

inventario
nacional
erosión
suelos



2018

CIUDAD REAL
Castilla - La Mancha



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN





Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Proyecto encargado por:

Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas
Subdirección General de Política Forestal
Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal

Dirección Técnica - Responsables generales del proyecto:

Eduardo del Palacio Fernández – Montes
Luis Martín Fernández
José Hernández Álvarez
Leopoldo Rojo Serrano

Cartografía, trabajo de campo, proceso de datos, redacción y fotos:

Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSATEC)

Prólogo: Carlos José Blázquez Orodea



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Maquetación, producción, fotomecánica e impresión:

Editorial MIC, S.L.

Tienda virtual:

[http://www.mapa.gob.es/es/
ministerio/servicios/publicaciones/
centropublicaciones@mapama.es](http://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/centropublicaciones@mapama.es)

Diseño: Miguel Mansanet, S.L.

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 003-19-107-0

ISBN: 978-84-491-1546-2

Depósito Legal: M-13725-2019

Datos técnicos: Formato: 21 x 29,7 cm. Caja de texto: 18 x 25,2 cm. Composición: 2/3 columnas. Tipografía: The Sans a cuerpos 7; 9,5; 17,5; 22,5. Papel: lacado semimate 135 gr. Cubierta: estucado mate 300 gr. Tintas: 4/4. Encuadernación: a caballo con 2 gapas.

Índice

AGRADECIMIENTOS	5
DIRECCIÓN TÉCNICA	5
PRÓLOGO.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Objetivos	16
1.3. Características del Inventario	17
1.4. Justificación.....	18
2. METODOLOGÍA.....	21
2.1. Generalidades.....	23
2.2. Erosión laminar y en regueros.....	25
2.2.1. Conceptos previos.....	25
2.2.2. Cálculo de los factores del modelo RUSLE.....	26
2.2.3. Levantamiento de parcelas de campo.....	27
2.2.4. Análisis de muestras de suelo	29
2.2.5. Proceso de datos.....	29
2.2.6. Análisis estadístico	33
2.2.7. Cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados.....	34
2.2.8. Tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo	34
2.2.9. Comparaciones.....	36
2.2.10. Erosión potencial (laminar y en regueros)	36
2.2.11. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros	37
2.3. Erosión en cárcavas y barrancos.....	39
2.4. Movimientos en masa (erosión en profundidad)	40
2.5. Erosión en cauces.....	44
2.6. Erosión eólica	49
3. EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS EN CIUDAD REAL	53
3.1. Información de partida.....	57
3.2. Estratificación y diseño de muestreo.....	91
3.3. Resultados del trabajo de campo y proceso de datos	92
3.4. Cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos.....	93
3.5. Tolerancia a las pérdidas de suelo	109
3.6. Comparaciones	113
3.7. Erosión potencial (laminar y en regueros).....	119
3.8. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros	123
4. EROSIÓN EN CÁRCAVAS Y BARRANCOS EN CIUDAD REAL.....	137
5. MOVIMIENTOS EN MASA EN CIUDAD REAL	149
6. EROSIÓN EN CAUCES EN CIUDAD REAL.....	185
7. EROSIÓN EÓLICA EN CIUDAD REAL	199
8. BIBLIOGRAFÍA.....	221
9. CARTOGRAFÍA	227

Agradecimientos

La Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal quiere expresar su agradecimiento a todas las personas de las diversas entidades que han contribuido al logro de esta publicación. En particular, quiere expresar su gratitud por la colaboración a la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.

Se agradece también la labor de redacción del prólogo a D. Carlos José Blázquez Orodea, Jefe de Servicio de Política Forestal y Espacios Naturales de la Dirección Provincial de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Ciudad Real.

Por último, se debe reconocer el esfuerzo de todos los colaboradores que han participado en este proyecto, particularmente aquellos de la empresa pública Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSATEC), cuya labor en las diferentes fases del Inventario ha hecho posible su realización.

Dirección Técnica

La Dirección Técnica ha sido responsabilidad del personal del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal: Eduardo del Palacio Fernández-Montes, Leopoldo Rojo Serrano, José Hernández Álvarez y Luis Martín Fernández.

Prólogo

Disponer de datos para poder realizar la gestión de cualquier actividad es imprescindible. La pérdida de suelo, es algo que todos intuimos pero que nos cuesta trabajo cuantificar si no es por medio de datos obtenidos con metodologías de base científica.

En materia de erosión existen datos previos a los publicados en este documento muy generalistas, aunque de importancia relevante por su singularidad, que sirven de base en la elaboración de parte de esta publicación pero, a partir de ahora, es cuando se determina una metodología y una sistemática de obtención de resultados y conclusiones que permitirán establecer la evolución de los suelos en periodos de tiempo concretos. De hecho, la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal como órgano competente en la materia y a la que quiero agradecer en nombre de muchos profesionales de diversas disciplinas, la elaboración de esta publicación, pretende realizar inventarios de estados erosivos con intervalos de tiempo de 10 años, lo cual permitirá realizar cruces de información con otros instrumentos de planificación como los Instrumentos de gestión Forestal Sostenible (IGFS) o los Planes de Defensa contra Incendios Forestales.

La planificación en el momento actual, no solo es una necesidad sino una exigencia de las instituciones europeas a la hora de justificar actuaciones que se pretenden financiar con fondos europeos, que en la actualidad son la mayoría. En este sentido, las Administraciones estamos en un proceso continuo de adaptación, tanto de conocimientos profesionales como de los equipamientos informáticos que nos resultan imprescindibles para poder ordenar y utilizar toda la información disponible.

La consecuencia de esta planificación para los que nos dedicamos a gestionar en la Administración, es ser mucho más certeros a la hora de ejecutar la inversión pública. Se optimizan en mayor medida los recursos públicos. La planificación es un proceso que no da resultados inmediatos y nos traslada una sensación de pérdida de tiempo, sobre todo a los que llevamos muchos años en la Administración y tenemos grabado a fuego, porque así nos lo enseñaron los compañeros que nos antecedieron, la responsabilidad de ser eficaz en nuestro trabajo para resolver los problemas con inmediatez.

La imagen estereotipada de Ciudad Real hacia el exterior, es la gran llanura manchega. Efectivamente, la mayor parte de La Mancha, como unidad geográfica, se encuentra en nuestra provincia, pero solamente ocupa algo más de la cuarta parte de su territorio. El resto, que es la mayor parte, se distribuye en comarcas y unidades naturales que le confieren una gran diversidad biogeográfica. No hay que olvidar que Ciudad Real es la tercera provincia española en superficie tras Badajoz y Cáceres con cerca de dos millones de hectáreas, y tiene la mayor superficie forestal de Castilla – La Mancha.

Es una provincia situada en la submeseta sur que presenta un clima con una gran continentalidad y una gran biodiversidad. De hecho, es uno de los territorios con mayor superficie protegida y mayor número de figuras de protección ambiental de Europa de las que destacan, dos Parques Nacionales: Cabañeros y Tablas de Daimiel; dos Parques Naturales: Valle de Alcudia y Sierra Madrona y Las Lagunas de Ruidera; y Planes de Recuperación de especies tan emblemáticas como águila imperial ibérica, buitre negro, cigüeña negra y lince ibérico, destacando en este último, el programa Life Iberlince que acaba de concluir en su primera fase y que esperamos que continúe, en el que se están obteniendo resultados muy esperanzadores de recuperación de una especie tan amenazada.

Tras la lectura del presente documento, creo que resulta interesante en este prólogo destacar los datos que me han resultado más curiosos e interesantes sobre el estado de conservación de los suelos de la provincia:

El tipo de erosión laminar o en regueros es el que más dificultad ha presentado en su estudio, destacando los correspondientes a los terrenos de cultivo, debido a su variabilidad en el espacio y en el tiempo. En esta provincia tiene especial relevancia su estudio debido a que, el 44% de las pérdidas totales por erosión se producen en superficies agrícolas con pendientes iguales o inferiores al 20%. Y de cara a planificar medidas correctoras, tenemos aún 19.000 ha de terrenos de cultivos con pendientes entre el 20% y el 30% que suponen el 10% de las pérdidas totales de suelo de la provincia.

También es destacable que en el Mapa de Estados Erosivos que se llevó a cabo en la provincia de Ciudad Real entre 1987 (cuencas del Guadalquivir y Tajo) y 1990 (cuenca del Guadiana), solo el 9,69% de la superficie de la provincia tenía niveles erosivos por debajo de $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. En cambio, el INES confirma que actualmente, más del 75% de la superficie de la provincia está por debajo de esos valores. Y que superficies con pérdidas de suelo por encima de 10 (ó 12) $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ han pasado de representar el 37,71% hasta el 9,34%.

Este retardo en la pérdida de suelo nos indica con carácter general, que hay menor degradación de los sistemas naturales; hay menores pérdidas en productividad de la tierra y que los fenómenos antrópicos relacionados con la agricultura, la deforestación o las grandes infraestructuras se han ido controlando por medio de herramientas técnicas y jurídicas, como, la condicionalidad que exige Europa en las ayudas PAC o a través de las normativas aplicables de protección por medio de procedimientos de evaluación de impacto ambiental que, aun con fama de lentos y a veces con razón, son efectivos en el control ambiental de la actividad. Pero sobre todo es debido al aumento de la superficie forestal arbolada que se ha producido como consecuencia de

la gestión directa del medio por la administración forestal. Entre el Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) de 1993 y el Tercero (IFN3) de 2004, la superficie forestal desarbolada ha disminuido en más de un 53%, mientras que la superficie forestal arbolada se ha incrementado en más de un 86%.

Resulta especialmente significativo por su acierto y digno de estudio en años sucesivos, el resultado del municipio de Los Cortijos con una media de pérdida de suelo de más de $16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, al ser uno de los territorios en los que más aceptación han tenido los sucesivos programas de forestación de tierras agrícolas y mejores resultados se están obteniendo en el desarrollo de la vegetación instalada.

Otro dato reseñable es que, en torno al 12% de las pérdidas de suelo de la provincia están localizadas en los Parques Naturales y en mayor medida en el de Valle de Alcudia y Sierra Madrona debido principalmente, según intuición personal, a factores determinantes como la pendiente media de una parte importante de su territorio y a que su superficie es superior al 7% del total provincial.

También es muy importante el dato que nos ofrece esta publicación en cuanto a los suelos catalogados como esqueléticos, ya que representan el 40,29% de la superficie erosionable de la provincia. Este territorio tan extenso, requeriría de estudios posteriores que determinaran las actuaciones y decisiones más recomendables, ya que en muchos casos, tendrían capacidad de reversión.

En lo que respecta a la parte del trabajo relacionado con el estudio de cárcavas y barrancos, destaca especialmente el municipio de Almedina en el que convendría igualmente, hacer estudios pormenorizados de las más de 200 ha afectadas, por el riesgo que ello pudiera implicar además, para bienes y personas.

También resulta de especial valor preventivo, el apartado de estudio relacionado con los movimientos en masa en el que los datos revelan que hay casi 900 ha en riesgo muy alto, en localizaciones muy determinadas que están situadas en los municipios de Brazatortas y de Fuencaliente.

En cuanto a erosión eólica, somos una provincia que tiene unos niveles muy bajos de riesgo. Los datos determinan que hay menos de 19 días al año con vientos superiores a 5 m/s.

Vivimos tiempos en los que los datos se suceden y los conceptos que teníamos adquiridos e interiorizados cambian vertiginosamente. Nuestros ancestros íberos, al parecer, fueron aniquilados y actualmente se ha demostrado que no portamos el más mínimo resto de ellos en nuestro genoma. Igualmente y dentro de nuestro chovinismo,

nos creíamos que éramos la única especie homínida que había conseguido sobrevivir aniquilando al resto por nuestro potencial evolutivo y los datos están demostrando que muchos de nosotros afortunadamente, tenemos genes mezclados de Cromañones y Neandertales. Las mezclas en la naturaleza siempre han hecho individuos más inteligentes y más resistentes a las enfermedades. Con esto quiero decir que, elementos tan frágiles y tan lentos en su evolución como los suelos, nos sorprenden cuando analizamos científicamente sus datos. Siempre han estado ahí pero no teníamos las claves para empezar a entender su evolución natural o las consecuencias derivadas de la intervención humana.

En relación con lo anterior y para terminar, quiero destacar el cambio climático como uno de los factores que más está interviniendo y más intervendrá en el futuro en la evolución de todos los factores que configuran el Ambiente - Ciudad Real está siendo y será, según datos recientes, una de los territorios de la Península Ibérica más afectados por el incremento de la temperatura media anual - y necesitaremos datos precisos y periódicos, como los que aquí se presentan, que determinen la tendencia de esa evolución y poder adoptar medidas que mitiguen los cambios inciertos y desconocidos que, desgraciadamente estamos empezando a conocer cuando o ya no tienen solución o hay que proyectar medidas de adaptación (cuidados paliativos) que vayan corrigiendo las fracturas que estamos produciendo en el planeta.

Carlos J. Blázquez Orodea



1. Introducción



1.1. Antecedentes

La erosión del suelo, en sus diversas manifestaciones, puede considerarse como uno de los principales factores e indicadores de la degradación de los ecosistemas en el territorio nacional, con importantes implicaciones de índole ambiental, social y económica.

La erosión, en tanto que importante agente de degradación del suelo, constituye además uno de los principales procesos de desertificación a escala nacional y a escalas territoriales menores, entendiendo por desertificación *"la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas"*, según la definió la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (París, 1994).

Como resultado de la voluntad de abordar esta problemática, la entonces Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, inició en el año 2001 los trabajos correspondientes al Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Este inventario forma parte de la estadística forestal, tal y como establecen el Plan Forestal Español y la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, modificada por la Ley 21/2015, de 20 de julio. La elaboración de dicha estadística corresponde actualmente a la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, como establece el Real Decreto 355/2018, de 6 de junio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica de dicho Ministerio.

Este Inventario pretende localizar, cuantificar y analizar la evolución de los fenómenos erosivos, con el fin último de delimitar con la mayor exactitud posible las áreas prioritarias de actuación en la lucha contra la erosión.

Con este trabajo se da también cumplimiento a los compromisos adquiridos por España en la Tercera Conferencia Ministerial sobre Protección de bosques en Europa celebrada en Lisboa en 1998, donde los Estados signatarios y la Unión Europea decidieron adoptar los criterios paneuropeos de gestión sostenible de los bosques y asumir los indicadores asociados como base de los informes internacionales y de la evaluación de los indicadores nacionales. En particular, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos da cumplimiento a este compromiso en lo que se refiere al criterio 5: *"El mantenimiento y mejora de la función protectora de los bosques (especialmente sobre el suelo y el agua)"*.

Los antecedentes más remotos del trabajo que aquí se presenta datan de 1978, año en que el desaparecido Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) publicó el documento "La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea", en el que se cristalizaban las

inquietudes suscitadas y concretadas por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación (Nairobi, 1977).

Este documento constituyó el primer intento serio de planificación a medio plazo de las acciones más urgentes para aquellas zonas más claramente amenazadas por los procesos de desertificación a escala nacional.

En su redacción se trató de abarcar la totalidad del problema nacional en sus aspectos conceptuales, estableciendo la siguiente división en zonas, de acuerdo con el tipo de problemas dominantes:

- Vertiente atlántica norte, la menos afectada por la erosión, pero con problemas locales de origen predominantemente sociológico.
- Vertiente atlántica oeste y sur, con problemas medios y graves de erosión, especialmente en los terrenos agrícolas, y con tendencia a acentuarse hacia el sur. Por incluir los suelos potencialmente más productivos, los efectos de un mismo nivel de pérdidas físicas son de mayor trascendencia económica.
- Vertiente mediterránea, con las características de sequía y torrencialidad propias de toda la cuenca mediterránea. Los problemas dominantes son los de torrencialidad; en muchos casos la erosión causa más daños por los efectos a distancia de los arrastres que por mermar la potencialidad productiva del suelo. Estos daños se acrecientan por la presencia de cultivos en regadío en las zonas bajas, en los cuales los daños por arrastres desde zonas dominantes pueden ser muy acusados.

Esta sola descripción ya señalaba a la vertiente mediterránea como prioritaria, y por ello fue elegida para diseñar un plan de inversiones a diez años dotado de la máxima flexibilidad y adaptable a la disponibilidad de los créditos necesarios para su ejecución.

Un obstáculo que se puso de manifiesto durante la redacción del citado documento fue la falta de datos básicos para alcanzar el grado de precisión deseable a la hora de proyectar las acciones concretas. Por ello, se propugnó la iniciación de una serie de estudios que debían cristalizar en dos grandes logros:

- Determinar el índice de erosión pluvial de Wischmeier (R) para poder aplicar el modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo), inicialmente en la vertiente mediterránea y posteriormente en todo el territorio nacional (Agresividad de la Lluvia en España. ICONA, 1988).
- Establecer una cartografía que permitiera conocer, a una escala apta para la priorización de inversiones, las características de los fenómenos erosivos. En

este sentido, el desaparecido ICONA inició en 1982 las acciones encaminadas a la realización de los Mapas de Estados Erosivos a escala 1:400.000 por grandes cuencas hidrográficas, publicándose los primeros resultados en 1987. Estos trabajos han proporcionado unos datos valiosísimos en cuanto a la evaluación global de la erosión en las grandes cuencas. La información de los Mapas de Estados Erosivos ha servido de base para la asignación territorial de las inversiones para el control de la erosión y la desertificación, en los sucesivos presupuestos del ICONA y, posteriormente, de esta Dirección General.

No obstante, una vez finalizados los Mapas de Estados Erosivos, éstos necesitaban ya de una profunda revisión que permitiera, no sólo actualizarlos sino, además, adecuar la escala de trabajo a los requerimientos actuales de la planificación tanto a escala nacional como autonómica. Por ello, se puso en marcha el primer Inventario Nacional de Erosión de Suelos, cuya ejecución comienza en el año 2002.

Como antecedentes más recientes, dentro del Proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo), en 1995 se puso en marcha la Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL).

Posteriormente, tras la ratificación por España de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, en febrero de 1996, esta Dirección General, de acuerdo con las Comunidades Autónomas afectadas, elaboró el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND), entre cuyas líneas de acción se encuentra la realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

Por último, como desarrollo de las competencias que el Real Decreto 1415/2000 le asignaba, la antigua Dirección General de Conservación de la Naturaleza, a través del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas, elaboró un plan de ámbito nacional que recogía las zonas (subcuencas) prioritarias de actuación en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación, valorando las actuaciones a realizar y estableciendo la jerarquización y programación temporal de las mismas.

Este "Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación" (2001), sirve como instrumento para llevar a cabo las inversiones financiadas desde el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en estas materias, según los criterios establecidos en el mismo. Parte de la información que recoge este Plan se utiliza en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, que a su vez permite la actualización periódica de dicho Plan.

1.2. Objetivos

Los objetivos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos son los siguientes:

- Detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente, en soporte digital y gráfico, los principales procesos de erosión de suelos en el territorio nacional.
- Estudiar la evolución de la erosión en España, mediante la comparación de los inventarios sucesivos.
- Servir como instrumento para la coordinación de las políticas de las Comunidades Autónomas, del Estado y de la Unión Europea que inciden en la conservación del suelo.
- Formar un sistema de datos de fácil acceso que posibilite la educación y la participación ciudadana.
- Constituir un elemento de la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (Red EIONET).
- Proporcionar algunos indicadores paneuropeos sobre gestión sostenible de los bosques, en su aspecto cuantitativo.

1.3. Características del Inventario

Para cumplir los objetivos anteriores, está establecido que el Inventario se realice de forma continua y cíclica, con una periodicidad de 10 años y con una precisión equivalente a una escala 1:50.000, suministrando una información estadística homogénea y adecuada.

Esta forma de operar permite ir actualizando permanentemente tanto la cartografía de base como los datos de campo, así como efectuar las oportunas comparaciones a lo largo del tiempo.

La realización del Inventario se estructura con una base provincial con el fin de poder aprovechar y utilizar la información más reciente que se vaya generando tanto en el Inventario Forestal Nacional (IFN) como en el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50), trabajos también a cargo de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal y elaborados a nivel provincial. Esto determina el orden de realización de este Inventario, que sigue el ya establecido para dichos trabajos.

1.4. Justificación

La realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos, con las características especificadas en el punto anterior, es fundamental para el desarrollo de los planes y programas de restauración hidrológico-forestal y lucha contra la desertificación que tiene encomendados esta Dirección General en cumplimiento de las directrices que marca la política estatal y comunitaria en materia de estadísticas básicas y de protección del medio ambiente, siguiendo los principios establecidos en distintas conferencias y resoluciones internacionales.

Constituye, además, la continuación lógica de la política de esta Dirección General al respecto, permitiendo la revisión y actualización de los resultados alcanzados en los Mapas de Estados Erosivos y la determinación de la evolución en el tiempo de los fenómenos estudiados.

Por otra parte, permite mejorar la precisión de los resultados de aquéllos, al utilizar cartografía base de mayor detalle (1:50.000), adecuada para trabajos de planificación no sólo de ámbito estatal, sino también autonómico, provincial o comarcal, facilitando y mejorando la priorización de actuaciones e incluso la definición técnica de las mismas a escala de proyecto.

También permite actualizar la metodología utilizada, incorporando los resultados de las últimas investigaciones llevadas a cabo en materia de evaluación de la erosión, así como incluir procesos erosivos no considerados en el periodo anterior.

Concretamente, los resultados del Inventario Nacional de Erosión de Suelos son de gran utilidad para:

- la planificación hidrológica
- los planes de restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión
- los planes de lucha contra la desertificación
- los planes de conservación de suelos
- los planes de ordenación de los recursos naturales
- cualquier otro instrumento de planificación territorial, incluyendo planes de ordenación agrohidrológica y planes de ordenación agraria

Este Inventario permite también caracterizar cuantitativa y/o cualitativamente las distintas formas de erosión a nivel de unidades hidrológicas, comunidades autónomas, provincias, comarcas, términos municipales, zonas climáticas, o cualquier otra unidad territorial considerada.

Además, la información proporcionada por el Inventario puede utilizarse, mediante la aplicación de modelos matemáticos adecuados, para obtener estimaciones fiables sobre la emisión de sedimentos en las cuencas de los embalses españoles y realizar predicciones sobre su vida útil.

Todo ello es posible gracias a la utilización de un Sistema de Información Geográfica con el que se gestiona un banco de datos creado a partir de la cartografía temática y los modelos digitales del terreno más recientes. Sólo con un sistema de este tipo puede manejarse el gran volumen de información, tanto gráfica como alfanumérica, que supone un trabajo de esta magnitud, facilitando además la actualización periódica tanto de la información de base como de los resultados obtenidos.

Finalmente, la información generada por este Inventario se incorpora al Banco de Datos de la Naturaleza que gestiona la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.





2. Metodología



2.1. Generalidades

La palabra erosión tiene un significado etimológico claro, que es “*desgaste o destrucción producidos en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otro*” (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española).

Por erosión del suelo se entiende normalmente la remoción del material terrestre, en superficie o a escasa profundidad, por acción del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica). Un concepto más amplio de erosión incluye el desplazamiento de un espesor mayor del suelo por desequilibrio gravitacional.

Conviene distinguir, en cualquier caso, entre la erosión del suelo a escala geológica, fenómeno natural que interviene lentamente en el modelado del paisaje, y que, a escala humana, apenas es detectable; y la erosión antrópica o erosión acelerada, cuyo origen está en el uso inadecuado de los recursos naturales por el hombre, con marcadas consecuencias negativas de tipo ambiental, económico y social, por lo que debe tenerse siempre en cuenta a la hora de planificar el aprovechamiento y gestión de dichos recursos.

La erosión hídrica está estrechamente relacionada con el ciclo hidrológico y se manifiesta de varias formas, pudiéndose distinguir en primer lugar entre erosión en superficie, erosión lineal a lo largo de cauces fluviales o torrenciales y erosión en profundidad (movimientos en masa), causada por un desequilibrio gravitacional donde el agua es factor desencadenante pero no agente erosivo ni de transporte.

Dentro de la erosión en superficie se habla, a su vez, de erosión laminar, erosión en regueros y erosión en cárcavas o barrancos. Este tipo de erosión consta básicamente de dos fases: desgaste o disgregación del suelo por la acción del agua de lluvia y transporte de las partículas por el flujo de agua en sus distintas formas.

Los factores que intervienen en la erosión hídrica son, en síntesis, cinco: precipitación, suelo, relieve, vegetación y uso del suelo.

En cuanto a la erosión eólica, los factores que se consideran son, básicamente, la velocidad y duración de las rachas de viento, las características del suelo, la vegetación, el uso del suelo y el relieve.

Siguiendo la clasificación anterior, el presente trabajo se estructura en cinco módulos correspondientes a otras tantas formas de erosión que son inventariadas y cartografiadas:

1. Erosión laminar y en regueros.
2. Erosión en cárcavas y barrancos.

3. Movimientos en masa.

4. Erosión en cauces.

5. Erosión eólica.

Para la elaboración de todos los módulos se aprovechan las potencialidades que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el manejo de cartografía en formato digital y bases de datos asociadas. El SIG permite almacenar y procesar el gran volumen de información necesario, realizar las superposiciones cartográficas requeridas y aplicar los modelos cuantitativos y cualitativos utilizados. Por otra parte, desde el SIG se extraen las tablas de superficies incorporadas en esta publicación, así como las salidas gráficas correspondientes.

2.2. Erosión laminar y en regueros

2.2.1. Conceptos previos

Para la elaboración del presente módulo del Inventario Nacional de Erosión de Suelos se ha utilizado el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada), porque permite determinar las pérdidas que se ocasionan en el suelo de una manera objetiva, a partir del cálculo de los distintos factores que intervienen en el proceso erosivo.

El modelo RUSLE es la mejor tecnología disponible para la estimación de promedios anuales de pérdidas de suelo, de cara a inventariar y cartografiar la erosión, y está enfocada hacia planes específicos de restauración medioambiental y conservación del suelo. La técnica utilizada para desarrollar el modelo RUSLE es científicamente robusta, por la gran riqueza de datos recogidos. Además, es un modelo reconocido en todo el mundo y su aplicación está muy extendida dentro de la comunidad científica y en el área de la conservación de los recursos naturales. Se puede concluir que este modelo recoge una experiencia de más de 50 años en el estudio de la erosión y permite obtener resultados fiables como base para el desarrollo de planes de ordenación, conservación y manejo a escala regional.

La ecuación básica del modelo RUSLE para la estimación de las pérdidas medias de suelo como consecuencia de la erosión hídrica laminar y en regueros, es la siguiente:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

donde:

- A: pérdidas de suelo por unidad de superficie para el periodo de tiempo considerado. Se obtiene por el producto de los factores siguientes:
- R: Factor erosividad de la lluvia. Es el número de unidades del índice de erosión ($E \times I_{30}$) en el período considerado, donde E es la energía cinética de una precipitación determinada e I_{30} es la intensidad máxima en 30 minutos de la misma. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una precipitación determinada.
- K: Factor erosionabilidad del suelo. Es el valor de las pérdidas de suelo por unidad del índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de ladera de 22,1 m.
- L: Factor longitud de ladera. Es la relación entre la pérdida de suelo para una longitud de ladera determinada y la pérdida para una longitud de 22,1 m del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

- S: Factor pendiente. Es la relación entre las pérdidas para una pendiente determinada y las pérdidas para una pendiente del 9% del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.
- C: Factor cubierta y manejo. Es la relación entre las pérdidas de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas o con determinada vegetación natural y las pérdidas correspondientes de un suelo en barbecho continuo.
- P: Factor de prácticas de conservación del suelo. Es la relación entre las pérdidas de suelo con cultivo a nivel, en fajas, en terrazas, en bancales o con drenaje subsuperficial, y las pérdidas de suelo correspondientes a labor en línea de máxima pendiente.

2.2.2. Cálculo de los factores del modelo RUSLE

El objetivo del trabajo es obtener una cartografía, en formato gráfico y digital, de niveles cuantitativos actuales de pérdidas medias anuales de suelo por erosión hídrica superficial de tipo laminar o en regueros, mediante la aplicación del modelo RUSLE. Esto supone el cálculo y la obtención de cartografía de los distintos factores considerados por dicho modelo.

El factor R se establece independientemente a partir de los datos pluviométricos de estaciones meteorológicas seleccionadas, aplicando las ecuaciones de regresión existentes.

Para la determinación de los factores K, C y P se realiza previamente una estratificación del territorio de cara a su muestreo sistemático en campo. La estratificación se establece a partir de la superposición de las siguientes capas temáticas:

- subregiones fitoclimáticas
- altitud
- pendiente
- orientación
- litología
- vegetación y usos de suelo

Una vez obtenidos los estratos, se determinan los puntos de muestreo (parcelas) mediante la superposición de una malla de 5x5 km, obtenida a partir de la malla UTM. De esta forma resulta un punto de muestreo cada 2.500 ha.

En los estratos que resultan insuficientemente muestreados se aumenta la intensidad de muestreo, lo que puede suponer un incremento de hasta un 10% en el número de parcelas.

Tras la realización de los trabajos de campo y el análisis de los datos obtenidos se determina el valor medio por estrato del producto K·C·P.

Finalmente, el factor topográfico LS se determina calculando en primer lugar la pendiente y la longitud de ladera en cada punto a partir de un modelo digital de elevaciones, teniendo en cuenta además las condiciones medias del suelo y cubierta en cada estrato, establecidas a partir del muestreo de campo y los análisis de laboratorio.

2.2.3. Levantamiento de parcelas de campo

Se realiza mediante la cumplimentación de un estadillo de campo sobre el que previamente se vuelca la información inicial disponible, extraída tanto del Sistema de Información Geográfica, como de las parcelas coincidentes del Inventario Forestal Nacional.

Los equipos de campo están dirigidos por técnicos forestales y agrícolas y reciben una formación previa que incluye ejercicios prácticos de levantamiento de parcelas.

Inicialmente, se prepara la documentación y el material de campo necesario, incluyendo cartografía básica y temática, ortofotos o imágenes satélite, GPS, teléfono móvil, cámara fotográfica, estadillos, cinta métrica, azada, pico, pala, dinamómetro, bolsas y etiquetas para toma de muestras de suelo, clisímetro o hipsómetro, brújula, lupa cuentahilos, material de escritura, manual de campo, guía botánica, libro de claves y material de seguridad y salud laboral.

Los equipos se desplazan en vehículo todo terreno con conductor, provistos de las oportunas acreditaciones. Además, para facilitar el acceso a todos los puntos, se solicita la colaboración de los servicios forestales y oficinas comarcales agrarias de la provincia.

El proceso que se sigue en el trabajo de campo es el siguiente:

- Identificación del punto de muestreo en cartografía y ortofoto.
- Grabación de las coordenadas del punto en el GPS.
- Determinación de la mejor vía de acceso.
- Acceso al punto, descripción de la vía de acceso y dibujo de croquis.

- Recorrido o visualización de la tesela muestreada en un radio máximo de 0,5 km alrededor del punto, buscando la zona más representativa del estrato.
- Identificación de la parcela y comprobación o corrección de los datos iniciales (vegetación y uso del suelo, litofacies erosiva, pendiente, orientación y altitud).
- Observaciones sobre la cubierta vegetal, por pisos (pies mayores, pies menores, regeneración, matorral y herbáceas): especies, densidad, fracción de cubierta, altura y forma de copa.
- Observaciones para cubiertas agrícolas: riego, rotación, ciclo de cultivo, labores u operaciones, maquinaria, marco de plantación, tratamiento del rastrojo y características del barbecho.
- Prácticas de conservación de suelos: identificación y mediciones.
- Cubierta en contacto con el suelo: cobertura, tipo y espesor.
- Manifestaciones erosivas observadas.
- Intensidad de pastoreo.
- Rugosidad superficial.
- Características del horizonte superficial del suelo (profundidad, humedad, estructura, presencia de raíces), toma de muestra y etiquetado para su posterior análisis.
- Porcentaje estimado de afloramientos rocosos en superficie.
- Eventos anteriores (labores agrícolas, preparación del suelo, cortas, tratamientos selvícolas, incendios, etc.) y tiempo transcurrido.
- Observaciones e incidencias.
- Toma de fotografías.
- Señalamiento de la parcela sobre el terreno.

Paralelamente o con posterioridad se realiza un control de calidad mediante la repetición o realización supervisada de un 10% de las parcelas.

Por otra parte, la Dirección Técnica muestrea al azar algunas de las parcelas estudiadas, contrastando la bondad y exactitud de los datos obtenidos.

Finalmente, tal y como se detalla más adelante, el trabajo de campo incluye también la recopilación de información, por parte de un especialista agrícola, sobre las características de los cultivos de la provincia (rotaciones, labores, etc.), para completar los datos recogidos en el levantamiento de parcelas de cara al cálculo del factor C.

2.2.4. Análisis de muestras de suelo

Todas las muestras de suelo tomadas en campo son enviadas a laboratorios de probada solvencia para el análisis de sus parámetros de textura y materia orgánica, necesarios para la determinación del factor K, así como para la determinación de la biomasa de raíces, necesaria para el cálculo del factor C, del contenido de caliza activa, que interviene en la estimación de la erosión eólica y de la densidad aparente, necesaria para la transformación de las pérdidas de suelo en peso por unidad de superficie a profundidad de suelo erosionada.

2.2.5. Proceso de datos

Paralelamente a la realización del trabajo de campo, se procede a la grabación en base de datos de toda la información recopilada en los estadillos, además de los resultados del laboratorio de análisis de suelos. Esto permite un manejo rápido y eficaz de los datos, así como su posterior almacenamiento.

Una vez grabada toda la información, se realiza un filtrado de la misma, para detectar posibles errores, y se procede al cálculo por parcela de los factores K, C y P del modelo RUSLE.

El proceso completo se esquematiza en la figura 1.

FACTOR K: EROSIONABILIDAD DEL SUELO

El cálculo se basa fundamentalmente en los resultados de los análisis de muestras de suelo por parte del laboratorio, aunque también se tienen en cuenta datos de campo, como por ejemplo la estructura. En la figura 2 queda recogido el proceso de cálculo de forma simplificada.

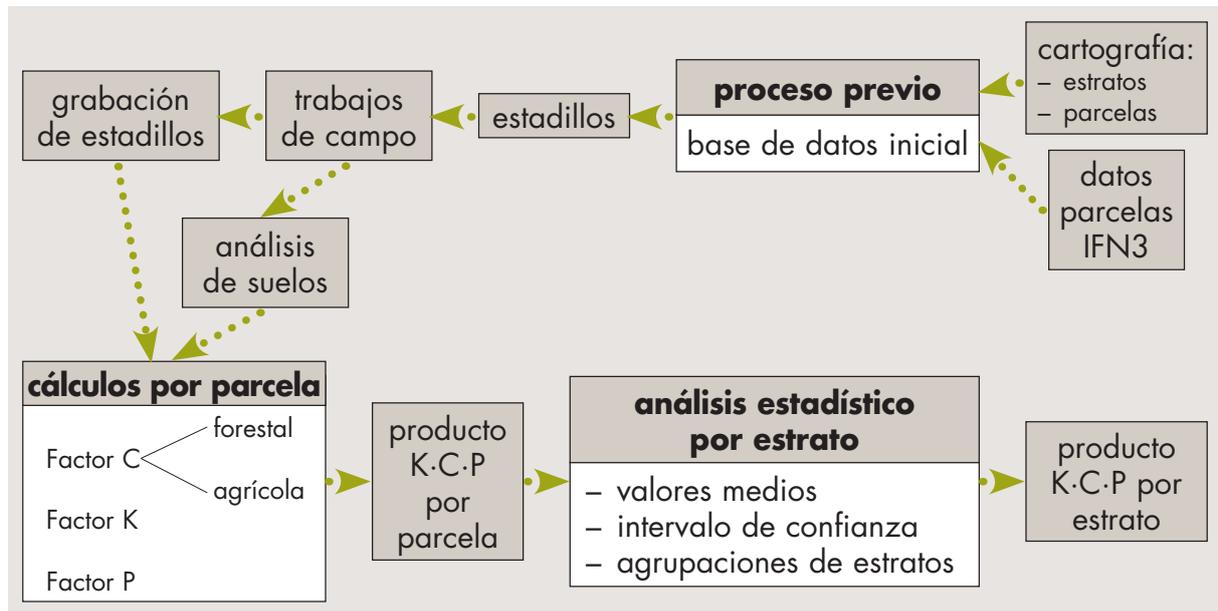


Figura 1. Esquema del proceso de cálculo de los factores K, C y P del modelo RUSLE.

FACTOR P: PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO

Las principales prácticas de conservación del suelo que se tienen en cuenta a la hora de realizar el cálculo de este factor son: cultivo a nivel, cultivo en terrazas, cultivo en bancales, cultivo en fajas y drenajes. Cada una de ellas tiene un tratamiento distinto de cálculo, en el que participan distintos parámetros, como son la altura de los caballones, la separación entre líneas de cultivo, la pendiente, etc. La mayor parte de estos parámetros se toman directamente en campo, aunque también son necesarios cálculos previos de gabinete para obtener, por ejemplo, la escorrentía generada por una tormenta de 10 años de recurrencia. En la figura 3 se expone el esquema del proceso de cálculo de este factor.

FACTOR C: CUBIERTA VEGETAL Y MANEJO

Es el factor más complejo de calcular. El procedimiento de cálculo varía según se trate de cubiertas forestales permanentes o de cubiertas agrícolas variables a lo largo de un ciclo de cultivo.

Es importante resaltar, en ambos casos, la introducción de un nuevo subfactor no considerado en los manuales originales del modelo RUSLE, pero cuya incorporación se ha considerado necesaria para acercar las estimaciones de pérdidas de suelo a la realidad. Dicho subfactor se ha denominado rocosidad y se basa en la disminución proporcional de la erosión debido al porcentaje de suelo cubierto por afloramientos rocosos.

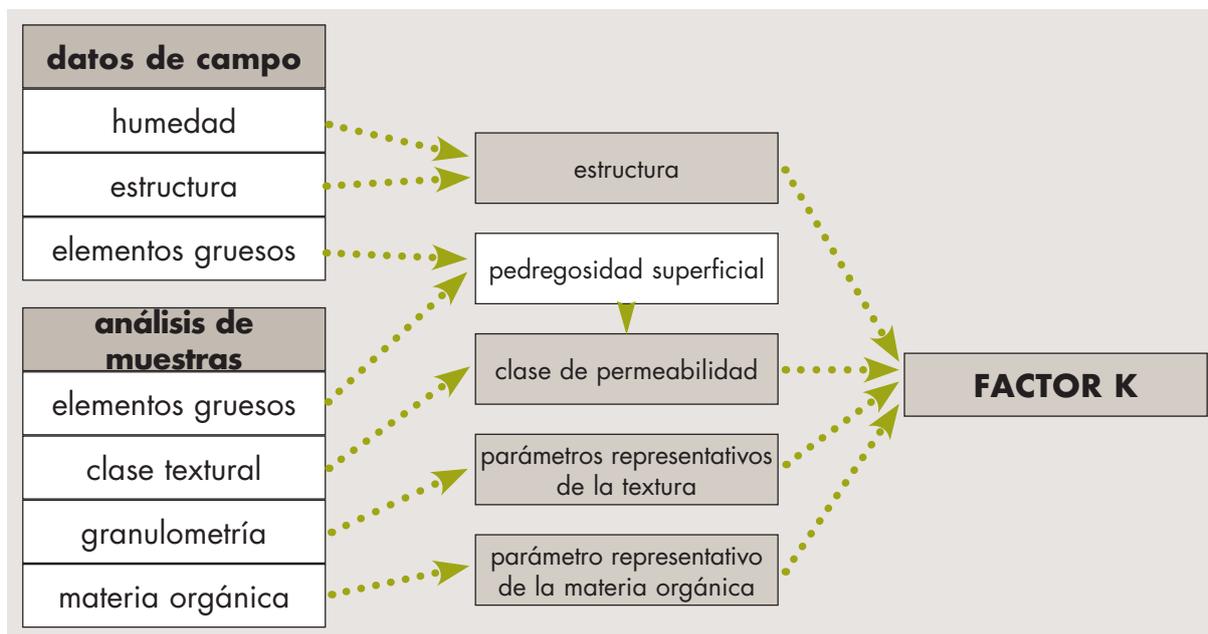


Figura 2. Esquema del proceso de cálculo del factor K.

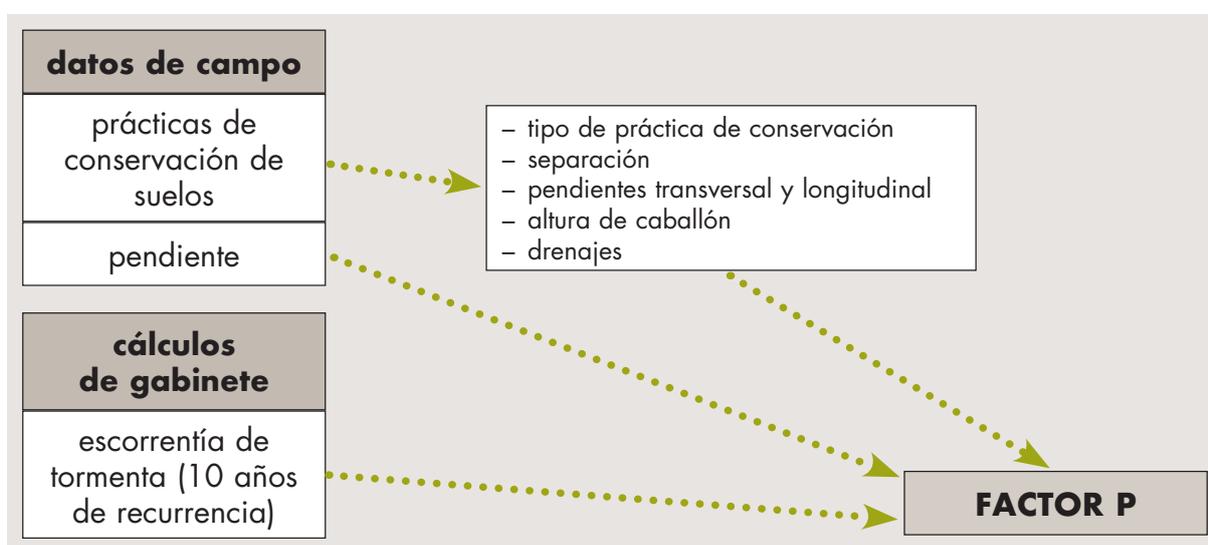


Figura 3. Esquema del proceso de cálculo del factor P.

- Cubiertas permanentes

Debido a la invariabilidad interanual que se supone en las condiciones de estas cubiertas, el cálculo del factor C es más sencillo que en las cubiertas agrícolas puesto que en este caso se calcula un único valor anual para cada subfactor. En la figura 4 se expone el esquema de este proceso de cálculo. En este cálculo se tiene en cuenta

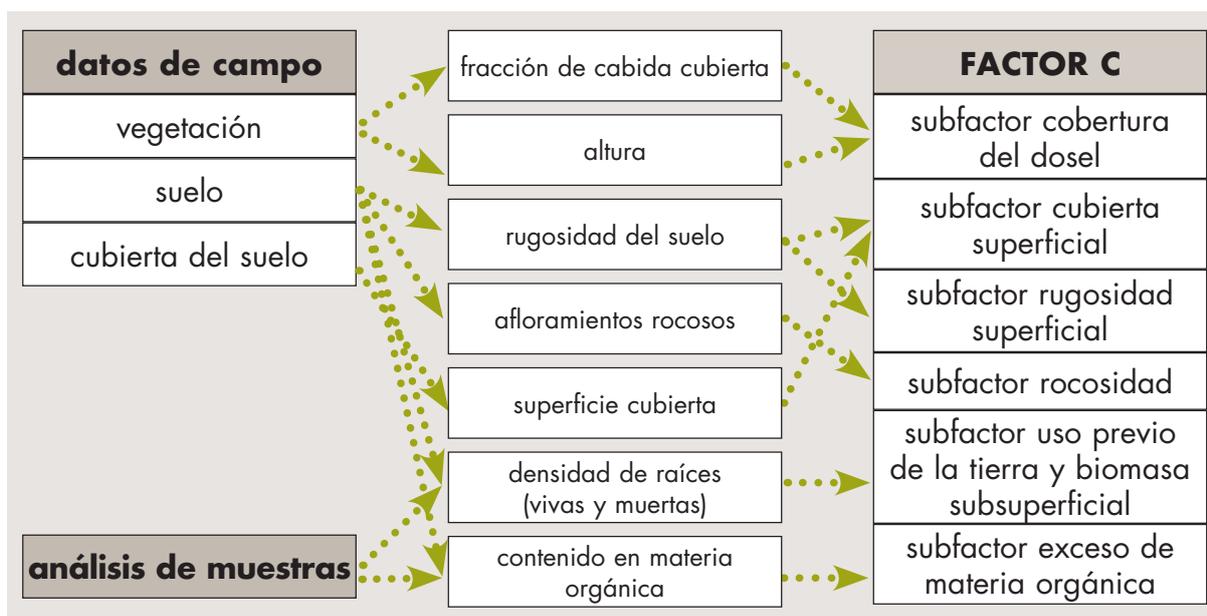


Figura 4. Esquema del proceso de cálculo del factor C en cubiertas permanentes.

la incidencia de los incendios forestales sobre formaciones arboladas cuando su recurrencia estimada, para un municipio y un tipo de formación concretos, es inferior a 10 años. Las estadísticas de incendios forestales proceden del Área de Defensa contra Incendios Forestales de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

– Cubiertas agrícolas

Antes de empezar a procesar los datos para el cálculo del factor C correspondiente a los cultivos agrícolas, un especialista agrícola recopila información acerca de los cultivos de la provincia. Para ello se entrevista con los técnicos de las oficinas comarcales agrarias, con el propósito de conocer de primera mano los siguientes aspectos:

- Fichas de cultivo: se trata de obtener información sobre las labores de cultivo, maquinaria empleada, momento en el que se realizan las labores, alturas y fracciones de cabida cubierta del cultivo en cada periodo de su ciclo, etc. Para ello se encuesta sobre los cultivos más representativos de cada comarca agraria.
- Rotaciones más comunes en la comarca.
- Tratamientos de los residuos de cultivo, métodos de riego, técnicas de mantenimiento más empleadas en los cultivos leñosos de la comarca, etc.

- Realidad agrícola de la comarca: presencia de ganadería, tipos de ayudas a las que se acogen mayoritariamente los agricultores, etc.

A partir de los estadillos de campo y teniendo en cuenta la información previa recopilada, el especialista agrícola determina como punto de partida qué rotación de cultivos puede asignarse a cada parcela, para con posterioridad proceder al cálculo del factor C.

La peculiaridad del cálculo del factor C en las zonas agrícolas es la variabilidad del mismo en el tiempo, imposible de inventariar con un único muestreo, por lo que el especialista debe estimar dichas variaciones a partir de la información recopilada. Para ello se establece una división del año en periodos mensuales o quincenales, en cada uno de los cuales se establecen los valores de los distintos subfactores, expuestos en la figura 4, a los que se suman otros subfactores específicamente agrícolas, como el subfactor que recoge el efecto de los caballones sobre el incremento de la erosión. Finalmente, se calcula el valor medio ponderado de C por parcela, utilizando la distribución anual del factor R como criterio de ponderación.

2.2.6. Análisis estadístico

Con posterioridad al cálculo de los factores K, C y P, se procede a la obtención del producto de los tres factores en cada parcela, determinando el valor medio de dicho producto por estrato.

Una vez realizada esta operación, se evalúan los resultados mediante un análisis estadístico de dispersión, para lo que se aplica la t de Student con los siguientes niveles de confianza: 95, 90 y 80%.

Utilizando como base los niveles de confianza obtenidos con el 95% de probabilidad, se procede al estudio detallado de aquellos estratos en los que aparece una dispersión muy alta, ya sea en valores absolutos o relativos al valor medio. De este estudio se infiere la necesidad de agrupar algunos de dichos estratos con otros de características similares, aun a costa de perder algo de detalle en la cartografía final, obteniendo como resultado una disminución de la dispersión y, por tanto, una mayor fiabilidad de los resultados.

Es importante reseñar que, debido a la propia naturaleza de algunos estratos, que es diversa, muchos de los valores obtenidos presentan una variabilidad que no es más que un reflejo de la diversidad en el medio natural de las múltiples variables, unas 200 en total, que intervienen en el cálculo de los tres factores.

2.2.7. Cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados

Una vez establecidos los valores medios por estrato del producto $K \cdot C \cdot P$, e incorporados al Sistema de Información Geográfica, se superpone la cobertura de estratos con las correspondientes a los factores R y LS . Multiplicando los cinco factores, se obtiene la estimación de pérdidas de suelo en cada elemento o "píxel" del territorio, en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

Las pérdidas de suelo obtenidas se agrupan en niveles erosivos, elaborándose la correspondiente salida gráfica y la tabla de superficies (ha), pérdidas ($t \cdot año^{-1}$) y pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$).

Una vez analizados los resultados y efectuadas las oportunas correcciones, se cruza la cobertura de pérdidas y niveles erosivos con otro tipo de información, para obtener las tablas correspondientes de superficies y/o pérdidas de suelo.

2.2.8. Tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo

La evaluación de la tolerancia a las pérdidas de suelo en un terreno, elemento básico para la ordenación agrohidrológica, depende de diversos factores, tales como la profundidad del suelo y del horizonte orgánico superficial, sus propiedades físicas, el desarrollo de los sistemas radicales de la vegetación, las pérdidas de nutrientes y sementeras, etc.

En términos agronómicos, puede definirse la pérdida tolerable de suelo como la tasa máxima de erosión permisible para que la fertilidad del suelo pueda mantenerse durante unos 25 años. Así, por ejemplo, una pérdida media anual de suelo de $12 t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ con una densidad media del horizonte superficial de $1,2 t \cdot m^{-3}$ supone una pérdida media anual de suelo de 1 mm. Si se asume que la mayor parte de la fertilidad del suelo reside en este horizonte orgánico superficial, las pérdidas anteriores serían tolerables en un suelo con una profundidad del horizonte orgánico igual o superior a 2,5 cm.

Sin embargo, en un suelo con una profundidad del horizonte fértil de sólo 1 cm, suponiendo la misma densidad media, las pérdidas tolerables serían tan sólo de unas $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$.

Partiendo de los razonamientos anteriores, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos no solo se limita a estimar las pérdidas medias anuales de suelo mediante el modelo RUSLE, sino que trata de clasificar cualitativamente los niveles de erosión obtenidos en función de la fragilidad del suelo, definida basándose en la profundidad media del horizonte orgánico superficial, estimada a su vez a partir de las observaciones en las parcelas de campo.

Esta clasificación se ha realizado sobre la base de la estratificación del territorio, obteniendo, para cada estrato, la profundidad media del horizonte orgánico. Del mapa de pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros se obtienen las pérdidas medias de suelo por estrato, que pueden transformarse en $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$ teniendo en cuenta la densidad aparente media del horizonte orgánico por estrato, calculada a partir de los análisis de laboratorio. La comparación de los valores de profundidad y pérdidas medias por estrato permite estimar la vida útil del horizonte orgánico del suelo en años, pudiendo realizar una primera clasificación cualitativa de la erosión por estrato en función de esta vida útil según la tabla siguiente:

Clasificación cualitativa de la erosión	Vida útil (años)
Nula	—
Muy leve	>100
Leve	≥ 50 y ≤ 100
Moderada	≥ 25 y < 50
Grave	≥ 10 y < 25
Muy grave	<10

La erosión se cualifica como “Nula” únicamente en el caso de que la estimación de pérdidas de suelo sea de $0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, lo cual, dejando aparte terrenos artificiales, láminas de agua y humedales, se produce generalmente en zonas de muy alta rocosidad.

Esta clasificación cualitativa inicial se modifica para tener en cuenta la existencia de suelos muy delgados, y por lo tanto, muy sensibles a la erosión, detectados en las parcelas de campo cuando se llega a la roca madre antes de los 25 cm de profundidad. Así, cuando en un estrato aparece más de un 66% de las parcelas con estas características se aumenta en dos grados la clasificación cualitativa de la erosión, y cuando aparece entre un 33% y un 66% de las parcelas, se aumenta solamente un grado.

No obstante, se realiza una corrección de esta clasificación cualitativa en función de los valores absolutos de pérdidas de suelo medias por estrato en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, puesto que tasas muy pequeñas de erosión, aun en suelos muy someros, no pueden considerarse graves, puesto que sus efectos son susceptibles de corregirse a corto plazo por la propia génesis natural del suelo o por mejoras artificiales, como son las enmiendas orgánicas y las fertilizaciones.

Por esta razón, partiendo de estudios anteriores, se establece un valor mínimo de pérdidas de suelo en cada categoría, quedando la clasificación cualitativa definitiva establecida según los criterios que muestra la tabla siguiente:

Clasificación cualitativa de la erosión	Vida útil (años)	Pérdidas mínimas ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)
Nula	—	—
Muy leve	>100	—
Leve	≥ 50 y ≤ 100	1
Moderada - Leve	≥ 25 y < 50	2
Moderada - Grave	≥ 25 y < 50	5
Grave	≥ 10 y < 25	8
Muy grave	<10	12

De esta forma, si un estrato queda encuadrado en un grado determinado en función del criterio de vida útil, pero no cumple la tasa mínima de erosión, pasa al grado inferior más próximo para el que cumpla el valor mínimo.

2.2.9. Comparaciones

Se realiza la comparación entre los resultados obtenidos en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos de la provincia en estudio y en el Mapa de Estados Erosivos. Dicha comparación sólo se realiza para erosión laminar y en regueros, pues es el único tipo de erosión que contemplaba el Mapa de Estados Erosivos.

2.2.10. Erosión potencial (laminar y en regueros)

Se entiende por erosión potencial aquella que tendría lugar teniendo en cuenta exclusivamente las condiciones de clima, geología y relieve, es decir, sin tener en cuenta la cobertura vegetal ni sus modificaciones debidas a la acción humana.

En consecuencia, la erosión potencial permite aproximarse a lo que sucedería si en una determinada zona desapareciera la cubierta vegetal, si bien este dato debe matizarse en función de la capacidad de recuperación de la vegetación, determinada fundamentalmente por las condiciones climáticas (sequía, frío,...), ya que los efectos de esa supuesta desaparición de la vegetación serán más o menos duraderos y, por tanto, más o menos graves, dependiendo del tiempo que tarde en recuperarse la cubierta.

El objetivo de este apartado es, por tanto, realizar una clasificación de la superficie en función de la potencialidad a presentar erosión laminar o en regueros. Para ello se han considerado únicamente los tres factores del modelo RUSLE que caracterizan dicha potencialidad: el índice de erosión pluvial (R), la erosionabilidad del suelo (K) y la topografía (LS), agrupando los resultados obtenidos (pérdidas potenciales de suelo, en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) en niveles erosivos, tal y como se realiza con la estimación de pérdidas actuales.

Por otra parte, como ya se ha dicho, debe matizarse este resultado en función de la capacidad climática de recuperación natural de la vegetación, que se estima a partir de la clasificación en subregiones fitoclimáticas, siguiendo el siguiente criterio:

Subregiones fitoclimáticas	Capacidad climática de recuperación de la vegetación
VI(IV) ₄ , VI(VII), VI(V), VI, VIII(VI)	Alta
IV(VI) ₂ , VI(IV) ₁ , VI(IV) ₂ , VI(IV) ₃ , X(VIII), X(IX) ₁	Media
III(IV), IV(III), IV ₁ , IV ₂ , IV ₃ , IV ₄ , IV(VI) ₁ , IV(VII), X(IX) ₂	Baja

2.2.11. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros

Existen suelos esqueléticos y suelos ya muy degradados por erosión laminar y en regueros, donde las tasas de erosión actual calculadas son normalmente muy bajas debido, fundamentalmente, a la elevada pedregosidad del suelo, tanto en superficie como en los horizontes superiores. No obstante, es interesante señalar de alguna forma la presencia de estos suelos que, aunque no presenten tasas de erosión actuales cuantitativamente e incluso cualitativamente importantes, sí pueden ser indicativos de procesos erosivos pasados y, sobre todo, son terrenos muy a tener en cuenta a la hora de planificar actuaciones de restauración, pues en gran parte son terrenos cuya recuperación es aún posible y debe considerarse prioritaria.

Es por esto que el Inventario Nacional de Erosión de Suelos trata de aproximarse a la identificación de dichos suelos, a efectos de cubrir en toda su amplitud el fenómeno erosivo, ya sea en sus manifestaciones presentes (pérdidas de suelo actuales), posibles manifestaciones futuras (erosión potencial) o probables efectos del pasado (suelos esqueléticos y/o degradados). Para ello se utiliza como base la zonificación del territorio en estratos (que pueden asimilarse a unidades ambientales homogéneas a escala provincial en cuanto al binomio suelo-vegetación) y se tienen en cuenta los valores medios por estrato de los siguientes cinco datos, procedentes de campo o de laboratorio, que pueden considerarse, según expertos consultados, parámetros indicadores de suelos esqueléticos y/o degradados por erosión:

- Afloramientos rocosos en superficie, medidos en porcentaje de superficie cubierta en la parcela.
- Pedregosidad superficial, medida en porcentaje de superficie cubierta en la parcela.
- Porcentaje de parcelas con suelo somero (profundidad inferior a 25 cm).
- Porcentaje en peso de elementos gruesos en los 10 cm superiores del suelo.
- Contenido en materia orgánica (porcentaje en peso) en los 10 cm superiores del suelo.

Tras analizar los datos disponibles en territorios representativos de distintas condiciones ecológicas, el criterio que se adopta para calificar un estrato como representativo de un suelo esquelético y/o degradado por erosión es el de que al menos tres de los cinco parámetros anteriores superen ciertos valores umbrales (o no superen en el caso del contenido en materia orgánica).

De esta forma, se obtiene una serie de estratos, cuya superficie total, en valor absoluto y en porcentaje respecto a la superficie erosionable provincial, es un indicador del estado de degradación del suelo por erosión en cada provincia.

Aparte de esta superficie, se considera también en este apartado, de forma independiente, la de aquellos estratos a los que se les da la consideración de “desiertos y semidesiertos de vegetación con predominio de afloramientos rocosos”, en virtud de la información procedente tanto del Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50) como de las parcelas de campo, pues se trata siempre de estratos donde la media del porcentaje de superficie cubierta por afloramientos rocosos es igual o superior al 80%. Dichos estratos, donde la erosión actual calculada es siempre nula, pueden considerarse como terrenos donde, de haber existido suelo alguna vez, éste ha sufrido una degradación de tal intensidad que puede calificarse como irreversible, esto es, suelos irrecuperables en una escala temporal humana.

2.3. Erosión en cárcavas y barrancos

El objetivo perseguido por este módulo es la identificación de estas formas de erosión que no son contempladas por el modelo RUSLE, pero sí son visibles en fotografías aéreas. Para ello se procede a la fotointerpretación de pares estereoscópicos de dichas fotografías y a la digitalización de las zonas de erosión mediante el software SOCET SET que permite la estereoscopía en formato digital.

En Ciudad Real se han utilizado fotografías aéreas digitales con una resolución de 0,45 m correspondientes a vuelos realizados en junio del 2015.

Tras la identificación de una zona de erosión en los pares estereoscópicos se digitaliza su contorno. La digitalización se realiza a una escala aproximada de 1:20.000, siendo la superficie mínima considerada para marcar una zona de cárcavas de 25 ha.

La superficie identificada como zona de cárcavas se marca con una línea envolvente cerrada lo más suave y adaptada al terreno posible. Es frecuente que las superficies de erosión estén compuestas por una red densa de cauces con las márgenes claramente acaravadas. En estos casos el criterio de digitalización consiste en englobar dichos cauces si la distancia entre ellos es menor de 100 m, mientras que cuando la separación entre cauces es superior, se marcan de forma independiente.

El trabajo cartográfico final consiste en la incorporación al sistema de información geográfica de la cartografía de zonas erosivas, en formato digital, junto con los campos esenciales de la base de datos asociada, con el fin de poderla representar en una salida gráfica y cruzarla con otro tipo de información (divisiones administrativas, unidades hidrológicas, otras formas de erosión, etc.).

2.4. Movimientos en masa (erosión en profundidad)

El objetivo que se pretende consiste en realizar una zonificación del territorio según dos criterios:

1. Grados o niveles de potencialidad del territorio para que sucedan movimientos en masa:
 - nula o muy baja
 - baja o moderada
 - media
 - alta
 - muy alta
2. Tipología predominante de movimientos en masa en zonas de potencialidad media, alta o muy alta:
 - derrumbes en general (desprendimientos, vuelcos, hundimientos,...)
 - deslizamientos (rotacionales y traslacionales)
 - flujos (reptaciones, solifluxiones, flujos de tierra,...)
 - complejos o mixtos (avalanchas, corrientes de lodo,...)

Para obtener el grado o nivel de potencialidad se cruzan las siguientes capas o niveles informativos:

- potencialidad básica
- sismicidad
- recopilación bibliográfica de movimientos en masa (Catálogo de Riesgos Geológicos del Instituto Geológico y Minero de España, IGME; Mapa Geotécnico 1:200.000, Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal; Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación)

El grado o nivel de potencialidad lo determina fundamentalmente la potencialidad básica, que es aumentada si existen antecedentes bibliográficos o si se trata de una zona de alto riesgo sísmico.

El riesgo sísmico se establece a partir de los valores de la aceleración sísmica básica que define la Norma de Construcción Sismorresistente (figura 5).

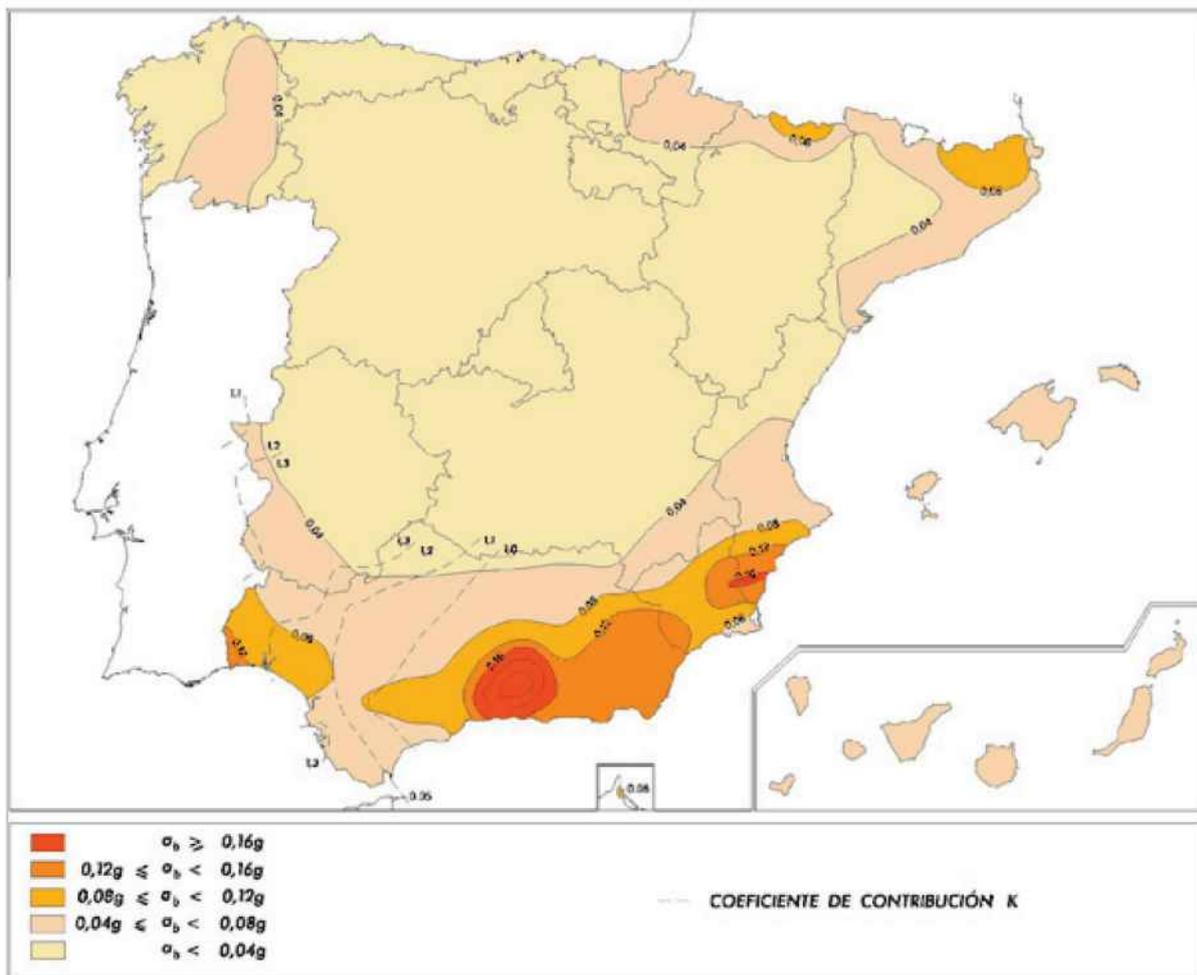


Figura 5. Mapa sísmico de la Norma de Construcción Sismorresistente.

Sobre la base de la experiencia acumulada por distintos organismos e instituciones en estudios similares, se obtienen los factores que influyen en la potencialidad básica, así como sus correspondientes pesos. En consecuencia, la potencialidad básica se obtiene cruzando tres capas informativas con distintos pesos (litofacies, 50%; pendiente, 30% y pluviometría, 20%), a las que se asignan valores según que las características sean más o menos favorables a los movimientos. Los valores de las tres capas se suman y se establecen rangos de los resultados obtenidos, que se correlacionan con los niveles o grados de potencialidad. A continuación se exponen los valores correspondientes a los factores que influyen en la potencialidad básica:

- Factor litología:

Litofacies	Valor
No favorable	0
Muy poco favorable	1
Poco favorable	2
Medianamente favorable	3
Favorable	4
Muy favorable	5

- Factor pendiente:

Pendiente	Valor
Baja ($\leq 15\%$)	0
Media (> 15 y $\leq 30\%$)	1
Alta (> 30 y $\leq 100\%$)	2
Muy alta o escarpes ($> 100\%$)	3

- Factor pluviometría. Además de considerar la pluviometría media anual, claramente correlacionable con las zonas de movimientos en masa, se contempla la torrencialidad de las precipitaciones:

Precipitación media anual (mm)	*T10 (mm)	Valor
≤ 600	≤ 100	0
≤ 600	> 100	1
> 600 y ≤ 1.200	≤ 100	1
> 600 y ≤ 1.200	> 100	2
> 1.200	Cualquiera	2

*T10: precipitación máxima en 24 horas para 10 años de recurrencia

El rango de valores para asignar la potencialidad básica es:

Potencialidad básica	Valor
Nula o muy baja	0-1
Baja o moderada	2-3
Media	4-5
Alta	6-7
Muy alta	8-9-10

La tipología se obtiene de analizar las características de las formaciones geológicas o unidades cartográficas del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (Serie MAGNA 50):

- Tipo geotécnico (suelo blando, suelo duro, roca blanda o roca dura).
- Estructura: abundancia y disposición de discontinuidades (estratificación, esquistosidad, fracturación,...).
- Homogeneidad o heterogeneidad de la formación.
- Potencia o espesor.
- Textura o granulometría (fina, media, equilibrada o gruesa).

En la figura 6 se esquematiza la metodología anterior:

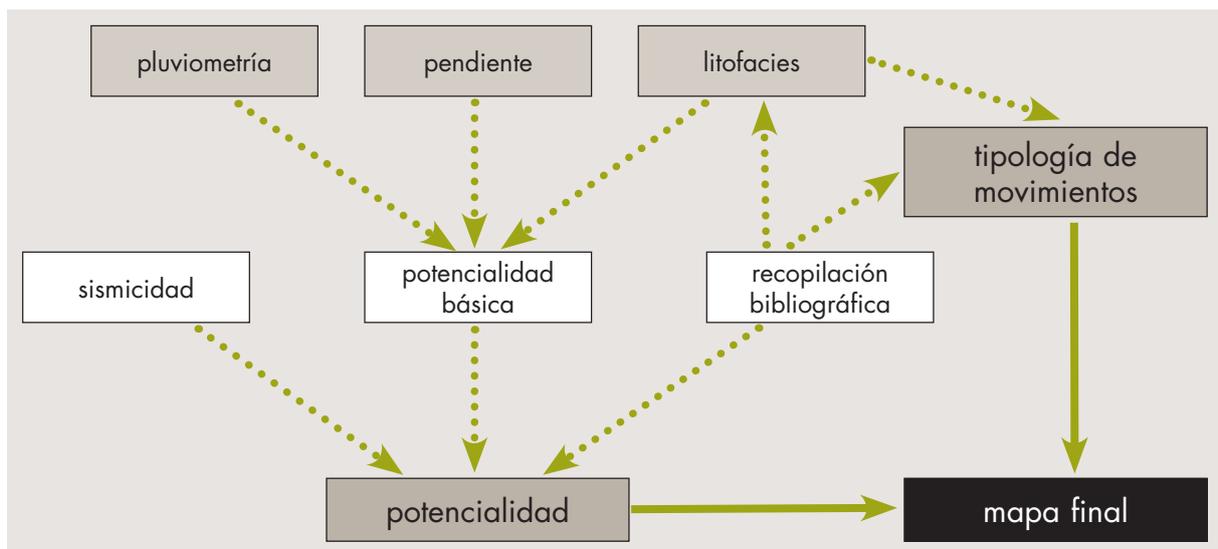


Figura 6. Esquema de la metodología para inventariar las zonas potenciales de movimientos en masa.

2.5. Erosión en cauces

El objetivo de este módulo es realizar una clasificación cualitativa de las unidades hidrológicas en que se encuentra dividido el territorio en función del grado de susceptibilidad a presentar fenómenos torrenciales de erosión a lo largo de su red de drenaje.

De acuerdo con las leyes de la Hidráulica, los principios físicos que rigen el dinamismo torrencial en los cauces se basan en la comparación de dos valores para cada sección del mismo: la tensión tractiva o de arrastre, que arranca y transporta los materiales del lecho, principalmente en forma de acarrees (τ); y la tensión límite o crítica, que se opone a la anterior y resulta de la resistencia que presentan los materiales a dicho arranque y transporte ($(\tau_o)_{cr}$).

La función que rige la tensión tractiva se expresa de la forma:

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot I$$

siendo:

- γ : peso específico del agua
- R: radio hidráulico de la sección
- I: pendiente del cauce

Por su parte, la tensión límite o crítica tiene por expresión:

$$(\tau_o)_{cr} = \Psi \cdot (\gamma_m - \gamma) \cdot d$$

siendo:

- Ψ : coeficiente que varía según distintas experiencias y autores
- d: diámetro característico de los materiales del lecho
- γ_m : peso específico de los materiales del lecho

La comparación de ambos valores existentes en un curso de agua, para una misma sección, en un momento dado, califica su estado torrencial, que tendrá lugar siempre que $\tau > (\tau_o)_{cr}$.

En base a la experiencia práctica obtenida a través del estudio de los fenómenos torrenciales en numerosas cuencas representativas de las diferentes condiciones existentes en el territorio nacional, realizado en el marco de los proyectos de restauración hidrológico-forestal, para estimar el riesgo de erosión en cauces existente en una unidad hidrológica, se le asigna, a cada uno de los factores que intervienen en el proceso torrencial, un valor medio por unidad. Dichos factores son los que intervienen en las expresiones de tensión tractiva y tensión crítica. El primero de ellos, el peso específico del agua (γ), depende de la cantidad de arrastres de la corriente, la cual es directamente proporcional, por un lado, al grado de *erosión laminar* existente

en la cuenca, y por otro, a la propensión de la misma a presentar *movimientos en masa*. La pendiente del cauce (I) se estima en función de la pendiente media del terreno de la unidad hidrológica. El radio hidráulico de la sección (R) depende del caudal circulante, a su vez directamente relacionado con la *intensidad de la precipitación*, para lo que se utiliza el valor de la precipitación máxima en 24 horas con periodo de retorno de 100 años (T100). En cuanto a los factores específicos que se oponen a la tensión de arrastre, el diámetro (d) y peso específico de los materiales (γ_m) dependen directamente de la *litología* existente, por lo que se estima, en función de las clases geológicas presentes, un valor medio de la misma.

A continuación, para cada uno de estos factores se señala la clasificación establecida y los valores asignados a cada intervalo. Mediante la combinación de todos ellos se obtiene, finalmente, el riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

– *Factor pendiente:*

Pendiente (%)	Valor
≤5	1
>5 y ≤10	2
>10 y ≤20	3
>20 y ≤30	4
>30 y ≤50	5
>50	6

– *Factor litología.* En primer lugar, a cada litofacies presente en la unidad hidrológica se le asigna un valor según la tabla siguiente, en la que las distintas litofacies están agrupadas según el grado de erosionabilidad de los materiales:

Litofacies	Erosionabilidad	Valor
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	Baja	1
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	Baja	1
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	Media	2
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes	Media	2
Formaciones volcánicas recientes	Media	2
Formaciones volcánicas antiguas	Media	2
Formaciones superficiales no consolidadas	Alta	3
Formaciones superficiales consolidadas	Alta	3
Rocas sedimentarias blandas	Alta	3
Depósitos antrópicos	Alta	3

Posteriormente se calcula la media ponderada de estos valores en función de la superficie existente de cada tipo. El valor y calificación que finalmente se asigna a la unidad hidrológica en función de esta media ponderada se da a continuación:

Media ponderada	Erosionabilidad	Valor
>1,00 y ≤1,66	Baja	1
>1,66 y ≤2,33	Media	2
>2,33 y ≤3,00	Alta	3

– *Factor intensidad de precipitación:*

T100 (mm)	Valor
≤50	1
>50 y ≤100	2
>100 y ≤150	3
>150 y ≤200	4
>200	5

– *Factor erosión laminar:*

Erosión laminar (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Valor
≤5	1
>5 y ≤10	2
>10 y ≤25	3
>25 y ≤50	4
>50 y ≤100	5
>100 y ≤200	6
>200	7

– *Factor movimientos en masa.* En primer lugar, a cada nivel de potencialidad se le asigna un valor según la tabla siguiente:

Potencialidad de movimientos en masa	Valor
Nula o muy baja	1
Baja o moderada	2
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

Posteriormente, igual que en el factor *litología*, en cada unidad hidrológica se calcula la media ponderada de estos valores en función de la superficie existente de

cada nivel. El valor y calificación que finalmente se asigna a la unidad hidrológica en función de esta media ponderada se da a continuación:

Media ponderada	Potencialidad de movimientos en masa	Valor
>1 y ≤2	Baja o moderada	1
>2 y ≤3	Media	2
>3 y ≤4	Alta	3
>4 y ≤5	Muy alta	4

Una vez asignado un valor a todos los factores para cada unidad hidrológica, éstos deben combinarse entre sí para obtener el valor cualitativo final del riesgo de erosión en cauces. La combinación de dos factores entre sí supone la suma de los valores que cada factor tiene en cada unidad hidrológica y se realiza de la siguiente manera: factor *pendiente* y factor *litología* se combinan para obtener el factor combinado *geomorfología*. A su vez, el factor *erosión laminar* se combina con el factor *movimientos en masa* para obtener el factor conjunto que se denomina *erosión en laderas*, que a su vez se combina con el factor *intensidad de precipitación* obteniendo el factor conjunto *erosión en laderas y pluviometría*. Por último, en cada unidad hidrológica se combinan el factor *geomorfología* y el factor *erosión en laderas* y *pluviometría*, dando como resultado un valor cualitativo de *riesgo de erosión en cauces*. En la figura 7 se resume el proceso seguido.

Dado que el presente trabajo se realiza con ámbito provincial, algunas unidades hidrológicas han quedado divididas por el límite administrativo. En este caso, los factores de cálculo se han obtenido para la superficie de dichas unidades hidrológicas incluida en la provincia estudiada.

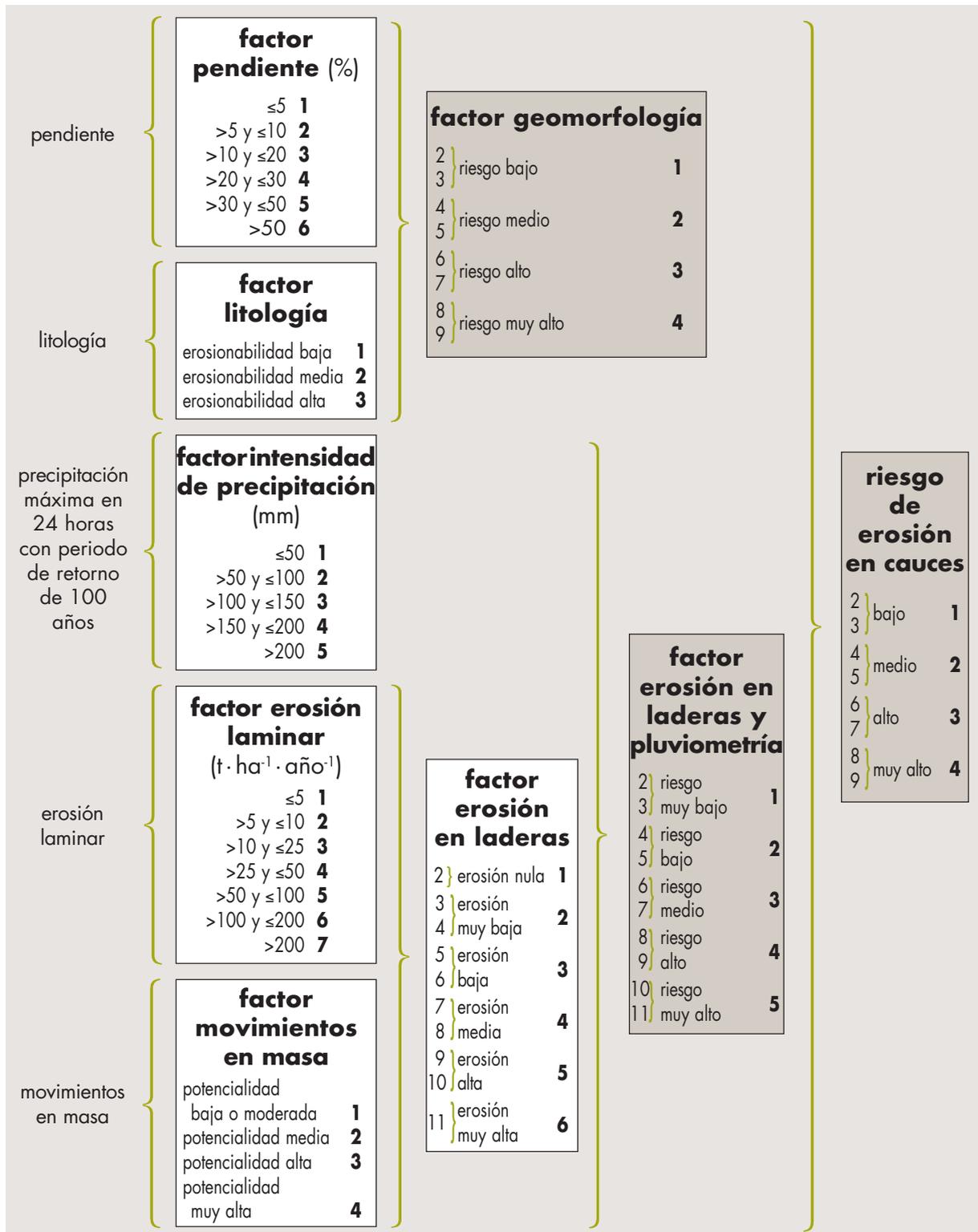


Figura 7. Esquema del proceso seguido para asignar un valor de riesgo de erosión en cauces en una unidad hidrológica.

2.6. Erosión eólica

Para la realización de este estudio se sigue la metodología desarrollada en la Estación Experimental del Zaidín (CSIC), expuesta en la publicación "Métodos para el estudio de la erosión eólica" (1991) de J. Quirantes Puertas. Debido a que las causas determinantes de la erosión eólica son múltiples y actúan formando un entramado de situaciones y factores difíciles de delimitar, y al hecho de la no existencia de una red nacional suficientemente amplia de estaciones meteorológicas que aporten datos sobre los vientos, esta metodología no permitirá, a priori, cuantificar la erosión eólica, pero sí cualificarla y diferenciar áreas o paisajes erosivos diferentes.

Para definir el ámbito de estudio se identifican en primer lugar las denominadas "áreas de deflación", caracterizadas por una pendiente inferior al 10% y una superficie mínima de 2.500 ha, que representan aquellas áreas susceptibles de sufrir erosión eólica. En ellas se estudian los factores viento, vegetación y suelo, siguiendo la metodología indicada, para obtener la clasificación final de las mismas en función del riesgo de erosión eólica.

A las zonas exteriores a estas áreas de deflación se les asigna directamente el valor más bajo de riesgo.

El factor viento se extrae del Mapa Eólico Nacional de la Agencia Estatal de Meteorología, a escala 1:1.000.000 (figura 8).

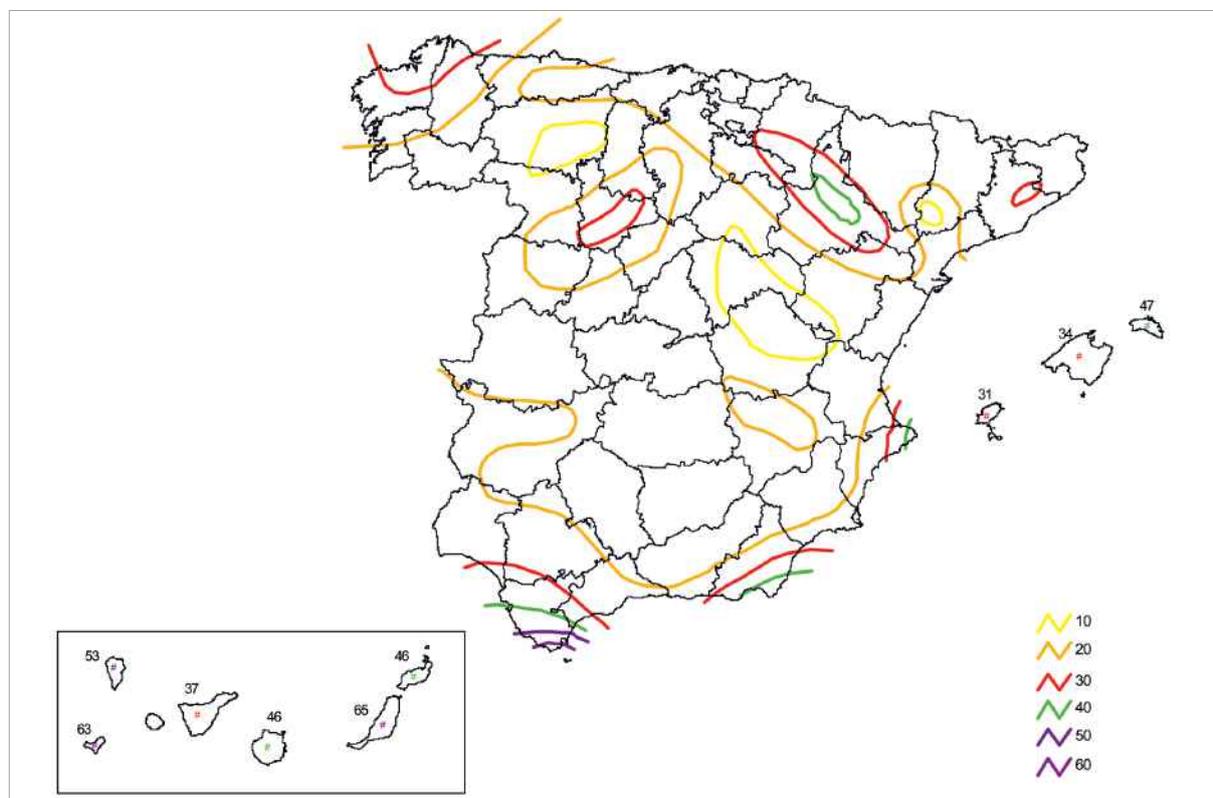


Figura 8. Mapa Eólico Nacional (Agencia Estatal de Meteorología).

Una vez digitalizado el mapa, se han reclasificado los valores de la frecuencia de vientos fuertes en seis intervalos iguales, a los que se les ha dado su correspondiente valor de *índice de viento* (IV):

Días/año con velocidad de viento superior a 5 m·s ⁻¹	Índice de viento
≤19	1
>19 y ≤28	2
>28 y ≤37	3
>37 y ≤46	4
>46 y ≤55	5
>55	6

A continuación se analiza el factor *vegetación*, determinante en el grado de erosión eólica existente en una determinada zona, al actuar la cubierta vegetal como barrera protectora ante la acción del viento. Para ello, se parte de la cartografía existente sobre vegetación y de la información tomada en los trabajos de campo. Así, a cada parcela de estudio se le asigna un valor de *índice de protección* (IP) en función del tipo de vegetación (Sierra et ál., 1991):

Vegetación	Índice de protección
Arbolado denso	0,7
Arbolado claro	0,5
Matorral denso	0,7
Matorral claro	0,5
Herbazal	0,6
Cultivo de regadío	0,7
Cultivo de secano	0,3
Espartizal	0,3
Improductivo	0,2

Por último se realiza el estudio del factor suelo, para cada parcela de campo, en dos aspectos: *erosionabilidad textural* y *erosionabilidad analítica*, ambos obtenidos a partir de los análisis de suelos realizados en laboratorio.

- El grado de *erosionabilidad textural* se obtiene mediante la conjunción de, por un lado, el porcentaje de arcilla y limo, y por otro, el porcentaje de gravas existente en el suelo. Estos valores se dividen en intervalos, a cada uno de los cuales se le asigna un determinado índice:

Contenido en arcilla (%)	Índice
>7,13	1
$\geq 4,55$ y $\leq 7,13$	2
<4,55	3
Contenido en limo (%)	Índice
>43	1
≥ 25 y ≤ 43	2
<25	3
Contenido en grava (%)	Índice
>60	1
>50 y ≤ 60	2
>40 y ≤ 50	3
>30 y ≤ 40	4
>20 y ≤ 30	5
≤ 20	6

- El grado de *erosionabilidad analítica* se obtiene a través de los datos de contenido de caliza activa y de materia orgánica de las muestras de suelo. Los intervalos y valores asignados son los siguientes:

Contenido de caliza activa (%)	Índice
≤ 1	1
>1 y ≤ 3	2
>3 y ≤ 10	3
>10 y ≤ 30	4
>30 y ≤ 50	5
>50	6
Contenido de materia orgánica (%)	Índice
>4	1
>2,4 y ≤ 4	2
>1,5 y $\leq 2,4$	3
>0,8 y $\leq 1,5$	4
$\leq 0,8$	5

De la conjunción de los valores de erosionabilidad textural y de erosionabilidad analítica se obtiene un *índice de erosionabilidad general* (leg) para cada parcela del Inventario.

A continuación, se calcula el *índice de erosión eólica* (IE) en cada parcela, a través de la expresión:

$$IE = leg - (3 \cdot IP)$$

Una vez calculado este valor por parcela, se tiene en cuenta la estratificación de la provincia en estudio (módulo de erosión laminar y en regueros), para obtener un valor medio del *índice de erosión eólica* por estrato. Finalmente, de la combinación de este último índice (IE) y el de viento (IV) se obtiene el valor de *riesgo de erosión eólica*.

A continuación se presenta un esquema de todo el proceso (figura 9).

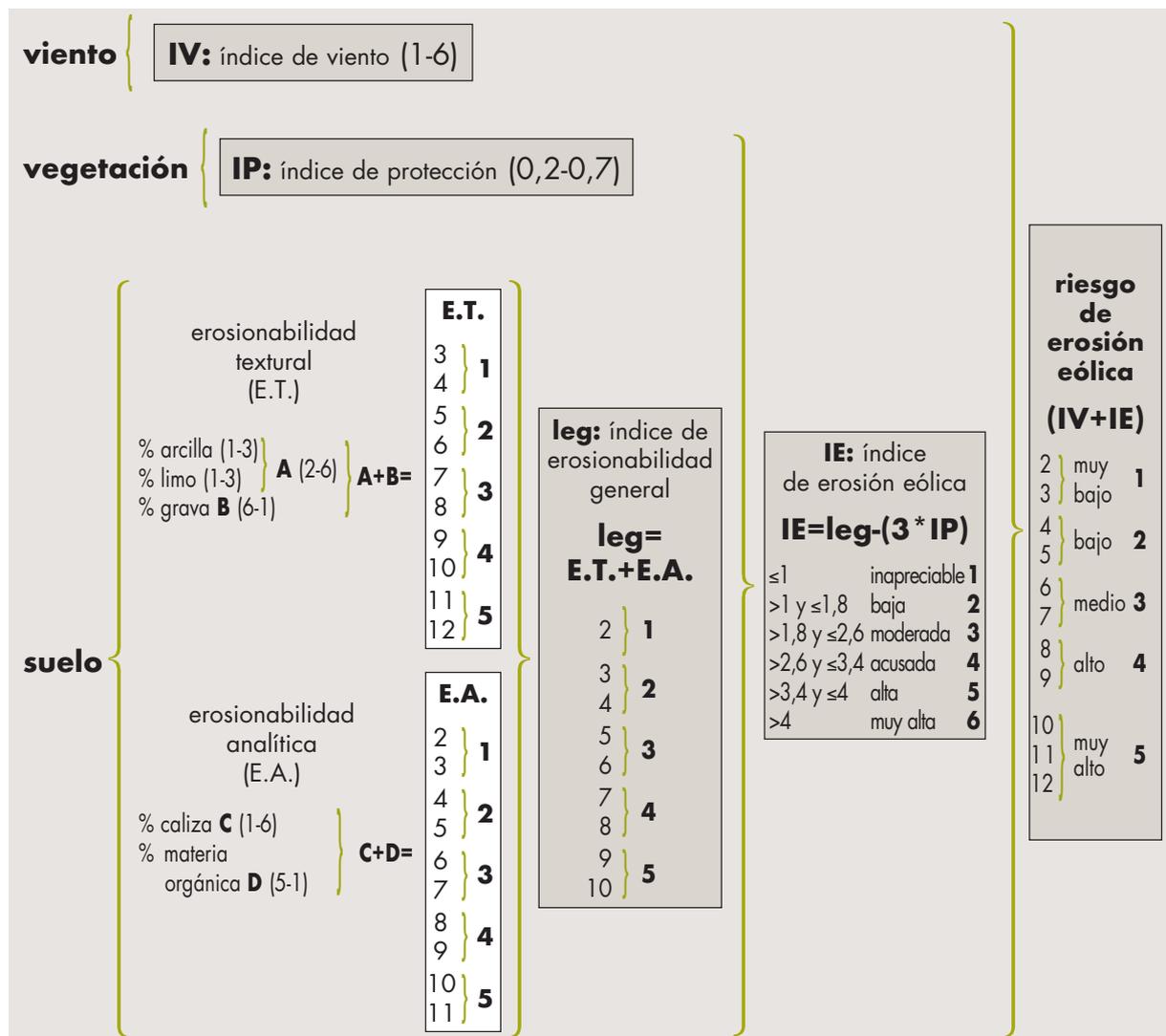
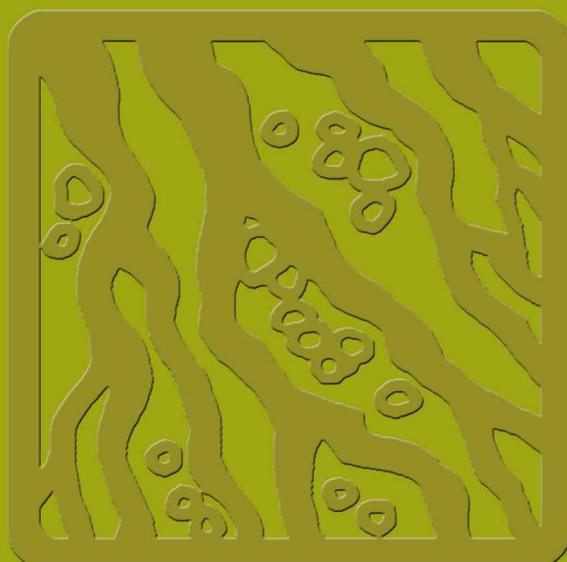


Figura 9. Esquema del cálculo del riesgo de erosión eólica en áreas de deflación.



3. Erosión laminar y en regueros en Ciudad Real



Desde los puntos de vista cuantitativo y cualitativo, la erosión hídrica superficial de tipo laminar o en regueros es la que más interesa por su influencia en la degradación de los sistemas naturales, la pérdida de productividad de la tierra y la alteración de los procesos hidrológicos, especialmente cuando se considera la erosión acelerada antrópicamente, que es la que ocasiona las grandes pérdidas de suelo y está propiciada fundamentalmente por la roturación de terrenos en pendiente, la aplicación indiscriminada de prácticas agropecuarias inadecuadas, la deforestación o las grandes obras públicas.

Dada la importancia relativa que tiene esta forma de erosión, este trabajo busca no sólo la identificación de las zonas sometidas a estos procesos, sino también la estimación cuantitativa de las pérdidas de suelo que origina, mediante la aplicación de un modelo adecuado, para así obtener una cartografía de niveles erosivos actuales.

Tal y como se explica en la Metodología, la erosión laminar y en regueros se estima de forma cuantitativa mediante la aplicación del modelo RUSLE, que permite determinar las pérdidas de suelo medias anuales por unidad de superficie.

Para su representación y análisis se agrupan los valores de pérdidas medias de suelo, obtenidos en cada unidad elemental del territorio, en intervalos fijos denominados niveles erosivos.

El reparto porcentual de la superficie geográfica entre los diferentes niveles erosivos constituye, por tanto, el indicador principal que se proporciona para cada división territorial considerada, además del valor total de pérdidas de suelo anuales y el valor medio de pérdidas anuales por unidad de superficie.

En las tablas y mapas siguientes se recoge, en primer lugar, la información de partida utilizada para la aplicación del modelo, ya sea climática, fisiográfica, litológica o de cubierta vegetal y uso del suelo.

Posteriormente, se resumen los datos referentes a la estratificación del territorio, el diseño del muestreo de campo y el proceso de datos.

Seguidamente, figura el mapa final de niveles erosivos y las tablas que permiten realizar el análisis de los resultados obtenidos según los principales factores que intervienen en el fenómeno y según las distintas clasificaciones territoriales.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se realiza también la cualificación de los valores de erosión obtenidos en función de la fragilidad del suelo o tolerancia a la erosión, estimada a su vez a partir del espesor del horizonte orgánico y la profundidad total del perfil del suelo.



A continuación, se comparan los resultados obtenidos con la información disponible en los Mapas de Estados Erosivos, con todas las salvedades respecto a las diferencias metodológicas y de escala existentes entre ambos trabajos.

Posteriormente, se presenta una estimación de la erosión potencial de tipo laminar y en regueros, obtenida considerando únicamente los factores físicos del proceso (precipitación, suelo y relieve).

Finalmente, se incluye una aproximación a la identificación de suelos esqueléticos y/o degradados probablemente como consecuencia de fenómenos de erosión laminar y en regueros acontecidos en el pasado.



3.1. Información de partida



A) Climatología

La información climática de partida utilizada para el estudio de la erosión laminar y en regueros se resume en los siguientes mapas y sus correspondientes tablas:

Mapa 3.1.1. Estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Ciudad Real.

Tabla 3.1.1. Estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Ciudad Real.

Mapa 3.1.2. Subregiones fitoclimáticas.

Tabla 3.1.2. Superficies según subregiones fitoclimáticas.

Mapa 3.1.3. Precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10).

Tabla 3.1.3. Superficies según intervalos de T10.

Mapa 3.1.4. Factor R (índice de erosión pluvial).

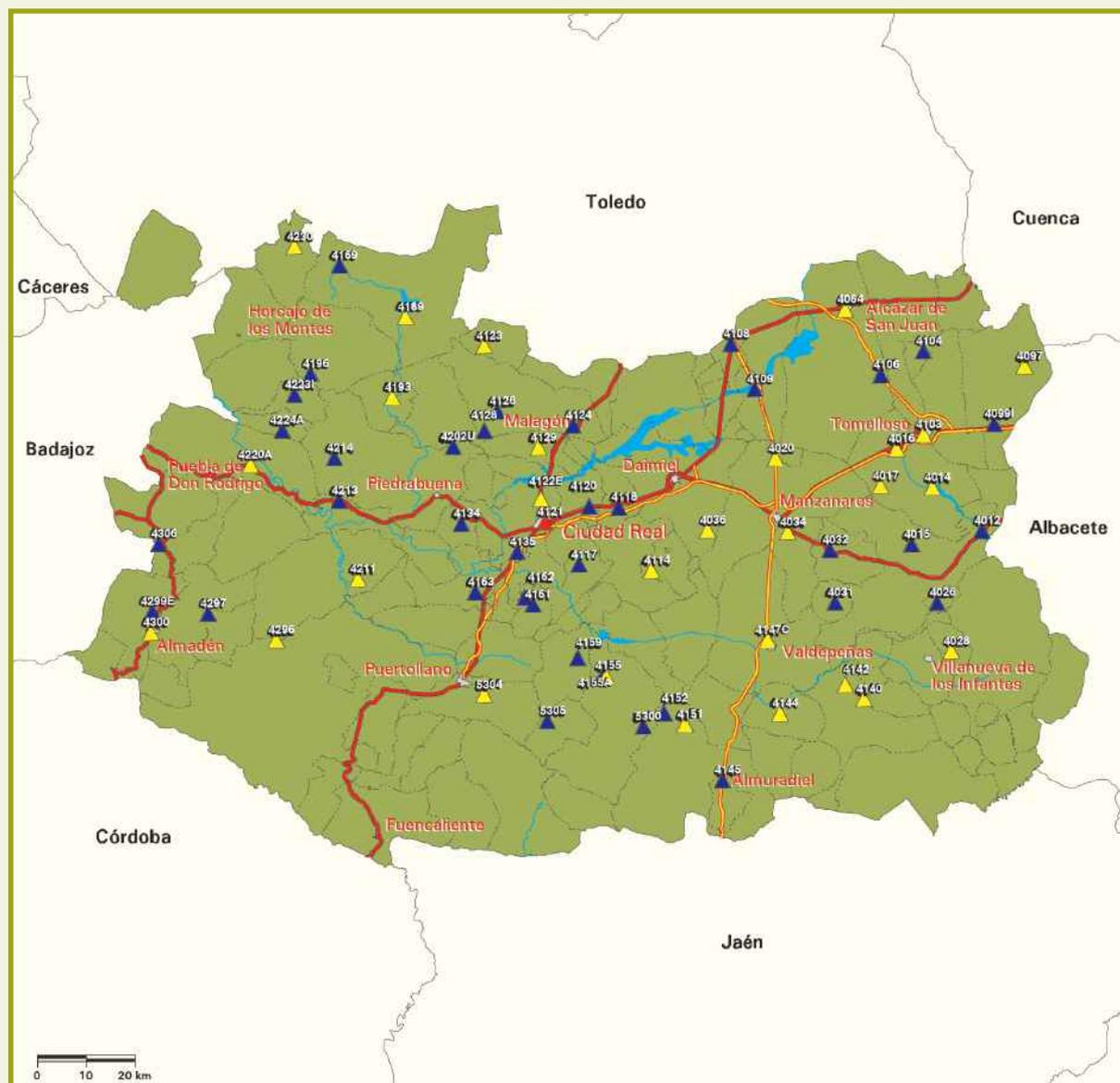
Tabla 3.1.4. Superficies según intervalos del factor R (índice de erosión pluvial).

En el CD-ROM adjunto se incluye además la siguiente tabla:

Tabla 3.1.1.b. Estaciones meteorológicas utilizadas de las provincias limítrofes con Ciudad Real.



Mapa 3.1.1. Estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Ciudad Real



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Tipo de estación	
	Completa
	Termopluviométrica
	Pluviométrica

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.1. Estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Ciudad Real

Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
4012	RUIDERA	02°53'17" W	38°58'39"	790	P
4014	PANTANO DE PEÑARROYA	03°00'17" W	39°03'30"	740	T
4015	ALHAMBRA (LA CALERA)	03°03'14" W	38°57'10"	862	P
4016	ARGAMASILLA DE ALBA	03°05'22" W	39°07'48"	671	T
4017	ARGAMASILLA ALBA (PACHECAS)	03°07'38" W	39°03'39"	690	T
4020	LLANOS DEL CAUDILLO	03°22'32" W	39°06'42"	650	T
4026	CARRIZOSA	02°59'37" W	38°50'40"	854	P
4028	FUENLLANA	02°57'37" W	38°45'16"	912	T
4031	SAN CARLOS DEL VALLE	03°14'02" W	38°50'40"	753	P
4032	LA SOLANA	03°14'47" W	38°56'30"	768	P
4034	MEMBRILLA	03°20'47" W	38°58'30"	664	T
4036	MANZANARES (DOCTOR)	03°32'07" W	38°58'40"	660	T
4064	ALCÁZAR DE SAN JUAN	03°12'43" W	39°23'18"	664	T
4097	SOCUÉLLAMOS	02°47'12" W	39°17'00"	674	T
4103	TOMELLOSO	03°01'33" W	39°09'23"	662	T
4104	ARENALES DE SAN GREGORIO	03°01'33" W	39°18'42"	644	P
4106	ALAMEDA DE CERVERA	03°07'38" W	39°16'00"	646	P
4108	PUERTO LÁPICE	03°28'57" W	39°19'25"	675	P
4109	VILLARTA DE SAN JUAN	03°25'32" W	39°14'24"	625	P
4114	BOLAÑOS DE CALATRAVA	03°40'01" W	38°54'07"	650	T
4117	POZUELO DE CALATRAVA	03°50'17" W	38°54'43"	624	P
4118	TORRALBA DE CALATRAVA	03°44'44" W	39°01'07"	600	P
4120	CARRIÓN DE CALATRAVA	03°48'53" W	39°01'11"	615	P
4121	CIUDAD REAL	03°55'13" W	38°59'21"	628	C
4123	LOS CORTIJOS DE ARRIBA	04°04'04" W	39°18'59"	775	T
4124	MALAGÓN	03°51'17" W	39°10'12"	610	P
4126	EL CRISTO DEL ESPÍRITU SANTO	04°02'05" W	39°11'42"	670	P
4128	LAS PERALOSAS	04°03'53" W	39°09'30"	640	P
4129	PANTANO GASSET	03°56'10" W	39°07'43"	635	T
4134	ALCOLEA DE CALATRAVA	04°06'59" W	38°59'08"	650	P
4135	POBLETE	03°59'01" W	38°56'04"	625	P
4140	TORRE DE JUAN ABAD (TERCERAS)	03°09'55" W	38°39'56"	810	T
4142	TORRE DE JUAN ABAD (GRANJA)	03°12'34" W	38°41'27"	790	T
4144	TORRENUOVA	03°21'47" W	38°38'16"	731	T
4145	ALMURADIEL	03°29'50" W	38°30'49"	800	P
4151	ENCOMIENDA DE MUDELA (CASTILLO)	03°35'08" W	38°37'00"	765	T
4152	ENCOMIENDA DE MUDELA (VILLALBA)	03°38'05" W	38°38'13"	765	P
4155	CALZADA DE CALATRAVA	03°46'44" W	38°42'22"	645	P
4159	ALDEA DEL REY	03°50'19" W	38°44'19"	660	P
4161	BALLESTEROS DE CALATRAVA	03°56'44" W	38°50'13"	655	P

sigue ►►



Tabla 3.1.1. Estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Ciudad Real (cont.)

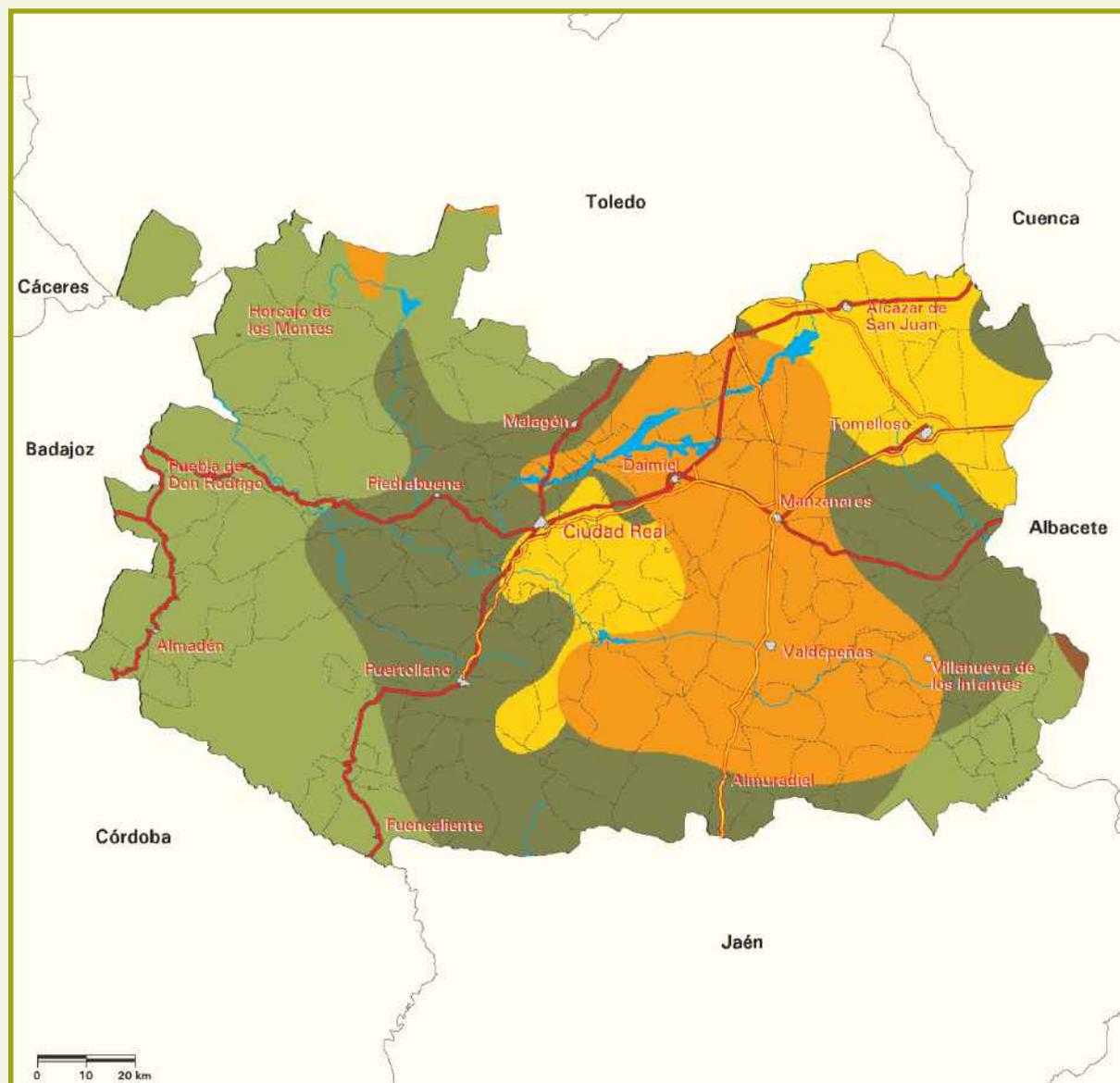
Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
4162	VILLAR DEL POZO	03°57'54" W	38°50'58"	638	P
4163	CORRAL DE CALATRAVA	04°04'52" W	38°51'31"	593	P
4169	RETUERTA DEL BULLAQUE	04°24'49" W	39°27'43"	740	P
4189	PANTANO DE TORRE DE ABRAHAM	04°15'17" W	39°22'05"	697	T
4193	EL ROBLEDO	04°17'00" W	39°13'07"	590	T
4196	ALCOBA	04°28'41" W	39°15'35"	635	P
4211	ABENÓJAR	04°21'30" W	38°52'50"	615	T
4213	LUCIANA (RINCÓN Y CHIQUERO)	04°24'19" W	39°01'30"	765	P
4214	PIEDRABUENA (EL ROSARIO)	04°25'06" W	39°06'16"	675	P
4230	NAVAS DE ESTENA	04°31'17" W	39°29'44"	665	T
4296	FONTANOSAS	04°32'55" W	38°45'52"	570	T
4297	GARGANTIEL	04°42'35" W	38°48'41"	475	P
4300	ALMADÉN (MINAS)	04°50'37" W	38°46'27"	535	T
4306	VALDEMANCO DE ESTERAS	04°49'47" W	38°56'20"	560	P
5300	CALZADA CALATRAVA (MIRONES)	03°41'02" W	38°36'45"	730	P
5304	PUERTOLLANO (EMPETROL)	04°03'31" W	38°40'06"	700	T
5305	VILLANUEVA DE SAN CARLOS (C.H.G)	03°54'32" W	38°37'15"	650	P
4099I	SOCUÉLLAMOS (LAS REJAS)	02°51'32" W	39°10'35"	700	P
4122E	CIUDAD REAL (AZUCARERA)	03°55'45" W	39°01'58"	635	T
4147C	VALDEPEÑAS (LOS CHARCOS)	03°23'34" W	38°46'26"	695	T
4155A	CALZADA DE CALATRAVA (COOPER.)	03°46'17" W	38°42'15"	645	T
4202U	PIEDRABUENA (HORCAJUELOS)	04°08'18" W	39°07'42"	740	P
4220A	PUEBLA DE DON RODRIGO	04°36'59" W	39°05'19"	485	T
4223I	FONTANAREJO	04°30'56" W	39°13'13"	560	P
4224A	ARROBA DE LOS MONTES, 2	04°32'34" W	39°09'14"	615	P
4299E	CHILLÓN (DEHESA DEL CAMPO)	04°50'28" W	38°48'48"	535	P

Tipos de estaciones: C: completa; P: pluviométrica; T: termopluviométrica.





Mapa 3.1.2. Subregiones fitoclimáticas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Subregiones fitoclimáticas	
	IV ₁ Mediterráneo genuino seco
	IV ₃ Mediterráneo genuino
	IV ₄ Mediterráneo genuino húmedo
	IV(VI) ₁ Mediterráneo subnival seco
	VI(IV) ₁ Nemoromediterráneo genuino

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia según J.L. Allué, 1990.

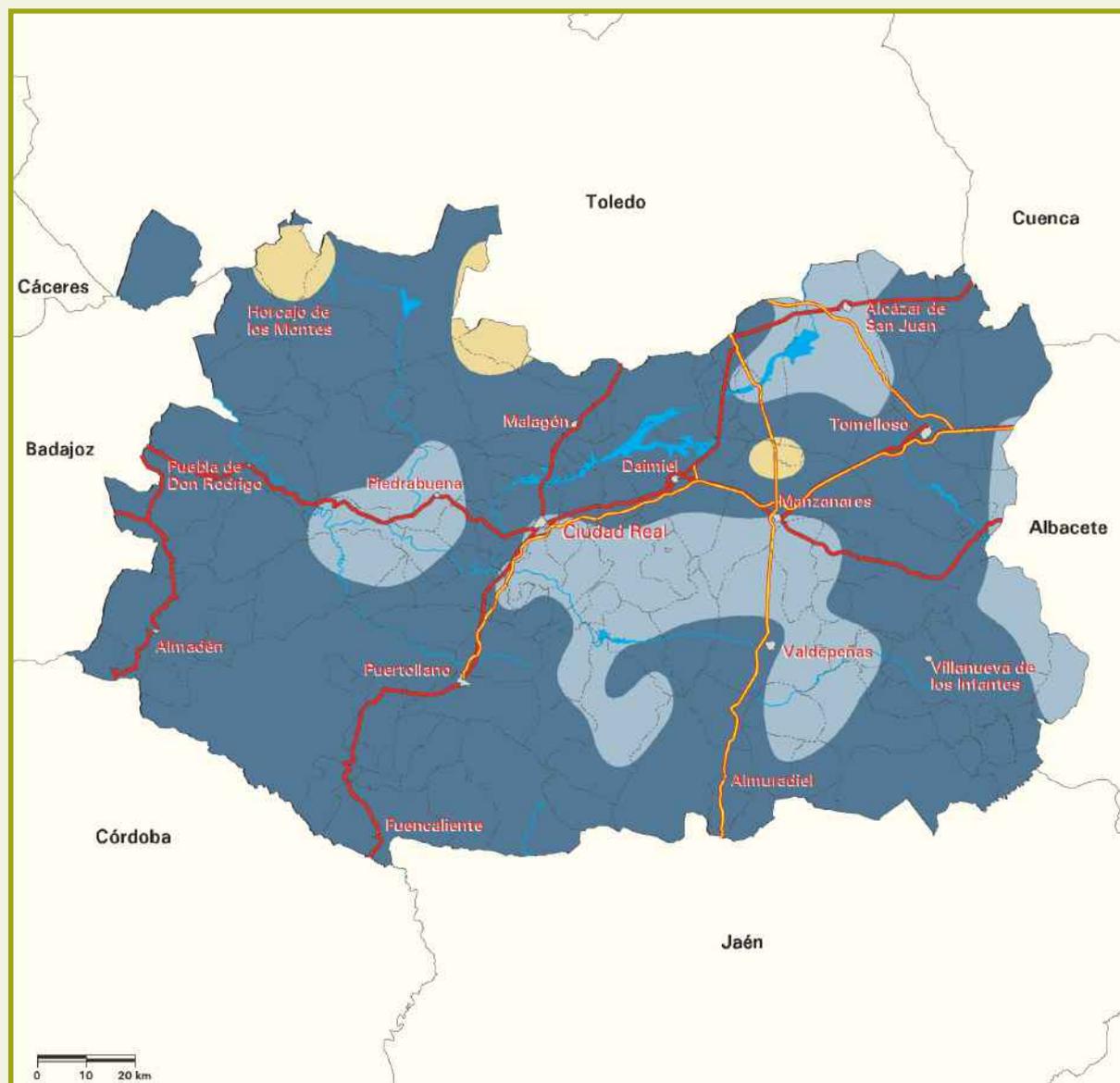


Tabla 3.1.2. Superficies según subregiones fitoclimáticas

Subregiones fitoclimáticas		Superficie geográfica	
		ha	%
IV ₁	Mediterráneo genuino seco	257.685,67	13,01
IV ₃	Mediterráneo genuino	594.019,24	29,98
IV ₄	Mediterráneo genuino húmedo	662.888,58	33,45
IV(VI) ₁	Mediterráneo subnemoral seco	463.626,03	23,40
VI(IV) ₁	Nemoromediterráneo genuino	3.103,64	0,16
TOTAL		1.981.323,16	100,00



Mapa 3.1.3. Precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

T10 (mm)	
	≤ 25
	> 25 y ≤ 50
	> 50 y ≤ 75
	> 75 y ≤ 100
	> 100 y ≤ 125
	> 125 y ≤ 150
	> 150

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia.

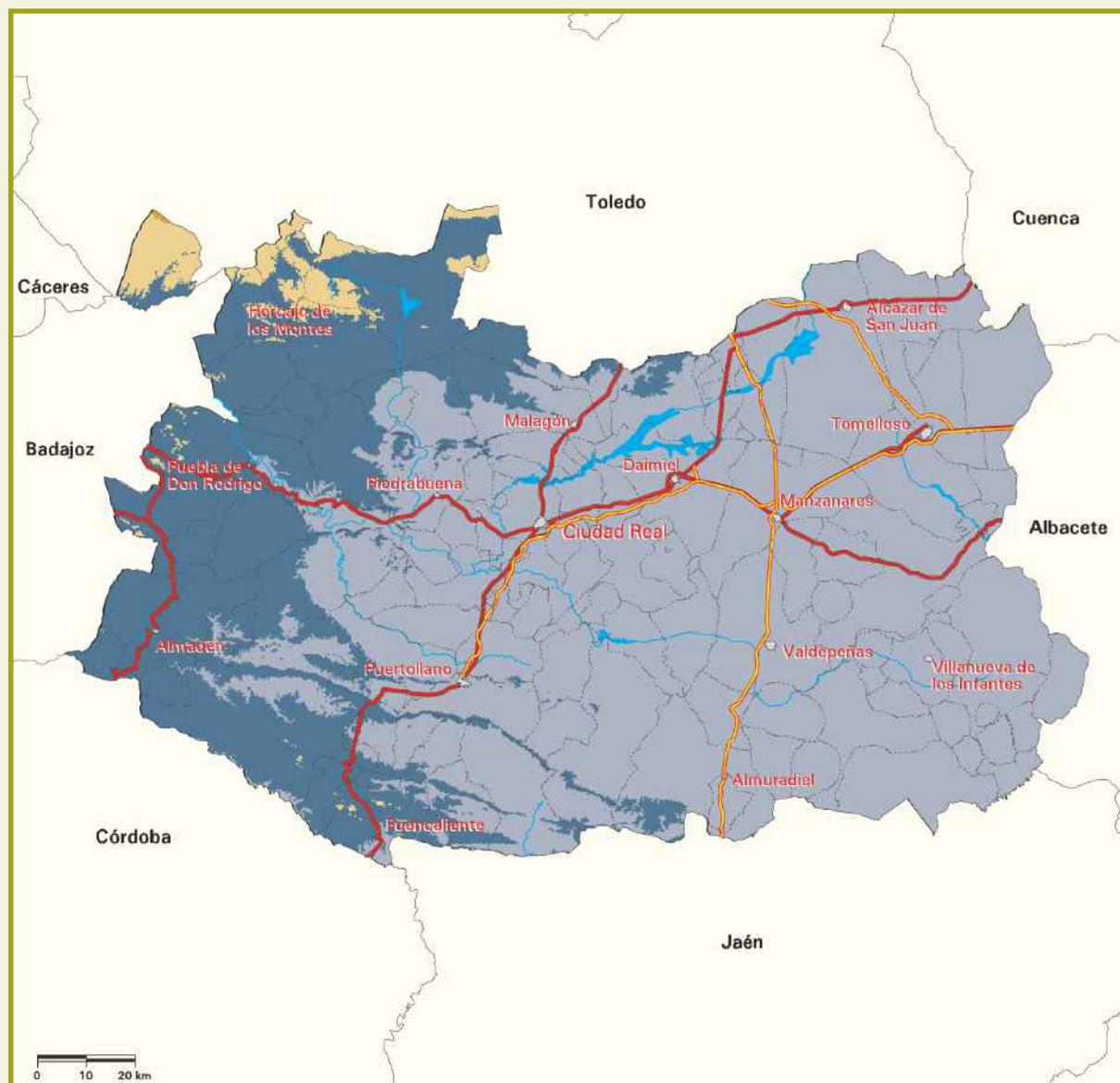


Tabla 3.1.3. Superficies según intervalos de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)

Precipitación máxima en 24 h para un periodo de retorno de 10 años (mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
≤ 25	0,00	0,00
> 25 y ≤ 50	403.596,56	20,37
> 50 y ≤ 75	1.534.047,94	77,43
> 75 y ≤ 100	43.678,66	2,20
> 100 y ≤ 125	0,00	0,00
> 125 y ≤ 150	0,00	0,00
> 150	0,00	0,00
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 56,3		



Mapa 3.1.4. Factor R (índice de erosión pluvial)



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

Factor R ($10^2 \cdot J \cdot \text{cm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)

- ≤ 50
- $> 50 \text{ y } \leq 100$
- $> 100 \text{ y } \leq 150$
- $> 150 \text{ y } \leq 200$
- $> 200 \text{ y } \leq 250$
- $> 250 \text{ y } \leq 300$
- $> 300 \text{ y } \leq 350$
- $> 350 \text{ y } \leq 400$
- > 400

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.4. Superficies según intervalos del factor R (índice de erosión pluvial)

Factor R (índice de erosión pluvial) ($10^2 \cdot J \cdot \text{cm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	Superficie geográfica	
	ha	%
≤ 50	415,63	0,02
$> 50 \text{ y } \leq 100$	1.395.377,39	70,43
$> 100 \text{ y } \leq 150$	534.806,33	26,99
$> 150 \text{ y } \leq 200$	50.247,96	2,54
$> 200 \text{ y } \leq 250$	475,85	0,02
$> 250 \text{ y } \leq 300$	0,00	0,00
$> 300 \text{ y } \leq 350$	0,00	0,00
$\geq 350 \text{ y } \leq 400$	0,00	0,00
> 400	0,00	0,00
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 86,5		



B) Fisiografía

La información fisiográfica de partida utilizada para el estudio de la erosión laminar y en regueros se resume en los siguientes mapas y sus correspondientes tablas de superficies:

Mapa 3.1.5. Altimetría.

Tabla 3.1.5. Superficies según bandas altimétricas.

Mapa 3.1.6. Pendiente.

Tabla 3.1.6. Superficies según intervalos de pendiente.

Mapa 3.1.7. Orientación.

Tabla 3.1.7. Superficies según orientación.

Mapa 3.1.8. Longitud de ladera.

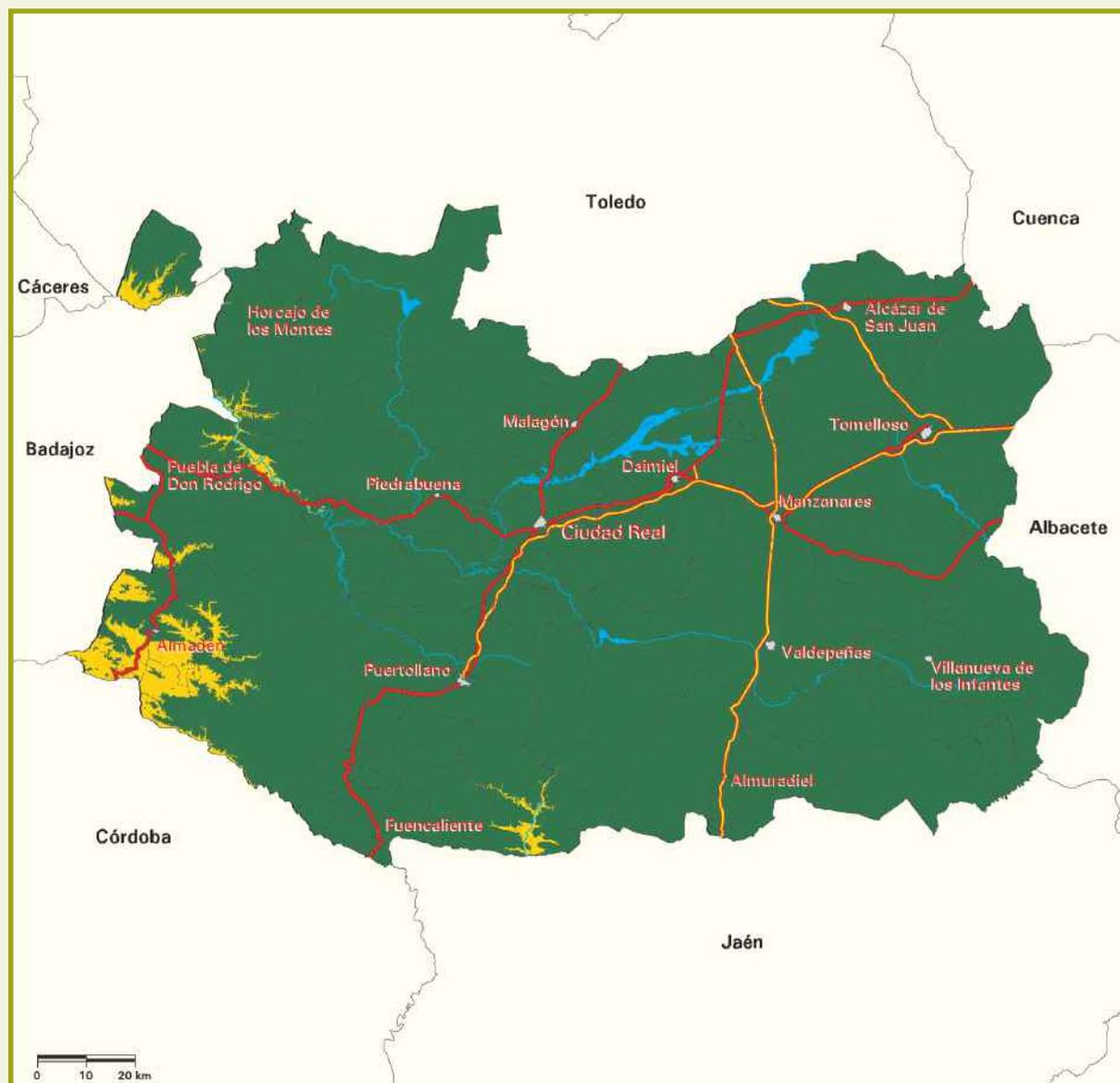
Tabla 3.1.8. Superficies según intervalos de longitud de ladera.

Mapa 3.1.9. Factor LS.

Tabla 3.1.9. Superficies según intervalos del factor LS.



Mapa 3.1.5. Altimetría



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

Altitud (m)

- ≤ 500
- > 500

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

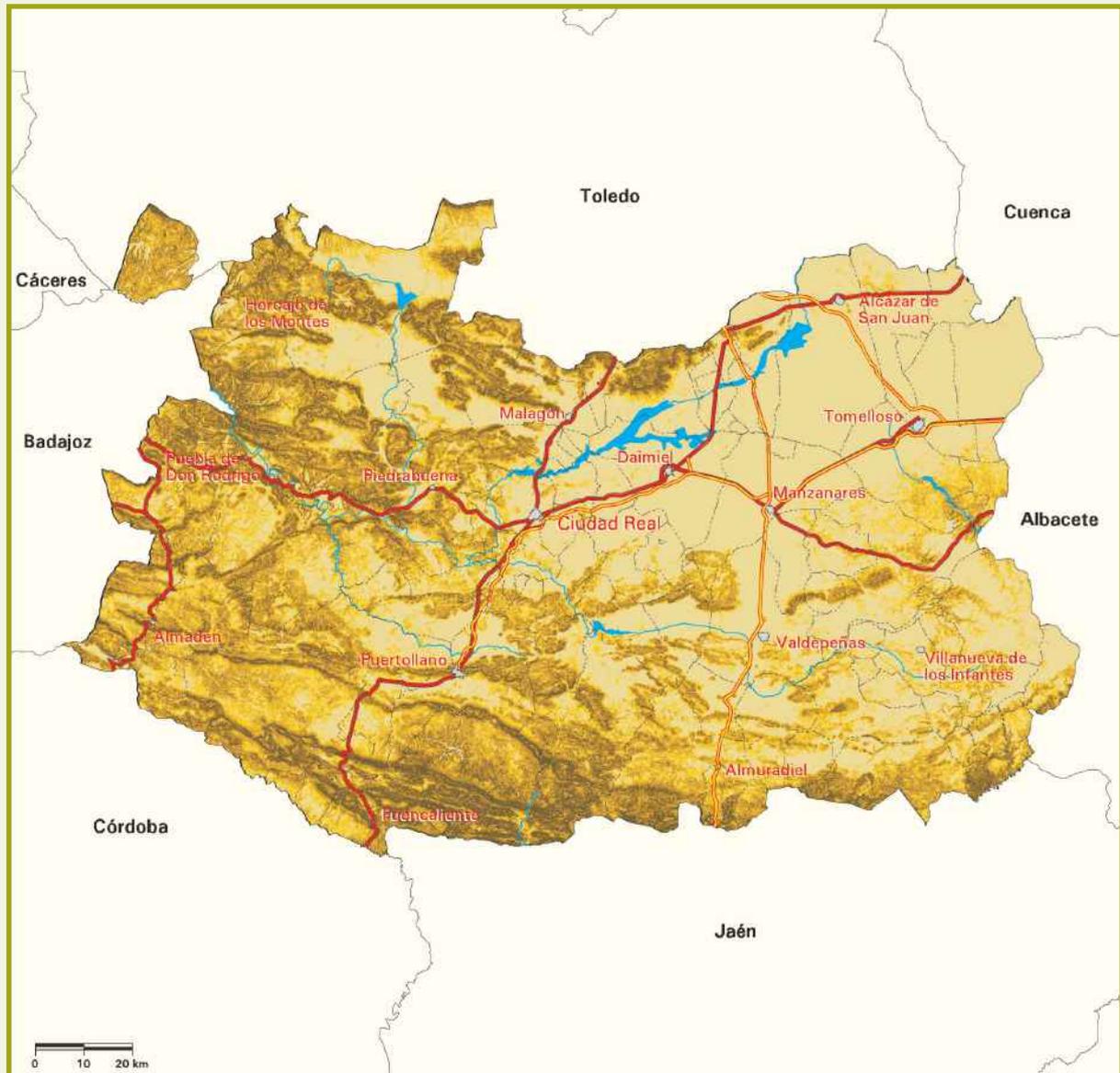


Tabla 3.1.5. Superficies según bandas altimétricas

Altitud (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
≤ 500	53.680,30	2,71
> 500	1.927.642,86	97,29
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 713,62		



Mapa 3.1.6. Pendiente



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pendiente (%)	
	≤ 5
	> 5 y ≤ 10
	> 10 y ≤ 20
	> 20 y ≤ 30
	> 30 y ≤ 50
	> 50

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.6. Superficies según intervalos de pendiente

Pendiente (%)	Superficie geográfica	
	ha	%
≤ 5	950.448,78	47,97
> 5 y ≤ 10	331.360,11	16,72
> 10 y ≤ 20	346.469,98	17,49
> 20 y ≤ 30	197.015,56	9,94
> 30 y ≤ 50	136.115,38	6,87
> 50	19.913,35	1,01
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 11,1		



Mapa 3.1.7. Orientación



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

Orientación

- Solana
- Umbría
- Todos los vientos

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

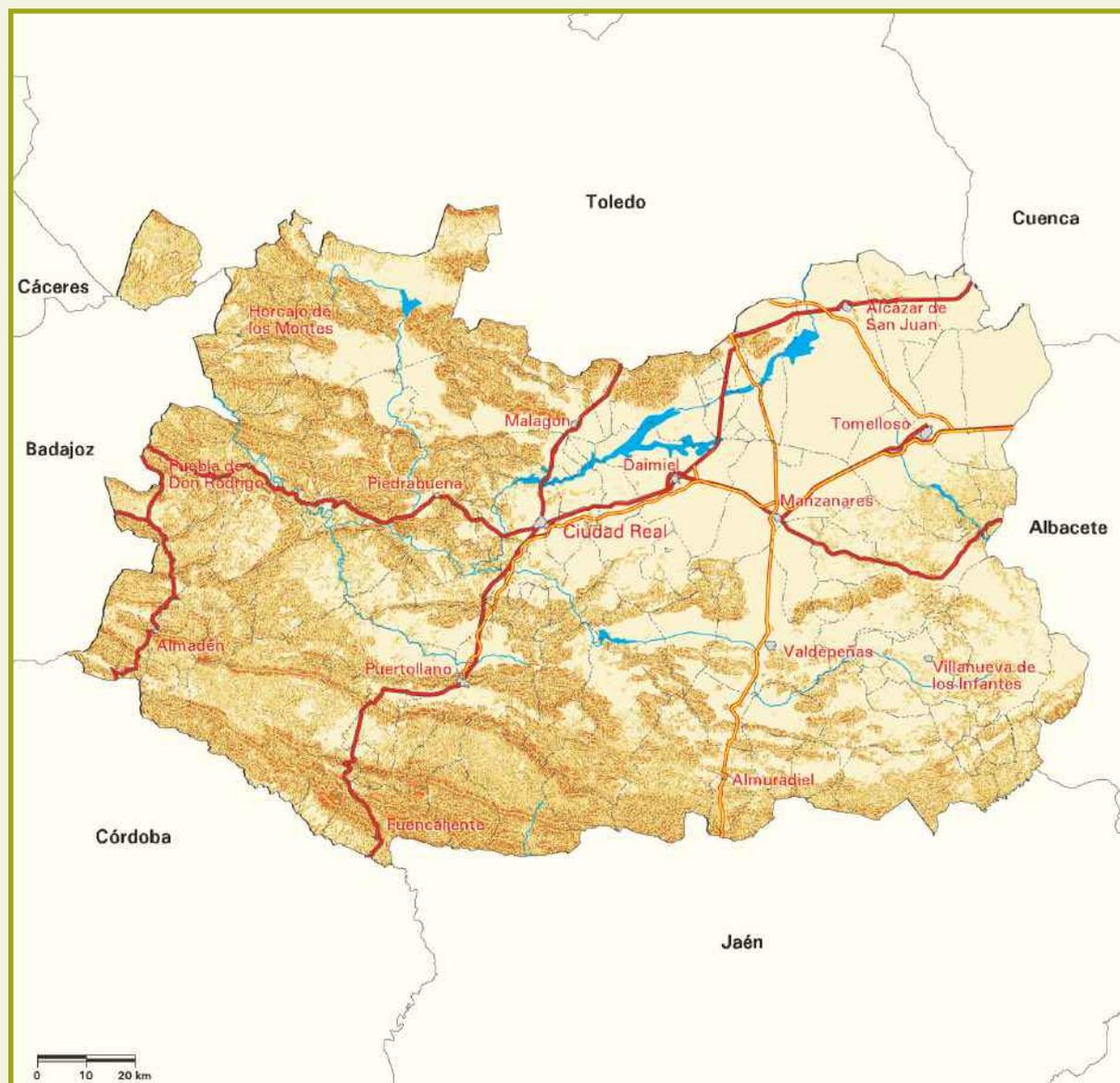


Tabla 3.1.7. Superficies según orientación

Orientación	Superficie geográfica	
	ha	%
Solana	424.899,63	21,45
Umbría	274.614,64	13,86
Todos los vientos	1.281.808,89	64,69
TOTAL	1.981.323,16	100,00



Mapa 3.1.8. Longitud de ladera



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Longitud de ladera (m)	
	≤ 50
	> 50 y ≤ 100
	> 100 y ≤ 150
	> 150 y ≤ 200
	> 200 y ≤ 300
	> 300

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

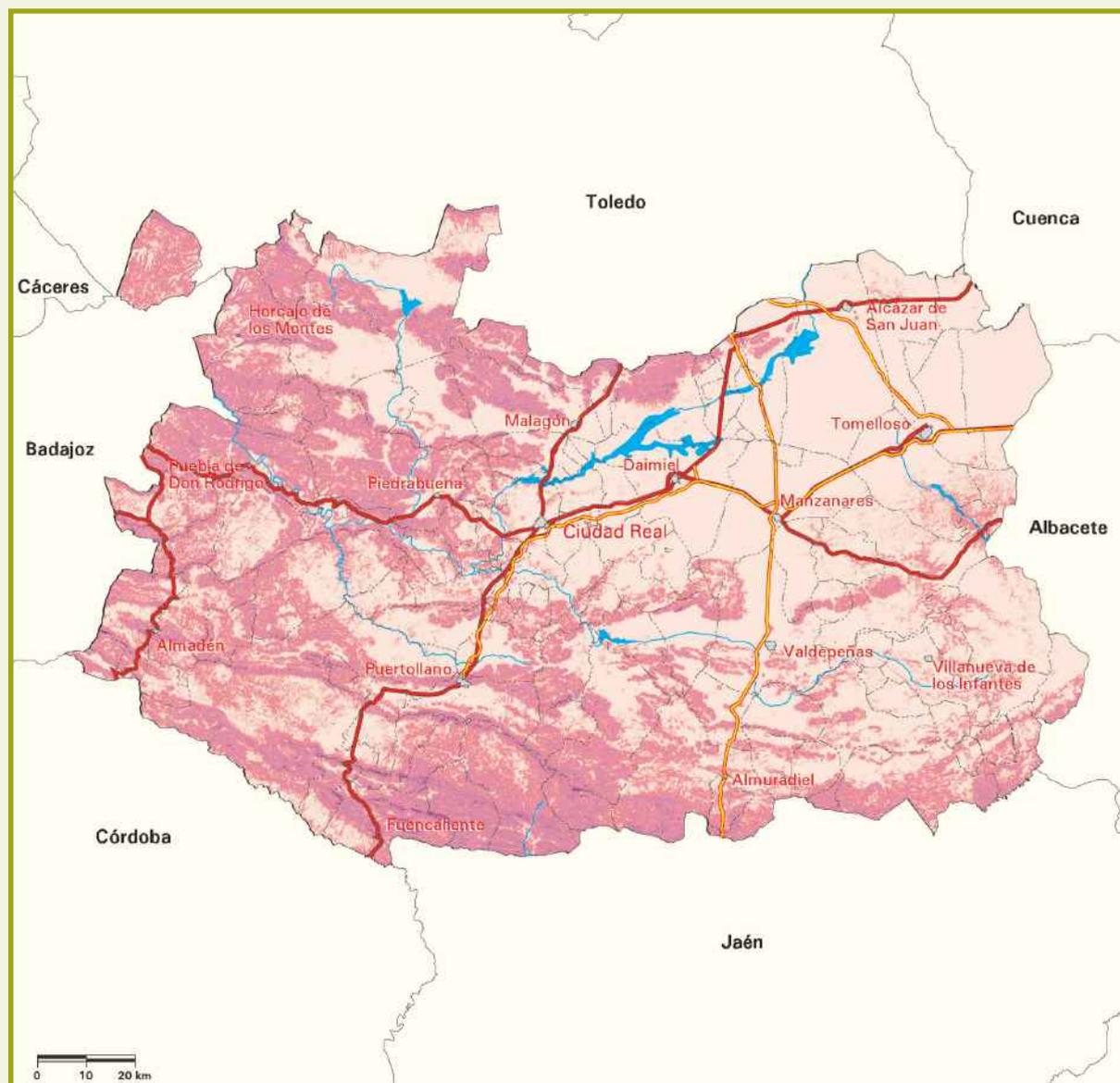


Tabla 3.1.8. Superficies según intervalos de longitud de ladera

Longitud de ladera (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
≤ 50	1.169.724,11	59,04
> 50 y ≤ 100	353.099,07	17,82
> 100 y ≤ 150	196.579,92	9,92
> 150 y ≤ 200	93.721,19	4,73
> 200 y ≤ 300	103.417,70	5,22
> 300	64.781,17	3,27
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 74,3		



Mapa 3.1.9. Factor LS



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Factor LS	
	< 1
	≥ 1 y < 2
	≥ 2 y < 5
	≥ 5 y < 10
	≥ 10 y < 20
	≥ 20 y < 40
	≥ 40

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.9. Superficies según intervalos del factor LS

Factor LS	Superficie geográfica	
	ha	%
< 1	1.056.082,71	53,30
≥ 1 y < 2	250.248,71	12,63
≥ 2 y < 5	359.045,43	18,12
≥ 5 y < 10	240.836,43	12,16
≥ 10 y < 20	70.786,50	3,57
≥ 20 y < 40	3.809,19	0,19
≥ 40	514,19	0,03
TOTAL	1.981.323,16	100,00
Valor medio: 2,3		



C) Litología

Para la elaboración de la cartografía correspondiente al substrato geológico de los suelos, se ha realizado una agrupación litológica a partir del Mapa Geológico Nacional del IGME, a escala 1:50.000, en función de la susceptibilidad a la erosión hídrica. En la provincia de Ciudad Real aparecen nueve litofacies erosivas, cuya descripción general es la siguiente:

- *Formaciones superficiales no consolidadas*: llanuras de inundación, depósitos aluviales, meandros abandonados, zonas endorreicas, cubetas de descalcificación, depósitos de playas húmedas, áreas pantanosas, turberas, derrubios de ladera, pedrizas, mantos eólicos y depósitos de deslizamientos del Holoceno; y abanicos aluviales, conos de deyección, depósitos de fondo de valle, coluviones, canchales y depósitos de fondos de dolinas del Cuaternario en general.
- *Formaciones superficiales consolidadas*: Coluviones, abanicos aluviales, glaciares, rañas y costras carbonatadas del Plioceno - Pleistoceno; terrazas aluviales y travertinos del Pleistoceno; y rañas, costras carbonatadas, depósitos aluviales consolidados y rellenos de dolinas del Cuaternario en general.
- *Rocas sedimentarias blandas*: arcillas, arcillas limosas, arenas y fangos del Plioceno.
- *Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas*: limolitas del Carbonífero; lutitas, arcillas, margas, margas yesíferas y yesos del Triásico; arenas, arcillas y margas del Cretácico; y arcillas, limos, fangos, arenas, margas, yesos y gravas del Mioceno – Plioceno.
- *Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes*: alternancias de rocas metamórficas blandas y duras como lutitas, limolitas y pizarras con areniscas y conglomerados del Precámbrico – Cámbrico; limolitas, areniscas, cuarcitas y pizarras del Ordovícico; pizarras y vulcanitas del Silúrico – Devónico; pizarras, brechas y carbón del Carbonífero; arcillas, limolitas, lutitas, margas y yesos con calizas, dolomías, areniscas y conglomerados del Triásico; arcillas, arenas y margas con dolomías y calizas del Jurásico – Cretácico; y arcillas, limos, arenas, fangos y margas con areniscas, conglomerados, brechas y calizas del Mioceno – Plioceno.

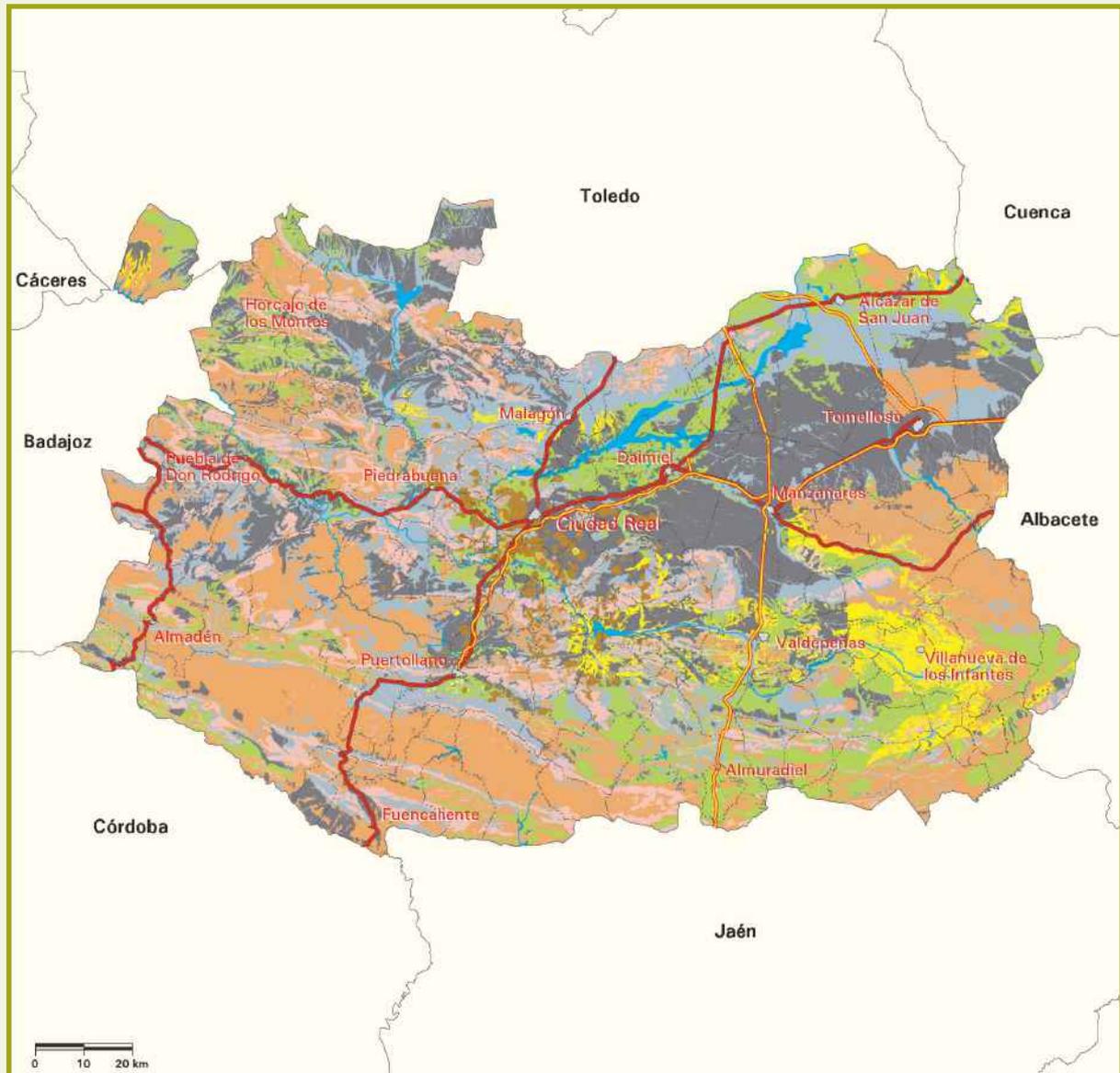


- *Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes*: rocas metamórficas como pizarras, grauvacas, calcoesquistos, brechas, conglomerados y sedimentarias como calizas y dolomías del Precámbrico; pizarras, areniscas, cuarcitas, conglomerados y calizas del Cámbrico – Ordovícico; pizarras, areniscas, cuarcitas y calizas del Devónico; conglomerados del Carbonífero; areniscas, lutitas, conglomerados y dolomías del Triásico; calizas, dolomías, carniolas y calizas brechificadas del Jurásico; calizas y conglomerados del Cretácico; conglomerados del Oligoceno; y calizas, areniscas y conglomerados Mioceno – Plioceno.
- *Rocas plutónicas, filonianas, metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo y volcánicas antiguas*: cuarcitas del Precámbrico; areniscas, cuarcitas, conglomerados, tobas y sils subvolcánicos del Ordovícico – Devónico; y filones de diabasas, lamprófidos, riolitas, granitoides y cuarzo del Hercínico.
- *Rocas volcánicas recientes (Holoceno – actualidad)*: rocas volcánicas de varios tipos como melilitas, nefelinitas, limburgitas basaltos, basanitas y depósitos hidromagmáticos del Mioceno – Pleistoceno, presentes en la zona de los Campos de Calatrava de esta provincia.
- *Depósitos antrópicos*: incluimos depósitos no naturales como vertederos y escombreras que corresponden a la actividad humana y por lo tanto del Holoceno.





Mapa 3.1.10. Litofacies erosivas



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Superficies artificiales

Litofacies erosivas

- Formaciones superficiales no consolidadas
- Formaciones superficiales consolidadas
- Rocas sedimentarias blandas
- Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas
- Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes...
- Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes
- Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo
- Formaciones volcánicas recientes
- Depósitos antrópicos
- Láminas de agua superficiales y humedales

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.10. Agrupación litológica según susceptibilidad a la erosión hídrica

Litofacies erosivas	Superficie geográfica	
	ha	%
Formaciones superficiales no consolidadas	455.265,89	22,98
Formaciones superficiales consolidadas	413.717,40	20,88
Rocas sedimentarias blandas	4.374,28	0,22
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	81.121,34	4,09
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes	280.279,83	14,15
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	519.849,63	26,23
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	185.765,29	9,38
Formaciones volcánicas recientes	33.541,56	1,69
Depósitos antrópicos	368,54	0,02
Láminas de agua superficiales y humedales	7.039,40	0,36
TOTAL	1.981.323,16	100,00

Nota: La superficie ocupada por núcleos urbanos aparece incluida en el tipo de litofacies erosiva correspondiente.



D) Vegetación y usos del suelo

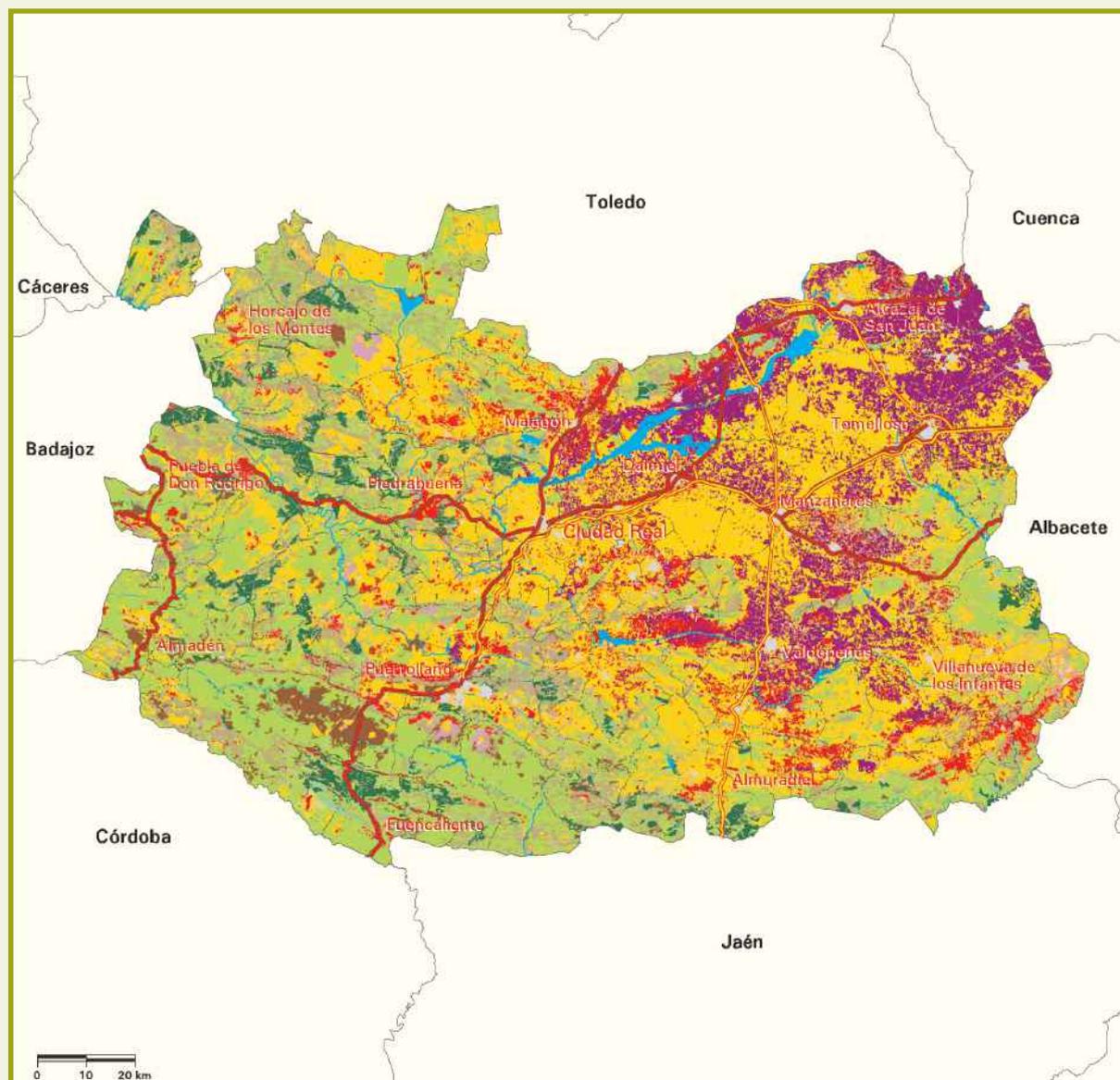
Para la clasificación de la vegetación y usos del suelo (mapa y tabla 3.1.11) se parte de la información del Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50), clasificando las formaciones forestales arboladas (coníferas, frondosas, mixtas y plantaciones forestales de turno corto) en función de los datos de especie, ocupación y fracción de cabida cubierta contenidos en dicho mapa. Dado que el MFE50 carece de información acerca de las formaciones forestales desarboladas (matorral, herbazal, desiertos y semidesiertos de vegetación), estas se han clasificado según el nivel evolutivo definido por J. Ruiz de la Torre en el Mapa Forestal de España 1:200.000. Dicho concepto de nivel evolutivo o nivel de madurez representa el grado de organización, diversidad, acumulación de biomasa, estabilidad y papel protector de una determinada formación vegetal. Los niveles se escalonan entre el desierto y las vegetaciones estables teóricas que suponen una realización óptima y continua de la máxima potencialidad de la estación.

De este modo, en la provincia de Ciudad Real, los tipos de formaciones que conforman las clases de matorral y herbazal son las siguientes:

- Matorral con nivel evolutivo muy alto: madroñal, mancha densa, soto mixto arbustivo, brezal colorado, brezal, galería arbustiva mixta, mancha degradada, adelfal, acebuchal, coscojar y tamujal.
- Matorral con nivel evolutivo alto: escobar, garriga densa, enebral, sabinar albar, matorral mixto, pastizal leñoso mixto, lentiscar, cornicabral, retamar y sabino-enebral o enebral mixto.
- Matorral con nivel evolutivo medio: cañaveral, cañotar, brezal xerófilo mixto, cañar o carrizal mixto, estepa leñosa, jaral mezclado, albardinar, matorral claro gipsófilo, matorral halófilo con presencia importante de *Salsola vermiculata*, matorral mixto con predominio de romero, matorral mixto halo-higrófilo, matorral mixto halo-xerófilo, matorral mixto nitro-termófilo, matorral mixto silicícola, carrizal, helechar de altura, romeral, espartizal y espadañar.
- Matorral con nivel evolutivo bajo: bojar, jaral, jaguarzal negro, carpazal, junquera mezclada, junquera mixta y/o herbazal vivaz alto de tabla, cantuesar, quenopodiáceas, tomillar y tomillar mixto con compuestas leñosas.
- Herbazal: pastizal leñoso mixto de especies xerófilas, pastizal estacional denso de especies herbáceas varias, pastizal o herbazal vivaz con encharcamiento temporal, banderilla, cardal, gramal mixto, junquera mixta y/o herbazal vivaz alto de "tabla", pastizal estacional claro y herbazal anual.



Mapa 3.1.11. Vegetación y usos del suelo



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Vegetación y usos del suelo	
	Forestal arbolado:
	Con predominio de coníferas
	Con predominio de frondosas
	Mixto
	Plantaciones forestales (eucalipto y chopo)
	Forestal desarbolado:
	Matorral
	Herbazal
	Desiertos y semidesiertos de vegetación
	Cultivos agrícolas:
	Cultivos herbáceos
	Frutales
	Olivar
	Viñedo
	Praderas y pastizales
	Otros cultivos
	Otras superficies:
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.11. Superficies según clases de vegetación y usos del suelo

Vegetación y usos del suelo	Superficie geográfica	
	ha	%
Forestal arbolado coníferas	79.153,34	3,99
Forestal arbolado frondosas	559.306,46	28,23
Forestal arbolado mixto	10.235,53	0,52
Plantaciones forestales (eucalipto y chopo)	2.168,63	0,11
TOTAL FORESTAL ARBOLADO	650.863,96	32,85
Matorral	183.478,08	9,26
Herbazal	35.462,11	1,79
Desiertos y semidesiertos de vegetación	7.615,63	0,38
TOTAL FORESTAL DESARBOLADO	226.555,82	11,43
Cultivos herbáceos	709.749,05	35,83
Frutales	2.877,50	0,15
Olivar	114.548,78	5,78
Viñedo	188.747,47	9,52
Praderas y pastizales	29.032,14	1,47
Otros cultivos	20.588,76	1,04
TOTAL CULTIVOS	1.065.543,70	53,79
Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81
Superficies artificiales	22.263,15	1,12
TOTAL OTRAS SUPERFICIES	38.359,68	1,93
TOTAL	1.981.323,16	100,00

3.2. Estratificación y diseño de muestreo



Para la determinación de los valores de los factores K, C y P del modelo RUSLE en la provincia de Ciudad Real, se han definido 132 estratos y 880 parcelas de campo, habiéndose levantado 869 al resultar 11 de ellas innacesibles y procesado 868 al coincidir una de ellas con agua o superficie artificial. Dichos estratos provienen de la superposición de las capas temáticas de subregiones fitoclimáticas, altitud, pendiente, orientación, litología y vegetación o usos del suelo. En el CD-ROM adjunto se incluye la tabla 3.2.1 que resume la definición de los estratos, indicando los factores fijos y variables en cada uno de ellos, así como su superficie y el número de parcelas asignadas.

Los trabajos de campo se realizaron entre octubre de 2017 y abril de 2018.



3.3. Resultados del trabajo de campo y proceso de datos

Una vez terminado el levantamiento de las parcelas de campo y el análisis de las muestras de suelo, se realiza el proceso de datos, calculando los factores K, C y P para cada parcela. Seguidamente, se calcula un valor medio por estrato del producto de los tres factores K·C·P. Posteriormente, se hace un análisis estadístico de dispersión resultando la agrupación de algunos estratos con otros de características similares, con el objeto de disminuir la dispersión obtenida.

En el CD-ROM adjunto se incluyen las siguientes tablas, que resumen el resultado del proceso de datos de campo y laboratorio:

Tabla 3.3.1. Factor K medio por litofacies erosiva.

Tabla 3.3.2. Factor C medio por vegetación o uso del suelo.

Tabla 3.3.3. Factor P medio por tipo de prácticas de conservación.

Tabla 3.3.4. Valores de K·C·P medios y análisis estadístico por estrato.

Nota: los valores del producto de los factores K·C·P aparecen multiplicados por 1.000 para facilitar su comparación.

3.4. Cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos



Los resultados del cálculo de pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros, la correspondiente agrupación en niveles erosivos y el análisis de los resultados obtenidos se resumen en el mapa, tablas y gráficos siguientes:

Mapa 3.4.1. Niveles erosivos.

Tabla 3.4.1. Pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos.

Gráfico 3.4.1. Superficie según niveles erosivos.

Tabla 3.4.2. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y vegetación.

Tabla 3.4.3. Pérdidas de suelo y superficie según términos municipales.

Tabla 3.4.4. Pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (clasificación del Centro de Estudios Hidrográficos, CEH-CEDEX).

Tabla 3.4.5. Pérdidas de suelo y superficie según régimen de propiedad.

Tabla 3.4.6. Pérdidas de suelo y superficie según régimen de protección.

Los porcentajes de superficie de estas tablas se refieren a la superficie geográfica total de la provincia, siendo la superficie erosionable aquella susceptible de sufrir procesos de erosión, calculada deduciendo de la superficie geográfica las superficies artificiales, láminas de agua superficiales y humedales.

Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Ciudad Real.

En el CD-ROM adjunto se incluyen también las siguientes tablas:

Tabla 3.4.7. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal arbolado.

Tabla 3.4.8. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y fracción de cubierta en terreno forestal arbolado.

Tabla 3.4.9. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal desarbolado.

Tabla 3.4.10. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de cultivo en terrenos agrícolas.

Tabla 3.4.11. Superficie según vegetación, pendiente y niveles erosivos.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de erosión laminar y en regueros (Mapa nº 1), a escala 1:250.000.



Mapa 3.4.1. Niveles erosivos



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal

Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)

≤ 5
> 5 y ≤ 10
> 10 y ≤ 25
> 25 y ≤ 50
> 50 y ≤ 100
> 100 y ≤ 200
> 200
Láminas de agua superficiales y humedales
Superficies artificiales



Tabla 3.4.1. Pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	
	ha	%	t·año ⁻¹	%		
1 ≤ 5	1.488.080,32	75,11	2.247.485,01	25,51	1,51	
2 > 5 y ≤ 10	269.819,10	13,62	1.898.289,32	21,55	7,04	
3 > 10 y ≤ 25	139.709,69	7,05	2.027.649,18	23,02	14,51	
4 > 25 y ≤ 50	27.894,57	1,41	955.633,89	10,85	34,26	
5 > 50 y ≤ 100	11.963,71	0,60	822.417,19	9,34	68,74	
6 > 100 y ≤ 200	4.578,16	0,23	615.839,03	6,99	134,52	
7 > 200	917,93	0,05	241.051,69	2,74	262,60	
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53
8 Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81				
9 Superficies artificiales	22.263,15	1,12				
TOTAL		1.981.323,16	100,00			

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.

Gráfico 3.4.1. Superficie según niveles erosivos (t·ha⁻¹·año⁻¹)

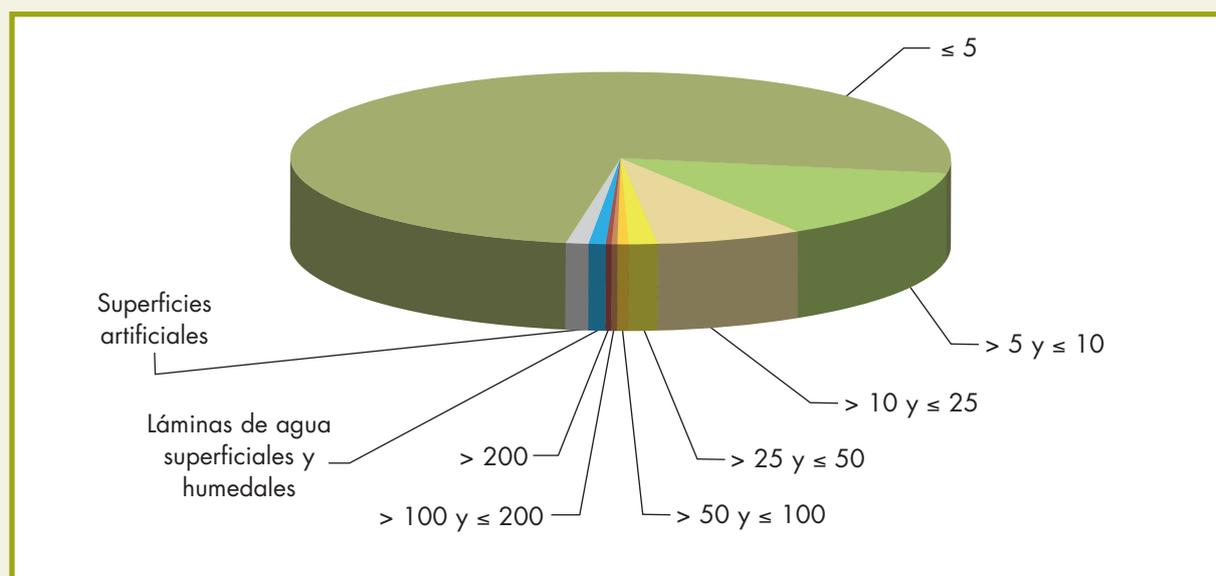




Tabla 3.4.2. Pérdidas de suelo y superficie según pendiente y vegetación

Pen- diente (%)	Vegetación	Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
		ha	%	t·año ⁻¹	%	
≤ 5	Forestal arbolado	114.349,97	5,77	50.573,86	0,58	0,44
	Forestal desarbolado	32.078,42	1,62	16.264,86	0,18	0,51
	Cultivos	774.967,04	39,12	886.310,52	10,06	1,14
> 5 y ≤ 10	Forestal arbolado	119.757,63	6,04	136.362,88	1,55	1,14
	Forestal desarbolado	35.781,68	1,81	48.674,89	0,55	1,36
	Cultivos	171.346,65	8,65	1.222.399,07	13,88	7,13
> 10 y ≤ 20	Forestal arbolado	180.089,91	9,09	460.716,64	5,23	2,56
	Forestal desarbolado	67.958,90	3,43	212.144,13	2,41	3,12
	Cultivos	95.286,77	4,81	1.774.603,70	20,15	18,62
> 20 y ≤ 30	Forestal arbolado	125.730,44	6,35	635.464,85	7,21	5,05
	Forestal desarbolado	51.477,15	2,59	342.074,46	3,88	6,65
	Cultivos	18.724,19	0,95	857.666,76	9,74	45,81
> 30 y ≤ 50	Forestal arbolado	96.062,54	4,85	828.339,83	9,41	8,62
	Forestal desarbolado	34.519,85	1,74	535.292,33	6,08	15,51
	Cultivos	4.990,72	0,25	409.294,47	4,64	82,01
> 50	Forestal arbolado	14.873,47	0,75	182.760,13	2,07	12,29
	Forestal desarbolado	4.739,82	0,24	183.849,59	2,09	38,79
	Cultivos	228,33	0,01	25.572,34	0,29	112,00
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53
Láminas de agua superficiales y humedales		16.096,53	0,81			
Superficies artificiales		22.263,15	1,12			
TOTAL		1.981.323,16	100,00			

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.



Tabla 3.4.3. Pérdidas de suelo y superficie según términos municipales

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Abenójar	42.122,90	2,13	210.508,68	2,39	5,00
Agudo	22.793,60	1,15	229.615,05	2,61	10,07
Alamillo	6.607,89	0,33	36.170,96	0,41	5,47
Albaladejo	4.837,25	0,24	27.262,32	0,31	5,64
Alcázar de San Juan	64.797,68	3,28	40.153,24	0,46	0,62
Alcoba	30.564,63	1,54	107.892,49	1,22	3,53
Alcolea de Calatrava	7.012,89	0,35	35.153,34	0,40	5,01
Alcubillas	4.695,23	0,24	6.408,18	0,07	1,36
Aldea del Rey	15.278,91	0,77	69.975,23	0,79	4,58
Alhambra	57.713,56	2,92	127.890,18	1,45	2,22
Almadén	23.468,69	1,18	143.147,65	1,63	6,10
Almadenejos	10.162,80	0,51	51.653,34	0,59	5,08
Almagro	24.327,90	1,23	53.091,01	0,60	2,18
Almedina	5.569,63	0,28	13.524,54	0,15	2,43
Almodóvar del Campo	119.662,63	6,05	647.023,42	7,34	5,41
Almuradiel	6.467,93	0,33	28.082,90	0,32	4,34
Anchuras	22.580,28	1,14	239.156,21	2,72	10,59
Arenales de San Gregorio	3.083,31	0,16	1.362,53	0,02	0,44
Arenas de San Juan	6.198,77	0,31	3.076,69	0,03	0,50
Argamasilla de Alba	38.817,21	1,96	47.697,94	0,54	1,23
Argamasilla de Calatrava	16.180,39	0,82	41.073,24	0,47	2,54
Arroba de los Montes	6.110,65	0,31	77.335,05	0,88	12,66
Ballesteros de Calatrava	5.725,54	0,29	22.973,33	0,26	4,01
Bolaños de Calatrava	8.358,08	0,42	10.424,16	0,12	1,25
Brazatortas	26.759,26	1,35	156.337,27	1,77	5,84
Cabazarados	7.945,39	0,40	22.544,33	0,26	2,84
Cabezarrubias del Puerto	9.952,61	0,50	71.712,61	0,81	7,21
Calzada de Calatrava	40.725,74	2,06	164.023,57	1,86	4,03
Campo de Criptana	29.596,10	1,49	42.250,04	0,48	1,43
Cañada de Calatrava	2.978,81	0,15	10.485,68	0,12	3,52
Caracuel de Calatrava	946,76	0,05	3.808,50	0,04	4,02
Carrión de Calatrava	9.084,52	0,46	10.874,22	0,12	1,20
Carrizosa	2.545,61	0,13	15.759,38	0,18	6,19
Castellar de Santiago	9.463,12	0,48	40.413,65	0,46	4,27
Chillón	20.568,87	1,04	132.534,44	1,50	6,44
Ciudad Real	26.678,46	1,35	65.162,92	0,74	2,44
Corral de Calatrava	14.744,27	0,74	63.002,16	0,72	4,27

sigue ►►



Tabla 3.4.3. Pérdidas de suelo y superficie según términos municipales (cont.)

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Cortijos (Los)	9.418,41	0,48	151.311,64	1,72	16,07
Cózar	6.441,23	0,33	10.112,62	0,11	1,57
Daimiel	41.240,55	2,08	16.780,45	0,19	0,41
Fernán Caballero	9.599,52	0,48	26.859,05	0,30	2,80
Fontanarejo	7.665,59	0,39	92.977,54	1,06	12,13
Fuencaliente	26.808,79	1,35	328.475,63	3,73	12,25
Fuenllana	5.978,01	0,30	29.073,95	0,33	4,86
Fuente el Fresno	11.805,05	0,60	154.978,02	1,76	13,13
Granátula de Calatrava	14.727,88	0,74	46.504,23	0,53	3,16
Guadalméz	7.077,61	0,36	97.826,92	1,11	13,82
Herencia	22.286,54	1,12	50.759,09	0,58	2,28
Hinojosas de Calatrava	9.962,18	0,50	86.882,68	0,99	8,72
Horcajo de los Montes	20.657,55	1,04	181.347,45	2,06	8,78
Labores (Las)	3.354,98	0,17	2.590,50	0,03	0,77
Llanos del Caudillo	2.004,47	0,10	162,24	~0,00	0,08
Luciana	11.315,94	0,57	56.474,19	0,64	4,99
Malagón	35.722,76	1,80	356.334,18	4,05	9,97
Manzanares	46.687,05	2,36	27.614,99	0,31	0,59
Membrilla	14.207,94	0,72	12.827,13	0,15	0,90
Mestanza	36.603,30	1,85	205.434,09	2,33	5,61
Miguelturra	11.138,70	0,56	18.534,84	0,21	1,66
Montiel	26.823,86	1,35	92.960,61	1,06	3,47
Moral de Calatrava	18.567,47	0,94	67.677,72	0,77	3,64
Navalpino	19.438,50	0,98	167.487,09	1,90	8,62
Navas de Estena	14.544,52	0,73	112.881,11	1,28	7,76
Pedro Muñoz	9.529,66	0,48	12.286,93	0,14	1,29
Picón	5.861,56	0,30	33.588,73	0,38	5,73
Piedrabuena	55.937,92	2,82	352.020,08	4,00	6,29
Poblete	2.714,71	0,14	10.574,64	0,12	3,90
Porzuna	20.862,11	1,05	143.972,89	1,63	6,90
Pozuelo de Calatrava	9.743,23	0,49	23.647,27	0,27	2,43
Pozuelos de Calatrava (Los)	8.363,52	0,42	31.337,25	0,36	3,75
Puebla de Don Rodrigo	42.076,06	2,12	388.412,29	4,40	9,23
Puebla del Príncipe	3.360,17	0,17	20.781,87	0,24	6,18
Puerto Lápice	5.386,58	0,27	12.753,46	0,14	2,37
Puertollano	20.202,21	1,02	123.754,33	1,40	6,13
Retuerta del Bullaque	63.417,46	3,21	386.594,57	4,39	6,10

sigue ►►



Tabla 3.4.3. Pérdidas de suelo y superficie según términos municipales (cont.)

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Robledo (El)	10.384,12	0,52	46.936,29	0,53	4,52
Ruidera	3.658,35	0,18	8.677,04	0,10	2,37
Saceruela	24.619,46	1,24	137.057,56	1,56	5,57
San Carlos del Valle	5.742,36	0,29	17.400,50	0,20	3,03
San Lorenzo de Calatrava	10.518,45	0,53	79.444,80	0,90	7,55
Santa Cruz de los Cáñamos	1.739,37	0,09	8.782,83	0,10	5,05
Santa Cruz de Mudela	12.967,38	0,65	43.708,24	0,50	3,37
Socuéllamos	36.822,18	1,86	27.439,23	0,31	0,75
Solana (La)	13.132,79	0,66	29.335,50	0,33	2,23
Solana del Pino	17.746,72	0,90	198.597,60	2,25	11,19
Terrinches	5.510,85	0,28	38.085,44	0,43	6,91
Tomelloso	22.832,87	1,15	19.500,59	0,22	0,85
Torralba de Calatrava	9.877,75	0,50	5.973,05	0,07	0,60
Torre de Juan Abad	39.528,14	2,00	110.814,93	1,26	2,80
Torrenueva	14.076,61	0,71	41.973,25	0,48	2,98
Valdemanco del Esteras	14.113,45	0,71	97.523,12	1,11	6,91
Valdepeñas	47.403,86	2,39	100.527,58	1,14	2,12
Valenzuela de Calatrava	4.372,16	0,22	19.391,46	0,22	4,44
Villahermosa	36.055,78	1,82	51.557,95	0,59	1,43
Villamanrique	36.665,27	1,85	128.946,17	1,46	3,52
Villamayor de Calatrava	14.186,43	0,72	38.546,49	0,44	2,72
Villanueva de la Fuente	12.748,62	0,64	46.057,89	0,52	3,61
Villanueva de los Infantes	13.324,22	0,67	32.102,76	0,36	2,41
Villanueva de San Carlos	10.882,92	0,55	72.230,08	0,82	6,64
Villar del Pozo	1.311,61	0,07	2.751,96	0,03	2,10
Villarrubia de los Ojos	26.931,11	1,36	126.710,15	1,44	4,70
Villarta de San Juan	6.416,15	0,32	3.090,77	0,04	0,48
Viso del Marqués	52.733,04	2,66	271.049,36	3,08	5,14
TOTAL	1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.



Tabla 3.4.4. Pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (CEH-CEDEX)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
3158	Algodor			
4001	Guadiana	Origen	Azuer	
4002	Azuer	Origen	Cañamares	
4003	Cañamares			
4004	Azuer	Cañamares	Alhambra	
4005	Alhambra			
4006	Azuer	Alhambra	Guadiana	
4007	Guadiana	Azuer	Cigüela	
4016	Cigüela	Riánsares	Amarguillo	
4017	Amarguillo			
4020	Záncara	Rus	Caude	
4021	Caude			
4022	Córcoles		Acequia De Socuéllamos	
4023	Záncara	Córcoles	Cigüela	
4024	Cigüela	Záncara	Guadiana	
4025	Guadiana	Cigüela	Bañuelo	
4026	Bañuelo	Origen	Becea	
4027	Becea			
4028	Bañuelo	Becea	Guadiana	
4029	Guadiana	Bañuelo	Jabalón	
4030	Jabalón			
4031	Guadiana	Jabalón	Bullaque	
4032	Bullaque	Origen	Milagro	
4033	Milagro	Origen	Navas	
4034	Navas			
4035	Milagro	Navas	Bullaque	
4036	Bullaque	Milagro	Alcobilla	
4037	Alcobilla			
4038	Bullaque	Alcobilla	Bullaque	
4039	Bullaque			
4040	Bullaque	Bullaque	Guadiana	
4041	Guadiana	Bullaque	Tirteafuera	
4042	Tirteafuera	Origen	Hojalora	
4043	Hojalora			
4044	Tirteafuera	Hojalora	Guadiana	
4045	Guadiana	Tirteafuera	Valdehornos	
4046	Valdehornos	Origen	San Marcos	
4047	San Marcos			



	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	1.762,88	0,09	12.817,47	0,15	7,27
	114.316,20	5,77	106.754,79	1,21	0,93
	8.429,56	0,43	20.351,01	0,23	2,41
	23.668,63	1,19	37.989,21	0,43	1,61
	21.029,46	1,06	60.367,61	0,69	2,87
	14.111,01	0,71	43.181,23	0,49	3,06
	102.324,10	5,16	100.553,25	1,14	0,98
	15.565,58	0,79	6.874,16	0,08	0,44
	21.577,73	1,09	36.267,16	0,41	1,68
	332,39	0,02	275,88	~0,00	0,83
	3.214,95	0,16	2.127,94	0,02	0,66
	277,04	0,01	479,52	0,01	1,73
	5.029,37	0,25	3.498,20	0,04	0,70
	107.736,76	5,44	111.666,25	1,27	1,04
	83.675,21	4,22	158.728,50	1,80	1,90
	88.358,30	4,46	220.993,26	2,51	2,50
	30.848,55	1,56	369.449,44	4,19	11,98
	17.370,99	0,88	105.692,70	1,20	6,08
	2.756,55	0,14	4.085,90	0,05	1,48
	32.831,70	1,66	126.557,09	1,44	3,85
	232.567,29	11,73	760.491,82	8,62	3,27
	28.092,07	1,42	119.143,12	1,35	4,24
	26.262,52	1,33	146.040,63	1,66	5,56
	14.387,80	0,73	114.549,33	1,30	7,96
	5.259,76	0,27	23.355,65	0,27	4,44
	3.032,28	0,15	9.213,81	0,10	3,04
	24.202,70	1,22	251.062,70	2,85	10,37
	39.028,77	1,97	183.306,97	2,08	4,70
	27.621,53	1,39	165.930,53	1,88	6,01
	15.507,42	0,78	85.217,27	0,97	5,50
	20.194,64	1,02	131.371,09	1,49	6,51
	7.511,00	0,38	41.517,79	0,47	5,53
	79.624,68	4,02	283.866,90	3,22	3,57
	9.565,56	0,48	57.197,16	0,65	5,98
	686,73	0,03	3.651,27	0,04	5,32
	49.591,25	2,50	383.828,05	4,36	7,74
	16.704,46	0,84	145.381,27	1,65	8,70
	12.246,50	0,62	155.070,97	1,76	12,66

sigue ►►



Tabla 3.4.4. Pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (CEH-CEDEX) (cont.)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
4049	Guadiana	Valdehornos	Bodonal	
4050	Bodonal			
4052	Estena	Origen	Frío	
4053	Frío			
4054	Estena	Frío	Estenilla	
4055	Estenilla			
4056	Estena	Estenilla	Fresnedoso	
4057	Fresnedoso			
4071	Guadalmez	Origen	Valdeazogues	
4072	Valdeazogues	Origen	Alcudia	
4073	Alcudia			
4074	Valdeazogues	Alcudia	Guadalmez	
4075	Guadalmez	Valdeazogues	Zújar	
4076	Zújar	Guadalmez	Esteras	
4077	Esteras			
4079	Garbayuela	Origen	Agudo	
4080	Agudo			
5063	Guadalmena	Origen	Cañada Larga	
5066	Villanueva De La Fuente			
5067	Guadalmena	Villanueva De La Fuente	Hoz De Terrinches	
5068	Hoz De Terrinches			
5069	Guadalmena	Hoz De Terrinches	Herreros	
5075	Guadalén	Origen	Manta	
5076	Manta			
5078	Dañador			
5082	Guarrizas	Origen	Despeñaperros	
5083	Despeñaperros			
5102	Grande	Origen	Renegadero	
5105	Pinto			
5108	Fresneda	Origen	Ojailén	
5109	Ojailén			
5110	Fresneda	Ojailén	Montoro	
5111	Montoro	Origen	Tablillas	
5112	Tablillas			
5113	Montoro	Tablillas	Vener	
5114	Vener			
5115	Montoro	Vener	Fresneda	
5116	Fresneda	Montoro	Robledillo	



	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	7.905,99	0,40	57.984,84	0,66	7,33
	10.806,25	0,55	107.863,20	1,22	9,98
	20.006,65	1,01	155.153,62	1,76	7,76
	1.714,04	0,09	13.489,30	0,15	7,87
	3.841,77	0,19	45.509,68	0,52	11,85
	10.731,21	0,54	111.325,74	1,26	10,37
	5.015,86	0,25	44.483,89	0,51	8,87
	3.608,50	0,18	41.446,72	0,47	11,49
	43.887,54	2,22	311.305,64	3,53	7,09
	66.940,35	3,38	435.354,27	4,94	6,50
	43.555,40	2,20	124.689,76	1,42	2,86
	11.483,04	0,58	109.178,73	1,24	9,51
	5.858,56	0,30	84.223,12	0,96	14,38
	86,87	~0,00	493,78	0,01	5,68
	43.521,00	2,20	281.511,30	3,20	6,47
	7.175,80	0,36	83.470,35	0,95	11,63
	20.187,45	1,02	189.345,43	2,15	9,38
	2.040,93	0,10	11.104,30	0,13	5,44
	9.962,30	0,50	54.417,24	0,62	5,46
	1.129,19	0,06	2.942,28	0,03	2,61
	12.651,31	0,64	73.705,43	0,84	5,83
	5.675,64	0,29	23.726,41	0,27	4,18
	36.248,02	1,83	123.591,26	1,40	3,41
	9.252,43	0,47	24.120,13	0,27	2,61
	4.506,36	0,23	19.584,69	0,22	4,35
	15.336,50	0,77	52.641,89	0,60	3,43
	11.825,06	0,60	63.143,94	0,72	5,34
	7.786,36	0,39	56.716,00	0,64	7,28
	530,89	0,03	1.720,42	0,02	3,24
	39.577,36	2,00	192.736,05	2,19	4,87
	44.955,75	2,27	289.361,77	3,29	6,44
	16.429,67	0,83	105.650,90	1,20	6,43
	21.565,23	1,09	231.310,22	2,63	10,73
	31.789,12	1,60	170.075,81	1,93	5,35
	5.770,38	0,29	22.659,10	0,26	3,93
	8.632,56	0,44	32.613,09	0,37	3,78
	4.985,22	0,25	17.138,11	0,19	3,44
	1.971,07	0,10	13.542,95	0,15	6,87

sigue ►►



Tabla 3.4.4. Pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (CEH-CEDEX) (cont.)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
5117	Robledillo			
5118	Fresneda	Robledillo	Sardinilla	
5132	Pradillo	Origen	Valmayor	
5133	Valmayor			
TOTAL				

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.



	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	11.739,76	0,59	153.812,05	1,75	13,10
	8.488,16	0,43	70.461,15	0,80	8,30
	10.906,31	0,55	148.479,02	1,69	13,61
	5.577,70	0,28	67.374,83	0,76	12,08
	1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53



Tabla 3.4.5. Pérdidas de suelo y superficie según régimen de propiedad

Régimen de propiedad	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	33.101,42	1,67	188.679,62	2,14	5,70
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	1.158,14	0,06	4.633,57	0,05	4,00
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	19.796,96	1,00	82.470,69	0,94	4,17
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	56.994,31	2,88	515.975,35	5,86	9,05
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	1.116,68	0,06	14.710,99	0,17	13,17
Montes privados de particulares no consorciados ni conveniados	14.418,07	0,73	95.914,69	1,09	6,65
Resto de superficie	1.816.377,90	91,67	7.905.980,40	89,75	4,35
TOTAL	1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.



Tabla 3.4.6. Pérdidas de suelo y superficie según régimen de protección

Régimen de protección	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Parque Nacional	35.940,83	1,81	192.450,28	2,18	5,35
Parque Natural	148.712,72	7,51	1.036.351,31	11,77	6,97
Reserva Natural	1.130,12	0,06	2.554,08	0,03	2,26
Microreserva	251,59	0,01	1.529,90	0,02	6,08
Reserva fluvial	1.890,46	0,10	4.287,75	0,05	2,27
Monumento Natural	6.198,33	0,31	32.625,09	0,37	5,26
Paisaje Protegido	35,33	~0,00	354,55	~0,00	10,04
Sin protección	1.748.804,10	88,27	7.538.212,35	85,58	4,31
TOTAL	1.942.963,48	98,07	8.808.365,31	100,00	4,53

Notas: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.
Los porcentajes de superficie están referidos a la superficie geográfica de la provincia.

3.5. Tolerancia a las pérdidas de suelo



El estudio de la tolerancia a las pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros y la consiguiente clasificación cualitativa de la erosión según la fragilidad del suelo, se resume en el mapa, tabla y gráfico siguientes:

Mapa 3.5.1. Clasificación cualitativa de la erosión según la fragilidad del suelo.

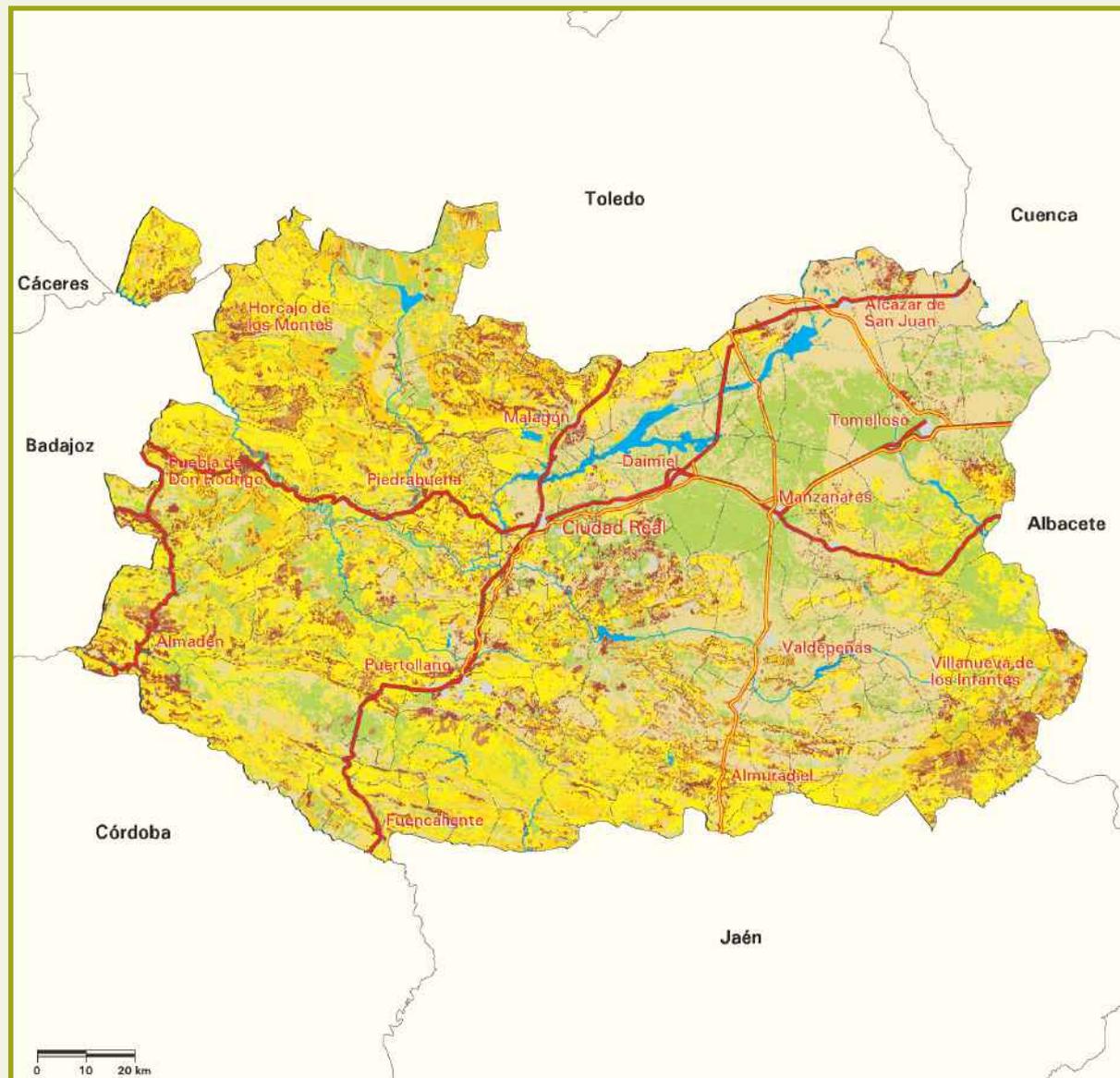
Tabla 3.5.1. Superficies según clasificación cualitativa de la erosión.

Gráfico 3.5.1. Superficies según clasificación cualitativa de la erosión.

En el CD-ROM que se adjunta, se incluye la tabla 3.5.2 en la que se muestra la clasificación cualitativa de la erosión por estrato en función de la fragilidad del suelo.



Mapa 3.5.1. Clasificación cualitativa de la erosión según la fragilidad del suelo



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Clasificación cualitativa de la erosión	
	Nula
	Muy leve
	Leve
	Moderada - leve
	Moderada - grave
	Grave
	Muy grave
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

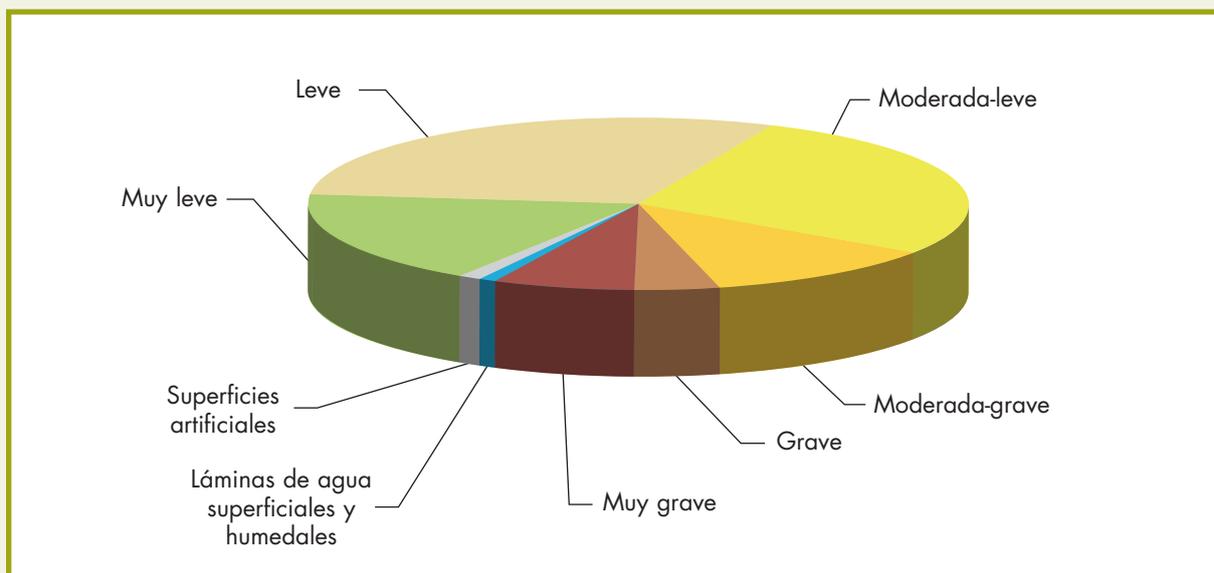


Tabla 3.5.1. Superficies según clasificación cualitativa de la erosión

Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie geográfica	
	ha	%
Nula	0,00	0,00
Muy leve	350.567,66	17,69
Leve	591.527,79	29,86
Moderada-leve	554.749,57	28,00
Moderada-grave	227.433,73	11,48
Grave	81.542,04	4,12
Muy grave	137.142,69	6,92
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.942.963,48	98,07
Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81
Superficies artificiales	22.263,15	1,12
TOTAL	1.981.323,16	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

Gráfico 3.5.1. Superficies según clasificación cualitativa de la erosión





3.6. Comparaciones

El mapa 3.6.1 muestra los resultados obtenidos en Ciudad Real por el Mapa de Estados Erosivos de las cuencas del Guadiana (1990), Tajo (1987) y Guadalquivir (1986).

Las tablas 3.6.1.a y 3.6.1.b y el gráfico 3.6.1 permiten comparar los resultados del Mapa de Estados Erosivos con los obtenidos ahora por el Inventario Nacional de Erosión de Suelos. No obstante, antes de comentar las variaciones apreciadas, es preciso realizar las siguientes observaciones:

- a) Ambos productos difieren notablemente en la escala de trabajo (1:200.000 en el Mapa de Estados Erosivos y 1:50.000 en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos), por lo que parte de las diferencias encontradas pueden ser achacadas a una mayor precisión de la cartografía de base utilizada en el actual trabajo.
- b) La metodología utilizada en ambos casos también difiere sustancialmente, puesto que el modelo utilizado para los Mapas de Estados Erosivos (USLE) ha sido claramente actualizado y mejorado en la versión revisada (RUSLE) utilizada en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, permitiendo incorporar nuevos factores (pedregosidad, efecto de las raíces subsuperficiales, etc.) que no contemplaba el modelo original y que, en general, dan como resultados tasas de pérdidas de suelo más ajustadas a lo observado en parcelas experimentales.

Dicho esto, se observa una drástica disminución en el porcentaje de superficie con pérdidas de suelo por encima de 10 (ó 12) $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, que pasa del 37,71% al 9,34%.

Esta disminución de la erosión podría explicarse en cierta medida por el aumento de la superficie forestal arbolada en los últimos años, que se ha incrementado en más de un 86%, pasando de 338.818,03 ha en el Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2, 1993) a 632,942,45 ha en el IFN3 (2004). Dicho incremento se explica en parte como consecuencia de actuaciones realizadas en materia de restauración, protección y gestión sostenible de los recursos forestales, incluyendo las medidas de prevención y control de incendios forestales, sin olvidar las acciones de fomento de la forestación de las tierras agrarias.

Un análisis de las tablas de la distribución de la superficie por grandes grupos de usos y aprovechamientos del suelo en la provincia de Ciudad Real en el período de 1997-2016, obtenidas del Anuario de Estadística elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), muestran que la superficie de tierras de cultivo se ha incrementado en algo más de 43.000 ha (en torno a un 4%), pasando de unas 1.072.783 ha en el año 1997 a 1.116.061 ha en el año 2016.

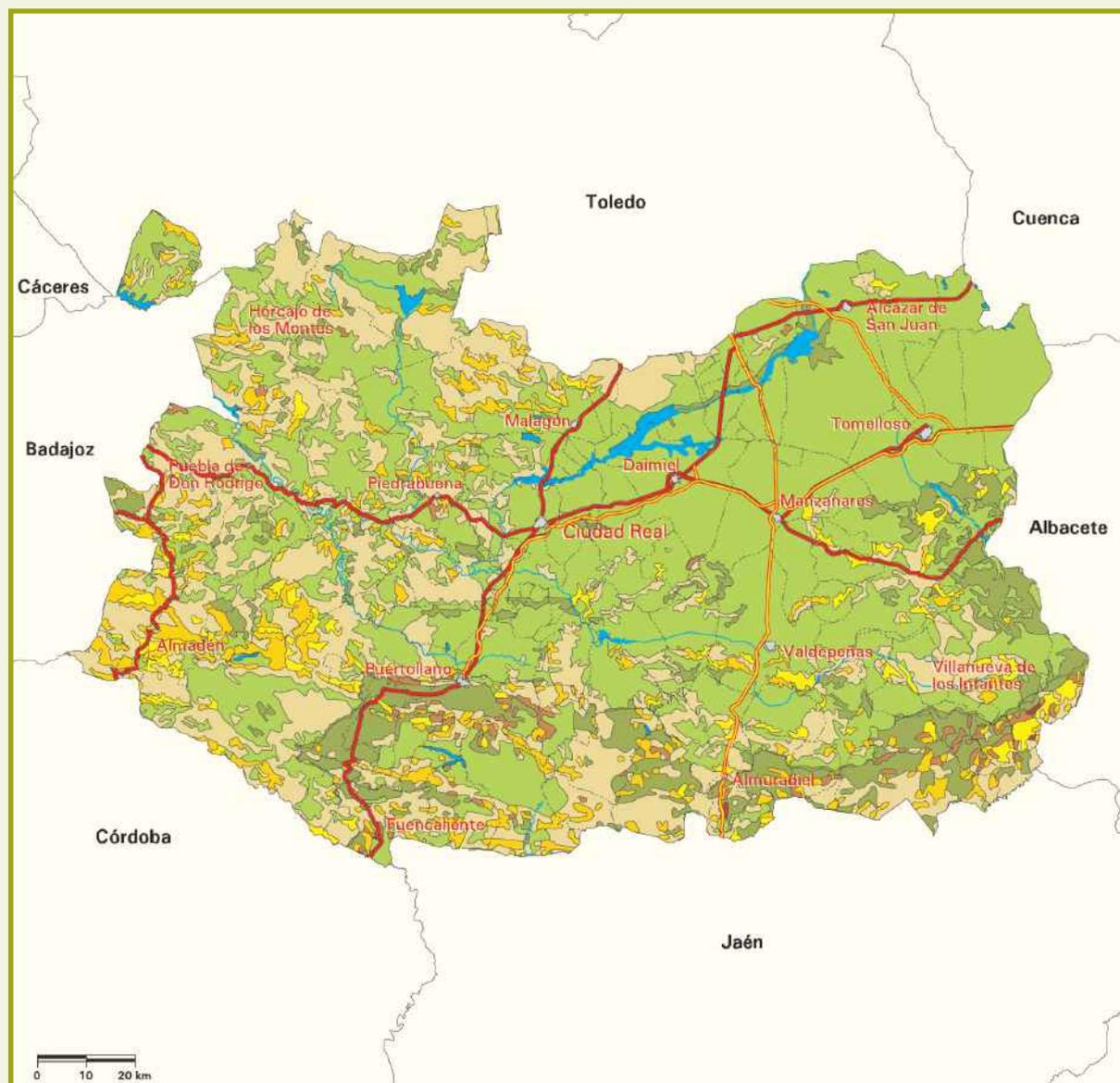


Para explicar este aumento se hace un estudio de las tablas de distribución de las tierras de cultivo por grandes grupos de cultivo, referidas al mismo periodo (1997-2016) y obtenidas igualmente del Anuario de Estadística del MAPA, del que se concluye que dicho crecimiento se produce por la mejora experimentada tanto en la superficie de barbechos y otras tierras no ocupadas, que crece en casi 112.000 ha (alrededor de un 35%) pasando de 315.481 ha a 427.433 ha, como en la de cultivos leñosos, que sube en unas 12.600 ha (un 4%) y pasa de 312.431 ha a 325.038 ha. Sin embargo, y en contraposición a lo anterior, la superficie de cultivos herbáceos en este periodo se ha reducido en más de 82.200 ha (que supone una disminución de más del 18%), bajando de las 444.871 ha a las 363.590 ha.





Mapa 3.6.1 Mapa de estados erosivos



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal

Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)

≤ 5
> 5 y ≤ 12
> 12 y ≤ 25
> 25 y ≤ 50
> 50 y ≤ 100
> 100 y ≤ 200
> 200
Agua
Núcleos urbanos

Fuente: Mapa de Estados Erosivos de la cuenca del Tajo (1987), Guadiana (1990) y Guadalquivir (1986).



Tabla 3.6.1.a Comparación de resultados
Mapa de Estados Erosivos. Resumen Nacional Escala 1:1.000.000

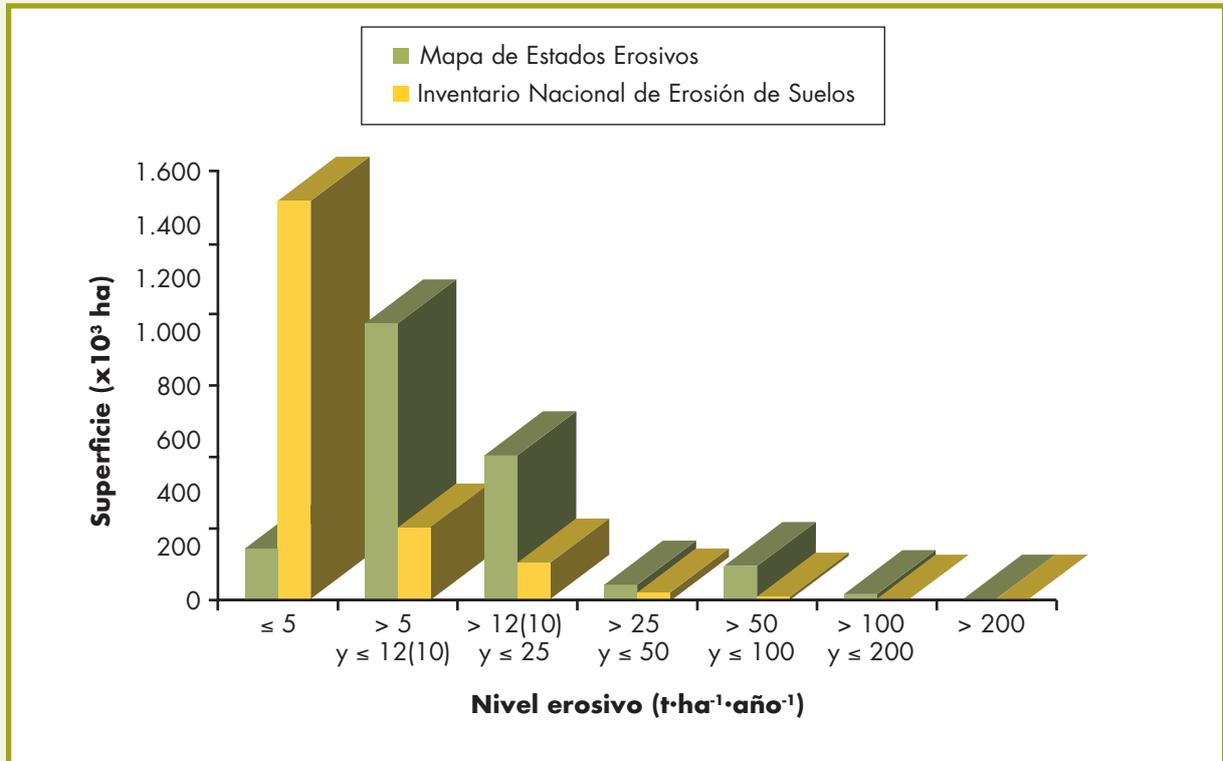
Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie geográfica	
		ha	%
1	≤ 5	192.061,67	9,69
2	> 5 y ≤ 12	1.030.858,91	52,03
3	> 12 y ≤ 25	539.790,68	27,24
4	> 25 y ≤ 50	58.375,78	2,95
5	> 50 y ≤ 100	126.342,18	6,38
6	> 100 y ≤ 200	21.760,71	1,10
7	> 200	780,92	0,04
8	Agua	9.917,77	0,50
9	Núcleos urbanos	1.434,54	0,07
TOTAL		1.981.323,16	100,00

Tabla 3.6.1.b Comparación de resultados
Inventario Nacional de Erosión de Suelos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie geográfica	
		ha	%
1	≤ 5	1.488.080,32	75,11
2	> 5 y ≤ 10	269.819,10	13,62
3	> 10 y ≤ 25	139.709,69	7,05
4	> 25 y ≤ 50	27.894,57	1,41
5	> 50 y ≤ 100	11.963,71	0,60
6	> 100 y ≤ 200	4.578,16	0,23
7	> 200	917,93	0,05
8	Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81
9	Superficies artificiales	22.263,15	1,12
TOTAL		1.981.323,16	100,00



Gráfico 3.6.1. Comparación de resultados



3.7. Erosión potencial (laminar y en regueros)



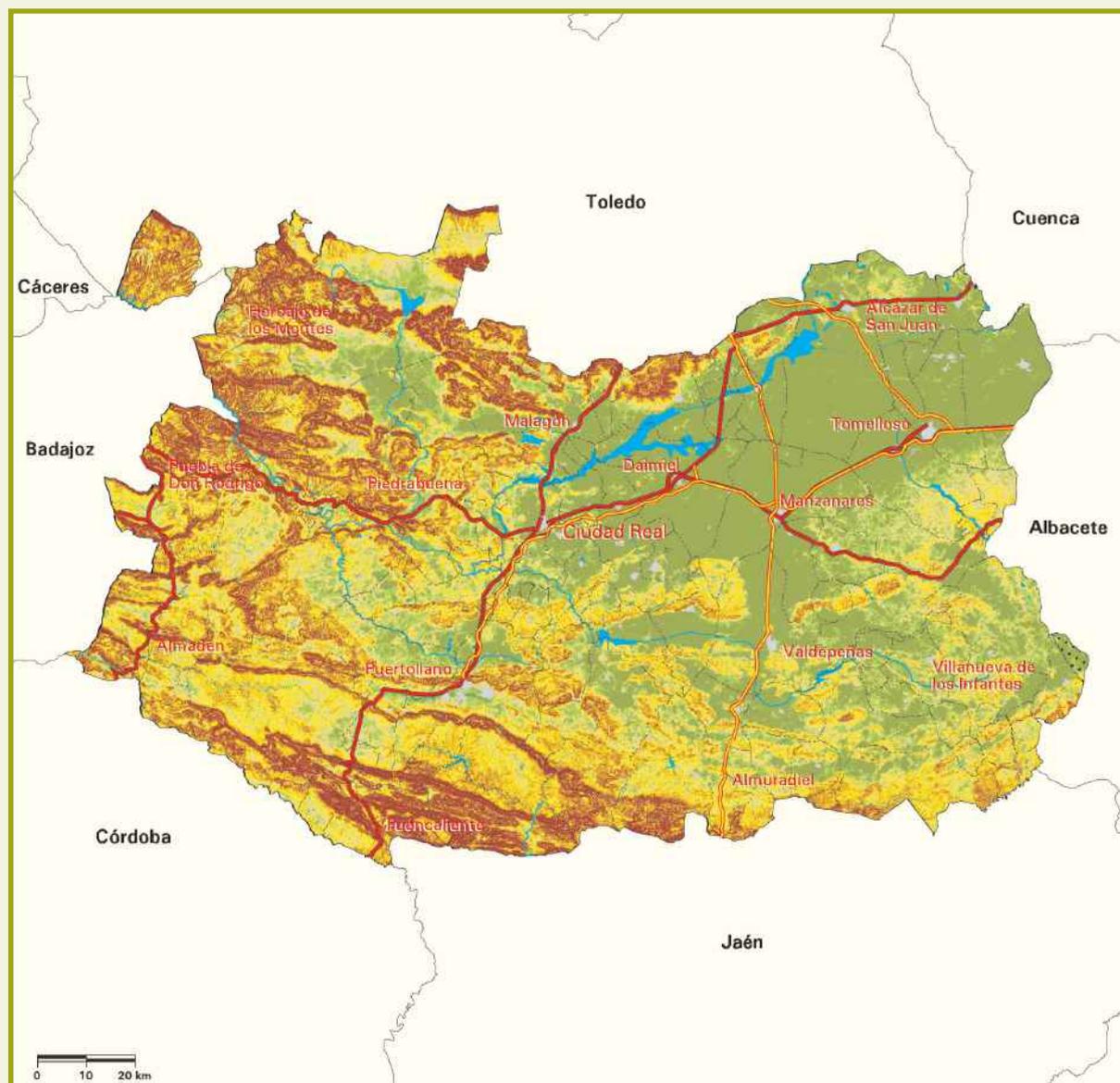
En el mapa 3.7.1 se representa la clasificación de la superficie en función de la potencialidad a presentar erosión laminar y en regueros, estimada según el procedimiento explicado en la Metodología.

En la tabla 3.7.1 aparecen los valores de las superficies correspondientes a cada clase, distinguiendo a su vez, en dicha tabla, los tres niveles considerados de capacidad climática de recuperación de la vegetación.

En el gráfico 3.7.1 se comparan las superficies de erosión potencial y actual, según niveles erosivos.



Mapa 3.7.1. Erosión potencial (laminar y en regueros)



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Erosión potencial de tipo laminar y en regueros ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	
	≤ 5
	$> 5 \text{ y } \leq 10$
	$> 10 \text{ y } \leq 25$
	$> 25 \text{ y } \leq 50$
	$> 50 \text{ y } \leq 100$
	$> 100 \text{ y } \leq 200$
	> 200
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Capacidad climática de recuperación de la vegetación	
	Baja
	Media
	Alta

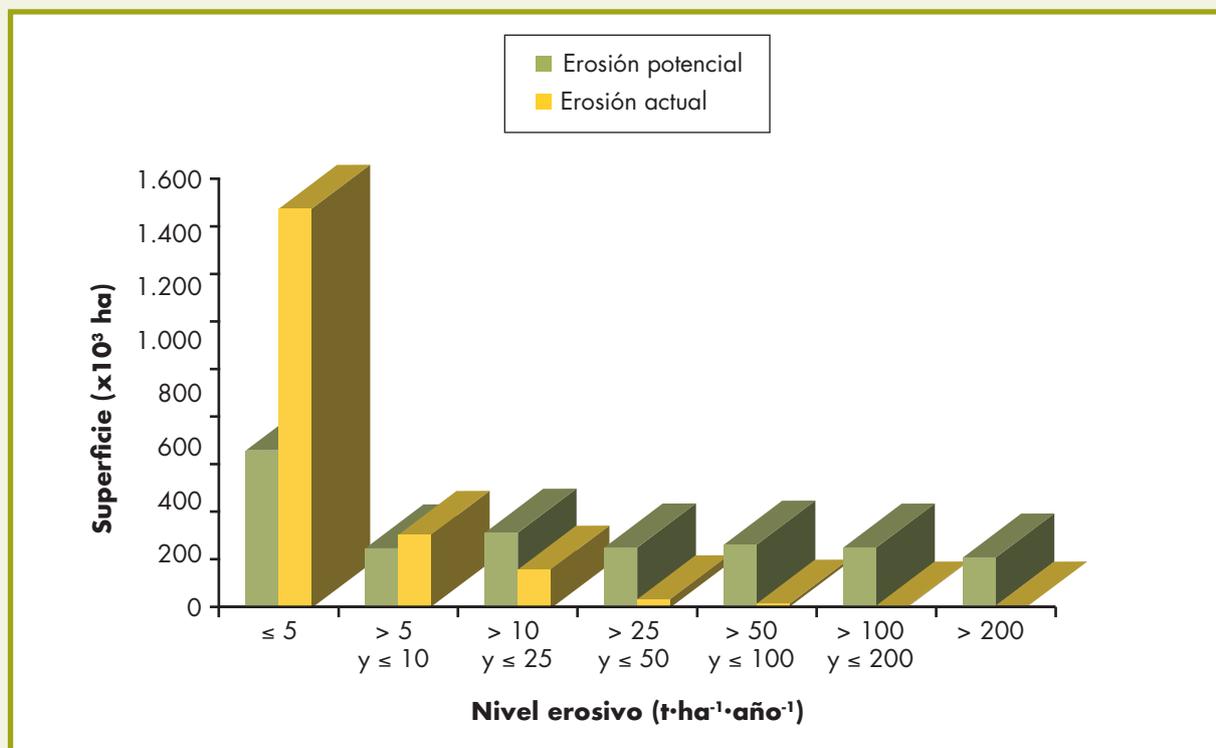


Tabla 3.7.1. Erosión potencial (laminar y en regueros)

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie geográfica	
	Baja		Media		Alta			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
≤ 5	582.913,43	29,43	2.196,15	0,11	0,00	0,00	585.109,58	29,54
> 5 y ≤ 10	218.150,09	11,01	600,49	0,03	0,00	0,00	218.750,58	11,04
> 10 y ≤ 25	277.289,70	14,00	180,86	0,01	0,00	0,00	277.470,56	14,01
> 25 y ≤ 50	222.552,89	11,23	81,74	~0,00	0,00	0,00	222.634,63	11,23
> 50 y ≤ 100	232.652,27	11,74	37,34	~0,00	0,00	0,00	232.689,61	11,74
> 100 y ≤ 200	221.727,39	11,19	6,75	~0,00	0,00	0,00	221.734,14	11,19
> 200	184.574,07	9,32	0,31	~0,00	0,00	0,00	184.574,38	9,32
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.939.859,84	97,92	3.103,64	0,15	0,00	0,00	1.942.963,48	98,07
Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	16.096,53	0,81
Superficies artificiales	22.263,15	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	22.263,15	1,12
TOTAL	1.978.219,52	99,85	3.103,64	0,15	0,00	0,00	1.981.323,16	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

Gráfico 3.7.1. Erosión potencial (laminar y en regueros) y erosión actual



3.8. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros



En el mapa 3.8.1 figuran los suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros, identificados de acuerdo con el procedimiento explicado en la Metodología, así como los estratos que se consideran como desiertos y semidesiertos de vegetación con predominio de afloramientos rocosos.

En la tabla 3.8.1 aparecen los estratos que se han considerado como representativos de suelos esqueléticos y degradados por la erosión, incluyendo la descripción de los mismos, los valores medios de los parámetros utilizados en la clasificación, su tasa de erosión actual media, la cualificación de esta erosión según el apartado 3.5 y su superficie.

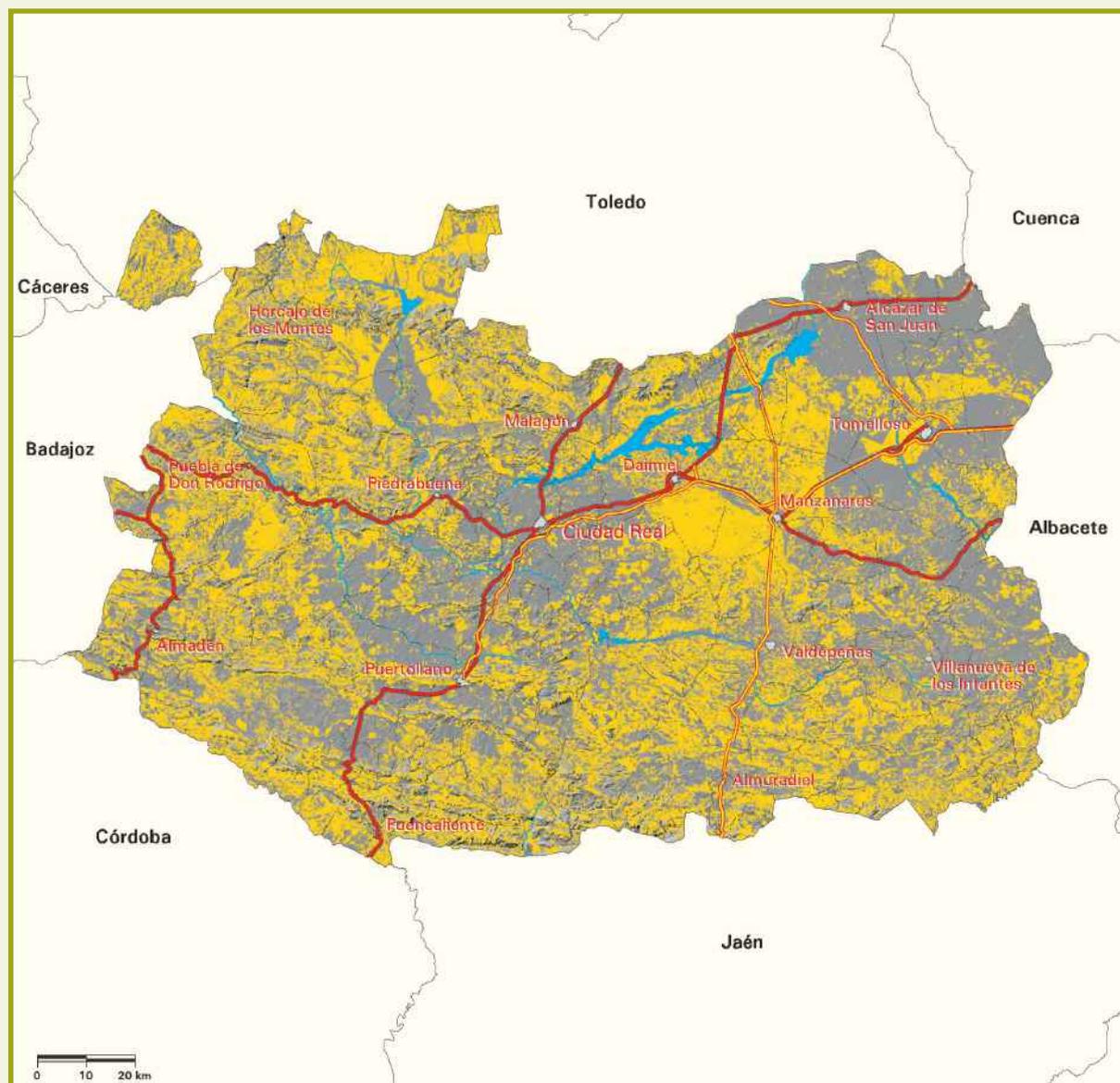
En el gráfico 3.8.1 se representan las superficies de los suelos esqueléticos y/o degradados por la erosión y los desiertos y semidesiertos de vegetación con predominio de afloramientos rocosos.

La superficie total ocupada por dichos estratos es de 782.750,50 ha, que supone un 40,29% de la superficie erosionable de la provincia y un 39,51% de su superficie geográfica.

No se han identificado en esta provincia estratos considerados como "desiertos y semidesiertos de vegetación con predominio de afloramientos rocosos".



Mapa 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

■ Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
1	- Cultivos herbáceos de secano - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV(VI) ₁ : Mediterráneo subnemorales seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	28,10	3,70	48,98	3,96	0,65	Muy leve	65.748,93
2	- Cultivos herbáceos de secano - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV(VI) ₁ : Mediterráneo subnemorales seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	24,69	0,00	43,05	3,65	1,90	Leve	44.175,02
5	- Cultivos herbáceos de secano - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV ₄ : Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	23,89	0,00	40,84	3,24	6,49	Moderada-grave	36.308,87
12	- Cultivos herbáceos de regadío - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV(VI) ₁ : Mediterráneo subnemorales seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	33,64	0,00	46,92	3,28	0,14	Muy leve	26.498,72
15	- Cultivos herbáceos de secano - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV ₄ : Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	15,63	0,00	48,32	2,68	6,10	Moderada-grave	21.189,62

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
16	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	16,43	0,00	47,56	3,43	0,83	Muy leve	20.737,41
17	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	0,13	17,50	62,50	50,46	3,45	3,99	Moderada- leve	20.583,19
19	<ul style="list-style-type: none"> - Viñedo de secano - Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes - Clima IV(VI)₁: Mediterráneo subnemoraleco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,13	40,63	25,00	44,33	3,72	0,84	Muy leve	19.470,77
23	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₃: Mediterráneo genuino - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	1,00	13,33	33,33	48,18	5,51	2,45	Moderada- leve	16.293,21
25	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivos herbáceos de regadío - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV₁: Mediterráneo genuino seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	23,00	0,00	49,13	3,86	0,22	Muy leve	14.422,20

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
27	- Cultivos herbáceos de secano - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV ₄ : Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	12,50	0,00	40,64	3,10	9,19	Grave	13.395,95
31	- Cultivos herbáceos de secano - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV(VI) ₁ : Mediterráneo subnemorales seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	31,00	0,00	45,70	3,61	2,31	Moderada-leve	10.813,94
32	- Olivar - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV ₃ : Mediterráneo genuino - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,75	11,25	25,00	35,46	3,96	4,45	Moderada-leve	10.390,31
33	- Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV ₃ : Mediterráneo genuino - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m	2,57	12,86	42,86	42,12	5,79	2,23	Moderada-leve	10.246,29
34	- Olivar - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV(VI) ₁ : Mediterráneo subnemorales seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m	0,00	41,43	14,29	45,02	3,34	1,16	Leve	10.009,39

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
35	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	25,00	0,00	41,12	3,39	0,80	Muy leve	9.101,59
37	<ul style="list-style-type: none"> - Olivar - Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes - Clima IV(VI)₁: Mediterráneo subnival seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	47,50	0,00	51,26	3,63	1,63	Leve	8.940,74
39	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	0,00	31,67	0,00	65,79	2,93	3,16	Moderada-leve	8.901,09
41	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₃: Mediterráneo genuino - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Umbrías - Altitud > 500 m 	6,67	20,00	0,00	51,12	4,66	2,41	Moderada-leve	8.819,67
45	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	2,00	18,33	66,67	36,28	3,42	3,84	Moderada-leve	8.013,43

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
49	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	6,75	47,50	0,00	42,31	3,11	3,10	Muy leve	6.906,76
50	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Umbrías - Altitud > 500 m 	0,00	16,67	0,00	48,21	3,65	5,62	Moderada-grave	6.696,57
51	<ul style="list-style-type: none"> - Viñedo de regadío - Formaciones superficiales consolidadas - Clima IV₁: Mediterráneo genuino seco - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	29,00	0,00	40,82	2,96	0,38	Muy leve	6.508,58
52	<ul style="list-style-type: none"> - Matorral con nivel evolutivo muy alto - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	11,50	50,00	0,00	62,49	2,58	4,13	Moderada-leve	6.131,35
53	<ul style="list-style-type: none"> - Olivar - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₃: Mediterráneo genuino - Pendiente ≤ 10% - Orientación Todos los vientos - Altitud > 500 m 	0,00	53,75	25,00	53,05	4,37	1,76	Leve	5.678,95

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
54	<ul style="list-style-type: none"> - Matorral con nivel evolutivo bajo - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	0,67	25,00	33,33	48,88	3,54	3,57	Moderada- leve	5.614,79
56	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Orientación Solanas - Altitud > 500 m 	0,00	41,25	0,00	55,94	3,83	8,95	Grave	5.286,15
59	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Varias orientaciones - Varias altitudes 	1,20	11,00	40,00	42,87	3,94	3,54	Moderada- leve	7.939,20
64	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Clima IV(VI)₁: Mediterráneo subnemocoral seco - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Varias orientaciones - Varias altitudes 	8,33	31,67	0,00	65,31	7,28	2,05	Moderada- leve	6.279,38
65	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivos herbáceos de secano - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV(VI)₁: Mediterráneo subnemocoral seco - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Varias orientaciones - Varias altitudes 	0,00	28,33	0,00	56,66	3,79	11,89	Grave	6.025,85

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
66	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado coníferas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Pendiente > 10 y ≤ 30% - Varias orientaciones - Varias altitudes 	0,00	38,33	0,00	53,80	3,76	3,50	Moderada- leve	5.782,26
70	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV₃: Mediterráneo genuino - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes 	0,00	36,25	25,00	66,99	6,83	4,07	Muy leve	9.722,97
73	<ul style="list-style-type: none"> - Matorral con nivel evolutivo bajo - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV₄: Mediterráneo genuino húmedo - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes 	7,00	37,50	50,00	52,31	2,26	3,66	Moderada- leve	8.360,27
77	<ul style="list-style-type: none"> - Matorral con nivel evolutivo muy alto - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Clima IV₃: Mediterráneo genuino - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes 	6,67	23,33	33,33	56,64	1,81	4,53	Moderada- leve	7.417,19
78	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV(VI)₁: Mediterráneo subnemorales seco - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes 	0,00	26,67	0,00	47,43	3,14	3,08	Moderada- leve	7.148,59

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
80	- Matorral con nivel evolutivo medio - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Clima IV ₄ : Mediterráneo genuino húmedo - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	8,50	56,67	0,00	50,53	7,54	2,40	Moderada- leve	6.597,32
82	- Matorral con nivel evolutivo muy alto - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Clima IV ₃ : Mediterráneo genuino - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	35,00	0,00	42,41	2,80	5,39	Moderada- grave	6.250,30
86	- Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes - Clima IV ₃ : Mediterráneo genuino - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,20	9,00	60,00	51,64	3,49	2,25	Moderada- leve	11.832,38
89	- Matorral con nivel evolutivo muy alto - Formaciones superficiales no consolidadas - Clima IV ₄ : Mediterráneo genuino húmedo - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	23,33	0,00	44,23	3,67	4,69	Moderada- leve	5.408,41
94	- Matorral con nivel evolutivo medio - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	5,67	36,67	0,00	46,22	3,98	3,63	Moderada- leve	9.183,64

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
95	- Olivar - Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,40	37,00	0,00	48,29	3,58	6,50	Moderada-grave	9.136,93
99	- Forestal arbolado frondosas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	23,75	25,00	37,65	3,70	2,38	Moderada-leve	8.546,19
105	- Matorral con nivel evolutivo bajo - Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	6,67	25,00	33,33	35,81	3,29	3,82	Moderada-leve	7.297,87
106	- Viñedo de secano - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	43,33	0,00	43,55	3,92	1,56	Leve	14.040,09
108	- Viñedo de regadío - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	47,50	0,00	58,24	3,65	0,74	Muy leve	5.846,74
109	- Forestal arbolado coníferas con 33% ≤ Fcc ≤ 66% - Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	1,25	35,00	25,00	50,61	5,98	5,21	Moderada-grave	5.382,27

sigue ►►



Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
110	- Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33% - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	6,14	22,38	14,29	40,93	4,24	5,64	Moderada-grave	62.849,36
117	- Otros cultivos de secano - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,08	10,83	18,18	41,35	3,45	1,51	Leve	26.928,86
119	- Forestal arbolado coníferas con Fcc > 66% - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,19	15,63	0,00	53,10	3,63	3,69	Moderada-leve	33.430,81
120	- Olivar - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	42,89	5,26	42,93	3,83	13,64	Muy grave	41.274,95
122	- Desiertos y semidesiertos de vegetación - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	83,33	33,33	0,00	0,93	0,95	72,54	Muy grave	7.615,63
123	- Forestal arbolado coníferas con Fcc < 33% - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	1,50	21,25	12,50	47,91	3,35	4,27	Moderada-leve	12.817,04

sigue ►►

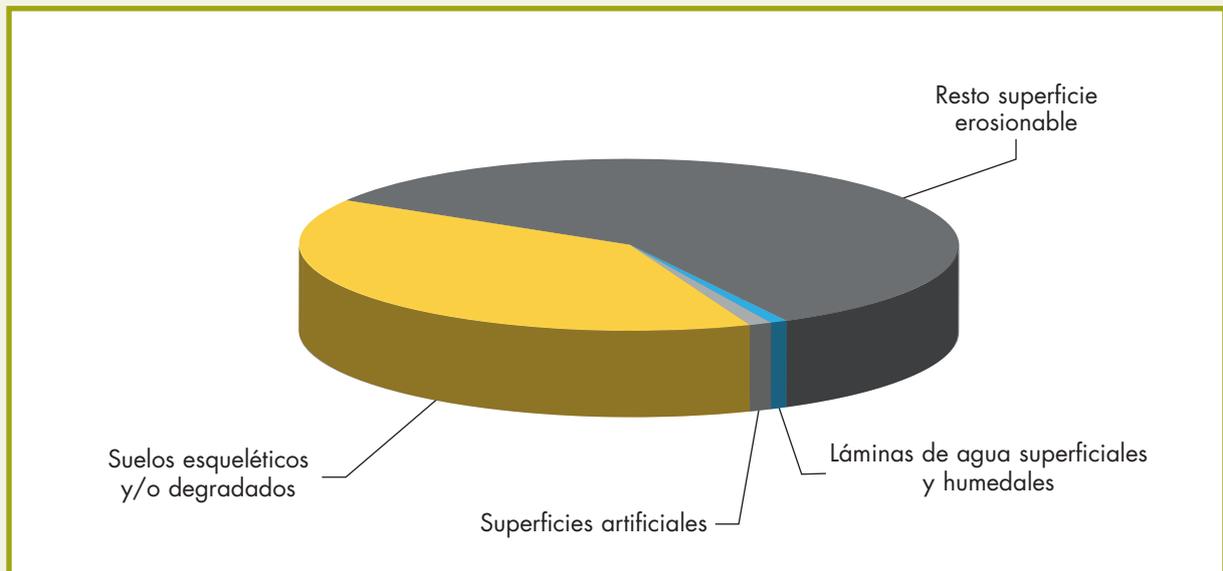


Tabla 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros (cont.)

Estrato	Descripción	Afloramientos rocosos (%)	Pedregosidad superficial (%)	Suelos someros (%)	Elementos gruesos (%)	Materia orgánica (%)	Pérdidas medias de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Clasificación cualitativa de la erosión	Superficie (ha)
126	- Matorral con nivel evolutivo alto - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	3,14	27,14	28,57	48,98	5,36	2,82	Moderada- leve	5.495,53
128	- Matorral con nivel evolutivo medio - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	5,00	22,00	80,00	57,61	3,50	4,82	Moderada- leve	10.218,33
129	- Forestal arbolado mixto con Fcc < 33% - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	9,33	43,33	33,33	57,54	4,32	3,99	Moderada- leve	4.161,15
130	- Frutales - Varias litologías - Varios climas - Varias pendientes - Varias orientaciones - Varias altitudes	0,00	52,50	0,00	49,34	3,37	6,01	Moderada- grave	2.877,50
TOTAL									782.750,50



Gráfico 3.8.1. Suelos esqueléticos y/o degradados por erosión laminar y en regueros





4. Erosión en cárcavas y barrancos en Ciudad Real



La erosión en cárcavas y barrancos se caracteriza fundamentalmente por el avance remontante de una incisión en el terreno que, adoptando los clásicos perfiles en U o V, concentra las aguas de escorrentía y las conduce a la red principal de drenaje. El detonante para el proceso suele ser la pérdida de vegetación en áreas donde la micro-topografía favorece esta concentración de flujos de corriente durante las lluvias. Las cárcavas están, casi siempre, asociadas a una erosión acelerada sobre litofacies blandas y, por tanto, a paisajes inestables.

Existen dos tipos fundamentales de cárcavas: de fondo de valle y de ladera. Las primeras son esencialmente un fenómeno de superficie y pueden considerarse como grandes regueros formados cuando la fuerza de arrastre ejercida por el flujo supera la resistencia del suelo. Pero, una vez que han alcanzado cierta profundidad, el principal mecanismo de avance es el retroceso de la cabecera, hasta que, al moverse pendiente arriba, y ser el espesor del suelo cada vez menor, provoca que la base de la cárcava llegue a la roca madre y la altura del muro de cabecera se reduzca suficientemente para estabilizarse.

Antes de que esto ocurra, lo más probable es que una cárcava de fondo de valle haya avanzado en el interior de las laderas que la rodean, donde se comportará como una cárcava de ladera. En este segundo tipo, las cárcavas se desarrollan formando, más o menos, ángulos rectos con la dirección principal del valle, donde las concentraciones locales de escorrentía superficial cortan la base de las colinas, los conductos subsuperficiales se hunden o los movimientos locales de masas crean una depresión lineal en el paisaje (R.P.C. MORGAN. 1997. Erosión y conservación del suelo. Ediciones Mundi-Prensa).

En ocasiones, las cárcavas de ladera se extienden de forma ramificada a través de terrenos generalmente erosionables, evolucionando hasta llegar a la formación de las denominadas "badlands", que son superficies cubiertas de cárcavas, no productivas y prácticamente imposibles de recuperar.

Aunque este tipo de erosión suele tener una importancia cuantitativa menor que otros procesos (erosión laminar y en regueros, fundamentalmente) en lo que a pérdidas de suelo se refiere, su repercusión paisajística es incluso superior, pues cárcavas y barrancos son elementos muy visibles y considerados generalmente como indicadores de procesos avanzados de degradación del territorio. De ahí su inclusión en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, en el que se trata de determinar, como indicador de este tipo de fenómenos, la superficie afectada por los mismos.

En el mapa 4.1 se representan las zonas de erosión en cárcavas y barrancos identificadas mediante fotointerpretación, tal y como se explica en la Metodología. Las zonas identificadas abarcan una superficie total de 499,25 ha, que suponen el 0,03% tanto de la superficie erosionable como de la geográfica de Ciudad Real. Las tablas y gráficos siguientes permiten realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos:



Tabla 4.1. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según niveles de erosión laminar y en regueros.

Gráfico 4.1. Superficie de zonas de erosión en cárcavas y barrancos.

Tabla 4.2. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según vegetación.

Tabla 4.3. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según términos municipales.

Tabla 4.4. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según unidades hidrológicas.

Tabla 4.5. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de propiedad.

Tabla 4.6. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de protección.

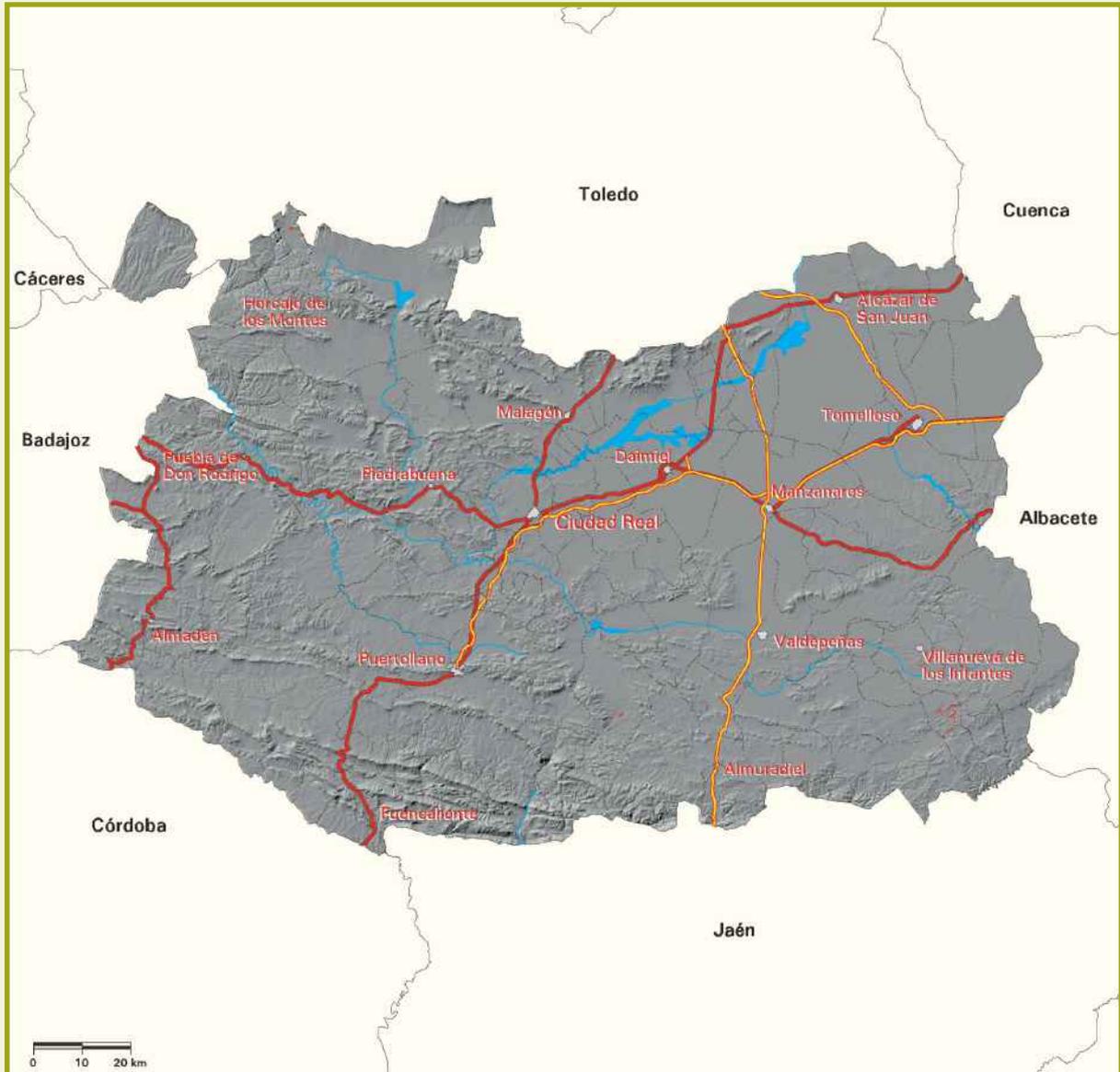
Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Ciudad Real.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de zonas de erosión en cárcavas y barrancos (Mapa nº 2), a escala 1:250.000.





Mapa 4.1. Zonas de erosión en cárcavas y barrancos



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

■ Zonas de erosión en cárcavas y barrancos



Tabla 4.1. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según niveles de erosión laminar y en regueros

Nivel erosivo		Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
Código	Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)		ha	%*
1	≤ 5	1.488.080,32	406,37	0,03
2	> 5 y ≤ 10	269.819,10	62,69	0,02
3	> 10 y ≤ 25	139.709,69	26,75	0,02
4	> 25 y ≤ 50	27.894,57	3,44	0,01
5	> 50 y ≤ 100	11.963,71	0,00	0,00
6	> 100 y ≤ 200	4.578,16	0,00	0,00
7	> 200	917,93	0,00	0,00
TOTAL		1.942.963,48	499,25	0,03

* Los porcentajes están referidos a cada nivel erosivo.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

Gráfico 4.1. Superficie de zonas de erosión en cárcavas y barrancos

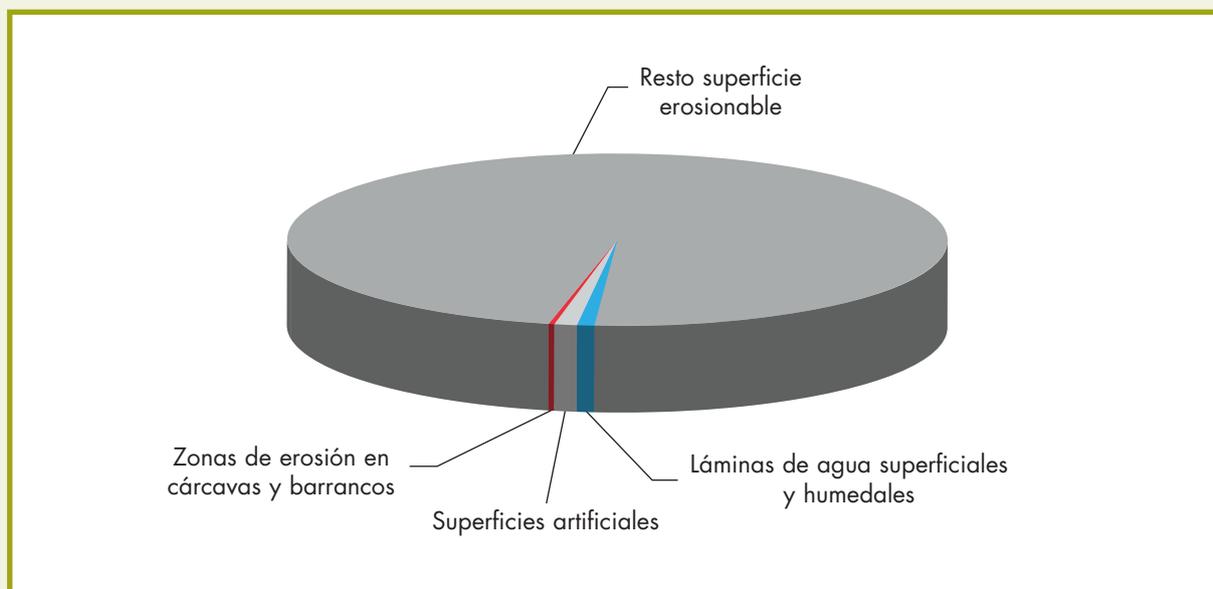




Tabla 4.2. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según vegetación

Vegetación	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%*
Forestal arbolado	650.863,96	71,19	0,01
Forestal desarbolado	226.555,82	410,12	0,18
Cultivos	1.065.543,70	17,94	~0,00
TOTAL	1.942.963,48	499,25	0,03

*Los porcentajes están referidos a cada tipo de vegetación.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 4.3. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según términos municipales

Término municipal*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Almedina	5.569,63	205,25	3,69
Calzada de Calatrava	40.725,74	39,31	0,10
Luciana	11.315,94	46,00	0,41
Montiel	26.823,86	83,50	0,31
Navas de Estena	14.544,52	57,31	0,39
Puebla del Príncipe	3.360,17	15,13	0,45
Villahermosa	36.055,78	1,06	~0,00
Villamanrique	36.665,27	0,69	~0,00
Villanueva de los Infantes	13.324,22	51,00	0,38

* Sólo se han incluido los términos municipales que presentan erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada término municipal.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 4.4. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según unidades hidrológicas

Unidad hidrológica*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
4030	232.567,29	135,56	0,06
4041	7.511,00	46,00	0,61
4052	20.006,65	57,31	0,29
5068	12.651,31	3,38	0,03
5075	36.248,02	217,69	0,60
5108	39.577,36	39,31	0,10

* Sólo se han incluido las unidades hidrológicas que presentan erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 4.5. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de propiedad

Régimen de propiedad*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Resto de superficie	1.816.377,90	499,25	0,03

* En el resto de las figuras de régimen de propiedad no se han detectado fenómenos significativos de erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de propiedad.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



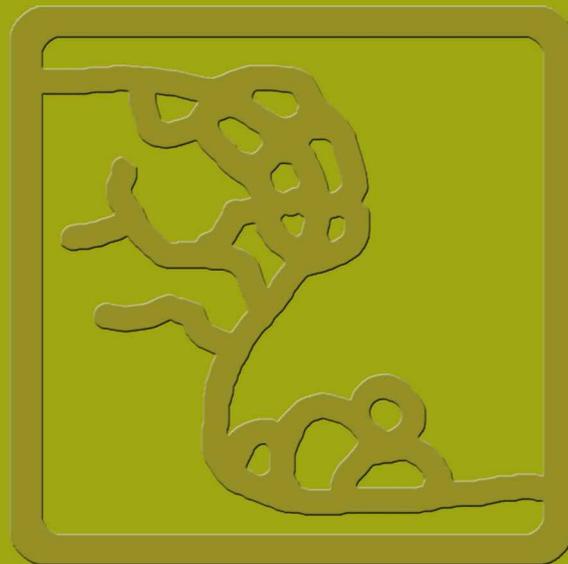
Tabla 4.6. Superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de protección

Régimen de protección*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Sin protección	1.748.804,10	499,25	0,03

* En el resto de las figuras de régimen de protección no se han detectado fenómenos significativos de erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de protección.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



5. Movimientos en masa en Ciudad Real



Los movimientos en masa son mecanismos de erosión, transporte y deposición que se producen por la inestabilidad gravitacional del terreno.

Su interrelación con otros mecanismos de erosión es muy intensa, especialmente en las áreas de montaña, donde junto con la hidrodinámica torrencial configuran el principal proceso erosivo de las laderas. Este aspecto se patentiza en la consideración tipológica y cuantitativa de los movimientos en masa en la mayoría de las clasificaciones de torrentes.

Fuera de las cuencas torrenciales, también es importante su aportación a la dinámica erosiva, siendo con frecuencia precursores y/o consecuencia de acarreamientos y erosiones laminares y en regueros.

La inclusión de los fenómenos de movimientos en masa en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos es, por tanto, muy conveniente desde un punto de vista de identificación y clasificación de la erosión en sus distintas formas. Esta conveniencia se incrementa por el hecho de que tales movimientos del terreno tienen normalmente efectos negativos, desde la reducción más o menos intensa de la capacidad productiva del suelo afectado, hasta daños catastróficos, tanto sobre bienes económicos como sobre vidas humanas.

Tal y como se explica en la Metodología, el estudio de los movimientos en masa se centra en la determinación de un indicador de la potencialidad de cada elemento del territorio a sufrir este tipo de fenómenos.

Aplicando el proceso explicado en la Metodología, se obtienen la información de partida y resultados finales que se resumen en las tablas, gráficos y mapas siguientes:

– Información de partida:

Mapa 5.1. Factor litología.

Tabla 5.1. Superficies según el factor litología.

Mapa 5.2. Factor pendiente.

Tabla 5.2. Superficies según el factor pendiente.

Mapa 5.3. Factor pluviometría.

Tabla 5.3. Superficies según el factor pluviometría.

Mapa 5.4. Movimientos identificados.



– Resultados finales y análisis:

Mapa 5.5. Potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Tabla 5.5. Superficies según potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Gráfico 5.5.1. Superficies según potencialidad de movimientos en masa.

Gráfico 5.5.2. Superficies según tipología predominante de movimientos en masa.

Tabla 5.6. Superficies según vegetación y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.7. Superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.8. Superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.9. Superficies según régimen de propiedad y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.10. Superficies según régimen de protección y potencialidad de movimientos en masa.

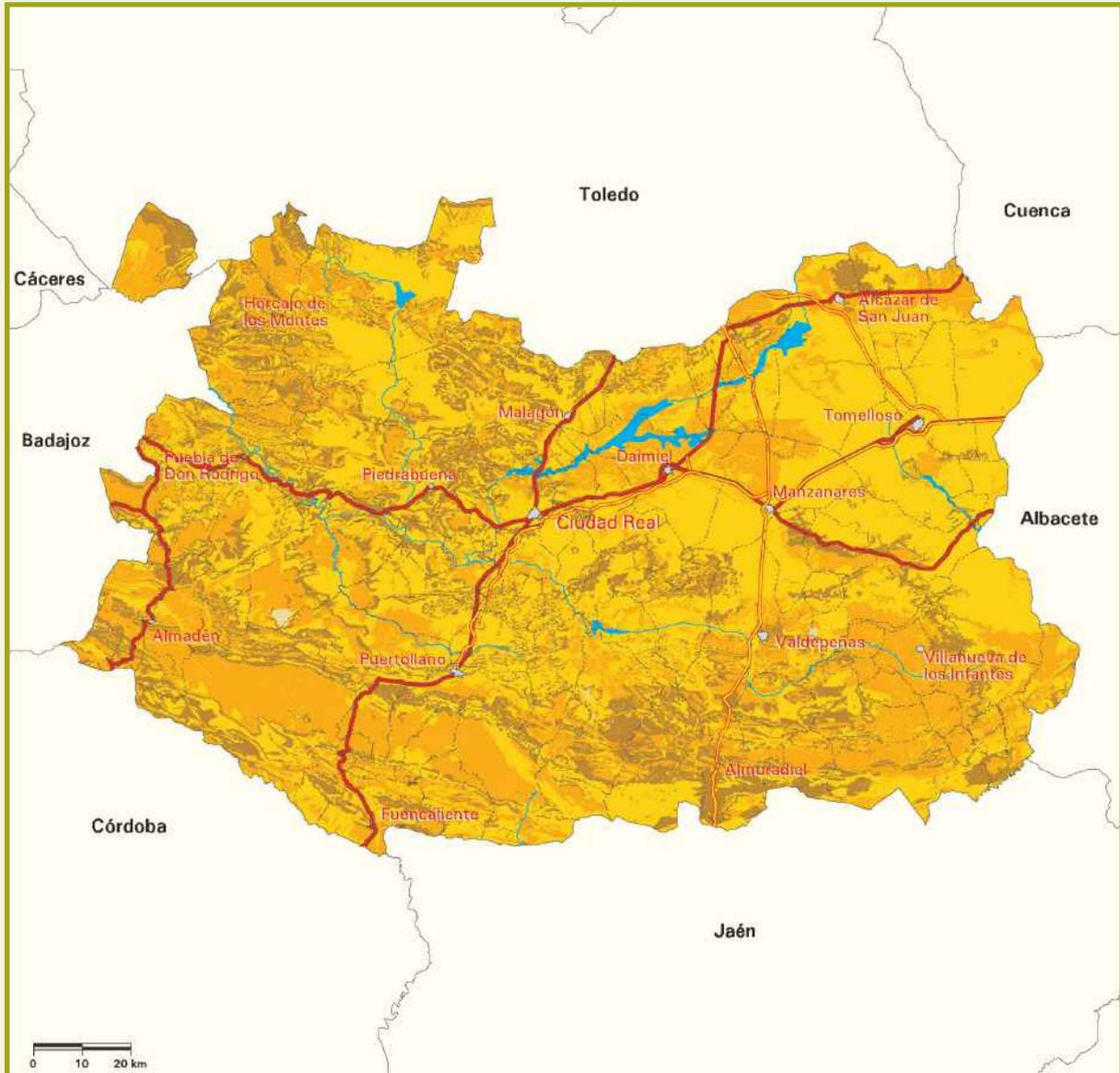
Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Ciudad Real.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa (Mapa nº 3), a escala 1:250.000.





Mapa 5.1. Factor litología



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Susceptibilidad litológica a los movimientos en masa	
	No favorable
	Muy poco favorable
	Poco favorable
	Medianamente favorable
	Favorable
	Muy favorable

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.



Tabla 5.1. Superficies según el factor litología

Susceptibilidad litológica a los movimientos en masa	Superficie geográfica	
	ha	%
No favorable	0,00	0,00
Muy poco favorable	3.773,79	0,19
Poco favorable	1.083.216,25	54,68
Medianamente favorable	566.094,72	28,57
Favorable	327.772,37	16,54
Muy favorable	466,03	0,02
TOTAL	1.981.323,16	100,00



Mapa 5.2. Factor pendiente



Signos convencionales

-  Autopista / Autovía
-  Carretera nacional
-  Río
-  Ferrocarril
-  Límite municipal
-  Láminas de agua superficiales
-  Superficies artificiales

Pendiente

- | | |
|---|-----------------------------------|
|  | Baja ($\leq 15\%$) |
|  | Media (> 15 y $\leq 30\%$) |
|  | Alta (> 30 y $\leq 100\%$) |
|  | Muy alta o escarpes ($> 100\%$) |

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

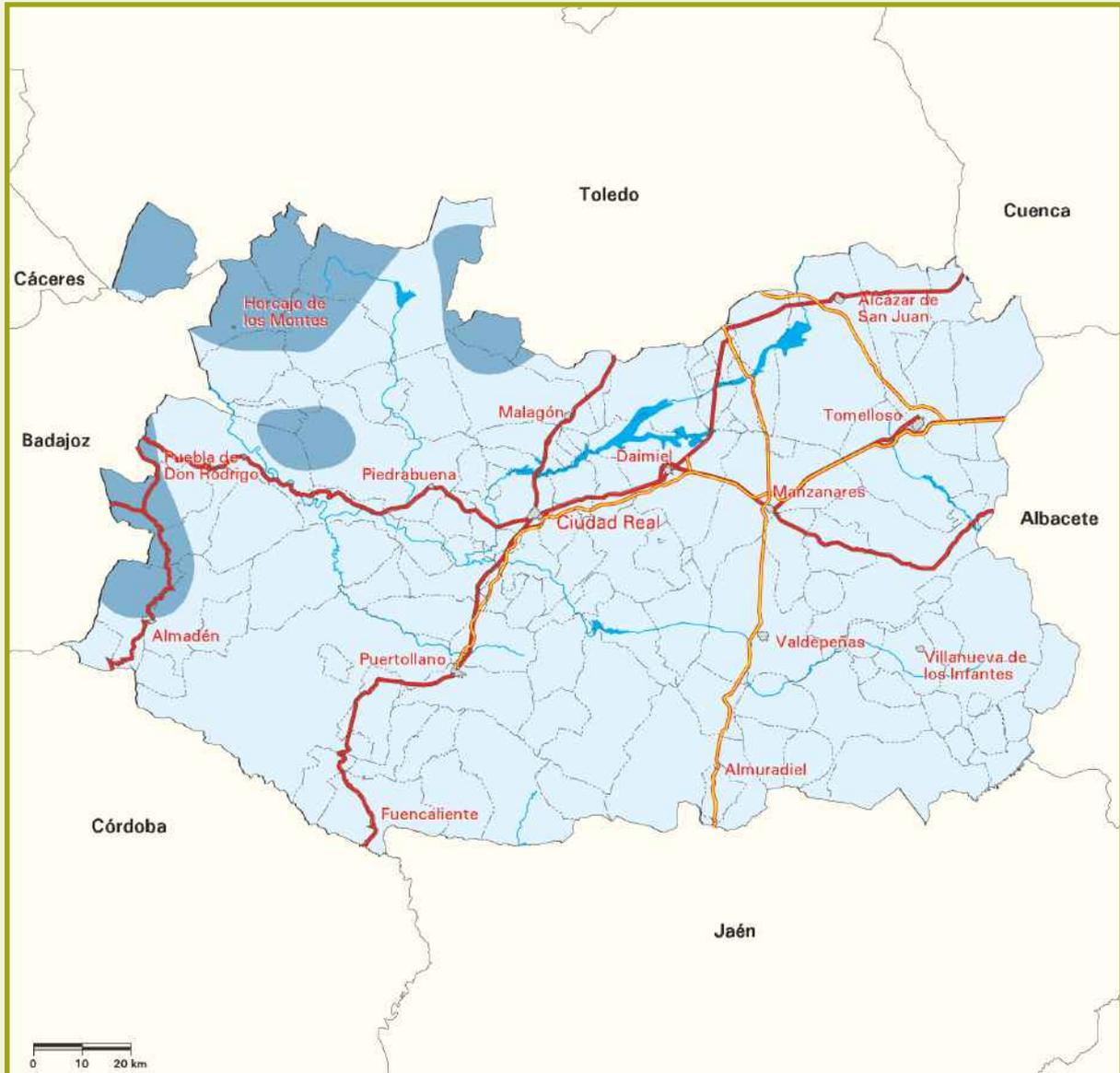


Tabla 5.2. Superficies según el factor pendiente

Pendiente	Superficie geográfica	
	ha	%
Baja ($\leq 15\%$)	1.481.314,15	74,77
Media (> 15 y $\leq 30\%$)	343.980,28	17,36
Alta (> 30 y $\leq 100\%$)	155.963,50	7,87
Muy alta o escarpes ($> 100\%$)	65,23	~0,00
TOTAL	1.981.323,16	100,00



Mapa 5.3. Factor pluviometría



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pluviometría (P y T10 en mm)	
	$P \leq 600$ y $T10 \leq 100$
	$P \leq 600$ y $T10 > 100$ ó $600 < P \leq 1200$ y $T10 \leq 100$
	$P > 1200$ ó $600 < P \leq 1200$ y $T10 > 100$

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 5.3. Superficies según el factor pluviometría

Pluviometría (P y T10 en mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
$P \leq 600$ y $T10 \leq 100$	1.798.007,36	90,75
$P \leq 600$ y $T10 > 100$ ó $600 < P \leq 1200$ y $T10 \leq 100$	183.315,80	9,25
$P > 1200$ ó $600 < P \leq 1200$ y $T10 > 100$	0,00	0,00
TOTAL	1.981.323,16	100,00



Mapa 5.4. Movimientos identificados



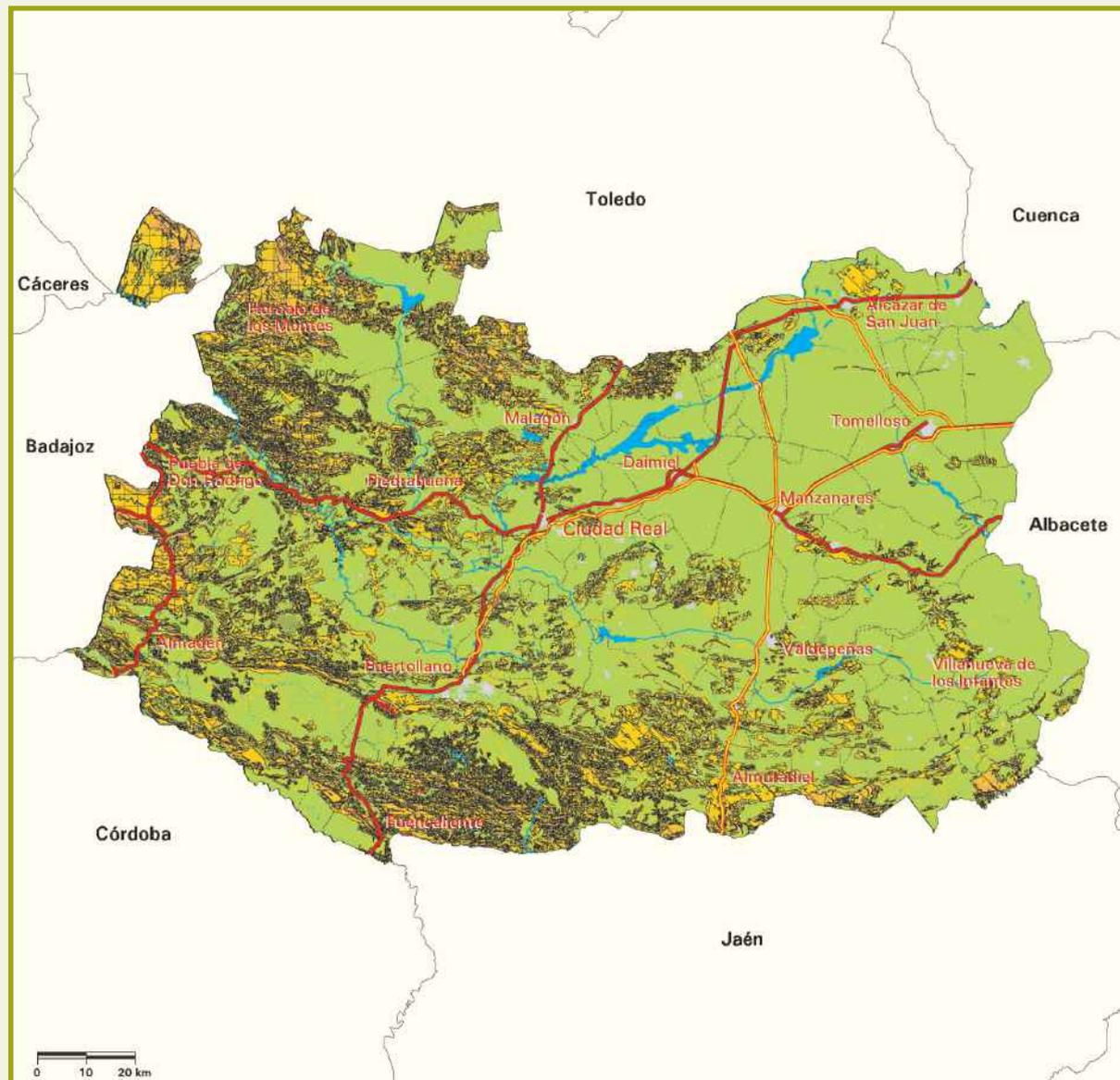
Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

▲ Movimientos activos identificados (Total: 51)

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.

Mapa 5.5. Potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Potencialidad	
	Nula o muy baja
	Baja o moderada
	Media
	Alta
	Muy alta
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Tipología	
	Derrumbes en general
	Deslizamientos
	Flujos
	Complejos o mixtos



Tabla 5.5. Superficies según potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa

Tipología predominante	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Derrumbes en general	0,00	0,00	0,00	0,00
Deslizamientos	0,00	0,00	0,00	0,00
Derrumbes en general y deslizamientos	0,00	0,00	0,00	0,00
Complejos o mixtos	0,00	0,00	0,00	0,00
Movimientos en masa poco probables	2.681,69	0,14	1.344.367,14	67,85
SUPERFICIE EROSIONABLE	2.681,69	0,14	1.344.367,14	67,85
Láminas de agua superficiales y humedales				
Superficies artificiales				
TOTAL				

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.

Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

Sólo se estudia la tipología predominante de movimientos en masa en zonas de potencialidad media, alta y muy alta.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
171.436,71	8,65	40.603,04	2,05	552,34	0,03	212.592,09	10,73	
8,07	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,07	~0,00	
250.652,84	12,65	8.657,63	0,44	462,28	0,02	259.772,75	13,11	
107.919,56	5,45	15.532,44	0,78	89,74	0,01	123.541,74	6,24	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.347.048,83	67,99	
530.017,18	26,75	64.793,11	3,27	1.104,36	0,06	1.942.963,48	98,07	
							16.096,53	0,81
							22.263,15	1,12
							1.981.323,16	100,00



Gráfico 5.5.1. Superficies según potencialidad de movimientos en masa

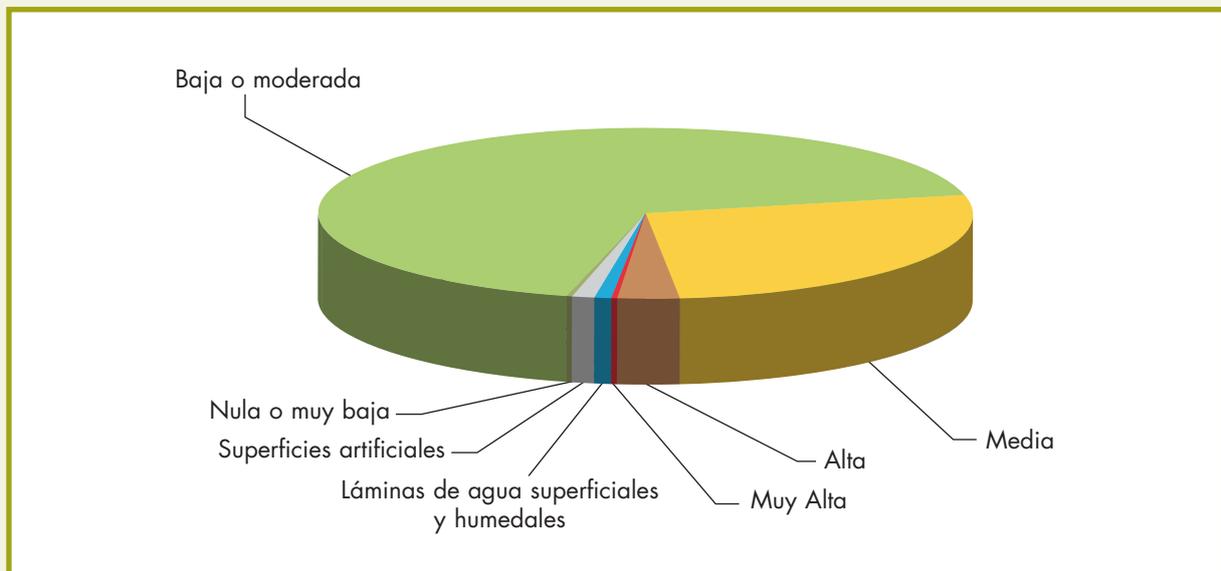




Gráfico 5.5.2. Superficies según tipología predominante de movimientos en masa

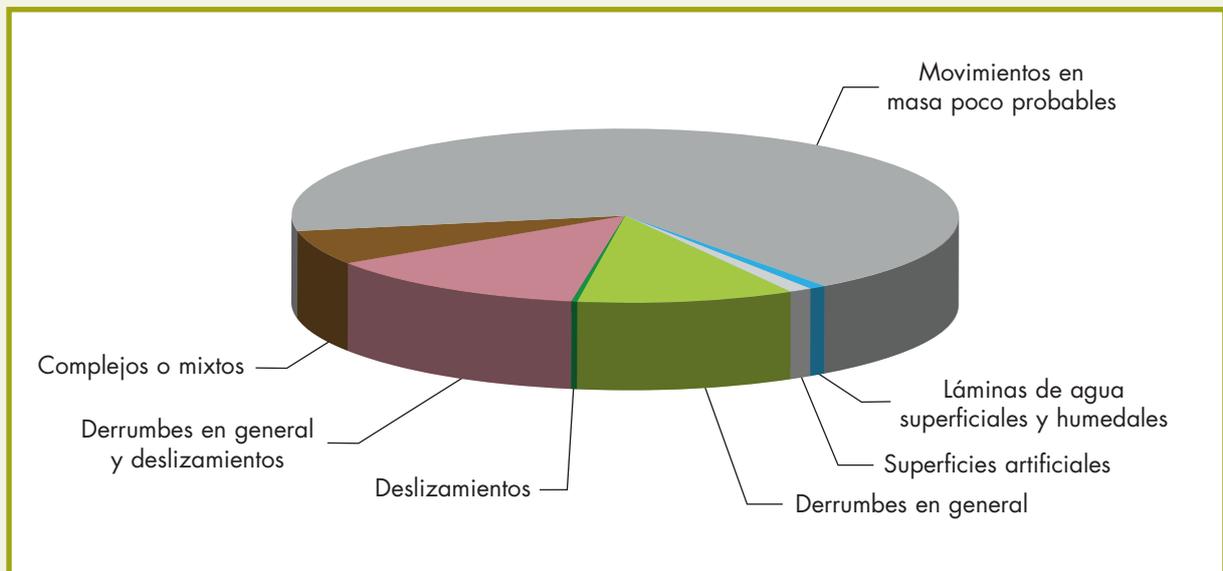




Tabla 5.6. Superficies según vegetación y potencialidad de movimientos en masa

Vegetación	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Forestal arbolado	1.486,28	0,08	326.423,37	16,48
Forestal desarbolado	537,95	0,03	117.888,48	5,94
Cultivos	657,46	0,03	900.055,29	45,43
SUPERFICIE EROSIONABLE	2.681,69	0,14	1.344.367,14	67,85
Láminas de agua superficiales y humedales				
Superficies artificiales				
TOTAL				

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
	277.830,09	14,02	44.739,74	2,25	384,48	0,02	650.863,96	32,85
	93.792,61	4,73	14.196,69	0,72	140,09	0,01	226.555,82	11,43
	158.394,48	8,00	5.856,68	0,30	579,79	0,03	1.065.543,70	53,79
	530.017,18	26,75	64.793,11	3,27	1.104,36	0,06	1.942.963,48	98,07
							16.096,53	0,81
							22.263,15	1,12
							1.981.323,16	100,00



Tabla 5.7. Superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Abenójar	990,10	2,35	28.020,08	66,52
Agudo	0,00	0,00	8.590,84	37,69
Alamillo	0,38	0,01	4.001,24	60,54
Albaladejo	0,00	0,00	4.405,67	91,08
Alcázar de San Juan	0,00	0,00	61.398,74	94,75
Alcoba	0,00	0,00	19.907,34	65,13
Alcolea de Calatrava	0,00	0,00	4.517,75	64,42
Alcubillas	0,81	0,02	4.622,38	98,45
Aldea del Rey	0,00	0,00	11.658,15	76,30
Alhambra	308,94	0,54	52.751,92	91,40
Almadén	24,51	0,10	12.566,95	53,55
Almadenejos	25,64	0,25	4.935,19	48,56
Almagro	0,00	0,00	19.210,29	78,96
Almedina	0,00	0,00	5.026,18	90,24
Almodóvar del Campo	636,62	0,53	76.342,52	63,80
Almuradiel	0,94	0,01	1.466,95	22,68
Anchuras	0,00	0,00	3.423,83	15,16
Arenales de San Gregorio	0,00	0,00	3.081,31	99,94
Arenas de San Juan	0,00	0,00	6.198,52	100,00
Argamasilla de Alba	0,00	0,00	37.680,71	97,07
Argamasilla de Calatrava	0,00	0,00	13.150,30	81,27
Arroba de los Montes	0,00	0,00	1.446,44	23,67
Ballesteros de Calatrava	0,00	0,00	4.851,88	84,74
Bolaños de Calatrava	0,00	0,00	6.903,01	82,59
Brazatortas	210,06	0,78	17.150,27	64,09
Cabezarados	1,06	0,01	6.855,10	86,28
Cabezarrubias del Puerto	5,75	0,06	5.987,45	60,16
Calzada de Calatrava	102,19	0,25	21.307,44	52,32
Campo de Criptana	0,00	0,00	26.728,42	90,31
Cañada de Calatrava	0,00	0,00	2.300,33	77,23
Caracuel de Calatrava	0,00	0,00	735,20	77,66
Carrión de Calatrava	0,00	0,00	8.131,69	89,51
Carrizosa	0,00	0,00	1.904,60	74,82
Castellar de Santiago	0,00	0,00	7.115,13	75,19
Chillón	15,51	0,08	6.857,67	33,34
Ciudad Real	0,00	0,00	22.922,24	85,92
Corral de Calatrava	1,38	0,01	11.772,65	79,85



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	12.982,64	30,82	130,08	0,31	0,00	0,00	42.122,90
	12.190,35	53,48	2.012,35	8,83	0,06	~0,00	22.793,60
	2.566,87	38,85	39,40	0,60	0,00	0,00	6.607,89
	401,06	8,29	30,52	0,63	0,00	0,00	4.837,25
	3.398,94	5,25	0,00	0,00	0,00	0,00	64.797,68
	8.680,96	28,40	1.976,33	6,47	0,00	0,00	30.564,63
	2.437,17	34,75	57,97	0,83	0,00	0,00	7.012,89
	72,04	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	4.695,23
	3.362,23	22,01	258,53	1,69	0,00	0,00	15.278,91
	4.550,26	7,88	102,44	0,18	0,00	0,00	57.713,56
	10.067,05	42,90	804,55	3,43	5,63	0,02	23.468,69
	4.931,81	48,53	270,16	2,66	0,00	0,00	10.162,80
	5.076,71	20,87	40,90	0,17	0,00	0,00	24.327,90
	540,64	9,71	0,00	0,00	2,81	0,05	5.569,63
	39.669,74	33,15	3.013,75	2,52	0,00	0,00	119.662,63
	4.676,84	72,31	323,20	5,00	0,00	0,00	6.467,93
	13.988,56	61,95	5.167,89	22,89	0,00	0,00	22.580,28
	2,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	3.083,31
	0,25	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.198,77
	1.134,19	2,92	2,31	0,01	0,00	0,00	38.817,21
	2.907,08	17,97	123,01	0,76	0,00	0,00	16.180,39
	3.869,85	63,33	794,36	13,00	0,00	0,00	6.110,65
	851,33	14,87	22,33	0,39	0,00	0,00	5.725,54
	1.448,88	17,34	6,19	0,07	0,00	0,00	8.358,08
	8.038,01	30,04	818,56	3,06	542,36	2,03	26.759,26
	1.089,10	13,71	0,13	~0,00	0,00	0,00	7.945,39
	3.733,08	37,51	218,01	2,19	8,32	0,08	9.952,61
	18.016,70	44,24	1.299,41	3,19	0,00	0,00	40.725,74
	2.865,18	9,68	2,50	0,01	0,00	0,00	29.596,10
	672,41	22,57	6,07	0,20	0,00	0,00	2.978,81
	209,25	22,10	2,31	0,24	0,00	0,00	946,76
	952,52	10,49	0,31	~0,00	0,00	0,00	9.084,52
	570,97	22,43	62,35	2,45	7,69	0,30	2.545,61
	2.224,60	23,51	123,39	1,30	0,00	0,00	9.463,12
	11.745,51	57,10	1.879,95	9,14	70,23	0,34	20.568,87
	3.732,83	13,99	23,39	0,09	0,00	0,00	26.678,46
	2.919,52	19,80	50,72	0,34	0,00	0,00	14.744,27

sigue ►►



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	5.883,08	62,46	1.790,21	19,01	14,57	0,15	9.418,41
	192,00	2,98	0,00	0,00	0,00	0,00	6.441,23
	3,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	41.240,55
	3.260,36	33,96	145,09	1,51	0,00	0,00	9.599,52
	4.676,71	61,01	599,18	7,82	0,00	0,00	7.665,59
	12.612,79	47,05	2.044,37	7,63	318,82	1,19	26.808,79
	2.475,82	41,42	10,69	0,18	0,00	0,00	5.978,01
	3.740,77	31,69	1.060,71	8,99	2,56	0,02	11.805,05
	1.151,95	7,82	24,33	0,17	0,00	0,00	14.727,88
	3.696,55	52,23	216,82	3,06	0,00	0,00	7.077,61
	3.450,41	15,48	118,13	0,53	0,00	0,00	22.286,54
	5.107,05	51,26	328,89	3,30	0,00	0,00	9.962,18
	10.411,39	50,40	5.040,44	24,40	0,00	0,00	20.657,55
	4,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	3.354,98
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.004,47
	4.520,00	39,94	571,60	5,05	0,00	0,00	11.315,94
	12.355,57	34,59	3.304,82	9,25	31,64	0,09	35.722,76
	1.551,25	3,32	1,25	~0,00	0,00	0,00	46.687,05
	2.152,93	15,15	34,15	0,24	0,00	0,00	14.207,94
	19.398,97	53,00	1.364,33	3,73	0,00	0,00	36.603,30
	1.962,00	17,61	30,52	0,27	0,00	0,00	11.138,70
	4.775,21	17,80	819,31	3,05	7,94	0,03	26.823,86
	3.150,04	16,97	147,03	0,79	0,00	0,00	18.567,47
	11.477,91	59,05	1.299,10	6,68	0,00	0,00	19.438,50
	9.240,43	63,53	3.928,82	27,01	0,00	0,00	14.544,52
	86,49	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	9.529,66
	3.018,02	51,49	90,12	1,54	0,00	0,00	5.861,56
	25.166,16	44,99	2.625,34	4,69	0,00	0,00	55.937,92
	250,71	9,24	0,56	0,02	0,00	0,00	2.714,71
	5.134,56	24,61	445,96	2,14	41,21	0,20	20.862,11
	1.552,94	15,94	22,01	0,23	0,00	0,00	9.743,23
	2.750,23	32,88	40,71	0,49	0,00	0,00	8.363,52
	19.140,73	45,49	4.640,33	11,03	7,87	0,02	42.076,06
	432,76	12,88	11,01	0,33	0,00	0,00	3.360,17
	583,92	10,84	16,95	0,31	0,00	0,00	5.386,58
	7.930,44	39,26	517,50	2,56	0,00	0,00	20.202,21
	18.636,64	29,39	5.368,66	8,47	18,27	0,03	63.417,46

sigue ►►



Tabla 5.7. Superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Robledo (El)	0,00	0,00	9.261,06	89,18
Ruidera	0,00	0,00	3.319,33	90,74
Saceruela	2,63	0,01	17.978,48	73,03
San Carlos del Valle	0,00	0,00	4.520,18	78,72
San Lorenzo de Calatrava	0,00	0,00	4.308,74	40,96
Santa Cruz de los Cáñamos	0,00	0,00	1.220,81	70,18
Santa Cruz de Mudela	0,00	0,00	8.556,70	65,98
Socuéllamos	0,00	0,00	36.549,95	99,26
Solana (La)	0,00	0,00	10.783,93	82,12
Solana del Pino	2,44	0,01	4.951,07	27,90
Terrinches	0,06	~0,00	4.337,71	78,71
Tomelloso	0,00	0,00	22.268,15	97,53
Torralba de Calatrava	0,00	0,00	9.823,09	99,45
Torre de Juan Abad	24,01	0,06	26.704,85	67,56
Torrenueva	0,00	0,00	9.131,79	64,88
Valdemanco del Esteras	4,00	0,03	6.130,60	43,44
Valdepeñas	101,44	0,21	39.593,98	83,53
Valenzuela de Calatrava	0,00	0,00	3.436,97	78,61
Villahermosa	0,00	0,00	34.553,94	95,83
Villamanrique	15,76	0,04	24.758,16	67,53
Villamayor de Calatrava	2,88	0,02	12.083,90	85,18
Villanueva de la Fuente	0,94	0,01	11.137,39	87,36
Villanueva de los Infantes	0,63	~0,00	12.765,75	95,81
Villanueva de San Carlos	5,69	0,05	5.918,40	54,38
Villar del Pozo	0,00	0,00	1.078,03	82,19
Villarrubia de los Ojos	0,00	0,00	19.853,50	73,72
Villarta de San Juan	0,00	0,00	6.415,65	99,99
Viso del Marqués	7,07	0,01	24.691,12	46,83
TOTAL	2.681,69	0,14	1.344.367,14	69,19

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada término municipal.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	1.040,13	10,02	82,93	0,80	0,00	0,00	10.384,12
	303,00	8,28	36,02	0,98	0,00	0,00	3.658,35
	6.310,71	25,63	327,64	1,33	0,00	0,00	24.619,46
	1.122,18	19,54	100,00	1,74	0,00	0,00	5.742,36
	5.933,10	56,41	276,61	2,63	0,00	0,00	10.518,45
	513,62	29,53	3,94	0,23	1,00	0,06	1.739,37
	4.364,21	33,66	46,47	0,36	0,00	0,00	12.967,38
	272,23	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	36.822,18
	2.345,86	17,86	3,00	0,02	0,00	0,00	13.132,79
	11.462,96	64,59	1.330,25	7,50	0,00	0,00	17.746,72
	1.135,25	20,60	36,33	0,66	1,50	0,03	5.510,85
	564,41	2,47	0,31	~0,00	0,00	0,00	22.832,87
	54,28	0,55	0,38	~0,00	0,00	0,00	9.877,75
	12.166,33	30,78	632,95	1,60	0,00	0,00	39.528,14
	4.907,61	34,86	37,21	0,26	0,00	0,00	14.076,61
	6.324,78	44,81	1.654,07	11,72	0,00	0,00	14.113,45
	7.679,17	16,20	29,27	0,06	0,00	0,00	47.403,86
	932,94	21,34	2,25	0,05	0,00	0,00	4.372,16
	1.440,81	4,00	55,28	0,15	5,75	0,02	36.055,78
	10.515,14	28,68	1.376,21	3,75	0,00	0,00	36.665,27
	1.979,83	13,96	119,82	0,84	0,00	0,00	14.186,43
	1.570,95	12,32	39,34	0,31	0,00	0,00	12.748,62
	552,77	4,15	5,07	0,04	0,00	0,00	13.324,22
	4.722,81	43,40	236,02	2,17	0,00	0,00	10.882,92
	221,01	16,85	12,57	0,96	0,00	0,00	1.311,61
	6.143,48	22,81	918,00	3,41	16,13	0,06	26.931,11
	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	6.416,15
	26.925,99	51,06	1.108,86	2,10	0,00	0,00	52.733,04
	530.017,18	27,28	64.793,11	3,33	1.104,36	0,06	1.942.963,48



Tabla 5.8. Superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa

Unidad hidrológica	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
3158	0,00	0,00	1.202,35	68,21
4001	0,00	0,00	112.451,32	98,37
4002	0,00	0,00	7.297,00	86,56
4003	0,00	0,00	22.646,08	95,68
4004	0,00	0,00	17.436,97	82,92
4005	0,00	0,00	11.932,94	84,57
4006	100,69	0,10	94.810,47	92,66
4007	0,00	0,00	15.532,68	99,79
4016	0,00	0,00	16.615,59	77,00
4017	0,00	0,00	332,39	100,00
4020	0,00	0,00	3.204,20	99,67
4021	0,00	0,00	277,04	100,00
4022	0,00	0,00	4.978,78	98,99
4023	0,00	0,00	105.186,84	97,63
4024	0,00	0,00	75.953,65	90,77
4025	0,00	0,00	70.954,42	80,30
4026	0,00	0,00	13.468,56	43,66
4027	0,00	0,00	10.218,15	58,82
4028	0,00	0,00	2.228,92	80,86
4029	0,00	0,00	24.093,14	73,38
4030	395,30	0,17	182.967,80	78,68
4031	1,38	~0,00	19.558,95	69,63
4032	0,00	0,00	15.885,53	60,49
4033	0,00	0,00	9.268,07	64,42
4034	0,00	0,00	3.588,75	68,23
4035	0,00	0,00	2.349,12	77,47
4036	0,00	0,00	13.506,63	55,81
4037	0,00	0,00	25.924,31	66,42
4038	0,00	0,00	18.621,69	67,41
4039	0,00	0,00	8.451,70	54,50
4040	2,25	0,01	10.533,27	52,16
4041	0,00	0,00	3.779,48	50,32
4042	40,34	0,05	63.701,57	80,01
4043	11,19	0,12	6.523,47	68,19
4044	0,00	0,00	364,10	53,02
4045	0,81	~0,00	22.765,20	45,91
4046	0,94	0,01	5.774,51	34,56
4047	0,00	0,00	3.369,11	27,51



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	444,83	25,23	115,70	6,56	0,00	0,00	1.762,88
	1.822,92	1,59	41,96	0,04	0,00	0,00	114.316,20
	1.083,03	12,85	35,83	0,43	13,70	0,16	8.429,56
	920,93	3,89	93,93	0,40	7,69	0,03	23.668,63
	3.558,47	16,92	34,02	0,16	0,00	0,00	21.029,46
	2.102,65	14,90	75,42	0,53	0,00	0,00	14.111,01
	7.265,54	7,10	147,40	0,14	0,00	0,00	102.324,10
	32,46	0,21	0,44	~0,00	0,00	0,00	15.565,58
	4.960,64	22,99	1,50	0,01	0,00	0,00	21.577,73
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	332,39
	10,75	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	3.214,95
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	277,04
	50,59	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5.029,37
	2.548,61	2,37	1,31	~0,00	0,00	0,00	107.736,76
	7.008,13	8,38	713,43	0,85	0,00	0,00	83.675,21
	16.556,31	18,74	831,44	0,94	16,13	0,02	88.358,30
	13.586,00	44,04	3.758,47	12,18	35,52	0,12	30.848,55
	6.393,63	36,81	750,02	4,32	9,19	0,05	17.370,99
	523,88	19,00	3,75	0,14	0,00	0,00	2.756,55
	8.578,46	26,13	160,10	0,49	0,00	0,00	32.831,70
	48.495,37	20,85	707,82	0,30	1,00	~0,00	232.567,29
	8.349,32	29,72	182,42	0,65	0,00	0,00	28.092,07
	8.167,59	31,10	2.191,14	8,34	18,26	0,07	26.262,52
	4.017,44	27,92	1.102,29	7,66	0,00	0,00	14.387,80
	1.011,55	19,23	659,46	12,54	0,00	0,00	5.259,76
	562,34	18,55	120,82	3,98	0,00	0,00	3.032,28
	8.072,22	33,35	2.578,57	10,65	45,28	0,19	24.202,70
	10.778,61	27,62	2.325,85	5,96	0,00	0,00	39.028,77
	8.335,25	30,18	664,59	2,41	0,00	0,00	27.621,53
	6.313,21	40,71	742,51	4,79	0,00	0,00	15.507,42
	9.172,26	45,42	486,86	2,41	0,00	0,00	20.194,64
	3.367,05	44,83	364,47	4,85	0,00	0,00	7.511,00
	15.521,93	19,49	360,84	0,45	0,00	0,00	79.624,68
	2.984,50	31,20	46,40	0,49	0,00	0,00	9.565,56
	322,63	46,98	0,00	0,00	0,00	0,00	686,73
	21.822,26	44,00	4.995,10	10,07	7,88	0,02	49.591,25
	9.619,96	57,59	1.309,05	7,84	0,00	0,00	16.704,46
	7.607,06	62,12	1.270,33	10,37	0,00	0,00	12.246,50

sigue ►►



Tabla 5.8. Superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Unidad hidrológica	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
4049	5,50	0,07	2.820,09	35,67
4050	0,00	0,00	2.939,97	27,20
4052	0,00	0,00	2.392,31	11,96
4053	0,00	0,00	296,99	17,32
4054	0,00	0,00	1.268,02	33,00
4055	0,00	0,00	962,77	8,97
4056	0,00	0,00	1.319,61	26,31
4057	0,00	0,00	337,71	9,36
4071	16,20	0,04	23.692,14	53,98
4072	1.283,45	1,92	31.325,91	46,79
4073	230,51	0,53	32.386,56	74,35
4074	10,76	0,09	5.275,77	45,95
4075	47,53	0,81	2.682,69	45,79
4076	0,00	0,00	26,27	30,24
4077	6,63	0,02	23.208,60	53,32
4079	0,00	0,00	2.711,27	37,78
4080	0,00	0,00	7.886,23	39,06
5063	0,63	0,03	1.550,13	75,95
5066	0,31	~0,00	8.421,99	84,55
5067	0,00	0,00	731,52	64,79
5068	0,19	~0,00	9.855,30	77,90
5069	0,31	0,01	2.203,65	38,82
5075	12,45	0,03	28.114,83	77,56
5076	4,88	0,05	4.646,70	50,22
5078	0,00	0,00	3.834,89	85,10
5082	7,50	0,05	9.052,25	59,02
5083	0,50	~0,00	4.235,01	35,81
5102	0,00	0,00	3.989,93	51,25
5105	0,00	0,00	475,85	89,63
5108	7,32	0,02	13.384,63	33,81
5109	41,53	0,09	25.802,41	57,40
5110	7,13	0,04	6.682,87	40,68
5111	0,19	~0,00	8.936,49	41,45
5112	373,10	1,17	21.965,66	69,10
5113	3,94	0,07	1.630,74	28,26
5114	57,47	0,67	5.678,01	65,77
5115	5,07	0,10	1.594,78	31,99
5116	0,00	0,00	650,52	33,00



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	4.577,03	57,89	503,37	6,37	0,00	0,00	7.905,99
	5.565,76	51,51	2.300,52	21,29	0,00	0,00	10.806,25
	11.924,04	59,60	5.690,30	28,44	0,00	0,00	20.006,65
	771,41	45,01	645,64	37,67	0,00	0,00	1.714,04
	1.859,69	48,41	714,06	18,59	0,00	0,00	3.841,77
	6.535,85	60,91	3.232,59	30,12	0,00	0,00	10.731,21
	3.459,17	68,96	237,08	4,73	0,00	0,00	5.015,86
	2.179,94	60,41	1.090,85	30,23	0,00	0,00	3.608,50
	17.545,16	39,98	2.634,04	6,00	0,00	0,00	43.887,54
	32.446,53	48,47	1.872,14	2,80	12,32	0,02	66.940,35
	10.351,79	23,77	586,54	1,35	0,00	0,00	43.555,40
	5.298,71	46,14	834,26	7,27	63,54	0,55	11.483,04
	2.973,18	50,75	155,16	2,65	0,00	0,00	5.858,56
	41,40	47,66	19,20	22,10	0,00	0,00	86,87
	17.317,77	39,79	2.988,00	6,87	0,00	0,00	43.521,00
	3.734,09	52,04	730,44	10,18	0,00	0,00	7.175,80
	10.781,61	53,41	1.519,55	7,53	0,06	~0,00	20.187,45
	488,23	23,92	1,94	0,10	0,00	0,00	2.040,93
	1.473,90	14,79	66,10	0,66	0,00	0,00	9.962,30
	299,49	26,52	98,18	8,69	0,00	0,00	1.129,19
	2.359,12	18,65	435,20	3,44	1,50	0,01	12.651,31
	2.337,24	41,18	1.134,44	19,99	0,00	0,00	5.675,64
	7.727,32	21,32	390,61	1,08	2,81	0,01	36.248,02
	3.827,51	41,37	773,34	8,36	0,00	0,00	9.252,43
	664,53	14,75	6,94	0,15	0,00	0,00	4.506,36
	6.132,98	39,99	143,77	0,94	0,00	0,00	15.336,50
	7.014,26	59,32	575,29	4,87	0,00	0,00	11.825,06
	3.285,43	42,19	511,00	6,56	0,00	0,00	7.786,36
	55,04	10,37	0,00	0,00	0,00	0,00	530,89
	24.900,19	62,92	1.285,22	3,25	0,00	0,00	39.577,36
	17.564,80	39,07	1.004,67	2,23	542,34	1,21	44.955,75
	9.077,83	55,25	661,84	4,03	0,00	0,00	16.429,67
	11.486,04	53,26	958,21	4,44	184,30	0,85	21.565,23
	8.869,76	27,90	580,60	1,83	0,00	0,00	31.789,12
	3.883,48	67,30	252,22	4,37	0,00	0,00	5.770,38
	2.771,00	32,10	126,08	1,46	0,00	0,00	8.632,56
	3.100,20	62,19	285,17	5,72	0,00	0,00	4.985,22
	1.175,52	59,64	145,03	7,36	0,00	0,00	1.971,07

sigue ►►



Tabla 5.8. Superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Unidad hidrológica	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
5117	2,00	0,02	2.856,92	24,33	
5118	0,50	0,01	2.908,52	34,26	
5132	2,06	0,02	4.689,72	43,00	
5133	1,13	0,02	1.186,16	21,26	
TOTAL	2.681,69	0,14	1.344.367,14	69,19	

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada unidad hidrológica.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	7.746,09	65,98	1.134,75	9,67	0,00	0,00	11.739,76
	5.474,89	64,50	104,25	1,23	0,00	0,00	8.488,16
	5.340,50	48,97	731,19	6,70	142,84	1,31	10.906,31
	3.630,32	65,09	760,09	13,63	0,00	0,00	5.577,70
	530.017,18	27,28	64.793,11	3,33	1.104,36	0,06	1.942.963,48



Tabla 5.9. Superficies según régimen de propiedad y potencialidad de movimientos en masa

Régimen de propiedad	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	16,01	0,05	11.833,06	35,75
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	758,71	65,51
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	9.676,25	48,88
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	27,58	0,05	25.875,53	45,40
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	35,08	3,15
Montes privados de particulares no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	1.752,31	12,15
Resto de superficie	2.638,10	0,15	1.294.436,20	71,26
TOTAL	2.681,69	0,14	1.344.367,14	69,19

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de propiedad.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	17.810,88	53,81	3.420,58	10,33	20,89	0,06	33.101,42
	305,75	26,40	93,68	8,09	0,00	0,00	1.158,14
	7.848,08	39,64	2.272,63	11,48	0,00	0,00	19.796,96
	26.484,78	46,47	4.481,72	7,86	124,70	0,22	56.994,31
	486,92	43,60	594,68	53,25	0,00	0,00	1.116,68
	8.989,21	62,35	3.676,55	25,50	0,00	0,00	14.418,07
	468.091,56	25,77	50.253,27	2,77	958,77	0,05	1.816.377,90
	530.017,18	27,28	64.793,11	3,33	1.104,36	0,06	1.942.963,48



Tabla 5.10. Superficies según régimen de protección y potencialidad de movimientos en masa

Régimen de protección	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Parque Nacional	0,00	0,00	12.125,99	33,74	
Parque Natural	335,77	0,23	72.432,25	48,70	
Reserva Natural	0,00	0,00	866,77	76,70	
Microreserva	0,00	0,00	130,95	52,05	
Reserva fluvial	5,13	0,27	1.457,88	77,12	
Monumento Natural	1,19	0,02	5.011,48	80,85	
Paisaje Protegido	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sin protección	2.339,60	0,13	1.252.341,82	71,61	
TOTAL	2.681,69	0,14	1.344.367,14	69,19	

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de protección.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	17.335,34	48,23	6.479,50	18,03	0,00	0,00	35.940,83
	67.949,16	45,69	7.687,92	5,17	307,62	0,21	148.712,72
	262,91	23,26	0,44	0,04	0,00	0,00	1.130,12
	103,38	41,09	17,26	6,86	0,00	0,00	251,59
	331,70	17,55	95,75	5,06	0,00	0,00	1.890,46
	1.153,58	18,61	32,08	0,52	0,00	0,00	6.198,33
	13,82	39,12	21,51	60,88	0,00	0,00	35,33
	442.867,29	25,32	50.458,65	2,89	796,74	0,05	1.748.804,10
	530.017,18	27,28	64.793,11	3,33	1.104,36	0,06	1.942.963,48



6. Erosión en cauces en Ciudad Real



La erosión en cauces se produce cuando la tensión de arrastre o tractiva de la corriente de agua supera la resistencia de los materiales que conforman el lecho o las márgenes del cauce. Este tipo de erosión es un fenómeno íntimamente ligado a la torrencialidad de las cuencas hidrográficas, caracterizada por su régimen pluviométrico e hidrológico, su geomorfología y los fenómenos de erosión (laminar, en regueros, movimientos en masa) que se producen en sus laderas.

La erosión en cauces provoca no sólo pérdidas de tierras fértiles y efectos ecológicos negativos sobre los ecosistemas de ribera, sino también importantes daños materiales e incluso personales cuando se asocia a episodios torrenciales de gran intensidad; de ahí la necesidad de incluir su evaluación dentro del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

La erosión en cauces se estima mediante la valoración de un indicador sintético por unidad hidrológica (riesgo de erosión en cauces) que tiene en cuenta los diferentes elementos que intervienen en el fenómeno.

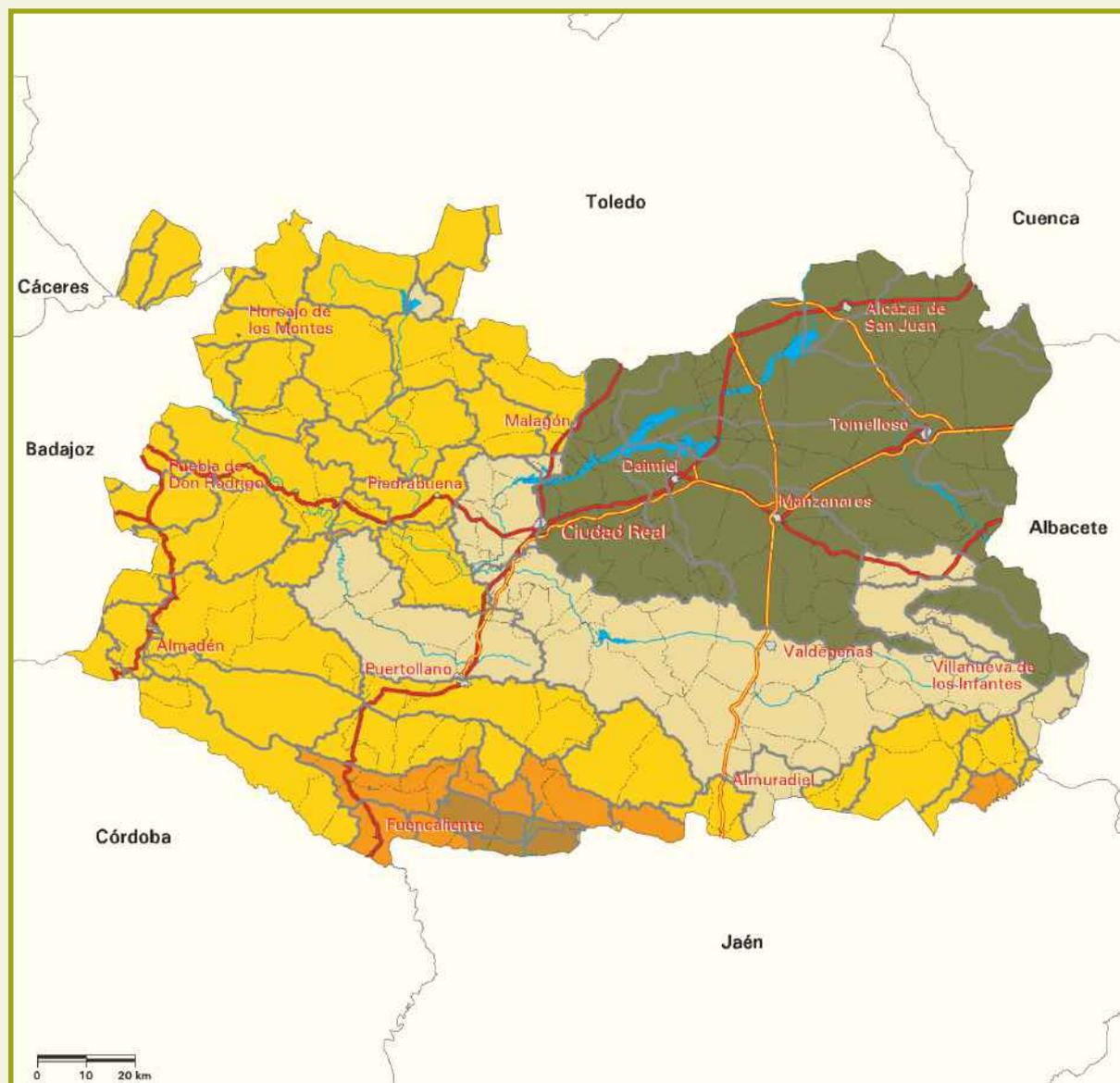
Aplicando el procedimiento explicado en la Metodología, se han obtenido, para cada una de las unidades hidrológicas que define la clasificación del Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX), los parámetros que finalmente definen el riesgo potencial de erosión en cauces, tal y como refleja la tabla 6.2, incluida en el CD-ROM adjunto. Los mapas 6.1 a 6.8 representan los distintos factores valorados por unidad hidrológica (pendiente, litología, geomorfología, intensidad de precipitación, erosión laminar, movimientos en masa, erosión en laderas y erosión en laderas con pluviometría) y el mapa 6.9, la clasificación final de las unidades hidrológicas en función del riesgo de erosión en cauces.

La tabla y el gráfico 6.1 resumen las superficies totales obtenidas según este riesgo.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas (Mapa nº 4), a escala 1:250.000.



Mapa 6.1. Factor pendiente por unidades hidrológicas

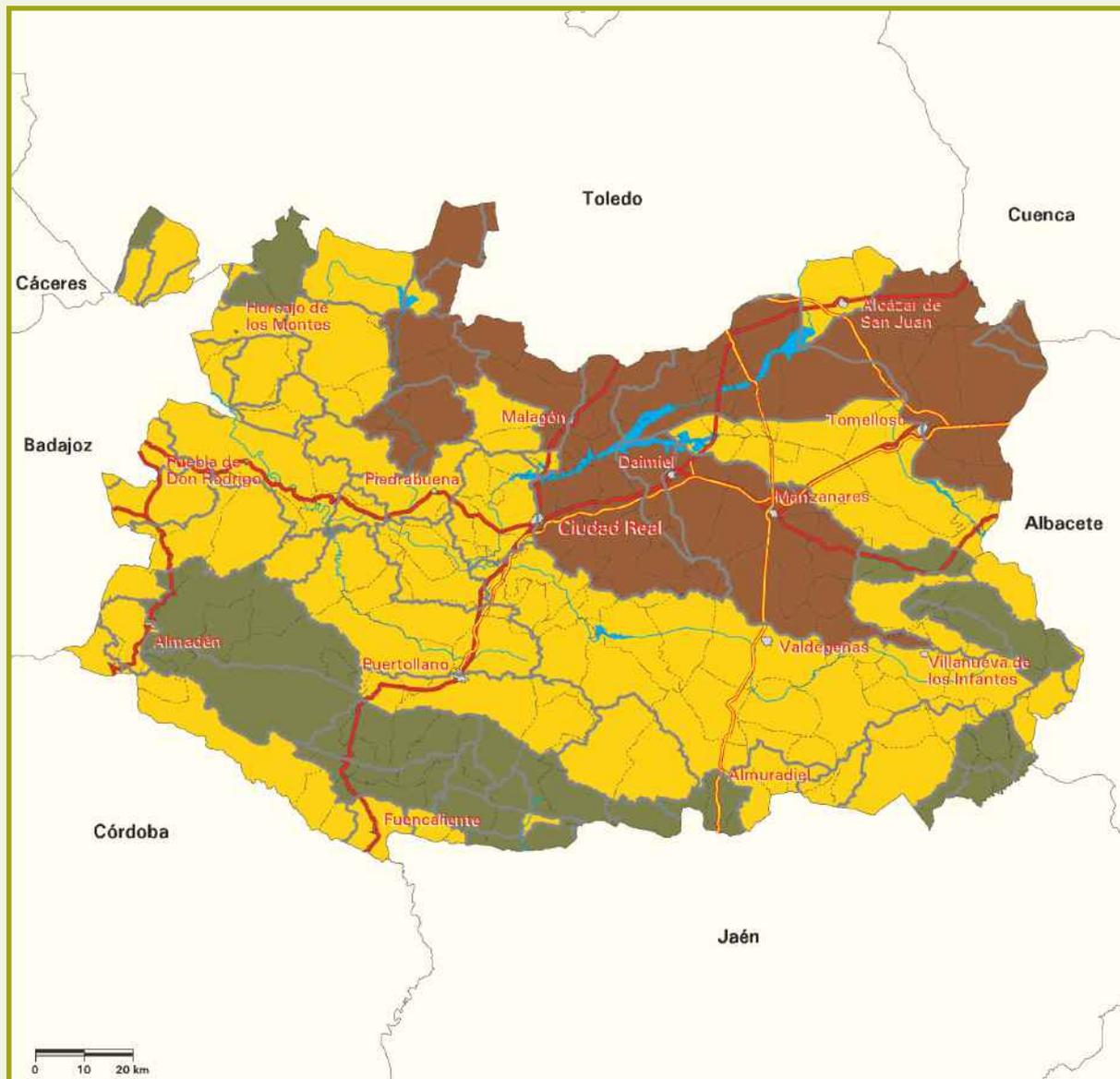


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Factor pendiente (%)	
	≤ 5
	> 5 y ≤ 10
	> 10 y ≤ 20
	> 20 y ≤ 30
	> 30 y ≤ 50
	> 50

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.2. Factor litología por unidades hidrológicas



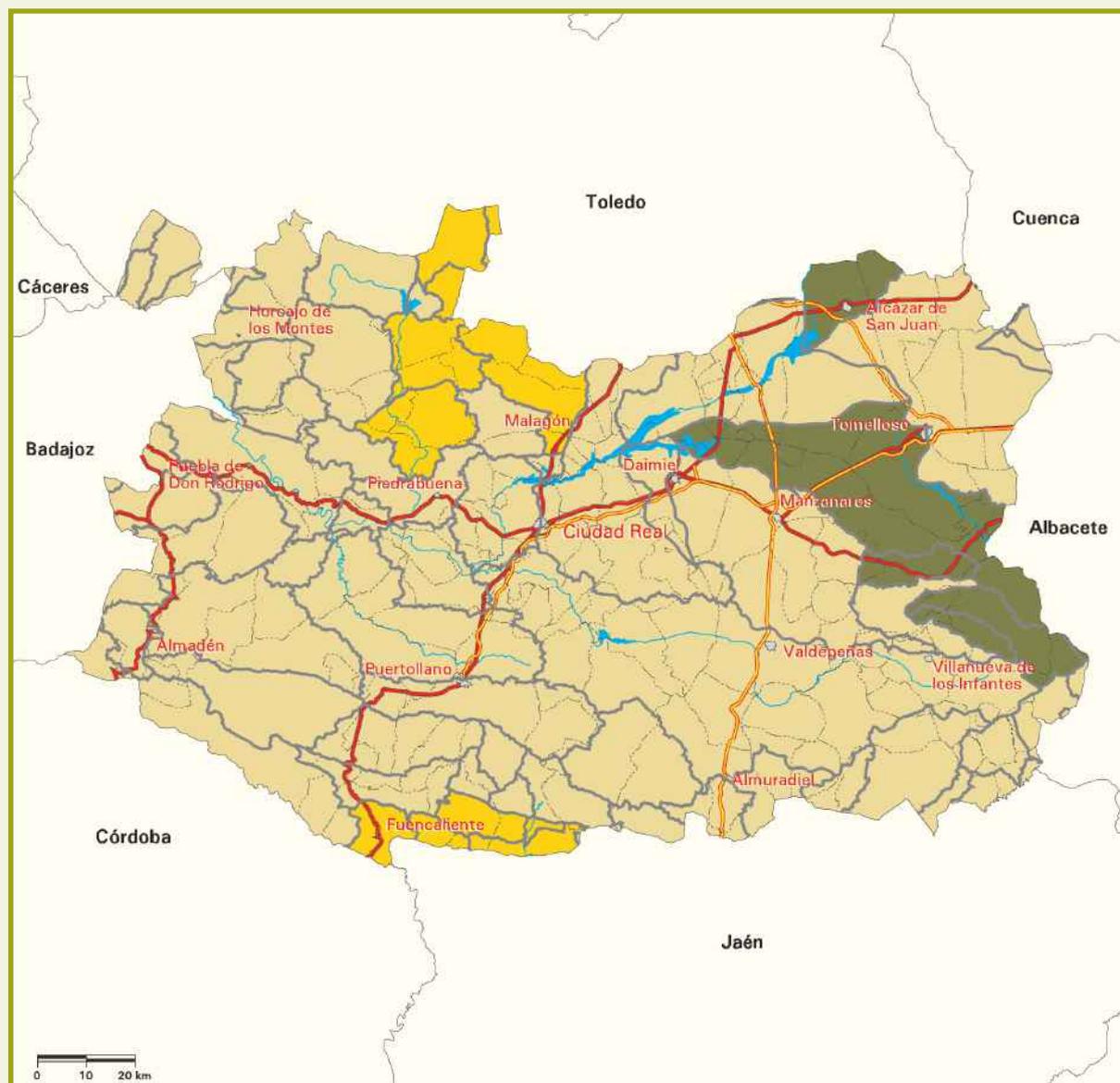
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Erosionabilidad	
	Baja
	Media
	Alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.3. Factor geomorfología por unidades hidrológicas

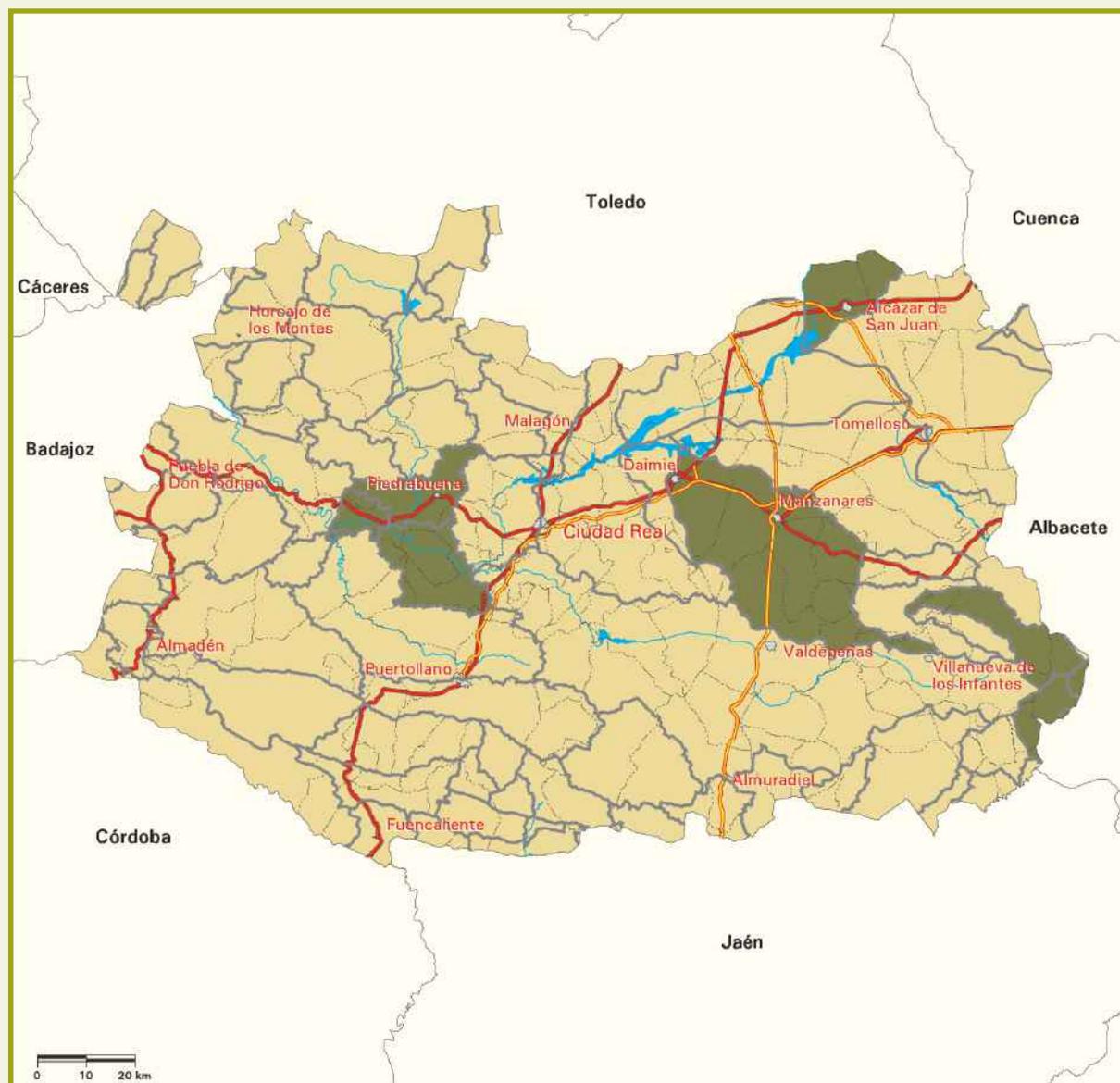


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Riesgo geomorfológico de erosión en cauces	
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.4. Factor intensidad de precipitación por unidades hidrológicas



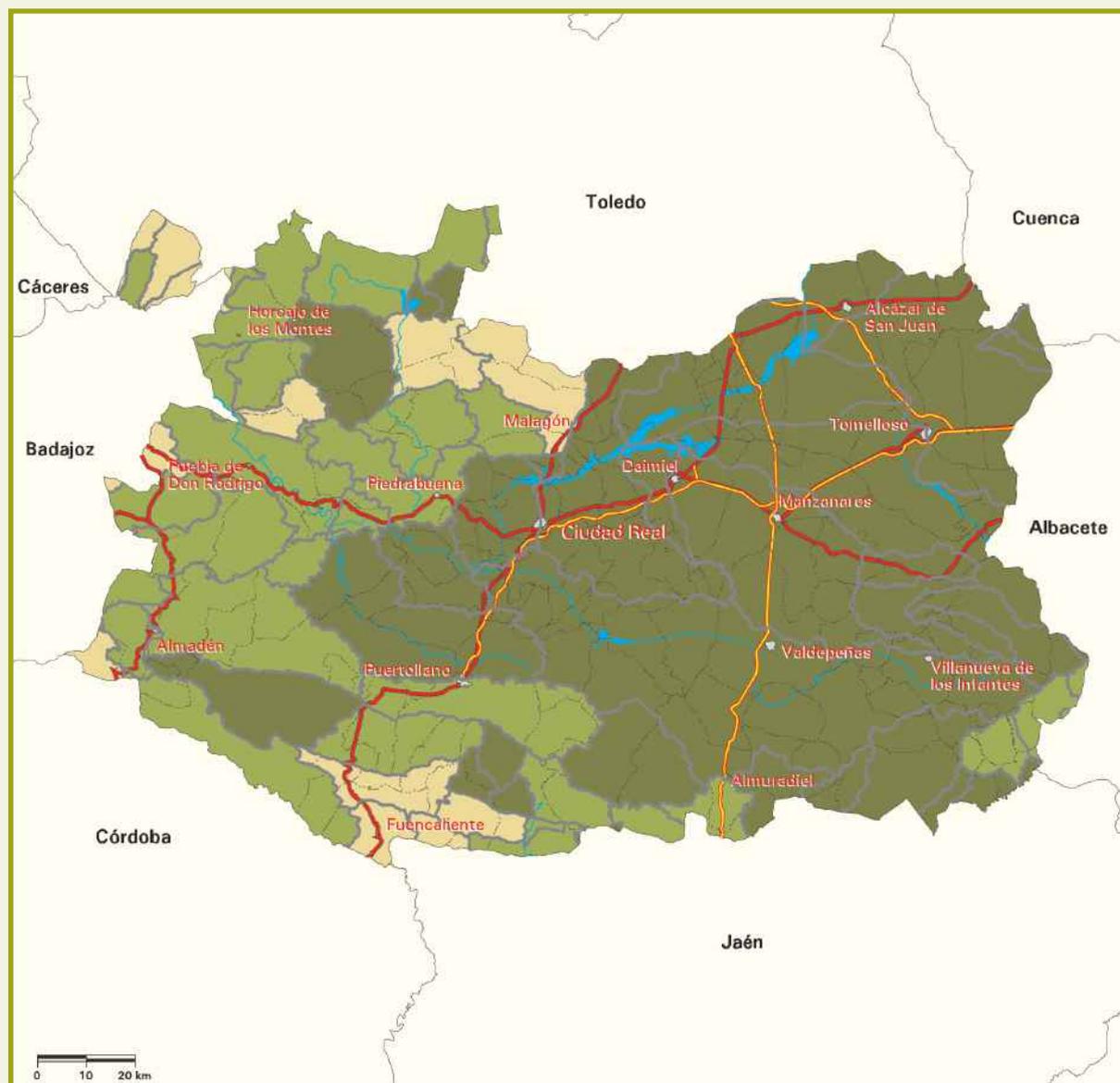
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Precipitación máxima en 24 horas con periodo de retorno de 100 años (mm)	
	≤ 50
	> 50 y ≤ 100
	> 100 y ≤ 150
	> 150 y ≤ 200
	> 200

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.5. Factor erosión laminar por unidades hidrológicas

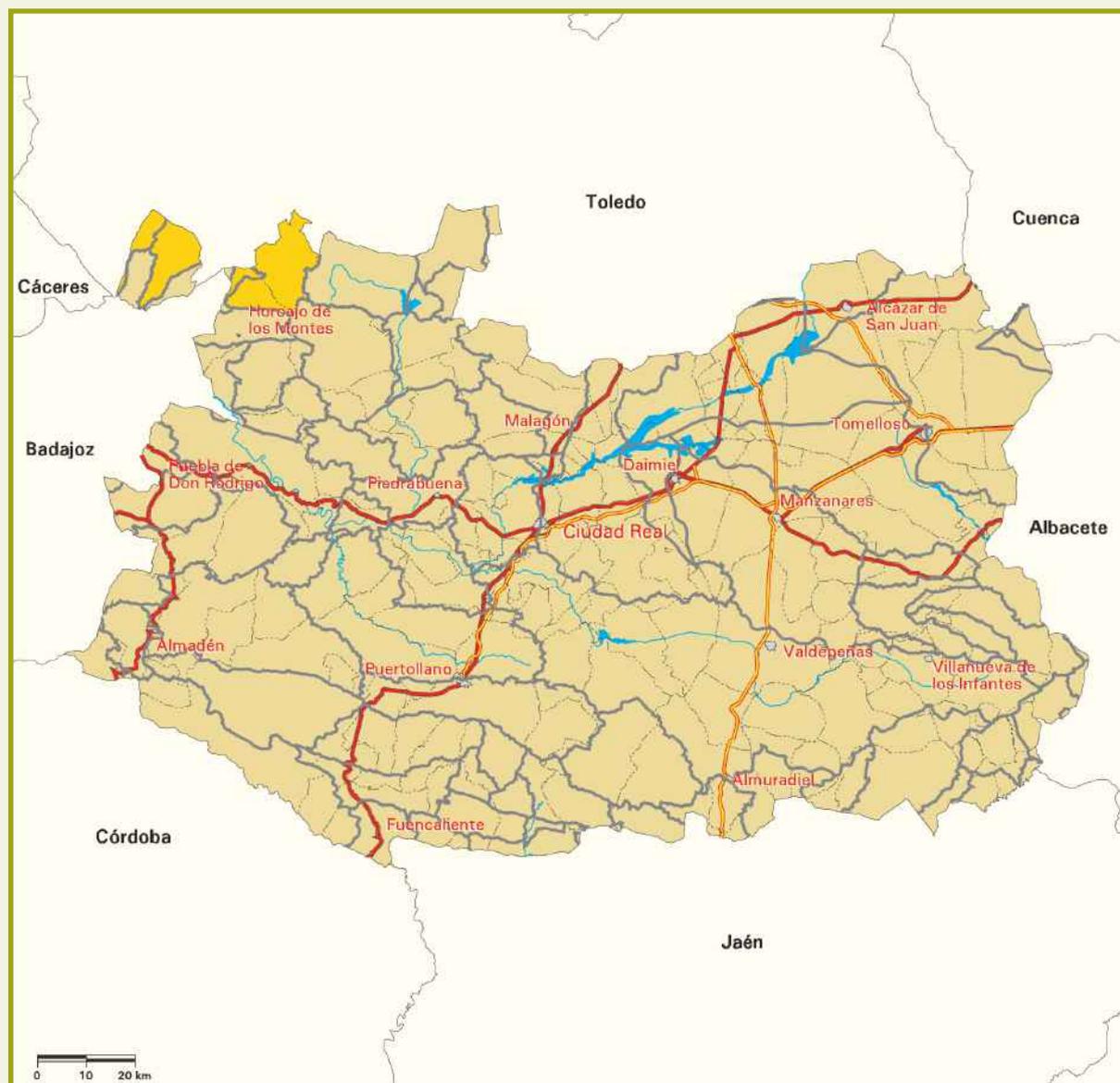


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	
	≤ 5
	> 5 y ≤ 10
	> 10 y ≤ 25
	> 25 y ≤ 50
	> 50 y ≤ 100
	> 100 y ≤ 200
	> 200

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.6. Factor movimientos en masa por unidades hidrológicas



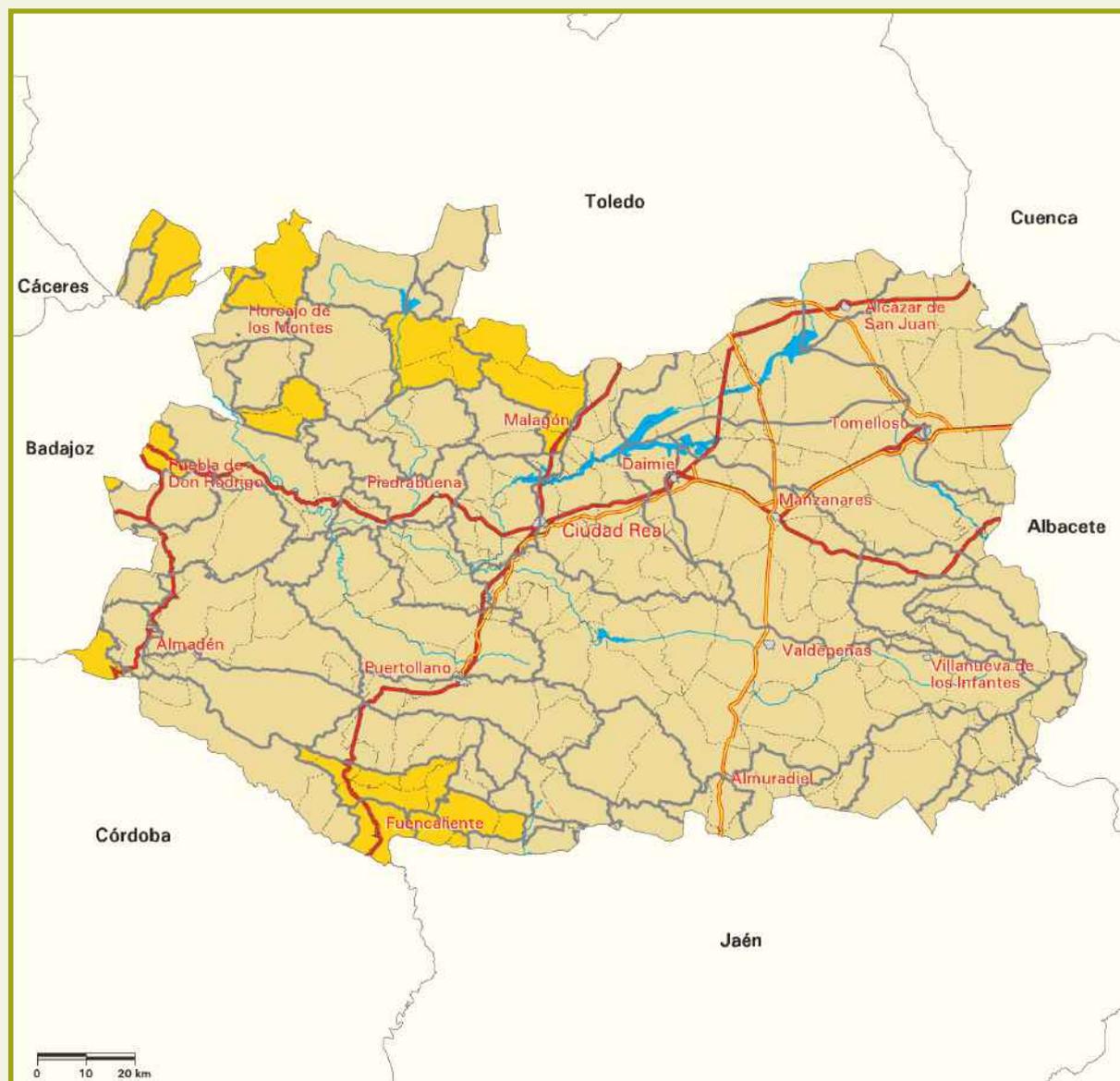
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Potencialidad de movimientos en masa	
	Baja o moderada
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.7. Factor erosión en laderas por unidades hidrológicas

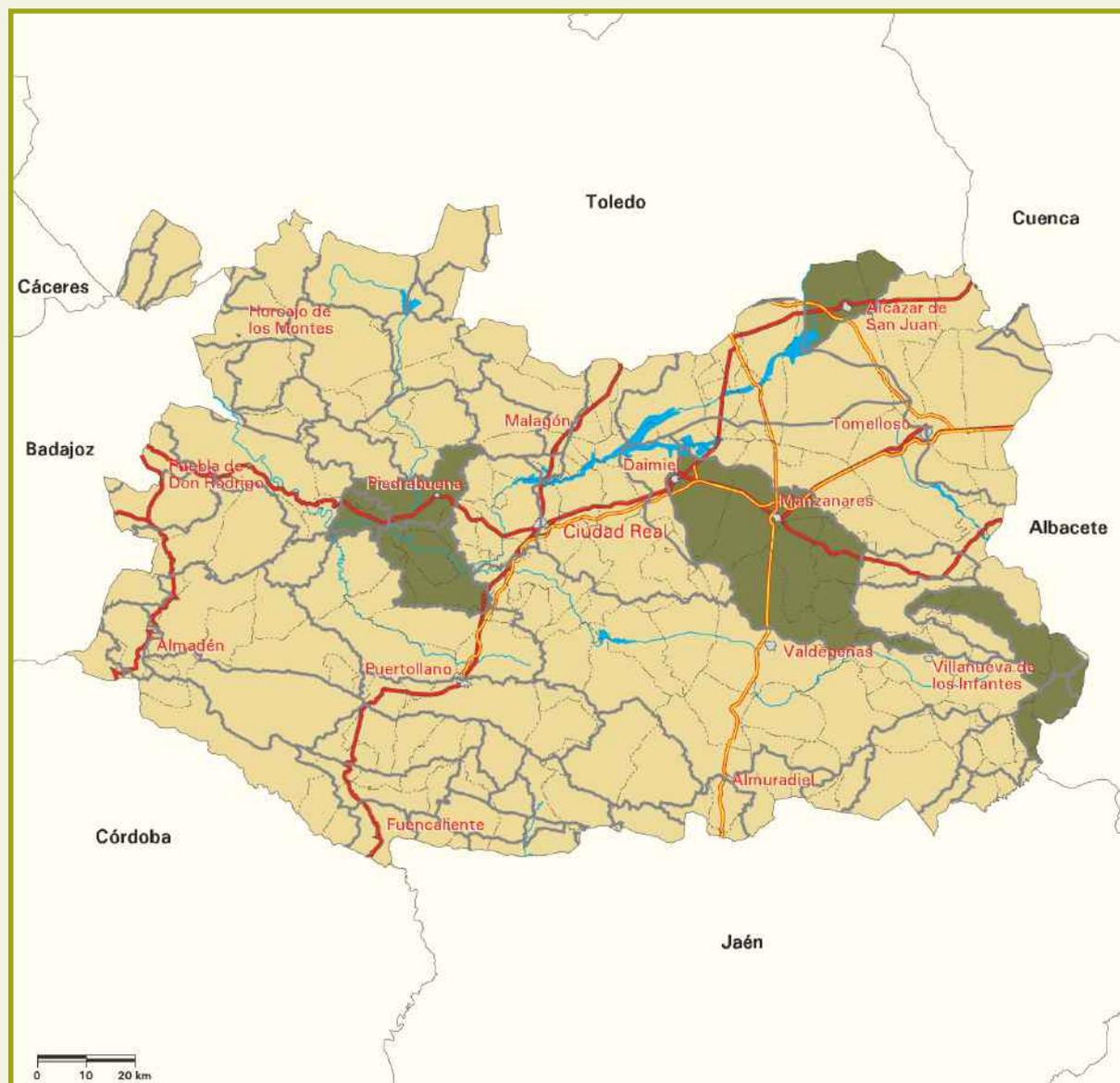


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Erosión en laderas	
	Nula
	Muy baja
	Baja
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.8. Factor erosión en laderas y pluviometría por unidades hidrológicas



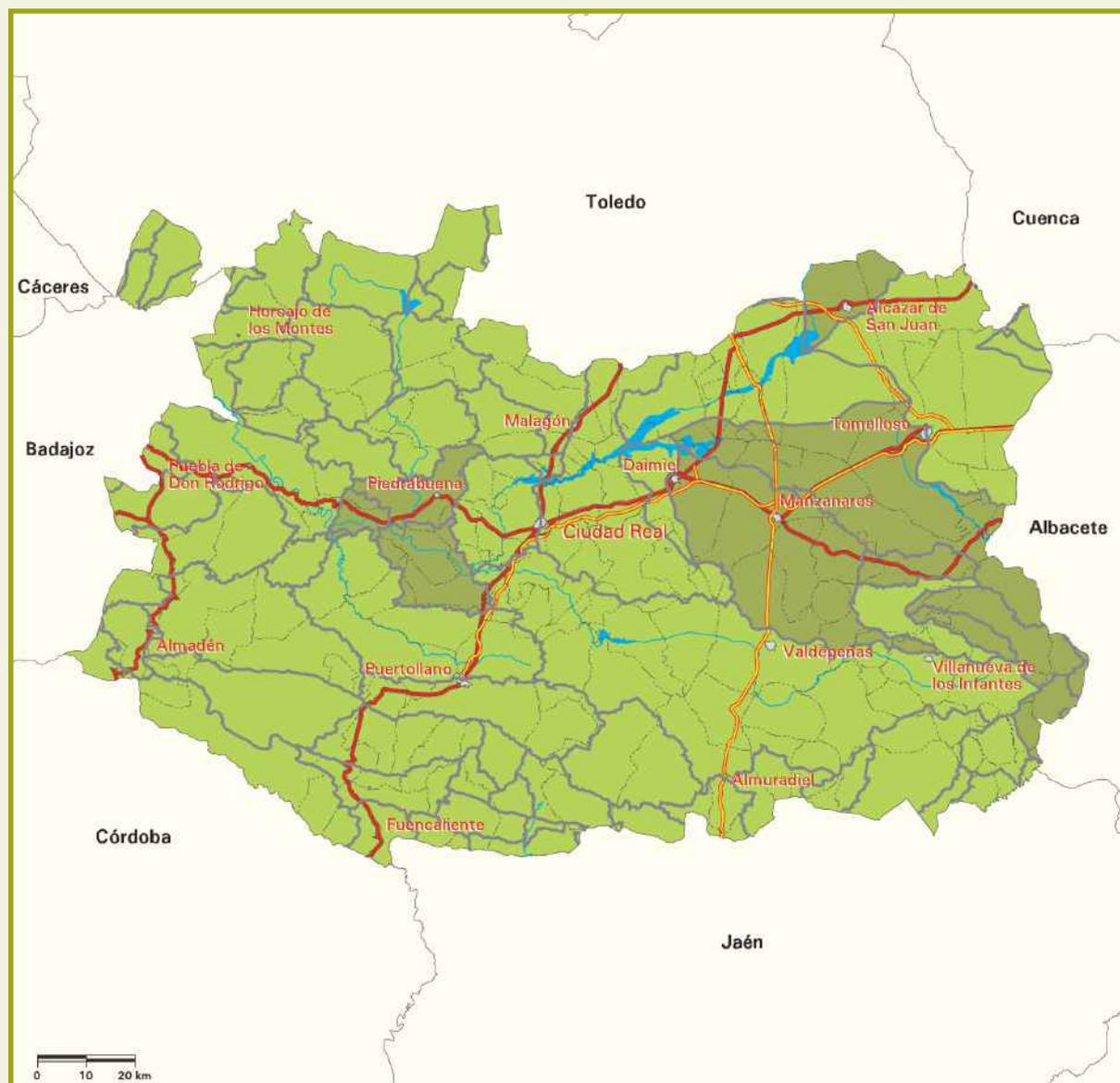
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Riesgo de erosión en cauces por erosión en laderas y pluviometría	
	Muy bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.9. Riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límite unidad hidrológica
	Láminas de agua superficial
	Superficies artificiales

Riesgo de erosión de cauces	
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

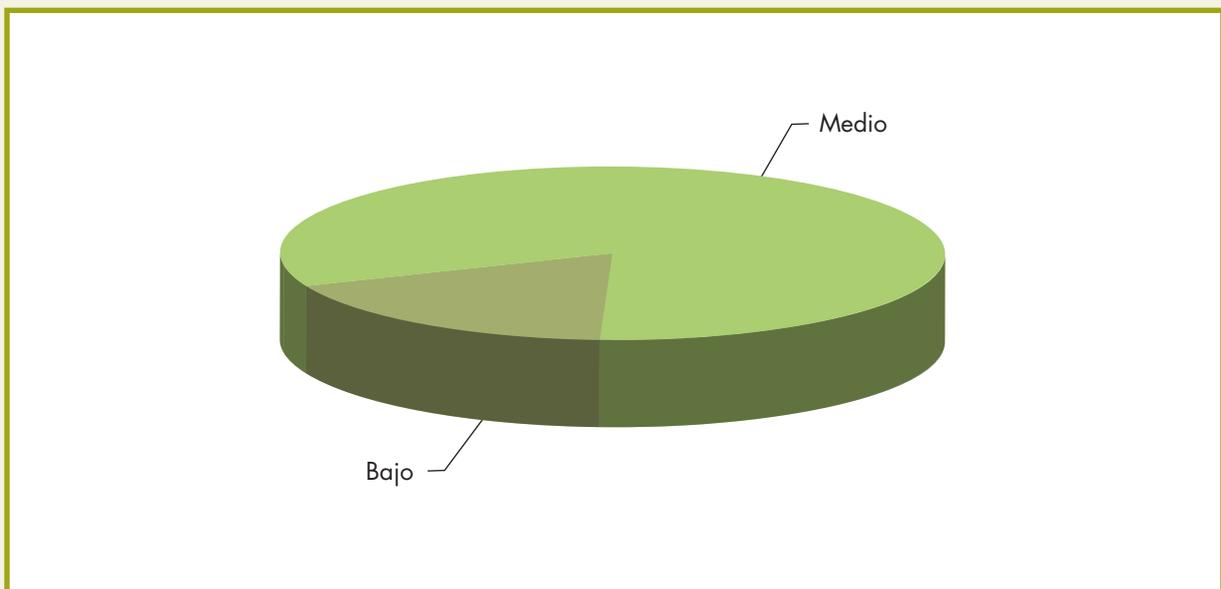
Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX).
Elaboración propia.



Tabla 6.1. Riesgo de erosión en cauces

Riesgo de erosión en cauces	Superficie geográfica	
	ha	%
Bajo	360.066,04	18,17
Medio	1.621.257,12	81,83
Alto	0,00	0,00
Muy alto	0,00	0,00
TOTAL	1.981.323,16	100,00

Gráfico 6.1. Riesgo de erosión en cauces





7. Erosión eólica en Ciudad Real



La erosión eólica se puede definir como el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. En el territorio nacional suele ser cuantitativamente menos importante que las demás formas de erosión y está condicionada a la ausencia de vegetación y a la presencia de partículas sueltas en la superficie.

Aparte del diferente agente erosivo (viento), la erosión eólica difiere en varios aspectos de la erosión hídrica. Esta última necesita que el terreno tenga una cierta pendiente y la actuación de lluvias más o menos importantes, mientras que la erosión eólica se produce sobre superficies secas de baja pendiente. Del mismo modo, en la erosión hídrica, una vez que el suelo ha sido movido de su sitio, el mismo agente no puede volver a colocarlo en su lugar de origen; esta circunstancia sí puede darse, aunque sea en parte, en la erosión eólica.

En definitiva, para que se produzca el fenómeno de la erosión eólica se deben dar, al menos, algunas de las siguientes condiciones:

- Superficies más o menos llanas y extensas.
- Suelos desnudos de obstáculos importantes (vegetación, caballones, rocas).
- Suelos sueltos y de textura fina.
- Zonas secas (por lluvias escasas y/o mal distribuidas).
- Temperaturas altas (que contribuyan a la desecación del suelo).
- Vientos fuertes y frecuentes.

Desde la antigüedad, la erosión eólica ha producido daños de gran importancia en determinadas zonas sometidas a la acción de fuertes vientos desencadenados sobre grandes extensiones abiertas y con escasa cubierta vegetal. A pesar de que en España este fenómeno no alcanza tanta importancia como en otras partes del mundo, existen algunas áreas donde se manifiesta con una cierta intensidad. Por tanto, para conseguir un completo Inventario Nacional de Erosión de Suelos se debe realizar una valoración de este fenómeno erosivo.

El objeto del estudio es obtener una clasificación del territorio en función del mayor o menor riesgo que presenta de sufrir fenómenos de erosión eólica, mediante la valoración de los diferentes factores que intervienen en el proceso.

Aplicando el proceso explicado en la Metodología, se obtienen los valores intermedios y resultados finales que se resumen en las tablas, gráficos y mapas siguientes:



– Valores intermedios:

Mapa 7.1. Índice de viento.

Tabla 7.1. Superficies según índice de viento.

Mapa 7.2. Áreas de deflación.

Mapa 7.3. Índice de erosión eólica en áreas de deflación.

Tabla 7.3. Valores medios del índice de erosión eólica por estrato en áreas de deflación (incluida en el CD-ROM adjunto).

– Resultados finales y análisis:

Mapa 7.4. Riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.4. Superficies según riesgo de erosión eólica.

Gráfico 7.4. Superficies según riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.5. Superficies según vegetación y riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.6. Superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.7. Superficies según unidades hidrológicas y riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.8. Superficies según régimen de propiedad y riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.9. Superficies según régimen de protección y riesgo de erosión eólica.

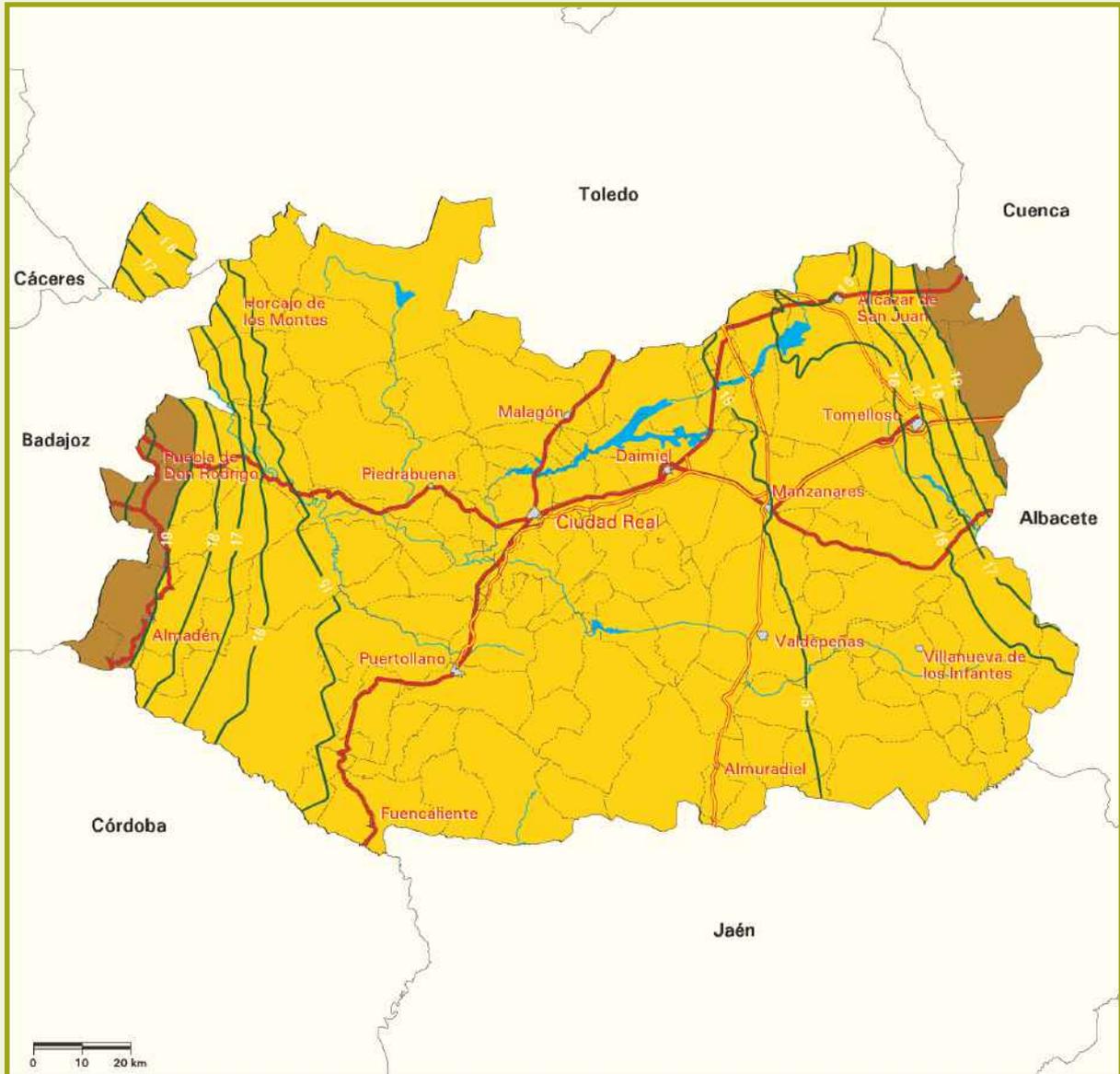
Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Ciudad Real.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo de erosión eólica (Mapa nº 5), a escala 1:250.000.





Mapa 7.1. Índice de viento



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Número de días al año con velocidad superior a $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	
	≤ 19
	$> 19 \text{ y } \leq 28$
	$> 28 \text{ y } \leq 37$
	$> 37 \text{ y } \leq 46$
	$> 46 \text{ y } \leq 55$
	> 55

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.
Elaboración propia.

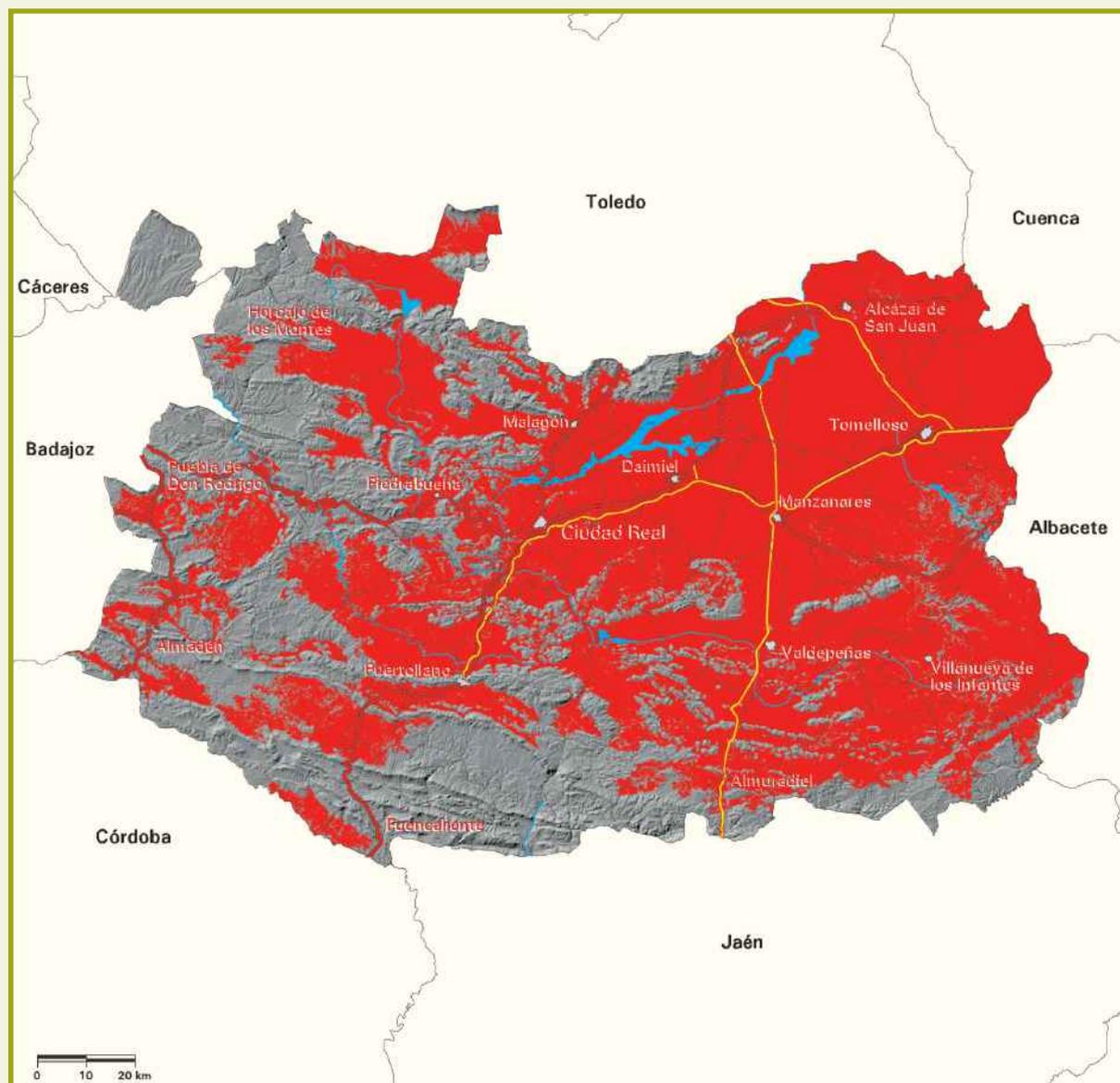


Tabla 7.1. Superficies según índice de viento

Intensidad del viento		Superficie geográfica	
Índice	Nº días al año con velocidad > 5 m·s ⁻¹	ha	%
1	≤ 19	1.873.825,67	94,57
2	> 19 y ≤ 28	107.497,49	5,43
3	> 28 y ≤ 37	0,00	0,00
4	> 37 y ≤ 46	0,00	0,00
5	> 46 y ≤ 55	0,00	0,00
6	> 55	0,00	0,00
TOTAL		1.981.323,16	100,00



Mapa 7.2. Áreas de deflación

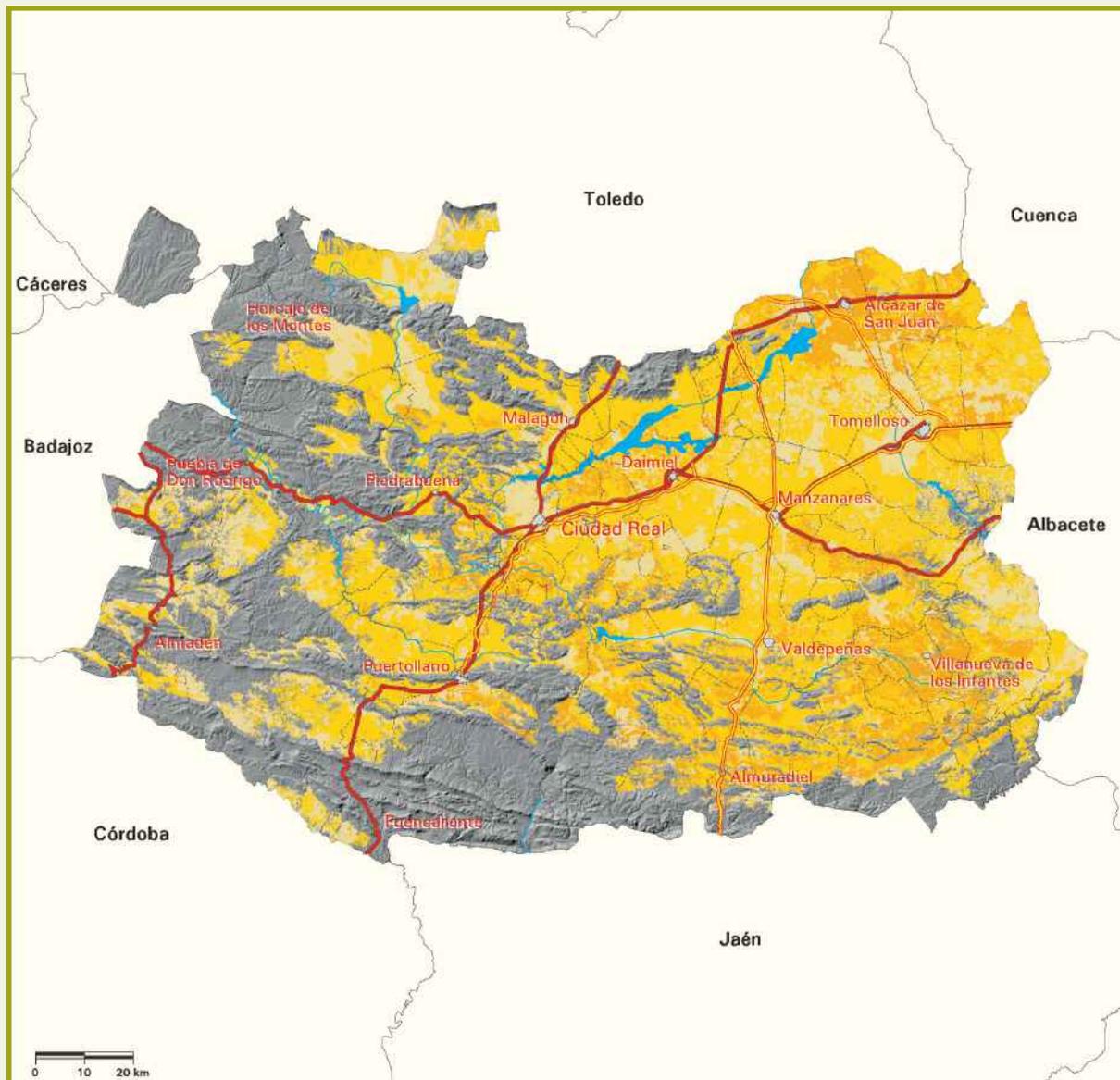


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

	Superficie (ha)	(%)
	Áreas de deflación	1.153.920,57 58,28

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

Mapa 7.3. Índice de erosión eólica en áreas de deflación



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Índice de erosión eólica	
	Inapreciable
	Baja
	Moderada
	Acusada
	Alta
	Muy alta



Mapa 7.4. Riesgo de erosión eólica



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal

Riesgo de erosión eólica

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Láminas de agua superficiales y humedales
- Superficies artificiales



Tabla 7.4. Superficies según riesgo de erosión eólica

Riesgo de erosión eólica	Superficie geográfica	
	ha	%
Muy bajo	1.747.258,34	88,19
Bajo	195.281,57	9,86
Medio	423,57	0,02
Alto	0,00	0,00
Muy alto	0,00	0,00
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.942.963,48	98,07
Láminas de agua superficiales y humedales	16.096,53	0,81
Superficies artificiales	22.263,15	1,12
TOTAL	1.981.323,16	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

Gráfico 7.4. Superficies según riesgo de erosión eólica

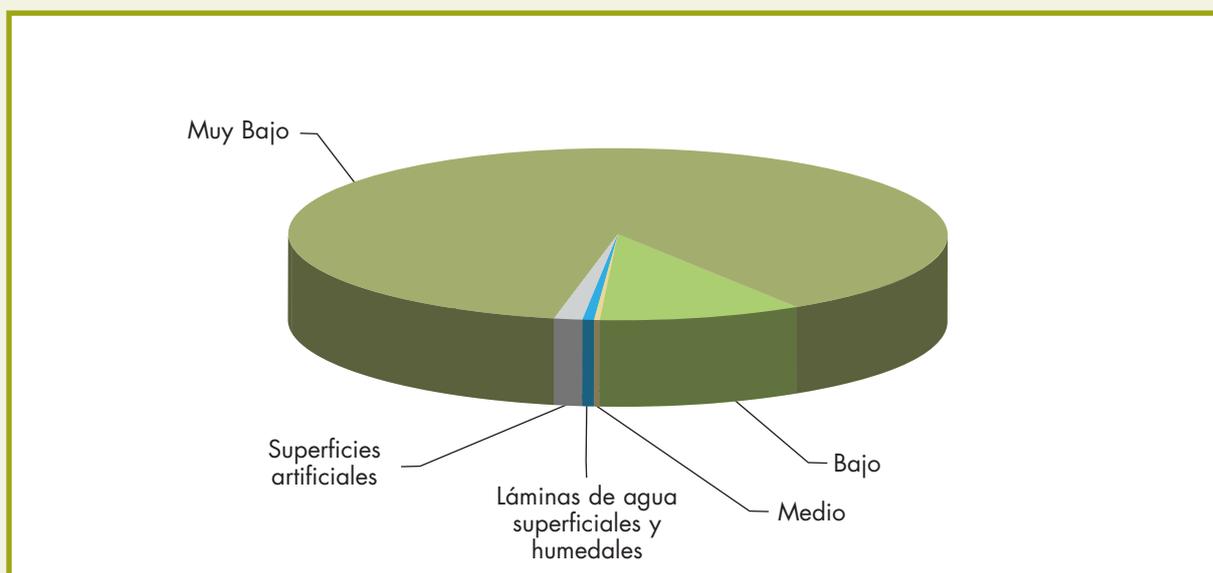




Tabla 7.5. Superficies según vegetación y riesgo de erosión eólica

Vegetación	Riesgo de erosión eólica										Superficie geográfica	
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		ha	%
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
Forestal arbolado	649.478,06	32,78	1.385,90	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	650.863,96	32,85
Forestal desarbolado	225.384,55	11,37	758,21	0,04	413,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	226.555,82	11,43
Cultivos	872.395,73	44,04	193.137,46	9,75	10,51	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.065.543,70	53,79
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.747.258,34	88,19	195.281,57	9,86	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1.942.963,48	98,07
Láminas de agua superficiales y humedales											16.096,53	0,81
Superficies artificiales											22.263,15	1,12
TOTAL											1.981.323,16	100,00

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.6. Superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica

Término municipal	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Abenójar	41.581,07	98,71	541,83	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42.122,90
Agudo	20.049,56	87,96	2.744,04	12,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22.793,60
Alamillo	6.607,89	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.607,89
Albaladejo	4.825,12	99,75	12,13	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.837,25
Alcázar de San Juan	44.653,07	68,91	20.123,16	31,06	21,45	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	64.797,68
Alcoba	30.470,19	99,69	94,31	0,31	0,13	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.564,63
Alcolea de Calatrava	6.338,35	90,38	674,54	9,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.012,89
Alcubillas	2.977,00	63,40	1.718,23	36,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.695,23
Aldea del Rey	13.991,19	91,57	1.284,41	8,41	3,31	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	15.278,91
Alhambra	51.717,86	89,61	5.995,70	10,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57.713,56
Almadén	23.444,80	99,89	22,58	0,10	1,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	23.468,69
Almadenejos	10.162,80	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.162,80
Almagro	20.848,91	85,70	3.473,11	14,28	5,88	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	24.327,90
Almedina	4.146,01	74,44	1.268,65	22,78	154,97	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00	5.569,63
Almodóvar del Campo	119.324,09	99,72	321,97	0,27	16,57	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	119.662,63
Almuradiel	5.559,38	85,95	908,55	14,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.467,93
Anchuras	22.580,28	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22.580,28
Arenales de San Gregorio	2.358,74	76,50	724,57	23,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.083,31
Arenas de San Juan	5.246,62	84,64	952,15	15,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.198,77
Argamasilla de Alba	37.748,68	97,25	1.068,53	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38.817,21
Argamasilla de Calatrava	15.800,10	97,65	380,29	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.180,39
Arroba de los Montes	6.110,65	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.110,65
Ballesteros de Calatrava	5.583,33	97,52	142,21	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.725,54
Bolaños de Calatrava	7.752,33	92,75	605,75	7,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.358,08
Brazatorras	26.567,21	99,28	192,05	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.759,26
Cabezarados	7.716,25	97,12	229,14	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.945,39
Cabezarrubias del Puerto	9.919,90	99,67	32,71	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.952,61
Calzada de Calatrava	36.749,51	90,24	3.976,23	9,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40.725,74
Campo de Criptana	17.585,37	59,42	12.010,73	40,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29.596,10

sigue ►►



Tabla 7.6. Superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica (cont.)

Término municipal	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Cañada de Calatrava	2.739,04	91,95	239,77	8,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.978,81
Caracuel de Calatrava	844,89	89,24	101,87	10,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	946,76
Carrión de Calatrava	6.325,72	69,63	2.758,80	30,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.084,52
Carrizosa	2.409,59	94,66	136,02	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.545,61
Castellar de Santiago	7.951,08	84,02	1.512,04	15,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.463,12
Chillón	18.052,71	87,77	2.516,03	12,23	0,13	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.568,87
Ciudad Real	21.901,37	82,09	4.777,09	17,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.678,46
Corral de Calatrava	13.072,25	88,66	1.672,02	11,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.744,27
Cortijos (Los)	9.418,41	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.418,41
Cózar	4.352,33	67,57	2.088,90	32,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.441,23
Daimiel	35.719,07	86,61	5.521,48	13,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41.240,55
Fernán Caballero	9.019,10	93,95	580,42	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.599,52
Fontanarejo	7.665,59	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.665,59
Fuencaliente	26.808,79	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.808,79
Fuenllana	2.969,81	49,68	3.008,20	50,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.978,01
Fuente el Fresno	11.719,44	99,27	85,61	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.805,05
Granátula de Calatrava	13.630,91	92,55	1.096,97	7,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.727,88
Guadalmes	6.283,69	88,78	793,92	11,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.077,61
Herencia	19.319,24	86,69	2.967,30	13,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22.286,54
Hinojosa de Calatrava	9.962,18	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.962,18
Horcajo de los Montes	20.657,55	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.657,55
Labores (Las)	2.975,18	88,68	379,80	11,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.354,98
Llanos del Caudillo	2.004,47	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.004,47
Luciana	11.292,30	99,79	23,64	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.315,94
Malagón	34.387,76	96,26	1.335,00	3,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35.722,76
Manzanares	46.483,30	99,56	203,75	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46.687,05
Membrilla	12.435,30	87,53	1.759,63	12,38	13,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	14.207,94
Mestanza	36.603,30	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.603,30
Miguelturra	10.411,57	93,47	727,13	6,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.138,70
Montiel	22.443,26	83,67	4.380,60	16,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.823,86
Moral de Calatrava	18.005,76	96,97	546,89	2,95	14,82	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	18.567,47

sigue ►►



Tabla 7.6. Superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica (cont.)

Término municipal	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Navalpino	19.438,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.438,50
Navas de Estena	14.544,52	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.544,52
Pedro Muñoz	568,47	5,97	8.961,19	94,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.529,66
Picón	5.695,58	97,17	165,98	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.861,56
Piedrabuena	55.706,28	99,59	231,64	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55.937,92
Poblete	2.450,74	90,28	263,97	9,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.714,71
Porzuna	20.098,33	96,34	763,40	3,66	0,38	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.862,11
Pozuelo de Calatrava	8.860,26	90,94	882,97	9,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.743,23
Pozuelos de Calatrava (Los)	7.886,23	94,29	477,29	5,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.363,52
Puebla de Don Rodrigo	42.076,06	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42.076,06
Puebla del Príncipe	3.000,39	89,29	359,78	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.360,17
Puerto Lápice	5.032,18	93,42	354,40	6,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.386,58
Puertollano	17.406,89	86,16	2.676,69	13,25	118,63	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	20.202,21
Retuerta del Bullaque	63.259,37	99,75	158,09	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63.417,46
Robledo (El)	9.879,88	95,14	504,24	4,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.384,12
Ruidera	3.589,68	98,12	68,67	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.658,35
Saceruela	24.619,46	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.619,46
San Carlos del Valle	5.687,14	99,04	55,22	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.742,36
San Lorenzo de Calatrava	10.518,45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.518,45
Santa Cruz de los Cáñamos	1.197,04	68,82	542,33	31,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.739,37
Santa Cruz de Mudela	10.020,03	77,27	2.947,35	22,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.967,38
Socuéllamos	11.192,09	30,39	25.630,09	69,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.822,18
Solana (La)	10.297,00	78,41	2.835,79	21,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.132,79
Solana del Pino	17.746,72	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.746,72
Terrinches	5.096,53	92,48	414,32	7,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.510,85
Tomelloso	17.309,14	75,81	5.523,73	24,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22.832,87
Torralba de Calatrava	7.954,14	80,53	1.923,61	19,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.877,75
Torre de Juan Abad	30.460,70	77,06	9.016,60	22,81	50,84	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	39.528,14
Torre Nueva	11.540,01	81,98	2.536,60	18,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.076,61
Valdemanco del Esteras	14.113,45	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.113,45

sigue ►►



Tabla 7.6. Superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica (cont.)

Término municipal	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)	
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
Valdepeñas	42.116,71	88,85	5.287,09	11,15	0,06	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47.403,86
Valenzuela de Calatrava	3.746,09	85,68	626,07	14,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.372,16
Villahermosa	32.638,20	90,52	3.417,58	9,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.055,78
Villamanrique	32.375,16	88,30	4.268,03	11,64	22,08	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.665,27
Villamayor de Calatrava	13.944,91	98,30	241,52	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.186,43
Villanueva de la Fuente	12.497,53	98,03	251,09	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.748,62
Villanueva de los Infantes	6.589,69	49,46	6.734,53	50,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.324,22
Villanueva de San Carlos	9.304,40	85,50	1.578,52	14,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.882,92
Villar del Pozo	1.087,04	82,88	224,57	17,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.311,61
Villarrubia de los Ojos	26.156,01	97,12	775,10	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.931,11
Villarta de San Juan	5.867,07	91,44	549,08	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.416,15
Viso del Marqués	47.409,05	89,90	5.323,99	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52.733,04
TOTAL	1.747.258,34	89,93	195.281,57	10,05	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.942.963,48

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada término municipal.

Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.7. Superficies según unidades hidrológicas y riesgo de erosión eólica

Unidad hidrológica	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)	
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
3158	1.762,88	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.762,88
4001	110.704,26	96,84	3.611,94	3,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114.316,20
4002	6.737,84	79,93	1.691,72	20,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.429,56
4003	22.259,59	94,05	1.409,04	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23.668,63
4004	15.796,53	75,12	5.232,93	24,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21.029,46
4005	11.701,98	82,93	2.409,03	17,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.111,01
4006	94.007,55	91,88	8.303,54	8,11	13,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.324,10
4007	12.755,19	81,94	2.810,39	18,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.565,58
4016	9.588,70	44,44	11.978,09	55,51	10,94	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21.577,73
4017	169,98	51,14	162,41	48,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	332,39
4020	474,85	14,77	2.740,10	85,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.214,95
4021	4,13	1,49	272,91	98,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	277,04
4022	951,46	18,92	4.077,91	81,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.029,37
4023	57.989,08	53,82	49.747,68	46,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107.736,76
4024	73.609,90	87,97	10.054,80	12,02	10,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83.675,21
4025	77.811,20	88,07	10.544,91	11,93	2,19	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88.358,30
4026	30.502,34	98,88	346,21	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.848,55
4027	16.226,11	93,41	1.144,88	6,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.370,99
4028	2.461,06	89,28	295,49	10,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.756,55
4029	29.939,32	91,19	2.892,38	8,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.831,70
4030	189.292,95	81,39	43.255,26	18,60	19,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	232.567,29
4031	26.590,53	94,65	1.501,54	5,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28.092,07
4032	26.147,32	99,56	115,20	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.262,52
4033	14.387,80	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.387,80
4034	5.259,76	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.259,76
4035	3.032,28	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.032,28
4036	24.088,76	99,53	113,94	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.202,70
4037	38.728,09	99,23	300,68	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.028,77
4038	26.623,17	96,39	997,98	3,61	0,38	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27.621,53
4039	15.500,54	99,96	6,88	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.507,42
4040	19.981,20	98,94	213,44	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.194,64
4041	7.488,49	99,70	22,51	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.511,00
4042	77.911,08	97,85	1.713,60	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79.624,68
4043	9.559,87	99,94	5,69	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.565,56
4044	686,73	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	686,73
4045	49.590,12	~100,00	1,13	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49.591,25
4046	16.704,34	~100,00	0,00	0,00	0,12	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.704,46
4047	12.246,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.246,50

sigue ►►



Tabla 7.7. Superficies según unidades hidrológicas y riesgo de erosión eólica (cont.)

Unidad hidrológica	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)	
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
4049	7.905,99	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.905,99
4050	10.806,25	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.806,25
4052	20.006,65	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.006,65
4053	1.714,04	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.714,04
4054	3.841,77	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.841,77
4055	10.731,21	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.731,21
4056	5.015,86	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.015,86
4057	3.608,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.608,50
4071	43.785,54	99,77	102,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43.887,54
4072	66.485,57	99,32	453,65	0,68	1,13	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66.940,35
4073	43.553,58	~100,00	1,82	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43.555,40
4074	9.550,12	83,17	1.932,61	16,83	0,31	~0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.483,04
4075	5.178,27	88,39	680,29	11,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.858,56
4076	75,23	86,60	11,64	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	86,87
4077	43.292,99	99,48	228,01	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43.521,00
4079	7.175,80	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.175,80
4080	17.520,89	86,79	2.666,56	13,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.187,45
5063	1.957,88	95,93	83,05	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.040,93
5066	9.793,95	98,31	168,35	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.962,30
5067	1.129,19	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.129,19
5068	11.681,03	92,33	970,28	7,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.651,31
5069	5.675,64	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.675,64
5075	28.357,80	78,23	7.662,34	21,14	227,88	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.248,02
5076	8.115,93	87,72	1.136,50	12,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.252,43
5078	4.506,36	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.506,36
5082	12.393,52	80,81	2.942,98	19,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.336,50
5083	10.941,40	92,53	883,66	7,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.825,06
5102	7.786,36	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.786,36
5105	530,89	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	530,89
5108	36.722,93	92,79	2.854,43	7,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.577,36
5109	40.339,32	89,73	4.494,98	10,00	121,45	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44.955,75
5110	16.429,67	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.429,67
5111	21.565,23	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21.565,23
5112	31.738,34	99,84	34,21	0,11	16,57	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.789,12
5113	5.770,38	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.770,38
5114	8.632,56	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.632,56
5115	4.985,22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.985,22
5116	1.971,07	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.971,07

sigue ►►



Tabla 7.7. Superficies según unidades hidrológicas y riesgo de erosión eólica (cont.)

Unidad hidrológica	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
5117	11.739,76	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.739,76
5118	8.488,16	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.488,16
5132	10.906,31	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.906,31
5133	5.577,70	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.577,70
TOTAL	1.747.258,34	89,93	195.281,57	10,05	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1.942.963,48

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada unidad hidrológica.

Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.8. Superficies según régimen de propiedad y riesgo de erosión eólica

Régimen de propiedad	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)	
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	33.049,39	99,84	52,03	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33.101,42
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	1.158,14	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.158,14
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	19.754,93	99,79	42,03	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.796,96
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	56.727,77	99,53	266,54	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56.994,31
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	1.116,68	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.116,68
Montes privados de particulares no consorciados ni conveniados	14.418,07	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.418,07
Resto de superficie	1.621.033,36	89,25	194.920,97	10,73	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.816.377,90
TOTAL	1.747.258,34	89,93	195.281,57	10,05	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.942.963,48

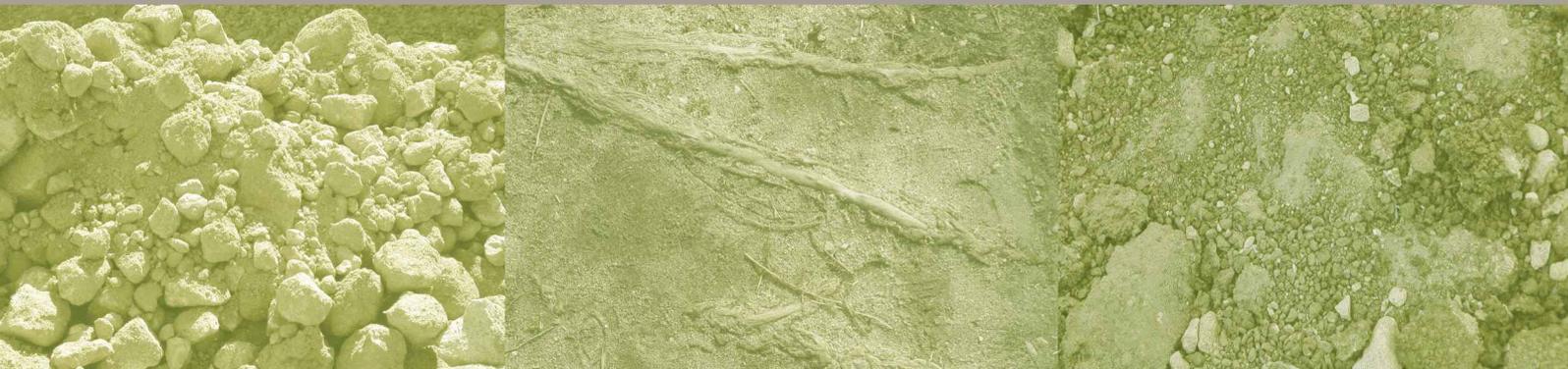
Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de propiedad.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.9. Superficies según régimen de protección y riesgo de erosión eólica

Régimen de protección	Riesgo de erosión eólica										Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Parque Nacional	35.719,76	99,38	221,07	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35.940,83
Parque Natural	148.682,33	99,98	13,82	0,01	16,57	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	148.712,72
Reserva Natural	605,62	53,59	513,56	45,44	10,94	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	1.130,12
Microreserva	250,15	99,43	1,44	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	251,59
Reserva fluvial	1.890,46	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.890,46
Monumento Natural	6.129,54	98,89	68,79	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.198,33
Paisaje Protegido	35,33	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,33
Sin protección	1.553.945,15	88,86	194.462,89	11,12	396,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1.748.804,10
TOTAL	1.747.258,34	89,93	195.281,57	10,05	423,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1.942.963,48

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de protección.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



8. Bibliografía



- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. Datos climáticos.
- ALLUÉ, J.L. 1990. Atlas Fitoclimático de España. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS.
- AYALA-CARCEDO, F.J. *et al.* 1986. Estabilidad de taludes en las formaciones blandas de la Comunidad de Madrid. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.
- AYALA-CARCEDO, F.J. *et al.* 1989. Estabilidad de laderas y taludes en el Valle del Guadalquivir. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA.
- AYALA-CARCEDO, F.J.; COROMINAS, J. 2003. Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas de SIG: fundamentos y aplicaciones en España. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.
- CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS. 1965. Datos físicos de las corrientes clasificadas por el Centro de Estudios Hidrográficos.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2001. Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2008. Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND).
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2002. Mapa de Estados Erosivos. 1:1.000.000. Resumen Nacional.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1996. Mapa Forestal de España, escala 1:200.000 (MFE200). Ciudad Real.
- DIRECCIÓN GENERAL PARA LA BIODIVERSIDAD. 2004. Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50). Ciudad Real.
- DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL. Publicado en página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3). Ciudad Real.
- DISSMEYER, G.E.; FOSTER, G.R. 1981. A guide for predicting sheet and rill erosion on forest land.
- FLANAGAN, D.C.; NEARING, M.A. 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project. Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report nº10.

FOSTER, G.R. 2004. Revised Universal Soil Loss Equation. Version 2. Users reference guide. USDA-ARS.

FOSTER, G.R. 2005. Revised Universal Soil Loss Equation. Version 2. Science Documentation. USDA-ARS.

FOSTER, G.R.; YODER, D.C.; WEESIES, G.A.; McCOOL, D.K.; MCGREGOR, K.C.; BINGNER, R.L. 2003. Revised Universal Soil Loss Equation. Version 2. USDA-ARS.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1995. Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1988. Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Ciudad Real.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1975. Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Ciudad Real.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1987. Mapa Eólico Nacional.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1978. La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1988. Agresividad de la lluvia en España.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA - DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1987-2002. Mapas de Estados Erosivos.

LAÍN HUERTA, L. 1999. Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y el medio ambiente. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

LEGROS, J.P. 1973. Précision des cartes pédologiques. Science du Sol, Bull. AFES, 2.

LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F. (Dir.) *et al.* 1998. Restauración Hidrológico-Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. Ingeniería Medioambiental (2ª ed.). Ministerio de Medio Ambiente. Tragsa. Tragsatec.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2000-2010. Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España, escala 1:50.000.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA).

MINISTERIO DE FOMENTO. 2002. Norma de Construcción Sismorresistente, parte general y edificación. NCSE-02.

MORGAN, R.P.C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Ediciones Mundi-Prensa.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

QUIRANTES PUERTAS, J. 1991. Métodos para el estudio de la erosión eólica. Estación Experimental del Zaidín (CSIC).TOLE

RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A.; McCOOL, D.K.; YODER, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook nº 703. Agricultural Research Service.

RESOLUCIONES DE LA CONFERENCIA MINISTERIAL CELEBRADA EN LISBOA. Portugal, 1998. Criterios e Indicadores Paneuropeos de Gestión Sostenible de Bosques.

RUIZ DE LA TORRE, J. 1990. Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000. Memoria General. ICONA.

SIERRA, C.; QUIRANTES, J.; LOZANO, J. 1991. Uso del suelo y erodibilidad eólica (Depresión Guadix-Baza). In: Soil Erosion Studies in Spain.

SOIL AND WATER CONSERVATION SOCIETY. 1995. RUSLE User Guide. Version 1.04.

STOTT, D. E.; STROO, H. F.; ELLIOT, L. F. *et al.* 1990. Wheat residue loss in fields under no-till management. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:92-98.

STOTT, D. E. 1991. RESMAN: A tool for soil conservation education. Journal of Soil and Water Conservation. 46:332-333.

TOY, T.J.; FOSTER, G.R. 1998. Guidelines for the Use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), Version 1.06 on Mined Lands, Construction Sites and Reclaimed Lands.

TRAGSA. 2003. La ingeniería en los procesos de desertificación. Ediciones Mundi-Prensa.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE BARCELONA. 1984. Inestabilidad de laderas en el Pirineo. Ponencias y comunicaciones ETSI Caminos, Canales y Puertos.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook nº 537. Agricultural Research Service.



9. Cartografía



Adjunta a esta publicación se edita la siguiente cartografía a escala 1:250.000:

Mapa nº 1: Erosión laminar y en regueros.

Mapa nº 2: Zonas de erosión en cárcavas y barrancos.

Mapa nº 3: Potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Mapa nº 4: Riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

Mapa nº 5: Riesgo de erosión eólica.

En el CD-ROM adjunto se incluye una aplicación informática para la visualización de esta cartografía, así como para su consulta por términos municipales o unidades hidrológicas. Esta aplicación también permite consultar los datos correspondientes a las parcelas de campo.

Asimismo, en dicho CD-ROM se incluye, dentro de la carpeta “\Cartografía”, los ficheros correspondientes a estos cinco mapas, en el formato estándar de exportación e00, dentro de archivos autodescomprimibles.

notas

notas

notas

notas

notas

notas

notas

