid.