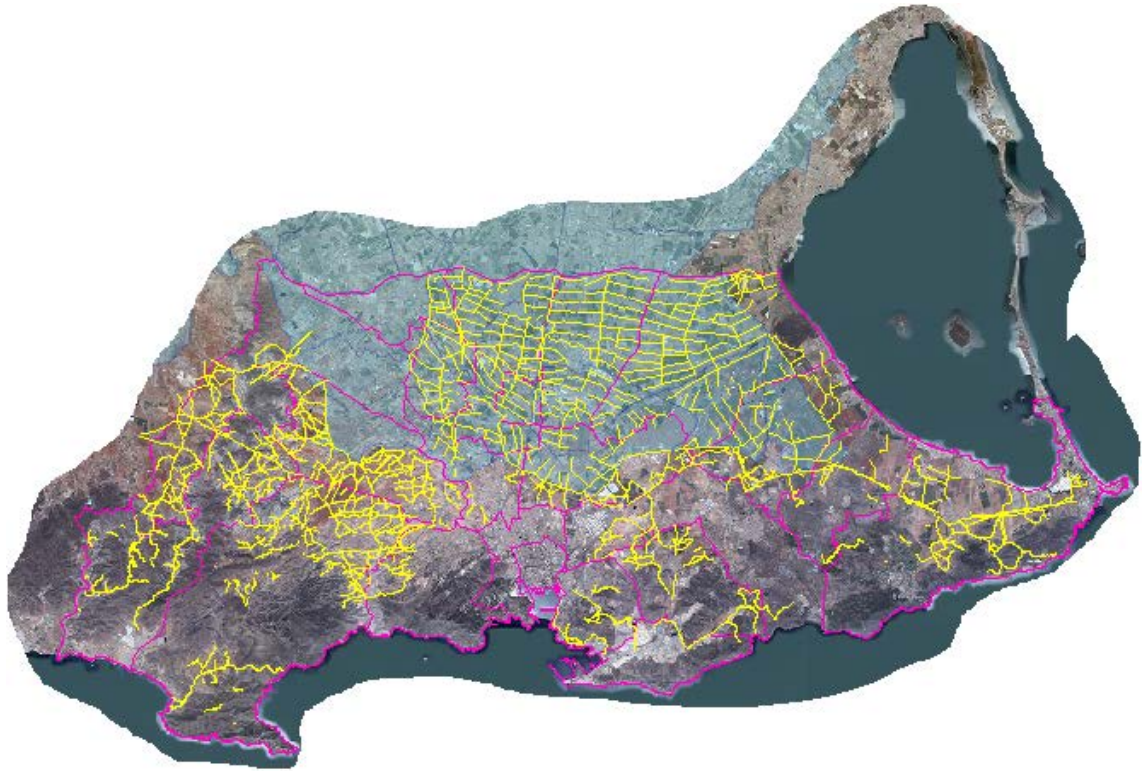


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y de Sistemas Biológicos



Trabajo fin de grado

Caracterización y análisis con sistemas de
información geográfica de la red de caminos rurales
del T.M. de Cartagena.

Autor: Víctor García Hernández

Director: Victoriano Martínez Álvarez

Cartagena, Septiembre 2016

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de diputaciones de Cartagena
- Figura 2.** Elementos de la sección transversal de un camino.
- Figura 3.** Cuadro 04 de la EIEL para el municipio de Cartagena (<https://ssweb.seap.minhap.es/descargas-eiel/>).
- Figura 4.** Cuadro 04 de la EIEL para el municipio de Abanilla (<https://ssweb.seap.minhap.es/descargas-eiel/>).
- Figura 5.** Ficha de campo del inventario de caminos rurales del PRCR (2002).
- Figura 6.** Ejemplo de nomenclatura de varios caminos rurales según el PRCR (2002).
- Figura 7.** Ficha de geometría de la calzada e integración en el paisaje (Gallego et al., 2008a).
- Figura 8.** Ficha de señalización (Gallego et al., 2008a).
- Figura 9.** Ficha de morfología del firme y estado de conservación (Gallego et al., 2008a).
- Figura 10.** Ficha de obras de fábrica (Gallego et al., 2008a).
- Figura 11.** Ficha de desmontes y terraplenes (Gallego et al., 2008a).
- Figura 12.** Ficha de cunetas (Gallego et al., 2008^a)
- Figura 13.** Ficha propuesta para el “Inventario de caracterización y estado de conservación de los caminos rurales en el T.M. de Cartagena”.
- Figura 14.** Tabla del cronograma de actividades realizado en el presente proyecto
- Figura 15.** Dispositivo GPS Trimble Juno SC PDA utilizado para realizar fotos georreferenciadas en coordenadas UTM
- Figura 16.** Mezcla bituminosa en camino rural.
- Figura 17.** Camino rural de tierra.
- Figura 18.** Camino rural de zahorra estabilizada.
- Figura 19.** Camino rural de hormigón
- Figura 20.** Riego asfáltico en camino rural.
- Figura 21.** Hoja de cálculo donde se recogen los datos obtenidos de los caminos.
- Figura 22.** Ejemplo de caminos digitalizados
- Figura 23.** Ejemplo de pasos a seguir para la obtención de la representación gráfica de los tipos de caminos, en este caso, según el tipo de firme.
- Figura 24.** Representación gráfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según el tipo de firme.
- Figura 25.** Representación gráfica de la cantidad de km existentes en cada tipo de firme.
- Figura 26.** Nº de caminos y cantidad de km existentes en cada tipo de firme.
- Figura 27.** Representación con base ortofotográfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según pendiente del trazado del camino.
- Figura 28.** Representación gráfica de la cantidad de km existentes con pendiente y cuáles no.
- Figura 29.** Nº de caminos y cantidad de km existentes en aquellos caminos con pendiente elevada y sin pendiente elevada.
- Figura 30.** Representación gráfica de los caminos rurales de los municipios del

término municipal de Cartagena, clasificados según el grado de señalización.

Figura 31. Representación gráfica de la cantidad de km existentes según la evaluación de los distintos grados de señalización.

Figura 32. Nº de caminos y cantidad de km existentes según el grado de señalización

Figura 33. Ejemplo de pasos a seguir para la obtención de la representación gráfica mediante selección por localización de los tipos de caminos, en este caso, aquellos caminos que son de tierra y con pendiente.

Figura 34. Representación gráfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según aquellas que poseen las características de ser de tierra y tener pendiente y las que no lo son.

Figura 35. Tabla de justiprecios

ÍNDICE

1. Introducción.....	5
2. Objetivo.....	5
3. Metodología.....	6
3.1 Propuestas metodológicas relevantes.....	8
3.1.1 Encuesta de Infraestructura y Equipamientos locales.....	8
3.1.2 Plan Regional de Caminos Rurales de la DGR y DR de la Región de Murcia.....	12
3.1.3 Metodología desarrollada en la Universidad Politécnica de Madrid para la empresa TRAGSA.....	21
4. Propuesta metodológica.....	25
4.1 Ficha de toma de datos.....	26
4.2 Indicaciones para la toma de datos.....	27
5. Cronograma de actividades.....	36
6. Zona de estudio.....	37
6.1 Características de la zona de estudio.....	37
6.2 Toma de datos en campo.....	37
6.3 Características de los caminos estudiados.....	38
7. Resultados.....	42
7.1 Digitalización de los datos.....	42
7.2 Recopilación de datos.....	42
7.3 Análisis.....	43
7.3.1 Representación gráfica.....	44
7.3.2 Búsqueda selectiva.....	49
8. Ejemplo de análisis económico de actuación.....	50
9. Conclusiones.....	52
10. Bibliografía.....	54

1. Introducción

El Sistema Viario Rural es de vital importancia ya que comunica las distintas zonas del ámbito rural. Cada vez más los caminos que dan acceso a las zonas rurales o explotaciones agrícolas van siendo de más fácil acceso debido a la creciente mejora y conservación de las mismas, lo que repercute positivamente en la distribución y venta de los productos que generan las explotaciones presentes en dichas zonas, un mejor acceso para el turismo, servicios de emergencia, alimentos y en general repercutiendo positivamente en un mayor bienestar social y económico.

Los caminos rurales del T.M de Cartagena se suelen agrupar en diversas zonas ligeramente aisladas unas de otras, ello sumado a que la distancia media de los mismos no supera los diez u once km en la gran mayoría de los casos, hace que la red de caminos rurales sea muy densa.

En la zona objeto de estudio de nuestro proyecto, el término municipal de Cartagena, es necesaria la obtención de un inventario de los caminos rurales de dicha zona, debido entre otras características mencionadas anteriormente, al mal estado del firme y la escasa información técnica que se tiene de los mismos.

La realización de dicho inventario facilita la obtención de información, en función de sus características, de todos los caminos rurales que engloban el municipio, sirviendo de base para planificar las actuaciones de mejora y mantenimiento de los mismos.

2. Objetivo

El objetivo principal del presente proyecto es la realización de un inventario para la caracterización y conocimiento del estado de conservación de los caminos rurales en el municipio de Cartagena.

En cuanto a la toma de datos en campo la he realizado de una zona del municipio comprendida por las diputaciones de Lentiscar, El Algar, Beal, y el rincón de San Ginés. No obstante en este proyecto se ha recopilado la información de todos los municipios obtenida por compañeros participantes, comprendiendo en su conjunto las diputaciones de Perín, Los Puertos, Campo Nubla, La Aljorra, La Magdalena, Canteras, La Palma, San Félix, Santa Ana, Miranda, Albuñón, La Aljorra, Pozo Estrecho y Alumbres. Al disponer de toda esta información se ha realizado el correspondiente análisis englobando todos los datos de todos los municipios del término municipal de Cartagena.

En cuanto a los caminos pertenecientes a la CRCC no entran en el proyecto, debido a que ya existe una representación y una información detallada de los mismos que fue realizada en su momento por la CRCC para la instalación y control del sistema de riego que abastece a los comuneros del campo de Cartagena.



Figura1. Mapa de diputaciones de Cartagena

3. Metodología

En el presente apartado abordaremos las técnicas y procedimientos llevados a cabo para la evaluación de los caminos así como para comprender e interpretar de manera clara cada uno de los elementos de los mismos.

Los datos se han obtenido mediante parámetros oficiales empleados en España hasta hoy día, con tablas tabuladas, donde se iban indicado cada uno de los componentes y/o características del camino en cuestión.

Una vez obtenidos los datos más relevantes de los caminos a estudiar se recogieron en una hoja Excel, para de este modo poder utilizar esa información de manera más sencilla extrapolándola al programa informático y poder trabajar de una manera fácil, precisa y visual.

Uno de los términos a tener en cuenta para la correcta evaluación e interpretación de los caminos es la definición clara de los elementos que constituyen la sección transversal de un camino, según se recoge en la Fig.1:

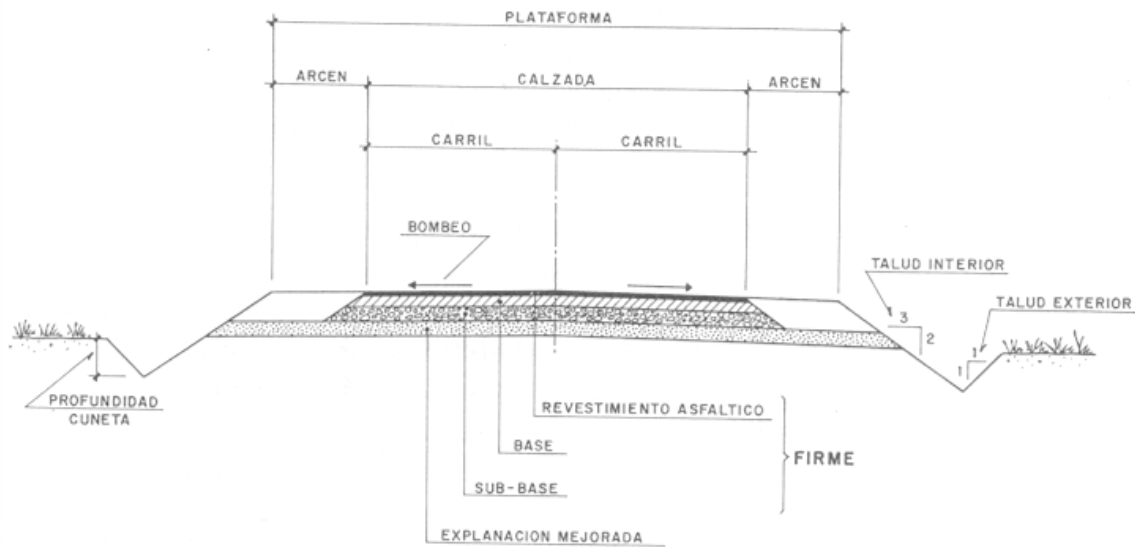


Figura2. Elementos de la sección transversal de un camino.

- 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 Propuestas metodológicas relevantes

Se han identificado tres propuestas metodológicas que pueden ser de utilidad para el desarrollo de este trabajo:

1. La recogida en el manual de instrucciones de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL).
2. La desarrollada la Dirección General de Regadíos y Desarrollo Rural de la Región de Murcia (DGR y DR) en el año 2002 para el inventario del Plan Regional de Caminos Rurales (PRCR).
3. La propuesta por un grupo multidisciplinar de ingenieros agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid en colaboración con la empresa TRAGSA (UPM-TRAGSA).

A continuación se describe cada una de estas propuestas metodológicas, las variables consideradas y las fichas de toma de datos empleadas.

3.1.1 Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales

La finalidad de la Encuesta, 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, 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”.

La encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales abreviada como EIEL trata por tanto de conseguir la información cuantitativa, cualitativa y gráfica que permita conocer la realidad de las infraestructuras y los equipamientos municipales, obteniendo un inventario nacional con información precisa y sistematizada. El conocimiento de esta situación real permitirá abordar la planificación y la toma de decisiones, así como la asignación de recursos de forma objetiva y racional.

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. El Manual de Instrucciones de la EIEL también indica que no tendrán la consideración de carreteras (Art. 3.1 de la citada Ley de Carreteras), y por tanto no se considerarán en dicho cuadro:

- a. Los caminos de servicio, entendiéndose por tales los construidos como elementos auxiliares o complementarios de las actividades específicas de sus titulares.
- b. Los caminos construidos por las personas privadas con finalidad análoga a los caminos de servicio.

ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS LOCALES																
C.AUTÓNOMA, DIPUTACIÓN CABILDO O C.INSULAR				Murcia				GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS		SECRETARÍA DE ESTADO				
MUNICIPIO				Cartagena												
PROVINCIA	30	ISLA		MUNICIPIO	016											
<< Volver																
CUADRO 04. 4. CARRETERAS. 4.1 Tramos de carreteras existentes en el término municipal.																
PERIODO	PROVINCIA	CARRETERA	MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS DE CARRETERA EN EL MUNICIPIO												
				Puntos kilométricos		Titular	Gestión	Señalización	Firme		Ancho	Longitud	Pistas a nivel	Dimensionamiento		Características del trazado
	Cód.INE	Código	Cód.INE	Inicio	Final	CI	CI	CI	Tipo	Estado	m	Km	m ²	CI	SI	Pe
No existen datos.																

Figura 3. Cuadro 04 de la EIEL para el municipio de Cartagena (<https://ssweb.seap.minhap.es/descargas-eiel/>).

En la encuesta anteriormente mencionada encontramos los distintos apartados de los que se compone y su explicación detallada:

-Código Normalizado

Sin codificar	SC
Tres espacios para el código del Municipio	000
Tres espacios para el número de orden	000

-Puntos kilométricos

Se entenderán como puntos kilométricos los correspondientes al inicio y al final de su tramo en el municipio, expresándolo en kilómetros, con un decimal, siendo el inicio el de menor valor.

-Titularidad

Para cada carretera, camino o tramo en el término municipal se anotará la titularidad de la misma:

Municipal	MU
Provincial/Insular	PR
Comunidad Autónoma	CA
Estado	ES
Otras	OT

Las carreteras de las Confederaciones Hidrográficas, las del antiguo ICONA, o las de otros Organismos deberán figurar con la clave de OTRAS (OT).

-Gestión

Usando las claves anteriores de titularidad, incluyendo "NO" en el caso de que nadie la conserve. Puede no coincidir la conservación con quien ostenta la titularidad.

-Señalización

Siempre que la señalización se considere suficiente, según las claves siguientes:

Horizontal	H
Vertical	V
Ambas	A
Ninguna	N

-Tipo de Firme

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

-Estado de conservación

BUENO (B): 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.

REGULAR (R): si la carretera está deteriorada por algunas de las variables mencionadas, y necesita una reparación a medio plazo.

MAL (M): se utilizará cuando el estado del tramo suponga riesgo para el tráfico, o fuerte daño para los vehículos, y requiera una reparación inmediata.

EJECUCIÓN (E): si se está ejecutando alguna obra.

-Ancho de la carretera

Se considerara el ancho pavimentado, con cualquier tipo de firme, sumándose arcén y calzada, en metros con un decimal.

-Longitud del tramo

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

Dependiendo del grado de adecuación al tráfico existente en la misma. Se utilizarán las claves siguientes:

Bien dimensionada	BD
Regular dimensionada	RD
Mal dimensionada	MD

-Características del trazado

Se pondrá SI o NO según el trazado cumpla las siguientes características:

Muy sinuoso	SI
Pendiente excesiva	PE
Frecuentes estrechamientos	FE

La Fig 4 muestra como ejemplo el cuadro 04 relleno para el municipio de Abanilla.

CUADRO 04.
4. CARRETERAS.
4.1 Tramos de carreteras existentes en el término municipal.

PERIODO	PROVINCIA	CARRETERA	MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS DE CARRETERA EN EL MUNICIPIO														
				Puntos kilométricos		Titular	Gestión	Señalización	Firme		Ancho	Longitud	Pasos a nivel	Dimensionamiento		Características del trazado		
				Inicio	Final	CI	CI	CI	Tipo	Estado	m	Km	nº	CI	SI	Pe	Fe	
				Cód.INE	Código	Cód.INE	CI	CI	CI	CI	CI	m	Km	nº	CI	SI	Pe	Fe
2012	30	RM-410	001	0.00	10.70	CA	CA	A	MB	B	10.00	10.70	0	RD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-412	001	0.00	5.20	CA	CA	A	MB	M	6.00	5.20	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-413	001	0.00	4.60	CA	CA	A	MB	B	10.00	4.60	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-414	001	8.00	15.30	CA	CA	A	MB	B	10.00	7.30	0	BD	SI	SI	SI	
2012	30	RM-422	001	31.00	44.50	CA	CA	A	MB	B	10.00	13.50	0	BD	NO	NO	NO	
2012	30	RM-423	001	18.00	26.10	CA	CA	A	MB	B	10.00	8.10	0	BD	NO	NO	NO	
2012	30	RM-A10	001	0.00	8.40	CA	CA	A	MB	B	8.00	8.40	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-A16	001	0.00	0.80	CA	CA	A	MB	B	6.00	0.80	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-A17	001	21.00	22.80	CA	CA	A	MB	B	6.00	1.80	0	BD	SI	SI	NO	
2012	30	RM-A21	001	0.00	5.20	MU	MU	A	MB	B	6.00	5.20	0	RD	NO	NO	NO	
2012	30	RM-A25	001	3.00	3.40	CA	CA	V	RA	M	5.00	0.40	0	BD	SI	SI	SI	
2012	30	RM-A29	001	0.00	2.80	MU	MU	A	MB	B	6.00	2.80	0	RD	SI	NO	SI	
2012	30	RM-A30	001	0.00	13.20	CA	CA	A	MB	B	8.00	13.20	0	BD	NO	NO	NO	
2012	30	RM-A6	001	0.00	3.50	MU	MU	A	RA	B	5.00	3.50	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-A7	001	0.00	4.70	CA	CA	A	MB	B	10.00	4.70	0	BD	SI	NO	NO	
2012	30	RM-A9	001	0.00	12.70	CA	CA	A	MB	B	8.00	12.70	0	RD	SI	NO	NO	
2012	30	SC001001	001	0.00	0.60	MU	MU	V	RA	B	6.00	0.60	0	BD	SI	SI	SI	
2012	30	SC001002	001	0.00	0.90	MU	MU	V	RA	B	6.00	0.90	0	BD	SI	SI	SI	
2012	30	SC001003	001	0.00	0.50	CA	CA	A	MB	B	4.00	0.50	0	MD	SI	NO	NO	
2012	30	T-413	001	0.00	1.50	CA	CA	V	MB	B	10.00	1.50	0	BD	NO	NO	NO	
2012	30	T-414	001	5.00	6.30	CA	CA	A	MB	B	10.00	1.30	0	BD	SI	SI	SI	
2012	30	T-423	001	6.50	7.30	CA	CA	A	MB	B	10.00	0.80	0	BD	NO	NO	NO	
TOTAL MUNICIPIO											108.5							

Figura 4. Cuadro 04 de la EIEL para el municipio de Abanilla (<https://ssweb.seap.minhap.es/descargas-eiel/>).

3.1.2 Plan Regional de Caminos Rurales de la DGR y DR de la Región de Murcia

El Plan Regional de Caminos Rurales de la DGR y DR 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. La ficha empleada se muestra en las Fig 4.

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

N° para Base de Datos:		N° para Base de Datos:	
Cod-Municipio:	(siempre consecutivo y no repetido)	Cod-Municipio:	(siempre consecutivo y no repetido)
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):	
Firme	1:tierra, 2:asfalto, 3:tratamiento superficial, 4:otras, 5:otras	Firme	1:tierra, 2:asfalto, 3:tratamiento superficial, 4:otras, 5:otras
Esp-firme(cm)	p.ej. 05/60/00	Esp-firme(cm)	p.ej. 05/60/00
Tipcap-rodad		Tipcap-rodad	
Gra-Señal (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal, 4:ro. hda.	Gra-Señal (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal, 4:ro. hda.
Gra-Cons (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal	Gra-Cons (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal
Cunetas (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal, 4:ro. hda.	Cunetas (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal, 4:ro. hda.
Treza (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal/otras	Treza (1,2,3)	1:blanco, 2:asfaltado, 3:mal/otras
IMD		IMD	
Año-imd		Año-imd	
Peri-maxutil		Peri-maxutil	
Tip-vehic (1,2,3,4)	1:camión, 2:0 ruedas, 3:pasado, 4:mas, agrícola	Tip-vehic (1,2,3,4)	1:camión, 2:0 ruedas, 3:pasado, 4:mas, agrícola
Uso (A,I,S)	A:Agropecuaria, Industrial, 3:otras	Uso (A,I,S)	A:Agropecuaria, Industrial, 3:otras
Titular		Titular	
Pub/Priv		Pub/Priv	
Autor		Autor	
Clasif (P,S,T)		Clasif (P,S,T)	
Observaciones		Observaciones	

Figura 5. Ficha de campo del inventario de caminos rurales del PRCR (2002).

Para identificar el siguiente método la norma establece cinco categorías:

1-Nomenclatura e identificación

La nomenclatura necesaria para que cada camino quede identificado y localizado (es la siguiente:

- "Co-Municipio": Código del municipio
- "Municipio": Nombre del término municipal

- "Paraje": Nombre del paraje
- "Nomenclatura actual": Nombre con que se conoce el camino en su comarca;
- "Denominación": Nomenclatura del camino dentro del Plan. Empleándose la siguiente nomenclatura:

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

Dónde:

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

Un camino rural es secundario (S) cuando que 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.

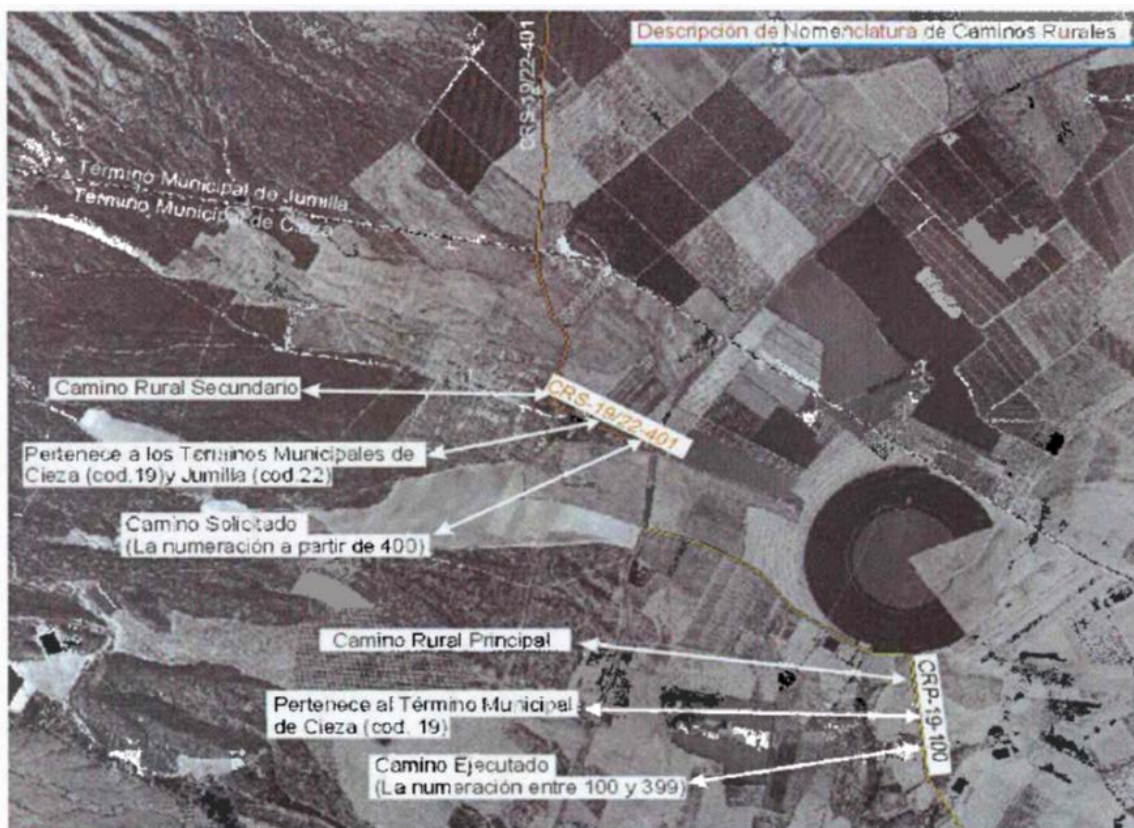


Figura 6. Ejemplo de nomenclatura de varios caminos rurales según el PRCR (2002).

2- Características físicas

-Longitud (m)

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.

-Firme

Hay que indicar si el firme tiene capa de rodadura, tratamiento superficial, si es de zahorra o si el camino, simplemente, es una explanación de tierra.

-Espesor firme (cm)

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

Éste puede ser bueno (1), aceptable (2) o malo (3). El grado de señalización es aceptable 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. 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.

-Grado de conservación

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 rurales

-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

Uso del camino rural:

"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.

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).

-Observaciones

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 la mismas.

Si algún camino rural tiene tramos diferenciados con distintas anchuras, tipos de firme, tipos de capa de rodadura, grados de señalización, grados de conservación, estados de cunetas, etc. se anotan en los apartados correspondientes de la ficha las diferentes tipologías existentes en el camino rural y en "observaciones" se indican las tipologías correspondientes de cada tramo.

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 conecedoras de la zona.

3.1.3 Metodología desarrollada en la Universidad Politécnica de Madrid para la empresa 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. 11, 12, 13, 14, 15 y 16), 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.

Para su completo conocimiento de esta metodología se remite al lector a la fuente original (Gallego *et al.*, 2008a).

GEOMETRÍA DE LA CALZADA. INTEGRACIÓN EN EL PAISAJE												
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	nº Sec.		
Firme				Geometría del camino						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.	p.			
Rodadura				Calzada	m	m			#			
Base				Arcén	m	m			#			
Subbase				Bombeo	m	m			#			
Integración paisajística												
<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 material es 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 7. Ficha de geometría de la calzada e integración en el paisaje (Gallego *et al.*, 2008a).

SEÑALIZACIÓN															
NOMBRE				PROVINCIA			ZONA		TIPO		P.K.		n° Sec.		
<i>Tipo</i>		<i>Conservación</i>			<i>Visibilidad</i>			<i>Localización</i>				<i>Resumen</i>			
		A	B	C	A	B	C								
Prohibición															
Obligación															
Peligro															
Informativa															
Localización															
Otras															
<i>Necesidades de señalización</i>											<i>Observaciones</i>				
<i>Tipo</i>		<i>n°</i>		<i>Localización</i>											
Prohibición															
Obligación															
Peligro															
Informativa															
Otras															

A: Buena
B: Regular
C: Mala

Figura 8. Ficha de señalización (Gallego et al., 2008a).

DETERIOROS															
NOMBRE				PROVINCIA			ZONA		TIPO			P.K.		n° Sec.	
<i>Firme con capa de rodadura asfáltica</i>															
		<i>Extensión</i>					<i>Severidad</i>				<i>Otros</i>				
		n°	Anchura (m)	Longitud (m)	A (m ²)	A (%)	Parámetros requeridos			C _s	Posición, agrupación,...		A x C _s		
Descarnadura							-			1					
Peladura							φ medio:	cm							
Bache							Profundidad:	mm	Área media:	m ²					
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							
										$IEF = 100 \cdot \sum_{i=1}^n A_i \times C_{s_i} =$					
<i>Firme sin capa de rodadura asfáltica</i>															
		<i>Extensión</i>					<i>Severidad</i>				<i>Otros</i>				
		n°	Anchura (m)	Longitud (m)	A (m ²)	A (%)	Parámetros requeridos			C _s	Posición, agrupación,...		A x C _s		
Regueros							Profundidad:	mm							
Firme Ondulado							Profundidad:	mm	Separación:	cm					
Roderas							Profundidad:	mm							
Blandón							Profundidad:	mm	Área media:	m ²					
Descarnadura							φ medio:	cm							
Peladura							φ medio:	cm							
Bache							Profundidad:	mm	Área media:	m ²					
Invasión calzada							Altura:	cm							
										$IEF = 100 \cdot \sum_{i=1}^n A_i \times C_{s_i} =$					

Figura 9. Ficha de morfología del firme y estado de conservación (Gallego et al., 2008a).

OBRAS DE FÁBRICA									
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO	P.K.	n° Sec.
ALZADO			PLANTA				VISTA LATERAL		
<i>Elementos</i>	Material	f (cm)	Area (m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Tipo	n°	<i>Capacidad evacuación</i>
Obra de fábrica									Sección máxima teórica m ²
Asiento obra de fábrica									Sección real m ²
Elementos de apoyo									Espesor sedimentos fondo cm
Amortiguación agua									Espesor material empleado mm
<i>Cubierta vegetal</i>			<i>Erosión en el terreno</i>			<i>Restos y Residuos</i>			
Zona	Tipo	% Area	% Longitud	Tipo	Posición	Dimensiones	Tipo	Posición	Dimensiones
Entrada									
Interior									
Salida									
<i>Obstrucción agua</i>		<i>Estado conservación</i>		<i>Observaciones</i>					
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 10. Ficha de obras de fábrica (Gallego et al., 2008a).

DESMONTES Y TERRAPLENES											
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO	P.K.	n° Sec.		
CROQUIS											
<i>Muestras de erosión</i>				<i>Restos y residuos</i>			<i>Cubierta vegetal</i>				
Tipo	Posición	Area (%)	Lineal (%)	p _i	C _i	Tipo	Area (%)	Lineal (%)	Tipo	Area (%)	Lineal (%)
Cárcavas				50					Herbácea		
Regueros				35					Arbustiva		
Laminar				15							
<i>Valoración cualitativa</i>				<i>Erosión (p_e = 15)</i>		<i>Residuos (p_r = 15)</i>		<i>Cubierta vegetal (p_v = - 5)</i>			
Tipo	%	Longitud tramo	Valoración (0 a 2)		Categoría	C _{ei}	Categoría	C _{ri}	Categoría	C _{vi}	
Desmonte					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	
<i>Categorías</i>		E: % de área con erosión		p _e x C _{ei} =		R: % de área con residuos		p _r x C _{ri} =		V: % de área con cubierta vegetal	
Muy Bueno	A	C: % de área con cubierta vegetal		p _v x C _{vi} =							
Bueno	B										
Regular	C										
Malo	D										
Muy Malo	E										

Figura 11. Ficha de desmontes y terraplenes (Gallego et al., 2008a).

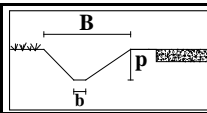
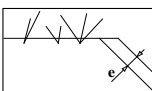
CUNETAS															
NOMBRE			PROVINCIA		ZONA		TIPO		P.K.	n° Sec.					
						Dimensiones (en cm)									
									Cuneta izquierda	Materiales					
									Cuneta derecha						
Cubierta vegetal			Restos y residuos			Sedimentos			Observaciones						
Tipo		Area (%)	Lineal (%)		Tipo		Area (%)	Lineal (%)			Espesor (mm):				
Herbácea											Procedencia:				
Arbustiva										% longitud afectado:					
Geometría ($p_g = 50$)			Obstrucción agua ($p_o = 40$)			Residuos ($p_r = 5$)			Efecto visual ($p_v = 5$)		Efecto positivo ($p_p = -5$)				
Categoría		C_{gi}	Categoría		C_{oi}	Categoría		C_{ri}	Categoría		C_{vi}	Categoría		C_{pi}	
Conservación perfecta		A	0	Sin Obstrucción		A	0	R = 0		A	0	C = 0		A	0
Ligera pérdida forma		B	0.25	Obstrucción esporádica		B	0.25	1 < R < 25		B	0.25	1 < C < 25		B	0.25
Aterramiento parcial		C	0.50	Obstrucción frecuente		C	0.50	25 < R < 50		C	0.50	25 < C < 50		C	0.50
Práctica desaparición		D	0.75	Obstrucción grave		D	0.75	50 < R < 75		D	0.75	50 < C < 75		D	0.75
Desaparición completa		E	1	Obstrucción total		E	1	75 < R		E	1	75 < C		E	1
$p_g \times C_{gi} =$			$p_o \times C_{oi} =$			$p_r \times C_{ri} =$			$p_v \times C_{vi} =$		$p_p \times C_{pi} =$				
Categorías		R: porcentaje de la cuneta con residuos C: porcentaje de cobertura vegetal en la cuneta													
Muy Bueno		A	$IEC = 100 - \sum_{i=1}^n p_i \times C_{ij} =$												
Bueno		B													
Regular		C													
Malo		D													
Muy Malo		E													

Figura 12. Ficha de cunetas (Gallego et al., 2008)

4. Propuesta metodológica

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 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 DGR y DR 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.

Los siguientes epígrafes recogen la ficha de toma de datos propuesta y las indicaciones necesarias para su correcta aplicación.

4.1. Ficha de toma de datos

FICHA PARA LA TOMA DE DATOS DE CAMPO DE CAMINOS RURALES	
A. IDENTIFICACIÓN Y GESTIÓN	
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. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO	
9. Clasificación: <input type="checkbox"/> PRincipal <input type="checkbox"/> SECundario <input type="checkbox"/> TERCiario	10. Traza: <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]:
C. GEOMETRÍA DEL CAMINO	
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 RESiduos <input type="checkbox"/> Por SEDimentos	
D. FIRME DEL CAMINO	
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	
E. SEÑALIZACIÓN	
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	
F. OBRAS DE FÁBRICA	
28. Pasos a nivel [N?]:	
29. Conservación obras de fábrica [BU/RE/MA]:	
G. TRÁFICO	
30. Uso prioritario: <input type="checkbox"/> AGRícola <input type="checkbox"/> INDustria <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	
H. OBSERVACIONES	
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	
36. Año de elaboración:	
I. GEOFOTOS :	

 DATOS EIEL

 DATOS DGRyDR


 DATOS UPM-TRAGSA

Figura 13. 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.

En total se han diferenciado 40 campos de información. Para identificar los campos de información que se corresponden con la información necesaria para la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL, 2011) se ha utilizado un fondo amarillo, para los que se corresponden con el Plan Regional de Caminos Rurales de la Región de Murcia (PRCR, 2002) un fondo naranja, y para aquellos aspectos que se han considerado relevantes de la metodológica de la UPM- TRAGSA un fondo azul.

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.

4.2. Indicaciones para la toma de datos

-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. |
| ??? | Representa el nº de orden, que se asignará comenzando en 001. |

-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 por los que transcurre la traza del camino. Dado que el ámbito de este trabajo se limita al municipio de Cartagena será 016 en todos los casos.
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-???-T?, donde T? 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.

A continuación se describen los campos que tienen que ver con la geometría 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).

A continuación se describen los campos que tienen que ver con la señalización del camino:

-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.

A continuación se describen los campos que tienen que ver con las obras de fábrica:

-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.

A continuación se describen los campos que tienen que ver con el tráfico:

-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).

A continuación se detallan las 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 paisajísticos, arceles, 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).

-Campo 36: Año de elaboración

Se trata de un campo alfanumérico de 4 caracteres que se deja disponible para anotar el año en el que se tomaron o actualizaron los datos relativos a cada camino.

En cuanto a las geofotos:

-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.

5. Cronograma de actividades

Id	Nombre de la tarea	2015						2016							
		JL	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	A
1	Revisión de propuestas metodológicas	■													
2	Propuesta metodológica y elaboración de la fecha de toma de datos			■											
3	Trabajo de campo en diputaciones			■	■	■	■	■	■	■					
4	Trabajo de gabinete								■	■	■	■	■	■	■

Figura 14. Tabla del cronograma de actividades realizado en el presente proyecto

6. Zona de estudio

Como he mencionado anteriormente los trabajos de campo los han realizado seis alumnos de la ETSIA, correspondiendo al autor de este trabajo la toma de datos de una sola zona correspondiente a las diputaciones de Lentiscar, El Algar, La Unión, Beal y el Rincón de San Ginés. Pero a la hora de realizar el análisis, lo he hecho con los datos de todos los municipios restantes de Cartagena que me han sido cedidos por parte de mis otros cinco compañeros.

6.1 Características de la zona

Cartagena es una ciudad situada junto al mar Mediterráneo en la comunidad autónoma de la Región de Murcia. La ciudad es la sede de la Asamblea Regional, órgano legislativo de la Comunidad Autónoma. El municipio cuenta con 218.528 habitantes, a 1 de enero de 2014. Se encuentra al sur de la llanura denominada Campo de Cartagena, comarca natural que forma su área metropolitana y que cuenta con una población total de 409.586 habitantes. Así, Cartagena ocupa el puesto 23º en la lista de municipios más poblados de España, y el puesto 16º en la lista de áreas metropolitanas de España.

En cuanto a su agricultura, en tiempos pasados, estaba tradicionalmente basada en los cultivos de secano: cereales, olivo, almendro y algarrobo principalmente, pero la llegada en los años ochenta del agua del trasvase Tajo-Segura transformó los cultivos de secano en regadíos, todo esto sumado a la benignidad del clima y las transformaciones productivas, tecnológicas y empresariales convirtieron la agricultura del Campo de Cartagena en una de las más productivas y rentables de Europa. Los productos agrícolas del Campo de Cartagena son exportados a todo el mundo, especialmente a los países de la Unión Europea contribuyendo muy positivamente a la balanza comercial de España. Y a que la renta de los agricultores del Campo de Cartagena y la de sus ciudades haya aumentado notablemente.

6.2 Toma de datos en campo

En cuanto a la toma de datos en campo, el proceso consistió en la salida con vehículos propios, realizando una visualización de cada camino, anotando las características y parámetros que nos indica la hoja de campo y realizando fotos para mostrar el estado del camino y sus singularidades. Las salidas que realicé tuvieron lugar en el mes de Septiembre y Octubre, con total de 6 días repartidos entre los dos meses.

En cuanto al equipamiento utilizado, cabe destacar la utilización de un dispositivo PDA, Fig 15. donde se realizaron fotos georreferenciadas en coordenadas UTM, de

cada uno de los caminos, a veces incluso cuando el camino era demasiado largo o muy sinuoso se tomaba más de una.



Figura 15. Dispositivo GPS Trimble Juno SC PDA utilizado realizar fotos georreferenciadas en coordenadas UTM.

6.3 Características de los caminos estudiados

Características de los firmes estudiados en los caminos del presente proyecto:

-Mezcla Bituminosa

Combinación de áridos y ligantes hidrocarbonados que mezclados a altas temperaturas forman una película continua que envuelve a los áridos. Los áridos son un material elastoplástico y el betún viscoelástico, por lo tanto se considera que las mezclas bituminosas son un material viscoelastoplástico. Estas mezclas se fabrican en centrales fijas o móviles y posteriormente se transportan a obra para su extendido y compactación.



Figura 16. Mezcla bituminosa en camino rural.

-Camino de tierra:

Este tipo de camino son los más comunes en las zonas de los campos agrícolas, son muy vulnerables a las condiciones climatológicas modificando su estructura e impidiendo una correcta circulación de los vehículos sobre el firme terroso.



Figura 17. Camino rural de tierra.

-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 18. Camino rural de zahorra estabilizada.

-Hormigón:

Material de construcción formado por una mezcla de Cemento, Áridos (Arena y Grava), Agua y algunos Aditivo en unas determinadas proporciones, firme de gran resistencia, me mayor durabilidad que le asfalto.



Figura 19. Camino rural de hormigón

-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 20. Riego asfáltico en camino rural.

7. Resultados

7.1 Digitalización de datos obtenidos

Una vez obtenidos los datos, nuestro trabajo consiste en gestionarlos a través de un SIG que nos va a permitir hacer una recopilación de los datos y poder representarlos de una manera visual. El programa que vamos a manejar es ArcGIS, dentro de este conjunto de software, trabajaremos con ArcMap pudiendo analizar todos los datos que vayamos introduciendo y generando mapas de los resultados.

7.2 Recopilación de datos

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 se muestra a continuación, indicando todas las características de los mismos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
883	SC-016-981		T1	SC-016-981-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
884	SC-016-981		T2	SC-016-981-T2			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
885	SC-016-981		T3	SC-016-981-T3			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
886	SC-016-982		T1	SC-016-982-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
887	SC-016-982		T2	SC-016-982-T2			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
888	SC-016-983		T1	SC-016-983-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
889	SC-016-984		T1	SC-016-984-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
890	SC-016-985		T1	SC-016-985-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
891	SC-016-985		T2	SC-016-985-T2			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
892	SC-016-985		T3	SC-016-985-T3			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
893	SC-016-986		T1	SC-016-986-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
894	SC-016-987		T1	SC-016-987-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
895	SC-016-988		T1	SC-016-988-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
896	SC-016-989		T1	SC-016-989-T1			CRCC	CRCC	SE	LL	NO	NO	NO	MA	6	RE		
897	SC-016-989		T2	SC-016-989-T2			CRCC	CRCC	SE	LL	NO	NO	NO	MA	6	RE		
898	SC-016-990		T1	SC-016-990-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
899	SC-016-990		T2	SC-016-990-T2			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
900	SC-016-991		T1	SC-016-991-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
901	SC-016-992		T1	SC-016-992-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
902	SC-016-993		T1	SC-016-993-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		
903	SC-016-994		T1	SC-016-994-T1			CRCC	CRCC	TE	LL	NO	NO	NO	MA	6,00	RE		

Figura21. Hoja de cálculo donde se recogen los datos obtenidos de los caminos.

Cuando ya tenemos los datos recogidos en una tabla Excel, nos disponemos a volcar la información de las fichas técnicas de cada camino en una cobertura formato shp. que recoge el trazado de cada camino y otra cobertura que recoge las fotos de cada camino en un programa anteriormente mencionado llamado ArcGIS, el cual será la guía del proyecto preparada para ser incluida en un geoportal diseñado específicamente para el proyecto, que permitirá un acceso dinámico por los técnicos del Ayuntamiento de Cartagena tanto para su actualización cuando se realicen mejoras en los caminos como la incorporación de nuevas Diputaciones del municipio.

Se ha utilizado como base para la toma de datos del inventario la información gráfica disponible en organismos públicos y entidades colaboradores, y ha sido utilizada como base del inventario. Se han recorrido todos los caminos que están catalogados como entidades lineales por Catastro, y que además aparecen en el Mapa Topográfico

Nacional E = 1:25.000, excluyendo aquellos a los que no se ha podido tener acceso por la existencia de barreras físicas en el trazado o por el mal estado de conservación. Tras volcar la información del PDA al programa obtenemos en él las coberturas de caminos y de geofotos, ya que estas están georeferenciadas.



Figura 22. Ejemplo de caminos digitalizados

7.3 Análisis

Respecto a los tipos de análisis los vamos a realizar de 3 tipos:

Un primer análisis que consistirá en una representación gráfica de algunas de las características que hemos evaluado y definido en cada camino.

Un segundo análisis consistirá es una búsqueda selectiva, es decir, buscar aquellos caminos con una o varias características concretas que nos permitan identificarlos con claridad para tomar decisiones de gestión. La búsqueda la podemos obtener de dos formas mediante selección por atributos o selección por localización.

Un tercer análisis consistirá en un análisis específico, el cual pone de manifiesto la cantidad de caminos o longitud de los mismos que existen con una característica concreta, en este caso, indicaremos la longitud de cada camino dependiendo de las características analizadas en cada uno de los ejemplos descritos a continuación de los análisis mencionados anteriormente.

7.3.1 Representación gráfica

-Tipos de firme

La primera representación gráfica que vamos a realizar va a consistir en definir los tipos de firme de los caminos estudiados para el presente proyecto.

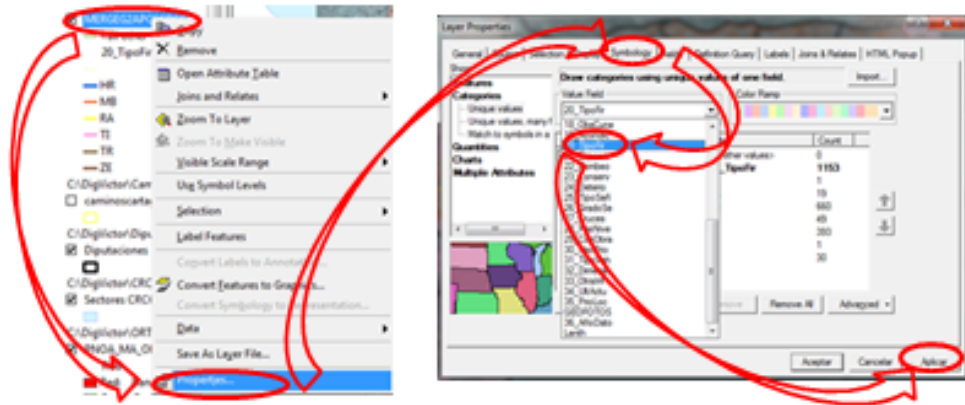
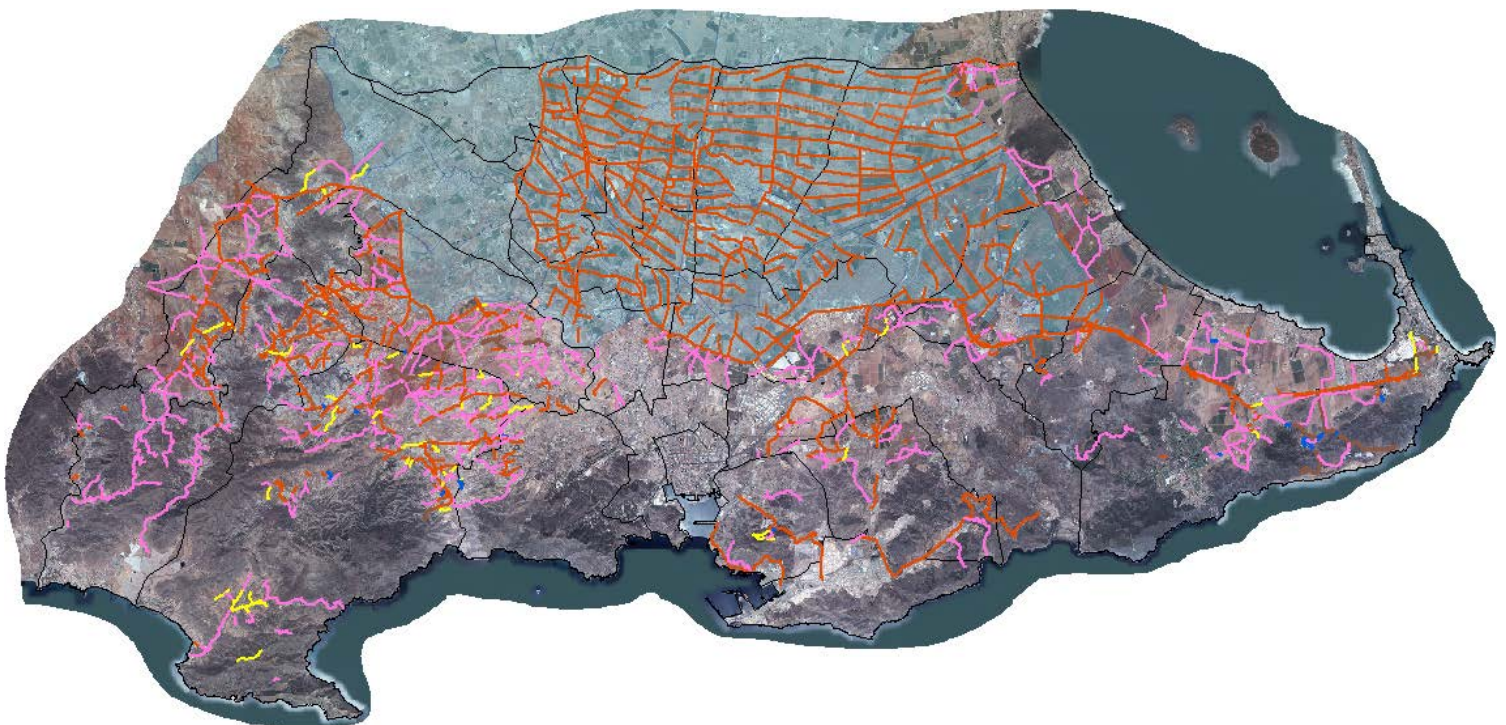


Figura 23. Ejemplo de pasos a seguir para la obtención de la representación gráfica de los tipos de caminos, en este caso, según el tipo de firme.



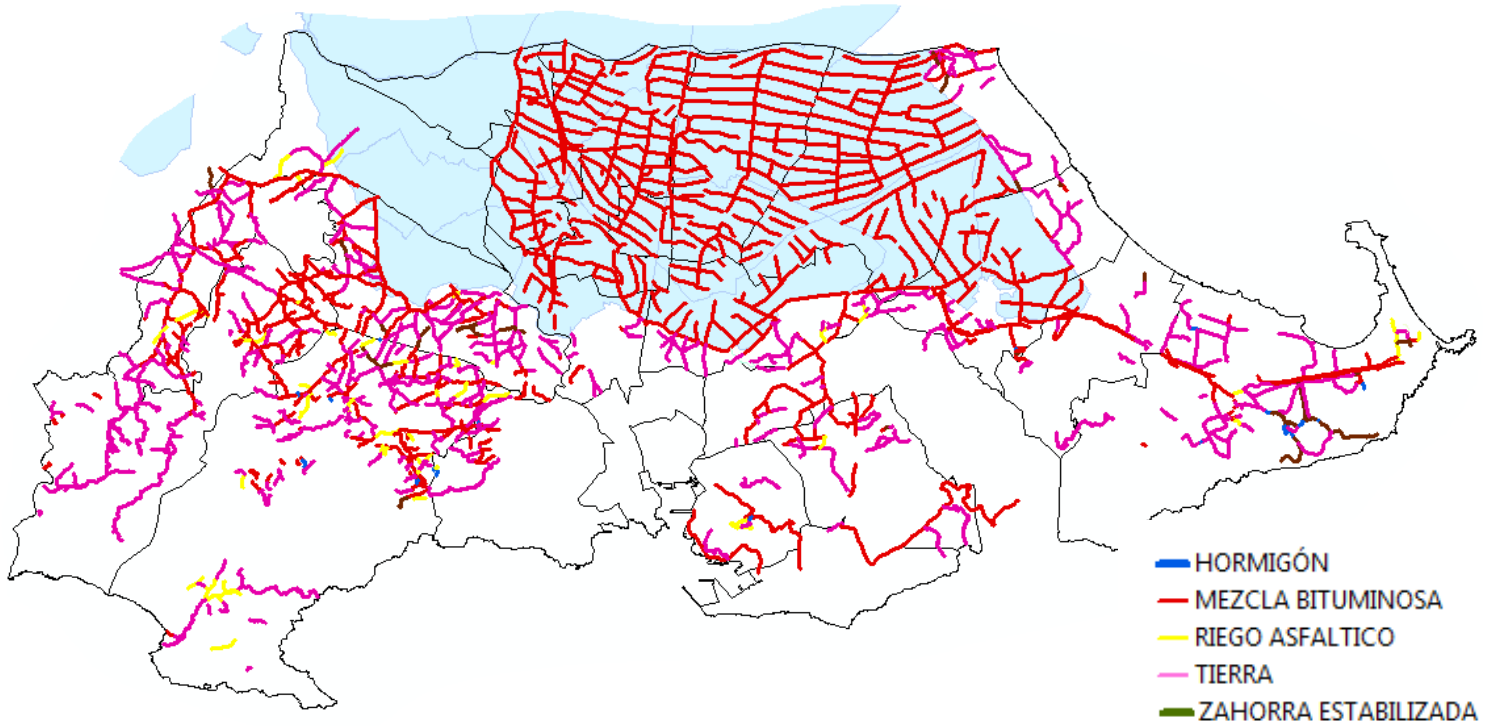


Figura 24. Representación gráfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según el tipo de firme.

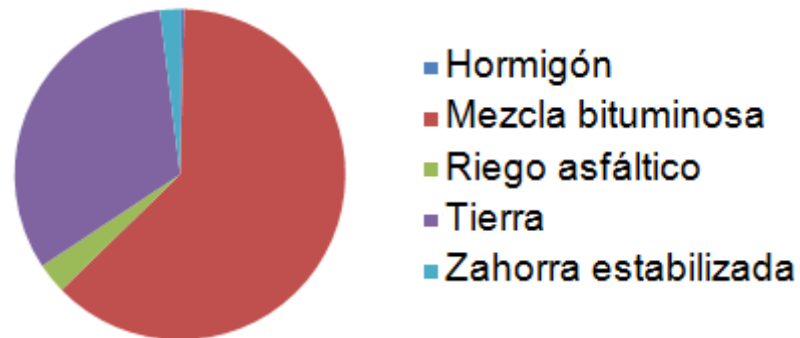


Figura 25. Representación gráfica de la cantidad de km existentes en cada tipo de firme.

Tipos de firme	Nº de caminos	Suma (Km)
Hormigón	19	3,52
Mezcla Bituminosa	660	524,05
Riego asfáltico	49	25,011
Tierra	394	272,35
Zahorra estabilizada	30	16,466
Total	1152	841

Figura 26. Nº de caminos y cantidad de km existentes en cada tipo de firme

-Pendiente del trazado del camino

En este caso realizamos una representación de la pendiente, es decir, que caminos tienen una pendiente elevada y cuáles no.

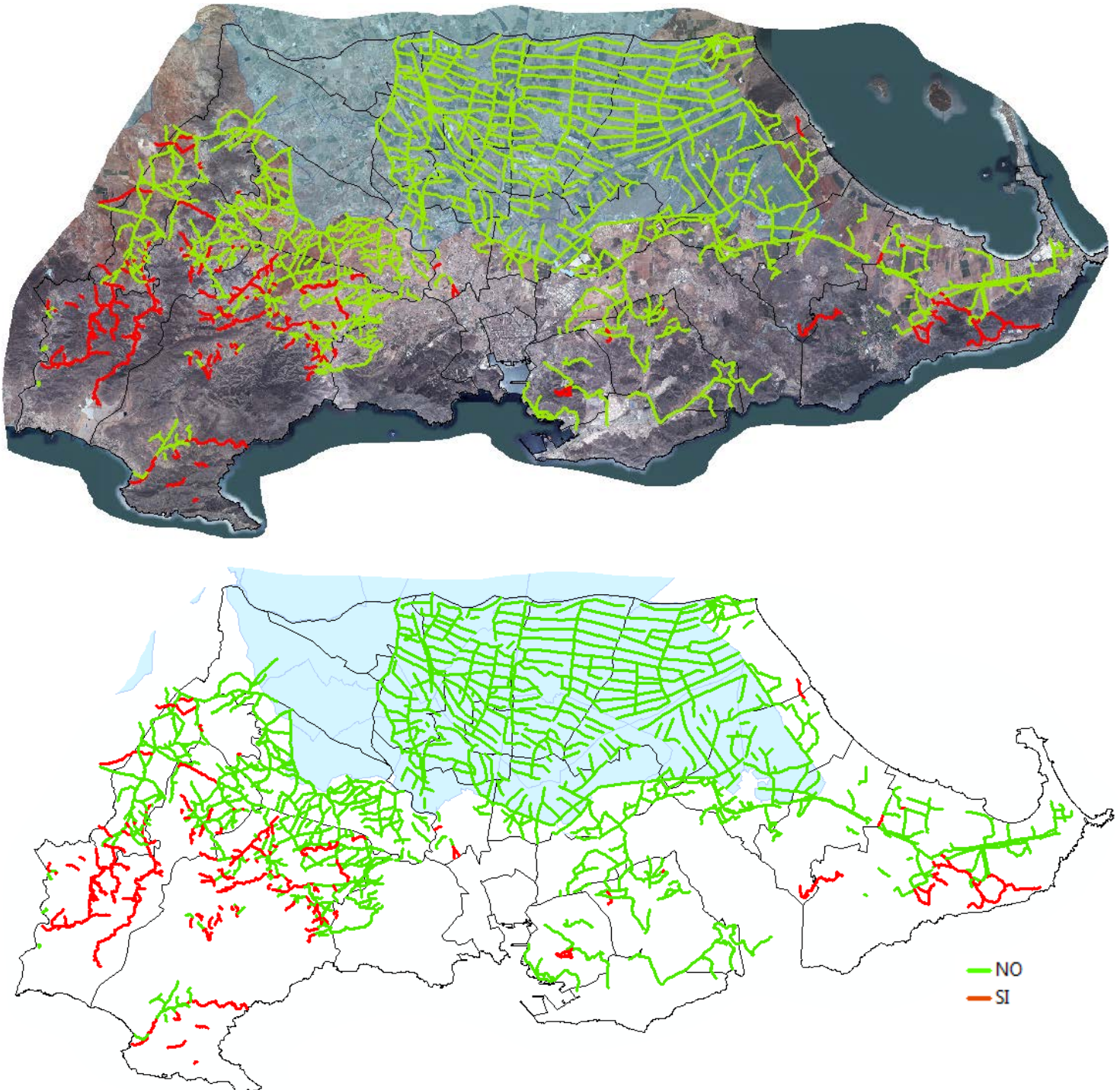


Figura 27. Representación con base ortofotográfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según pendiente del trazado del camino.

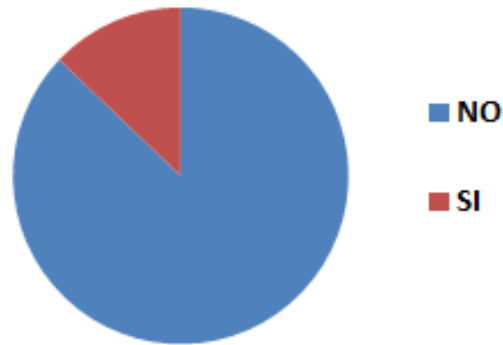


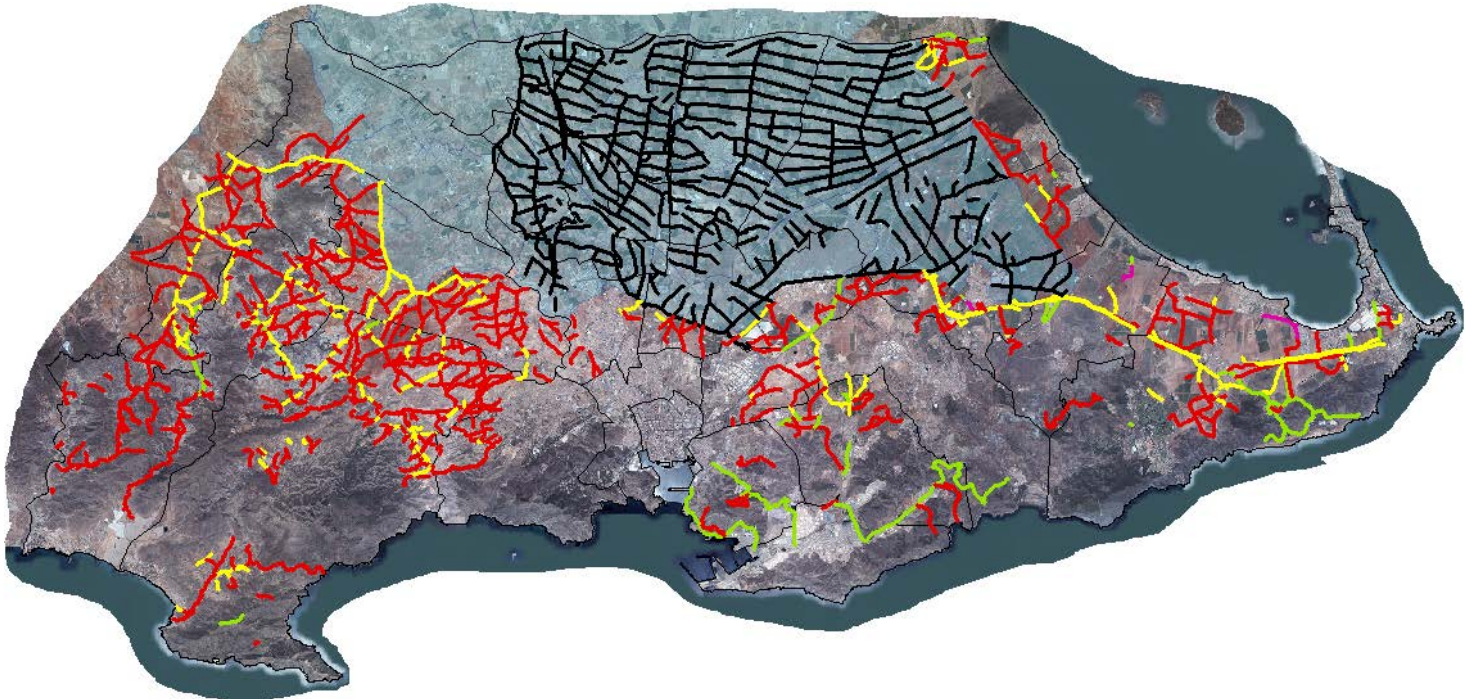
Figura 28. Representación gráfica de la cantidad de km existentes con pendiente y cuáles no.

Pendiente	Nº de caminos	Suma (Km)
SI	157	108,449
NO	995	732,955
Total	1152	841

Figura 29. Nº de caminos y cantidad de km existentes en aquellos caminos con pendiente elevada y sin pendiente elevada.

Grado de señalización

En este apartado la representación gráfica se realizará en función de la calidad de señalización de las distintas carreteras estudiadas en el presente proyecto.



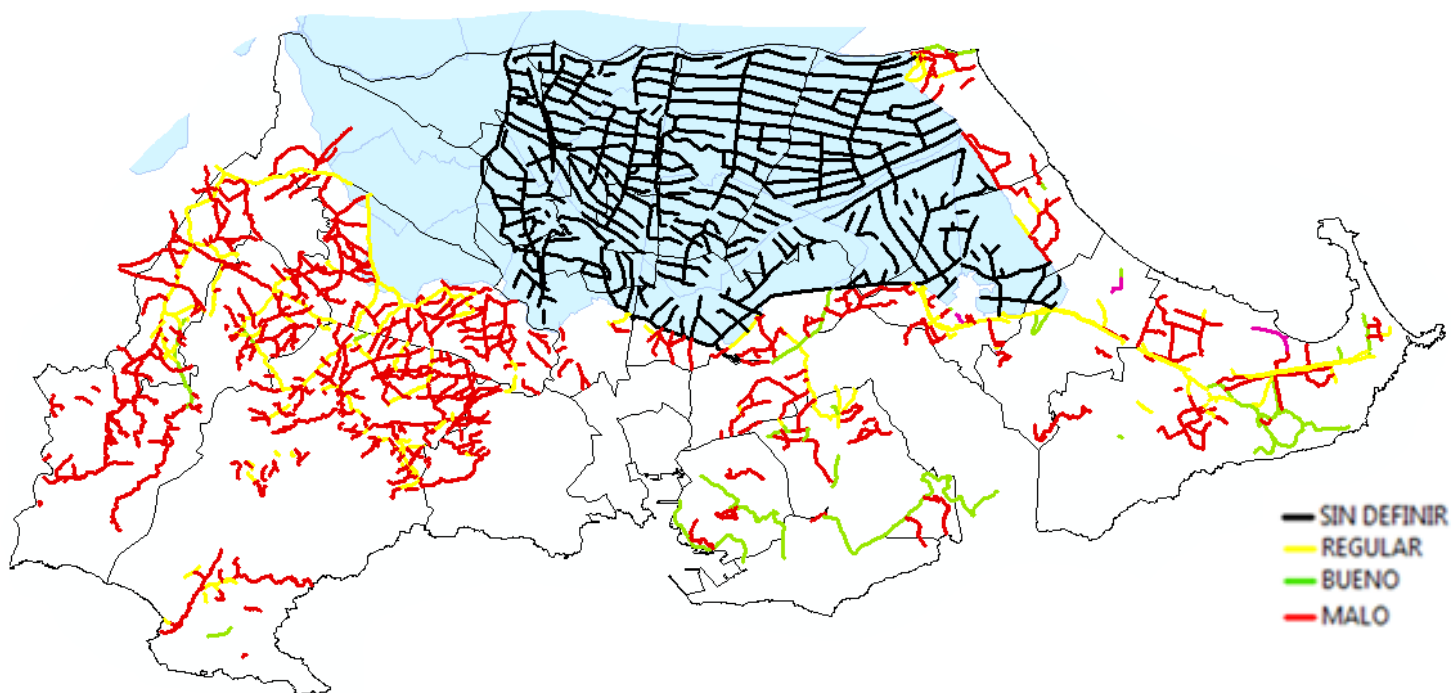


Figura 30. Representación gráfica de los caminos rurales de los municipios del término municipal de Cartagena, clasificados según el grado de señalización.

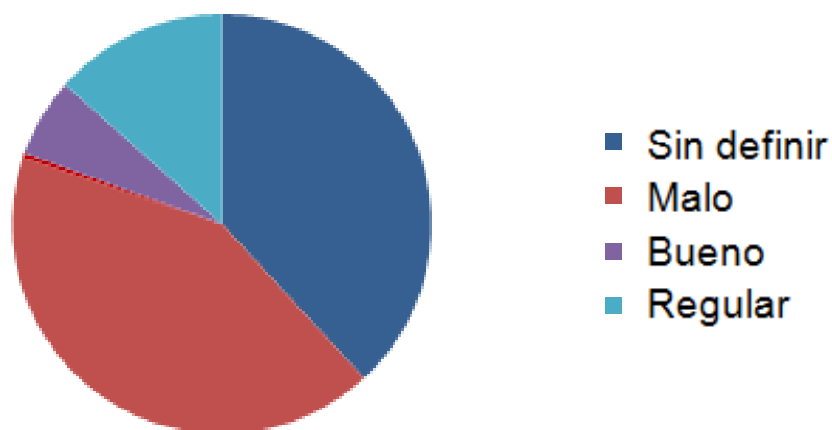


Figura 31. Representación gráfica de la cantidad de km existentes según la evaluación de los distintos grados de señalización.

Grado de señalización	Nº de caminos	Suma (Km)
Sin definir	404	320,788
Malo	574	353,308
Bueno	50	50,154
Regular	124	116,920
Total	1152	841

Figura 32. Nº de caminos y cantidad de km existentes según el grado de señalización.

7.3.2 Búsqueda selectiva

-Selección por localización

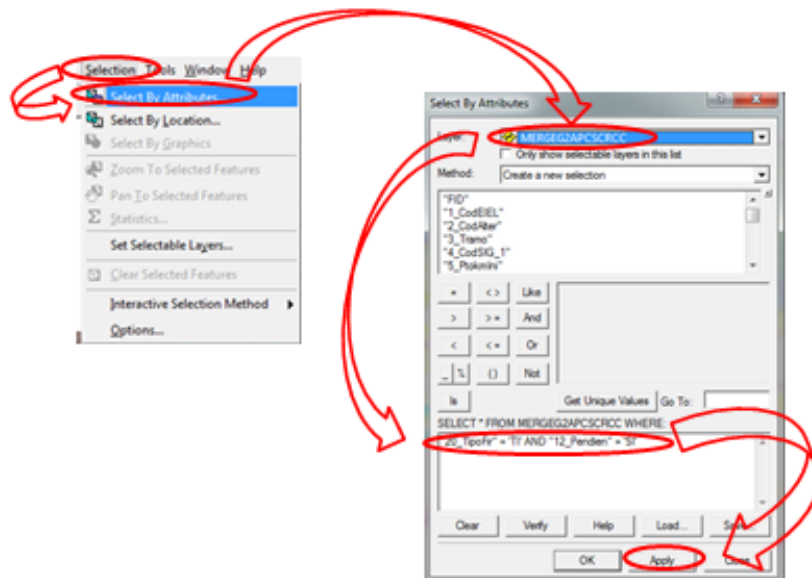
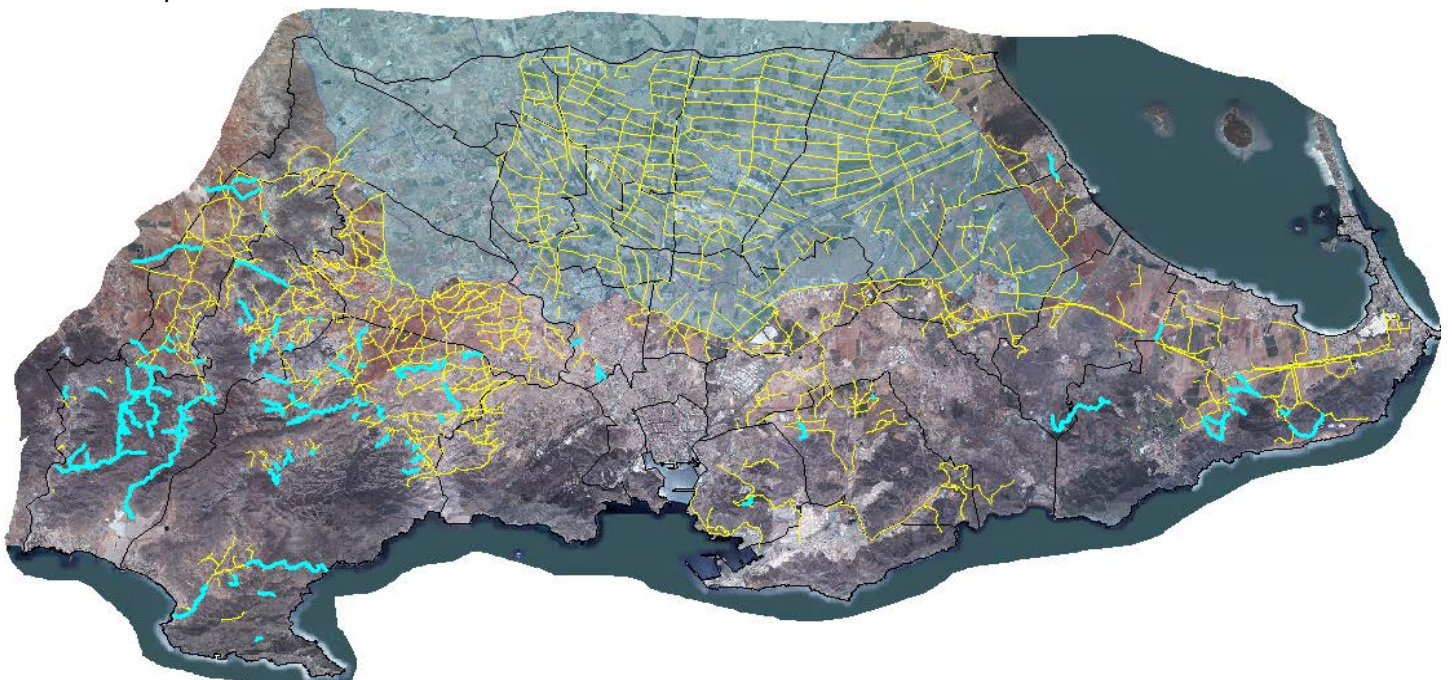


Figura 33. Ejemplo de pasos a seguir para la obtención de la representación gráfica mediante selección por localización de los tipos de caminos, en este caso, aquellos caminos que son de tierra y con pendiente.

-Selección por localización (tierra + pendiente)

En este caso vamos a obtener los caminos que tenga un tipo de firme concreto, en este caso elegimos tierra y aquellos que tengan también un grado elevado de pendiente.



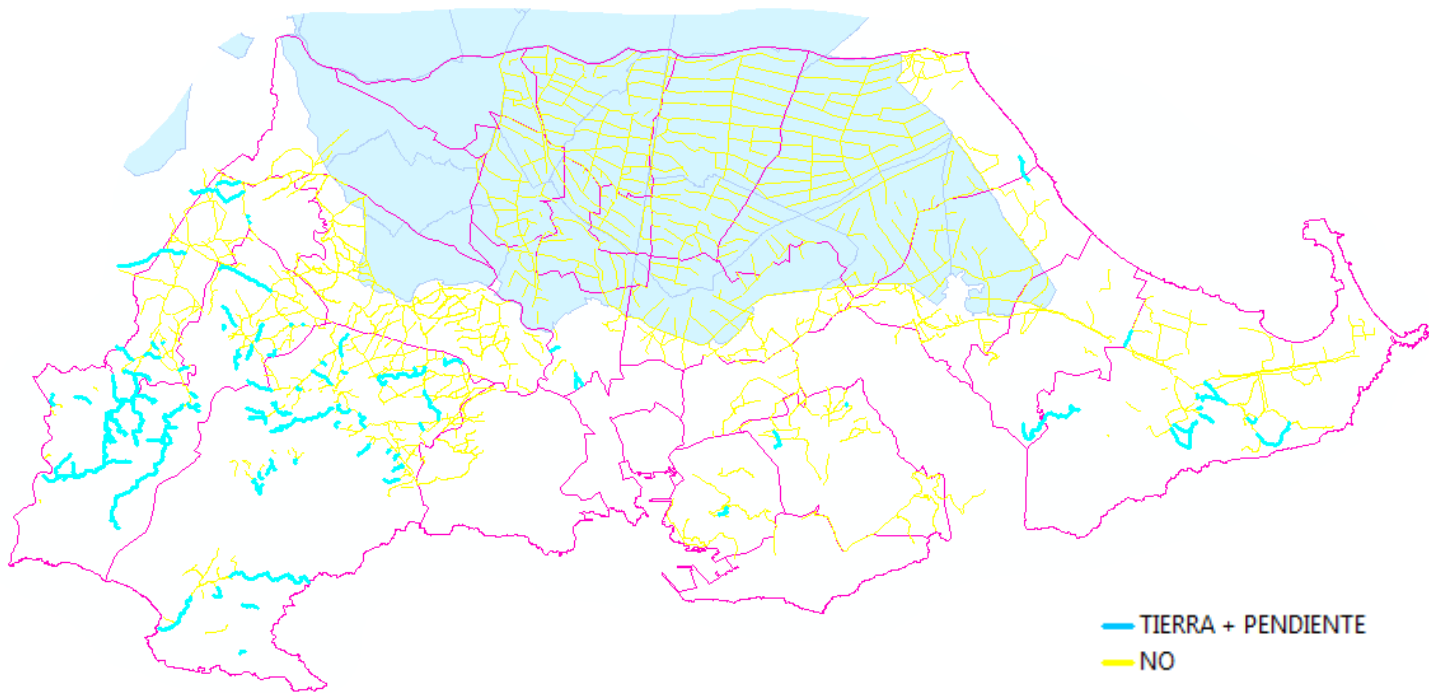


Figura 34. Representación gráfica de los caminos rurales de las diputaciones del T.M de Cartagena, clasificadas según aquellas que poseen las características de ser de tierra y tener pendiente y las que no lo son.

8. Ejemplo de análisis económico de una actuación

Primeramente hemos realizado un presupuesto de los que nos costaría un km de carretera de 3 metros de anchura con aglomerado en frío de 3 cm de espesor obtenido de la TARIFA 2015 del GRUPO TRAGSA, para la obtención del precio del mismo por km hemos procedido de la siguiente manera:

Caracterización y análisis con Sistemas de información geográfica de la red de caminos rurales del T.M. de Cartagena.

Código	Ud	Resumen	Rendimiento	Precio simple	Precio
108022	t	Construcción firme con aglom.asf.frío o gra.emul, D<= 3 km Carga, transporte a distancia menor o igual a 3 km, extendido y compactación de aglomerado asfáltico en frío o grava emulsión fabricada en planta, sobre firme imprimado en caminos de anchura superior a 4 m. Alcanzando una densidad entre 2 y 2,15 t/m³.			
001009	h	Peón régimen general	0,0840	17,2800	1,45
M01088	h	Extendidora aglomerado asfáltico	0,0210	74,3100	1,56
M01086	h	Compactador mixto 101/130 CV	0,0170	49,7000	0,84
%2.5CI	%	Costes indirectos 2,5 %	0,0385	2,5000	0,10
%4.OGG	%	Gastos generales 4,0 %	0,0395	4,0000	0,16
I02026	m³	Carga mecánica, transporte D<= 5 m	0,5880	0,5300	0,31
I02027	m³	Transporte materiales sueltos (obra), camión basculante D<= 3 km	0,5880	1,5200	0,89
					5,31
108022\$	t	Construcción firme con aglom.asf.frío o gra.emul, D> 3 km Carga, transporte a distancia mayor de 3 km, extendido y compactación de aglomerado asfáltico en frío o grava emulsión fabricada en planta, sobre firme imprimado. Alcanzando una densidad entre 2 y 2,15 t/m³.			
001009	h	Peón régimen general	0,0840	17,2800	1,45
M01088	h	Extendidora aglomerado asfáltico	0,0210	74,3100	1,56
M01086	h	Compactador mixto 101/130 CV	0,0170	49,7000	0,84
%2.5CI	%	Costes indirectos 2,5 %	2,5000	3,8500	0,10
%4.OGG	%	Gastos generales 4,0 %	4,0000	3,9500	0,16
I02026	m³	Carga mecánica, transporte D<= 5 m	0,5880	0,5300	0,31
I02029\$	m³	Transporte materiales sueltos (buenas condiciones) D<= 30 km	0,5880	0,81 + 0,1363D	0,48 + 0,0801D
					4,90 + 0,0801D
108023	t	Firme con aglom.frío, árido convencional, pl.fija, D<= 3 km Firme con aglomerado en frío, con árido convencional, sobre un firme imprimado en caminos de anchura superior a 4 m, procedente de planta fija a una distancia media menor o igual a 3 km. Alcanzando una densidad entre 2 y 2,15 t/m³.			
001009	h	Peón régimen general	0,0840	17,2800	1,45
P07014	t	Agglomerado frío con árido convencional (planta)	1,0000	46,6200	46,62
M01088	h	Extendidora aglomerado asfáltico	0,0210	74,3100	1,56
M01086	h	Compactador mixto 101/130 CV	0,0170	49,7000	0,84
%2.5CI	%	Costes indirectos 2,5 %	0,5047	2,5000	1,26
%4.OGG	%	Gastos generales 4,0 %	0,5173	4,0000	2,07
I02027	m³	Transporte materiales sueltos (obra), camión basculante D<= 3 km	0,5880	1,5200	0,89
					54,69

Figura 35. Tabla de justiprecios

Suponiendo que un camino de 3 m de anchura con capa de aglomerado asfáltico de 3 cm requiere 0,09 m³ de aglomerado asfáltico por metro lineal.

La densidad del aglomerado asfáltico es de 2,1 t/m³, por lo que el peso de aglomerado asfáltico necesario por metro lineal de camino es: $0,09 \times 2,1 = 0,189 \text{ t/ml}$

Por tanto con 1t de aglomerado asfáltico se pueden construir 5,29 m lineales de camino.

Por lo que si sabemos que el coste de la unidad de obra es 54,69 €/t, finalmente obtenemos que el coste de 1000m de camino es:

$$54,69 \times 1000/5,29 = 10338 \text{ €}$$

Parte del objetivo del presente proyecto ha sido la obtención de una subvención procedente de la Unión Europea dentro del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), para el 2016 se presupuestó un total de 3.000.000 € para la Región de Murcia, con el fin de llevar a cabo acciones de consistirán en el acondicionamiento de los caminos rurales existentes.

Uno de los requisitos para la obtención de dicha cuantía era la realización del inventario de los caminos que hemos llevado a cabo.

Anteriormente hemos comentado que el presupuesto para la Región de Murcia era de 3.000.000 €/año 2016 por lo que podemos extrapolar dicha cantina al T.M de Cartagena de la siguiente manera:

Superficie

R.M: 11300 Km²

CT: 558 Km²

Lo que el T.M de Cartagena supone un 5% de la superficie total de la R.M, por tanto recibirá el 5% de 3.000.000 € que asciende a la cantidad de 150.000 €/año.

En este ejemplo decidimos que queremos asfaltar aquellos caminos que son de zahorra estabilizada. Conforma un total de 30 caminos con una distancia total de 16 Km, concentrados en las diputaciones de San Ginés y la Magdalena. Como hemos calculado anteriormente el precio es de 10338 €/km, por lo tanto necesitaríamos 165.408 €, como solo disponemos de 150.000 €/año, podremos dedicar el dinero de un año a asfaltar prácticamente todo el firme de zahorra estabilizada.

9. Conclusiones

En el presente proyecto se ha hecho inventario de todos los términos municipales de Perín, Los Puertos, Campo Nubla, La Aljorra, La Magdalena, Canteras, La Palma, San Félix, Santa Ana, Miranda, Albuñón, La Aljorra, Pozo Estrecho y Alumbres, conformando un total de 1152 caminos con una longitud total de 841 Km, de los cuales según el tipo de firme tenemos, 19 caminos de hormigón con un total de 3,53 Km. 660 caminos de mezcla bituminosa con una total de 524.05 Km, 49 caminos de riego asfáltico con un total de 25 Km, 394 caminos de tierra con un total de 272,35 Km y 30 caminos de zahorra estabilizada con un total de 16,47 Km.

El principal objetivo que se planteaba a la hora de realizar el proyecto era la realización de un inventario consolidado y con suficiente información de los caminos rurales del T.M de Cartagena, ello ha sido concluido con éxito debido a la metodología

empleada, ya que se han caracterizado más de 30 campos de información de cada camino rural.

La incorporación de los datos al SIG ha sido clave para facilitar al personal del ayuntamiento la información necesaria para la toma de decisiones en cuanto a reforma de los caminos rurales y utilización de la subvención proveniente de la Unión Europea, dicha subvención ha sido obtenida gracias a la realización del inventario debido a que es requisito indispensable para optar a la misma, ya que justifica la elegibilidad de las actuaciones que se solicitan al Plan de Desarrollo Regional de Murcia.

En definitiva simplifica mucho la visualización de los caminos y todas las características de cada uno de ellos, pudiendo realizar acciones de mejora en aquellos caminos que nos interese en función del pretexto de mejora que queramos realizar o en función de un ajuste del presupuesto existente.

De esta manera podemos ser muy exactos y concretos a la hora de poner en marcha algún plan de mejora, en cualquiera de los caminos rurales de los municipios estudiados.

Dicha información formara parte de un geoportal específico que el Ayuntamiento de Cartagena pondrá a disposición de los ciudadanos para cualquier uso o aplicación en la que pueda ser de utilidad.

En cuanto a la formación personal ha sido muy enriquecedor en cuanto a la adquisición de conocimientos de manejo de SIG, complementando mi formación en aspectos de diseño y construcción de caminos rurales.

10. Bibliografía

TRAGSA, Grupo tragsa 2015, TARIFAS para encomiendas sujetas a impuestos.

<http://www.tragsa.es/es/grupo-tragsa/regimen-juridico/Documents/ACTUALIZACION%20TARIFAS%20AGOSTO/Tarifas%202015%20para%20encomiendas%20sujetas%20a%20impuestos.pdf>

AYUGA F, DAL-RÉ R. 2004. "Conservación del Sistema Viario Rural, Tecnologías Aplicables y Mecanismos de Gestión". Informe sin publicar. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Construcción y Vías Rurales.

EIEL, 2011. Manual de Instrucciones de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales. Ministerio de Política Territorial y Administración Pública, Madrid, 145 pp.
http://www.seap.minhap.gob.es/dms/es/areas/politica_local/coop_econom_local_estado_fondos_europeos/informacion_socioeconomica_local/eiel/documentacion_2010_2011/Manual-de-Instrucciones-2011/Manual%20de%20Instrucciones-2011.pdf

- EUROPEAN COMMISSION. Europe's Agenda 2000. "Strengthening and widening the European Union". EN1 25.10 Brussels: EC. 1999.
- Gallego E, Moya M, García AI, Ayuga F. 2008a. Valuation of low volume roads in Spain. Part 1: Methodology Development. Biosystems Engineering 101: 123 – 134.
- Gallego E, Moya M, Piniés M, Ayuga F. 2008b. Valuation of low volume roads in Spain. Part 2: Methodology validation. Biosystems Engineering 101: 135 – 142.
- 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). Información no publicada.