



**5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL**

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-392

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012: Metodología y resultados a mitad de su desarrollo.

DEL PALACIO FERNÁNDEZ – MONTES, E.¹, MARTIN FERNÁNDEZ, L.¹ y ALONSO
CASTAÑO, I²

¹ Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

² Servicios Forestales. TRAGSATEC.

Resumen

La erosión del suelo constituye uno de los principales factores e indicadores de los procesos de desertificación y de degradación de los ecosistemas en el territorio nacional, con importantes implicaciones ambientales, sociales y económicas.

La gravedad del problema obliga a realizar una identificación y cuantificación en el territorio nacional de las diferentes formas en que se manifiesta.

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos forma parte del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, a través de la estadística forestal según establece el Plan Forestal Español, la Ley 43/2003, de 21 de Noviembre, de Montes y la Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Su elaboración corresponde a la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, según se indica en el Real Decreto 1130/2008, de 4 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

En esta comunicación se describen los principales componentes de este Inventario (erosión laminar y en regueros, erosión en cárcavas y barrancos, movimientos en masa, erosión en cauces y erosión eólica) y la información proporcionada en cada uno de ellos. Se refiere el estado de avance de los distintos trabajos y las perspectivas de ejecución. Por último, se presentan los resultados obtenidos tanto de forma numérica como gráfica.

Palabras clave

Cartografía, SIG, Desertificación, Modelos, Indicadores.

1. Introducción

La erosión, en tanto que importante agente de degradación del suelo, constituye además uno de los principales procesos de desertificación a escala nacional y subnacional, 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).

Consciente de esta problemática, en el año 2001 el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza, inició los trabajos para la puesta en marcha del ambicioso proyecto "Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012)".

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos forma parte del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, a través de la Estadística Forestal según establece el Plan Forestal Español, la Ley 43/2003, de 21 de Noviembre, de Montes (modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril) y la Ley 42/2007, de 13 de Diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Su elaboración corresponde a la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, según el Real Decreto 1130/2008, de 4 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

Su antecedente más directo lo constituyen los Mapas de Estados Erosivos, realizados a escala 1:400.000 por grandes cuencas hidrográficas, cuyos trabajos fueron iniciados por el antiguo Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza en 1982. Su objetivo era generar una cartografía que permitiera conocer, a una escala apta para la priorización de inversiones, las características de los fenómenos erosivos.

No obstante, una vez finalizados los Mapas de Estados Erosivos, éstos necesitan ya de una profunda revisión que permita, no sólo actualizarlos sino, además, mejorar la metodología utilizada y 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 (INES), cuyo período de ejecución abarca los años comprendidos entre el 2002 y el 2012 (año en el que se prevé iniciar el segundo INES).

Otros trabajos a cargo de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal y estrechamente relacionados con el Inventario Nacional de Erosión de Suelos son:

- La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL).
- La elaboración, coordinadamente con las Comunidades Autónomas afectadas, del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND).
- El Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación, (2001).

El Inventario, suministrando una información estadística homogénea y adecuada, se realiza de forma continua y cíclica, con una periodicidad de 10 años y con una precisión equivalente a una escala 1:50.000. 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 Medio Natural 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.

2. Objetivos

El objetivo principal de este Inventario es 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, así como definir y valorar las actuaciones a llevar a cabo.

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

- Detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente 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.
- Proporcionar información para delimitar con la mayor exactitud posible las áreas prioritarias de actuación en la lucha contra la erosión, así como para definir y valorar las actuaciones a llevar a cabo.
- Servir como instrumento para la coordinación de las políticas que inciden en la conservación del suelo de las Comunidades Autónomas, del Estado y de la Unión Europea.

3. Metodología

El Inventario se estructura en cinco módulos (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2002-2009) 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.

1) El primer tipo de erosión considerada, y el más importante cuantitativa y cualitativamente, es la erosión laminar y en regueros causada por el agua. El objeto final del inventario en cuanto a este tipo de erosión es la estimación de las pérdidas medias de suelo en cada 'píxel' del territorio y la consiguiente elaboración de una cartografía de niveles erosivos. La metodología se basa en las últimas versiones del modelo *RUSLE*, *Revised Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada (Renard K.G., et al, 1997).

Para ello se siguen las siguientes fases de trabajo:

- Diseño de muestreo
- Trabajos de campo
- Análisis de muestras de suelo
- Proceso de datos
- Obtención de resultados

La primera fase (Diseño de muestreo), se inicia con la preparación de la cartografía temática básica (clima, fisiografía, litología y vegetación) que posteriormente, por superposición, servirá para clasificar el territorio en estratos homogéneos y asignar a cada estrato un número proporcional de parcelas de campo, mediante muestreo aleatorio sistemático con refuerzo dirigido, con una densidad media de una parcela cada 2.500 ha.

La segunda fase (trabajos de campo), tiene por objeto la obtención de datos sobre la estructura y composición de la cubierta vegetal y las características del suelo, mediante el levantamiento de las parcelas anteriores, así como de las prácticas agrícolas y ganaderas, mediante entrevistas a técnicos de las oficinas comarcales agrarias. Para esta fase se cuenta con el importantísimo apoyo de las consejerías de Medio Ambiente y Agricultura, de las Comunidades Autónomas.

La tercera fase consiste en el análisis de las muestras de suelo recogidas en el trabajo de campo, con el fin de realizar las determinaciones analíticas necesarias para estimar la erodibilidad del suelo.

En cuarto lugar, el proceso de datos tiene por objeto obtener los factores necesarios para estimar las pérdidas de suelo en cada parcela y sus valores medios por estrato, tras el correspondiente análisis estadístico. Para ello, se trabaja con un banco de datos donde se incorpora información de campo y de laboratorio, así como los datos agrícolas procedentes de las entrevistas en oficinas comarcales agrarias. En conjunto, este banco de datos almacena un número aproximado de 200 variables por parcela.

La quinta y última fase consiste en la obtención de resultados, para lo cual se parte, en primer lugar, de un análisis cartográfico que permite obtener los factores climáticos y topográficos que intervienen en la erosión y, en segundo lugar, del resultado del proceso de datos, lo que permite finalmente, calcular las pérdidas medias de suelo y obtener la cartografía de niveles erosivos.

Otros resultados ofrecidos en relación con la erosión laminar y en regueros son:

- Comparación de los resultados obtenidos con los correspondientes de los Mapas de Estados Erosivos.
- Cualificación de la erosión: para una mejor interpretación de los resultados de pérdidas del suelo, se valoran éstos cualitativamente en función de la tolerancia del suelo a la erosión, evaluada a partir de la fragilidad o vulnerabilidad del suelo.
- Erosión potencial: se estiman las pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros que tendrían lugar en caso de desaparición brusca y total de la cubierta vegetal (por ejemplo tras un incendio forestal). Se matiza el resultado obtenido según la capacidad climática para la recuperación de la vegetación.
- Suelos esqueléticos y/o degradados por la erosión: se trata de identificar las zonas con suelos escasos, pedregosos y pobres, probablemente como consecuencia de procesos erosivos anteriores.

2) El segundo tipo de erosión considerada se debe también a la acción del agua, pero esta vez en forma de cárcavas y barrancos. El objetivo del Inventario en este caso es la localización de las zonas sometidas a este tipo de erosión. Para ello se realiza una fotointerpretación de pares estereoscópicos y posteriormente se digitalizan sobre ortoimagen las zonas identificadas.

3) El siguiente tipo de erosión considerada son los movimientos en masa, siendo el objetivo del Inventario la clasificación cualitativa del territorio en función de la potencialidad a presentar estos fenómenos y de la tipología predominante de los mismos. Los factores que se consideran para esta clasificación son la litología, pendiente, pluviometría, sismicidad y existencia confirmada de movimientos activos.

4) El cuarto tipo de erosión considerada es la erosión en cauces, siendo el objeto del Inventario la realización de una clasificación cualitativa de las unidades hidrológicas de cada provincia en función del riesgo de que se produzcan fenómenos de erosión a lo largo de sus cauces. Los factores que se tienen en cuenta para realizar esta clasificación son la litología, pendiente, intensidad de la lluvia, erosión laminar y en regueros y potencialidad de movimientos en masa.

5) Finalmente, el último tipo de erosión considerada es la causada por el viento. En este caso, el Inventario tiene por objeto clasificar cualitativamente el territorio en función del riesgo de sufrir erosión eólica. Los factores que intervienen en esta clasificación son la intensidad del viento, la topografía del terreno, las características físicas y químicas del suelo, la cubierta vegetal y el uso del suelo.

Presentación de resultados

Los resultados del Inventario se presentan tanto en una publicación convencional, que incluye memoria y mapas correspondientes a los cinco tipos de erosión, como en soporte informático (CD-ROM), que incluye una aplicación para la visualización y consulta de la cartografía generada, las tablas de resultados, la base de datos de parcelas de campo y el texto de la memoria. Cada memoria provincial viene precedida por un prólogo redactado por algún miembro ilustre de la comunidad científica relacionado con la materia de los suelos y la erosión.

Forma de ejecución

La Dirección Técnica del Inventario corre a cargo del área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas de la Subdirección General de Política Forestal y Desertificación. Desde su inicio, los trabajos se ejecutan por Administración, con la colaboración de la empresa pública Tragsatec (Grupo Tragsa), como medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración, lo que garantiza la homogeneidad en el trabajo, la adaptabilidad a los ritmos de ejecución necesarios y el mantenimiento de los estándares de calidad.

El equipo técnico al servicio del Inventario está constituido permanentemente por unas 25 personas, de las que más de la mitad son titulados superiores o medios (Ingenieros de Montes y Forestales, Ingenieros Agrónomos y Agrícolas, Geólogos, Biólogos, Informáticos, Analistas SIG, etc.). Este equipo se organiza en las siguientes unidades:

- Unidad de coordinación: coordina y supervisa el trabajo de las otras unidades para cumplir con los requisitos de calidad y plazo que marca la Dirección Técnica.
- Unidad de trabajos de campo: realiza el levantamiento de las parcelas de campo.
- Unidad de proceso de datos: realiza el tratamiento de los datos procedentes de cartografía, campo y laboratorio para obtener los parámetros que determinan la erosión del suelo.
- Unidad de cartografía: realiza los procesos que atañen a la generación de cartografía temática, estratificación y diseño de muestreo, así como los que se refieren a la obtención de los resultados finales de los distintos tipos de erosión estudiados.

Por otra parte, se ponen al servicio del Inventario los más actuales medios técnicos, tanto para el trabajo de campo (vehículos todo-terreno, GPS, instrumentos de medición, terminales portátiles para la captura y transmisión de los datos), como para el tratamiento cartográfico (Sistemas de Información Geográfica, Modelos Digitales del Terreno, Herramientas de Teledetección) y el proceso de datos (Servidores de Bases de Datos Relacionales, programas específicos de cálculo). Se cuenta, además, con empresas colaboradoras de prestigio para realizar tareas específicas, como son los análisis de suelos y la edición de las publicaciones

4. Resultados

El estado a fecha de septiembre de 2009 de los trabajos es el siguiente:

- 28 Provincias publicadas: Madrid, Murcia, Lugo, A Coruña, Ourense, Pontevedra, Asturias, Navarra, La Rioja, Illes Balears, Cantabria, Girona, Tarragona, Lleida, Barcelona, Cáceres, Badajoz, Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas, Alicante, Jaén, Córdoba, Málaga, Cádiz, Granada, Almería, Sevilla y Huelva.
- 3 provincias en ejecución: Zamora, Valencia y Castellón.

En la Figura 1 se muestra la situación actual del INES y la previsión de ejecución de los trabajos para el periodo 2009-2010.

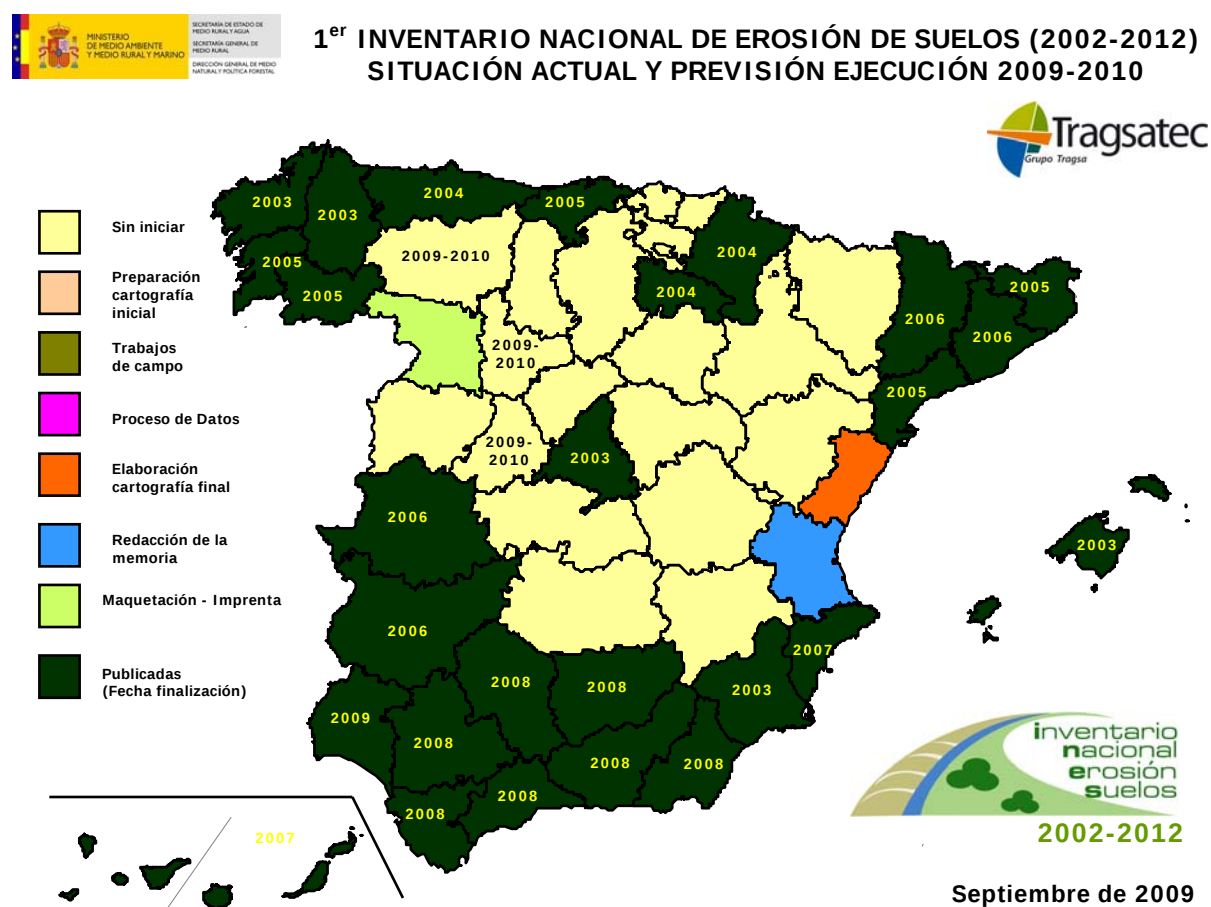


Figura 1. Situación actual del Inventario Nacional de Erosión de Suelos y previsión de ejecución en el periodo 2009-2010.

A medida que se van publicando los trabajos del INES de las distintas provincias, se van configurando las capas de cartografía de erosión. En la Figura 2, se muestra el estado de la cartografía de erosión laminar y en regueros (niveles erosivos).



Figura 2. Estado de la cartografía de erosión laminar y en regueros (niveles erosivos).

En la figura 3 se muestran los porcentajes de suelo afectado por la erosión en las doce Comunidades Autónomas en las que se ha realizado el estudio entre los años 2002 y 2009.

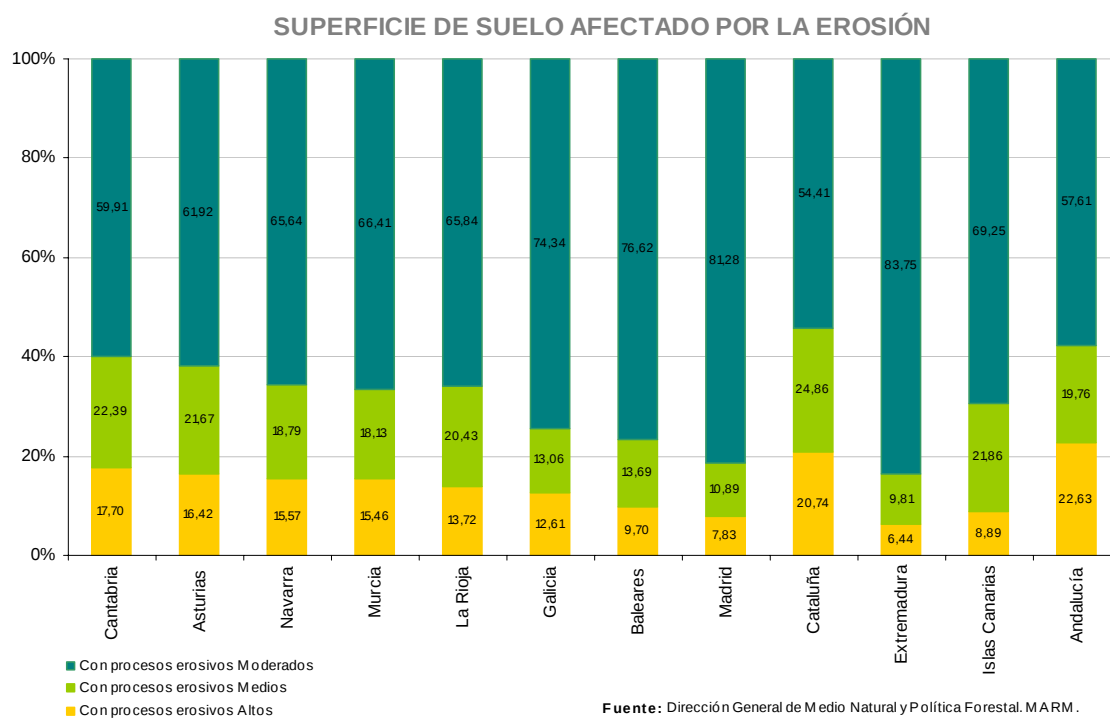


Figura 3. Superficie de suelo afectado por erosión por Comunidades Autónomas

Los porcentajes de superficie se refieren a la superficie erosionable total de la comunidad autónoma, que es la susceptible de sufrir procesos de erosión y calculada deduciendo de la superficie geográfica las superficies artificiales, láminas de agua superficiales y humedales. El intervalo de pérdida de suelo denominado “Moderado” es de 0 a 10t/ha·año, el “Medio” de 10 a 25 t/ha·año, y el “Alto” de más de 25t/ha·año.

Además, del análisis de los datos de los trabajos de campo necesarios para la realización de este inventario, se extrae una valiosa información en forma de indicadores. En la tabla 1 se muestra un extracto de estos indicadores para el total de provincias publicadas hasta la fecha.

PROVINCIA	PÉRDIDAS MEDIAS DE SUELO (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	SUPERFICIE EROSIONABLE CON EROSIÓN EN CÁRCAVAS Y/O BARRANCOS (%)	SUPERFICIE CON POTENCIALIDAD ALTA O MUY ALTA DE MOVIMIENTOS EN MASA (%)	SUPERFICIE CON RIESGO DE EROSIÓN EN CAUCES ALTO O MUY ALTO (%)	SUPERFICIE CON RIESGO DE EROSIÓN EÓLICA MEDIO, ALTO O MUY ALTO (%)
MADRID	8,5	1,3	4,9	0,0	0,0
MURCIA	17,6	14,6	17,9	29,5	3,3
LUGO	21,3	0,4	43,8	26,2	0,7
A CORUÑA	16,2	0,1	24,0	3,9	0,2
I. BALEARS	10,7	0,6	22,1	20,1	36,8
LA RIOJA	12,8	3,9	18,7	10,7	10,0
NAVARRA	16,1	2,6	35,0	38,2	16,8
ASTURIAS	17,5	0,7	73,2	88,8	0,0
PONTEVEDRA	8,1	0,3	37,8	0,1	0,0
OURENSE	7,1	1,4	23,5	9,0	0,0
TARRAGONA	23,0	4,6	24,6	40,3	0,7
GIRONA	21,7	1,1	67,6	88,8	0,2
CANTABRIA	21,2	0,5	54,5	67,0	0,0
LLEIDA	18,6	0,6	36,0	57,6	0,0
BARCELONA	34,7	0,3	47,9	63,3	2,0
BADAJOS	7,5	0,4	4,2	0,0	10,4
CÁCERES	9,0	0,7	7,4	3,8	2,4
LAS PALMAS	6,9	7,2	19,2	21,8	26,2
STA CRUZ TENERIFE	13,2	0,5	46,1	100,0	0,2
ALICANTE	16,6	1,4	36,6	40,2	2,0
JAÉN	32,2	0,8	31,9	31,9	0,0
CÓRDOBA	24,3	1,1	24,0	11,6	0,0
MÁLAGA	52,4	2,0	57,9	69,5	0,8
CÁDIZ	24,6	0,1	52,2	53,8	14,4
GRANADA	23,8	4,3	46,6	37,9	0,0
ALMERÍA	10,2	4,5	52,9	36,6	2,3
SEVILLA	16,4	0,4	19,7	6,9	17,9
HUELVA	6,9	2,0	33,4	0,4	14,0

Tabla 1. Selección de Indicadores del Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Valores provinciales.

Los porcentajes de superficie se refieren a la superficie geográfica total de la provincia, excepto en la erosión de cárcavas y barrancos que como indica la tabla, se calcula con respecto a la superficie erosionable.

5. Conclusiones

La realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012), es fundamental para el desarrollo de los planes y programas de restauración hidrológico-forestal y lucha contra la desertificación que tiene encomendadas la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal en cumplimiento de las directrices que marca la política estatal y comunitaria en materia de protección del medio ambiente y 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 nivel 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 (1987-2001).

6. Agradecimientos

Agradecer el esfuerzo económico y técnico realizado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino para desarrollar este proyecto, especialmente, a todo el personal del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas y del Área del Banco de Datos de la Biodiversidad. Igualmente, destacar el imprescindible apoyo técnico prestado por la empresa pública Tecnologías y Servicios Agrarios – TRAGSATEC (GRUPO TRAGSA)

7. Bibliografía

DELGADO SANCHEZ, J.C., DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E. 2005. El Inventario Nacional de Erosión de Suelos: perspectiva general, situación actual, previsiones de futuro y principales resultados e indicadores obtenidos. Actas IV Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26 – 30 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 84-921265-7-4

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; Y MEDIO RURAL Y MARINO 2002-2009. Inventario Nacional de Erosión de Suelos (Varias provincias).

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.

TORRES-QUEVEDO GARCIA DE QUESADA, M., JARABO SANCHEZ, F., DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E., GARCIA DE LAS BARRERAS, J.A. 2004. El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012. Revista Montes, nº 75, 34 - 41

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 537.