

02 MEDIO NATURAL Y DESARROLLO

Capítulo 3 Uso de los recursos naturales: suelo

3.1. Fuentes e indicadores seleccionados

La elección de indicadores que reflejen la evolución de los recursos naturales asociados a los suelos se sustenta, en gran parte, en la estructura establecida en el Segundo IDTA. En este sentido, se ha elegido un conjunto de indicadores a partir de la disponibilidad de fuentes de información que garanticen una adecuada actualización futura, tomando como referencia la periodicidad del IDTA. Los indicadores elegidos se clasifican en tres grandes grupos que, al considerar las características edáfico-ecológicas relativamente estables (reflejadas en el Primer Informe), se centran sobre diversas situaciones problemáticas que inciden en su degradación y pérdida de capacidad productiva/ecológica, aunque podrían tener igualmente una lectura desde la perspectiva paisajística:

Erosión hídrica potencial. Los indicadores elegidos intentan reflejar la degradación del recurso suelo en un doble sentido: por una parte, se ha establecido un conjunto

de indicadores que persigue reflejar la incidencia anual del fenómeno de la erosión hídrica del suelo, un problema medioambiental conocido en la región y para el cual se dispone de una fuente de información fiable y periódica: la evaluación que realiza anualmente la Consejería de Medio Ambiente. Esto da lugar a dos grupos de indicadores: uno que recoge la superficie municipal afectada por los niveles más elevados de erosión hídrica (alta y muy alta), y otro que específicamente se centra en la incidencia de este fenómeno en las tierras agrícolas.

Desertificación. La desertificación, como proceso de degradación fomentado por la confluencia de unas condiciones climáticas de carácter árido o semiárido junto con actuaciones humanas agresivas y poco sostenibles en el medio natural y productivo, es un problema endémico de los ambientes mediterráneos. Teniendo en cuenta el contexto actual de cambio climático, parece oportuna la elección de

un indicador que refleje este problema. El indicador elegido se basa en los datos sobre desertificación contenida en la *Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam)*.

Suelos alterados/urbanizados. Por último, se ha elaborado un conjunto de indicadores que reflejan la superficie municipal ocupada por suelos que han perdido su función como recurso natural productivo y medioambiental, así como aquellos degradados por sellado y movimientos de tierra por causas antrópicas. En él se incluyen los suelos ocupados por los espacios urbanizados, más todos aquellos ocupados por grandes infraestructuras de transporte (carreteras y ferrocarril). Este fenómeno refleja la pérdida del recurso suelo desde un punto de vista productivo y/o ecológico, pero también tiene una clara lectura desde la perspectiva paisajística.

3.2. Erosión hídrica

El recurso natural suelo, debido a su vinculación con una actividad de gran repercusión económica en la comunidad (la agricultura), así como por su importancia como factor ecológico para garantizar el equilibrio del sistema natural, ha sido objeto de estudio en varios proyectos de investigación y programas de la administración autonómica, los cuales han proporcionado un volumen de información bastante significativo, por lo menos a escala

regional. El proyecto LUCDEME (*Proyecto de Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo*) es un ejemplo característico, centrado en la evaluación de los procesos de erosión en el sector oriental de Andalucía. Sin embargo, debido a su carácter homogéneo para todo el ámbito regional y a la facilidad que proporciona el soporte digital de la información, para este capítulo la fuente esencial ha sido la información sobre erosión hídrica proporci-

nada por la Consejería de Medio Ambiente. En este sentido, los indicadores presentados proceden del trabajo coordinado entre los técnicos de la Consejería de Medio Ambiente y los autores de este capítulo.

Entre los diferentes procesos, tanto los naturales como los inducidos o propiamente antrópicos, que contribuyen a la degradación o pérdida del recurso suelo (contami-

nación, erosión hídrica, erosión eólica, etc.), del único que existe una información directamente utilizable para la elaboración de indicadores de carácter regional es la erosión hídrica. Ésta se calcula a través de la aplicación de fórmulas paramétricas, entre las cuales la más utilizada internacionalmente es la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) que expresa las pérdidas de suelo en t/ha/año. El modelo paramétrico utilizado para el cálculo de las pérdidas de suelo, en realidad, evalúa la cantidad de suelo (t/ha/año) movilizado por la erosión hídrica laminar y en regueros, y no la pérdida absoluta del mismo. De cualquier forma, es un buen índice de la degradación de este recurso natural y, debido a la aplicación internacional del modelo del que parte, un excelente indicador para evaluar el efecto de la erosión hídrica a nivel regional, así como para realizar comparaciones a nivel nacional e internacional (Moreira, 1991). Los parámetros utilizados en el modelo de evaluación son de diversa naturaleza: unos son atemporales (pendientes, erodibilidad del suelo...) y otros son más dinámicos (erosividad de la lluvia y cubierta vegetal).

En este Informe se utiliza, para la realización de indicadores, la evaluación de las pérdidas de suelo por erosión hídrica realizada anualmente por la Consejería de Medio Ambiente (figura 3.1) para los años 1992-2007. En los indicadores seleccionados se han agregado, a nivel municipal, las pérdidas medias por erosión hídrica consideradas como intensas (altas y muy altas) para este período, utilizando para ello el umbral de 50 t/ha/año. Los indicadores municipales resultantes se expresan en valores absolutos (superficie afectada por pérdidas de suelo altas y muy altas por término municipal en hectáreas, mapa 3.1) y como porcentaje en relación con la superficie municipal (mapa 3.2). Es importante reseñar

que los suelos afectados por este proceso suponen el 11,82% del total regional.

Junto a estos indicadores, que detallan el nivel de degradación de los suelos de Andalucía sometidos a cualquier tipo de uso, se han elaborado otros dos que expresan exclusivamente el nivel de afectación en los suelos cultivados. Para ello, de nuevo se ha tenido que acudir a un SIG como herramienta informática que permite cruzar al mayor nivel de detalle espacial las áreas antes definidas como sometidas a pérdidas de suelo intensas con la información sobre áreas cultivadas procedente del *Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía de 2003*. Los resultados se agregaron a nivel municipal para establecer dos indicadores: hectáreas cultivadas sometidas a pérdidas de suelo altas y muy altas por término municipal (mapa 3.3) y como porcentaje de la superficie cultivada municipal (mapa 3.4). Los resultados a nivel regional vienen a confirmar que los procesos erosivos no están particularmente circunscritos a las áreas accidentadas y montañosas, ya que las tierras agrícolas afectadas por estos niveles de erosión hídrica representan el 57% del total. Específicamente, más del 15% de los suelos agrícolas está afectado por estos procesos que disminuyen su potencial productivo.

Conviene recordar que la erosión en general, y la erosión hídrica en particular, es un proceso natural necesario, integrado en el sistema físico-natural (aportación de arenas a las playas, por ejemplo) e inevitable, especialmente con el régimen climático que caracteriza a Andalucía. Sin embargo, con una adecuada cubierta vegetal adaptada a las condiciones del medio natural de la región, sería un proceso que se mantendría dentro de unos límites ecológicamente aceptables.

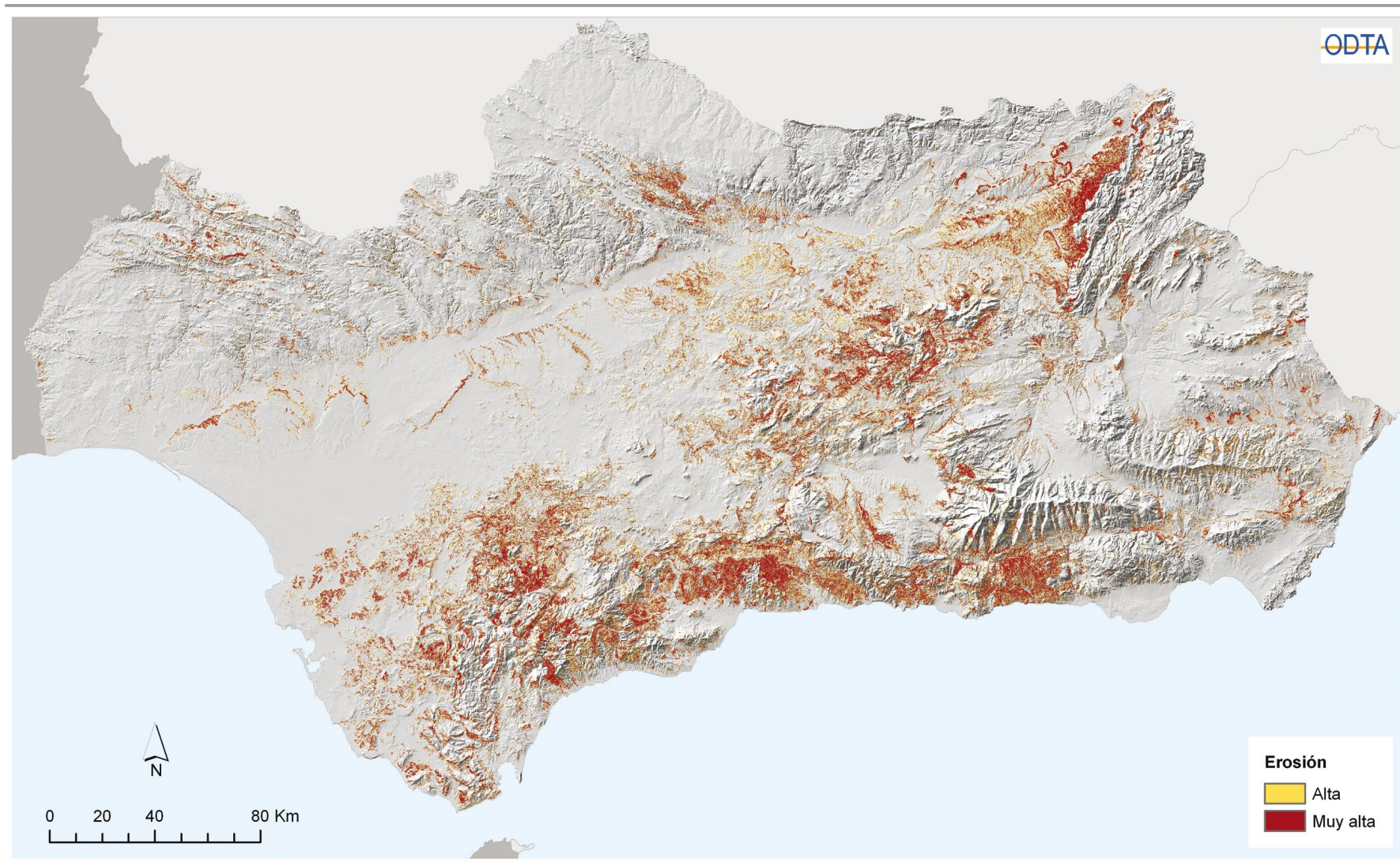
3.2.1. Erosión hídrica a nivel municipal

La expresión de los resultados en forma de indicadores municipales (recogiendo sólo las áreas sometidas a riesgo de erosión alta y muy alta) muestra distribuciones diferentes según sea el indicador (absoluto o relativo) y la referencia que se utilice para su ponderación (término municipal o superficie agrícola; mapas 3.2 y 3.4).

El mapa 3.1 identifica la distribución de los municipios en los que este problema afecta a una mayor superficie (ha por término municipal). Los mapas resultantes de su conversión en indicador municipal (donde el tamaño del municipio es muy influyente) presentan una distribución clara donde se identifican los grandes municipios (Jerez, Córdoba...), una banda transversal que enlaza el piedemonte de Cazorra con las campiñas y subbético de Jaén, Córdoba, Sevilla y Cádiz, así como los municipios de las depresiones de Antequera y Ronda. Es reseñable la escasa incidencia de este problema en los municipios de Sierra Morena y de la mayor parte de la Andalucía suroriental y Huelva meridional.

El mapa 3.2 expresa esa realidad ponderándola según la superficie municipal. En este caso, la distribución geográfica del fenómeno cambia, apareciendo un patrón espacial un poco diferente. Aun cuando el patrón general se mantiene, aparecen fuertemente representados los municipios de las sierras prelitorales de Málaga oriental y la Alpujarra granadina, así como algunos enclaves de Sierra Morena (comarca de Aracena), el valle del Andarax y el sector oriental de los Filabres en Almería. Sin embargo, la idea de Andalucía oriental con graves problemas de erosión y una Andalucía occidental casi exenta de problemas habría que ponderarla a la vista de los resultados.

Figura 3.1. Suelos sometidos a erosión hídrica alta y muy alta, 2007.



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.2.2. Erosión hídrica en suelos agrícolas a nivel municipal

Los mapas 3.3 y 3.4 muestran las hectáreas cultivadas que están afectadas por niveles de pérdidas de suelo altas y muy altas, tanto con carácter absoluto para cada municipio, como ponderadas, en este caso, con la superficie cultivada de cada término municipal en 2003. El patrón de distribución es similar. A escala regional, si se analiza el primer indicador (donde de nuevo influye sustancialmente la extensión municipal), se observa que el problema está distribuido por todos los municipios de mayor dedicación agrícola; pero indudablemente estos procesos erosivos, afectando a los suelos más productivos, se concentran mayoritariamente en los municipios de las campiñas jienenses y cordobesas (de mayoritaria tradición olivarera y de secano extensivo), así como en la mayoría de los extensos municipios campieñeses de Sevilla y Cádiz. Varias zonas serranas aparecen nítidamente: los municipios de

la Sierra Morena oriental cordobesa (valle del Guadiato), las depresiones interiores de Ronda y, sobre todo, Antequera, así como amplios sectores de los municipios de las montañas prelitorales malagueñas y las Alpujarras granadinas. Complementariamente, el indicador ponderado (porcentaje sobre la superficie agrícola, mapa 3.4) revela la gravedad de estos procesos para algunos municipios, donde más del 50 % de los suelos agrícolas está afectado por pérdidas de suelo intensas. En estos casos, aparece de nuevo la casi totalidad de los municipios campieñeses de la provincia de Jaén, Córdoba y el Penibético litoral. Sin embargo, ahora sobresalen las comarcas del Campo de Gerena y la Tierra Llana de Huelva. En algunos municipios serranos más del 75 % de su tierra agrícola está afectada por pérdidas de erosión críticas.

Los indicadores recogidos en este epígrafe constituyen una aproximación a lo que, de acuerdo con la terminología internacional, se denomina *soil sealing* o sellado de

suelos, término acuñado para hacer referencia a los problemas de destrucción del recurso edáfico a través de los procesos de urbanización y construcción de infraestructuras que afectan, de modo muy especial, a los países del centro de la Unión Europea, donde se alcanzan niveles de sellado que llegan hasta el 30 % del territorio. El sellado de suelos implica una impermeabilización de la tierra que, además de provocar la pérdida con carácter prácticamente permanente del suelo en zonas normalmente de elevada capacidad de uso (no se olvide que la mayoría de las ciudades y zonas construidas se situaban junto a las vegas más feraces y hoy se extienden sobre ellas), aumenta los niveles de escorrentía superficial. Igualmente disminuyen los tiempos de concentración de las aguas de lluvia, ocasionando graves problemas de inundaciones; evita la recarga de los acuíferos e, incluso, da lugar a contaminación derivada de los usos que sobre estas zonas se instalan, así como elimina por completo la diversidad biológica y los hábitats naturales preexistentes.

3.3. Suelos alterados/urbanizados

En Andalucía, además del fenómeno de la alteración de los suelos por obras de infraestructura y urbanización, existe otro tipo de actuaciones de tradición milenaria que provocan una destrucción prácticamente permanente de los recursos edáficos desde la perspectiva productiva y ecológica. Se trata de las actividades extractivas de cantería, minería y graveras, en las cuales se retira toda la capa de suelos, amén del material de explotación, quedando como resultado un terreno baldío de difícil restauración natural y costosa recuperación artificial.

Para construir los indicadores que se comentarán seguidamente, en este Informe se han utilizado las siguientes fuentes de información: el *Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía* (1999 y 2003) para extraer todos los suelos de código 1 en el primer nivel jerárquico (superficies construidas y alteradas). A ellos se unen las infraestructuras de carreteras y ferrocarriles procedentes del *Mapa topográfico de Andalucía 1:100.000* (versiones de 1999 y 2005, respectivamente), a los que se les aplicó un *buffer* proporcional a su anchura para espacializarlos

como polígonos. El resultado de la integración espacial de los usos urbanos y alterados (2003), más los polígonos de las infraestructuras de transporte de 2005, aparece en la figura 3.2, suponiendo un total superficial de territorio ocupado de 274.622 ha.

Con esta información de partida se han elaborado dos indicadores sincrónicos para 2003: superficie municipal de suelos alterados/urbanizados, en hectáreas (mapa 3.5) y porcentaje de éstos respecto a la superficie municipal

(mapa 3.6). Junto a ellos se han elaborado dos indicadores diacrónicos para poner en relación la situación de 2003 con la de 1999: incremento superficial en hectáreas y porcentaje de éste respecto a los suelos alterados/urbanizados de 1999.

3.3.1. Los suelos alterados/urbanizados en Andalucía

La superficie de Andalucía afectada por esta alteración masiva de los suelos alcanza valores del orden de unas 274.622 ha; es decir, un 3,13 % de la superficie de la comunidad autónoma. En cifras absolutas es la provincia de Sevilla, con 52.772 ha, la que alcanza los valores más elevados, siguiendo Málaga, con 42.670 ha, y Cádiz, con 38.759 ha. Por su parte, Granada, con 31.720 ha, y Jaén, con 23.014 ha, son las provincias con valores absolutos más bajos.

Respecto al indicador en valores relativos, es Málaga la provincia que se ve afectada por unos porcentajes más elevados (5,83 %); le siguen Cádiz, con un 5,21 %, y Sevilla, con un 3,76 %. El resto de provincias alcanza valores inferiores a los de Andalucía (3,13 %), destacando por sus bajos niveles la provincia de Granada (2,51 %) y sobre todo la de Jaén (1,7 %). La distribución territorial que refleja el indicador a nivel municipal (mapa 3.5) permite confirmar que, en datos absolutos, son las grandes ciudades (Sevilla y Málaga) junto a las ciudades en las que se han concentrado grandes infraestructuras comerciales, de servicios e industriales, (Huelva, Rota, Algeciras) a las que hay que sumar aquellos municipios en los que el turismo ha tenido un crecimiento muy acentuado en los últimos años, como Torremolinos, Marbella, Chiclana, etc., las que

registran los máximos valores de suelos alterados/urbanizados. En datos relativos (mapa 3.6), los municipios que presentan porcentajes más elevados de suelos alterados por sellado o remoción masiva de tierras siguen siendo los vinculados a las áreas metropolitanas, como la de Sevilla, la de Málaga, la de Granada y la bahía de Cádiz. El resto de ciudades andaluzas mayores de 100.000 habitantes refleja igualmente un elevado índice de degradación por sellado y remoción. Hay que añadir además distintos sectores litorales, donde la urbanización turística da lugar a elevados porcentajes de degradación de suelos, destacando la costa malagueña, donde el sector occidental ofrece índices más elevados que el oriental, y la costa noroccidental de Cádiz. Las costas de Almería en su sector de Roquetas y Mojácar, así como el de Isla Cristina y Punta Umbría, en Huelva, ofrecen valores medios de afectación. Pequeños sectores mineros históricos enclavados en Riotinto y Macael son igualmente destacables por los valores de degradación alcanzados. Por último, los municipios de las campiñas del Guadalquivir y de la provincia gaditana presentan valores porcentuales superiores a los situados en zonas serranas de Andalucía.

3.3.2. Incremento de suelos alterados/urbanizados en 2003 en relación con los existentes en 1999

La integración de los datos de usos urbanos y las infraestructuras de transporte de 1999 proporcionan una superficie afectada para la comunidad andaluza que representa un 2,87 %. Comparados con el 3,13 % calculado para 2003, supone un incremento porcentual para toda la comunidad del 8,2 % en relación con las superficies afectadas en 1999.

Con relación al indicador de datos superficiales del incremento (ha) entre ambas fechas (mapa 3.7) se observan dos hechos relevantes con relación al patrón espacial que refleja este indicador: por una parte, los mayores incrementos se asocian a las áreas metropolitanas y a las zonas turísticas clásicas (Costa del Sol, norte de Cádiz, etc.) o bien a la expansión reciente de las costas occidentales onubenses o almerienses; por otra, refleja el intenso impacto superficial de las nuevas infraestructuras de transporte realizadas durante estos años (AVE-Málaga, nuevos tramos de la A-92, A-66, A-49, A-7, AP-7, etc.) que se acumula al hecho anterior en las coronas metropolitanas y zonas costeras. Es especialmente resaltable la intensidad de las transformaciones en el eje Córdoba-Málaga.

En datos relativos (mapa 3.8), se observa el mismo patrón general, si bien expresando con mayor claridad el impacto de las infraestructuras en los municipios de escaso poblamiento, donde el incremento de las infraestructuras es muy superior al incremento en usos urbanos y espacios construidos. Junto a ello, puede observarse el incremento asociado a la expansión de usos residenciales tanto en la segunda orla del frente costero mediterráneo (municipios pequeños), como en los sectores serranos (entorno de Aracena, Cazorla o Grazalema). En este mapa se observa con mayor claridad, si cabe, el eje Córdoba-Málaga.

Figura 3.2. Suelos alterados y urbanizados, 2003.



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes.

3.4. Suelos y desertificación

En ambientes mediterráneos la desertificación no es algo nuevo; inicialmente comenzó con el establecimiento durante el Holoceno de unas condiciones climáticas de aridez con el consiguiente descenso del potencial biológico de los suelos. A estas alteraciones naturales se ha unido un continuo manejo de los ecosistemas humanos con el establecimiento de la agricultura y ganadería. El siglo XX pone de manifiesto, con mayor intensidad, la capacidad de impacto y sobreexplotación de los recursos naturales que el desarrollo tecnológico reciente ha puesto en la mano del hombre. La desertificación se entiende, por lo tanto, como el proceso de degradación alentado por la confluencia de unas condiciones climáticas de carácter árido o semiárido junto con actuaciones humanas agresivas y poco sostenibles en el medio natural y productivo. Para la generación de este indicador se han utilizado los datos de diferentes programas de evaluación realizados por la Consejería de Medio Ambiente en el contexto de la Rediam. Básicamente se han utilizado los datos procedentes de la evaluación de la desertificación actual basados en un modelo que integra datos de clima, aguas subterráneas, adecuación de uso y capacidad productiva del suelo, usos y biodiversidad, y geomorfología. Con él se determinan las áreas actualmente desertificadas o cercanas a la desertificación y donde los procesos están actualmente activos. Estas zonas presentan una producción agrícola tradicional de carácter

marginal; gran parte de las áreas de cultivo se han abandonado, acentuándose la degradación de las mismas; y sólo perviven cultivos altamente tecnificados y de alto valor añadido capaces de hacer rentables las inversiones y gastos corrientes necesarios para su producción. Una vez espacializada (modelo raster) la desertificación actual, se han añadido todas aquellas áreas diagnosticadas con desertificación heredada (figura 3.3), obteniéndose así todas las zonas desertificadas en la actualidad (figura 3.4), tanto como consecuencia de causas naturales o históricas como aquellas que son consecuencia de procesos recientes.

3.4.1. Riesgo de desertificación a escala municipal

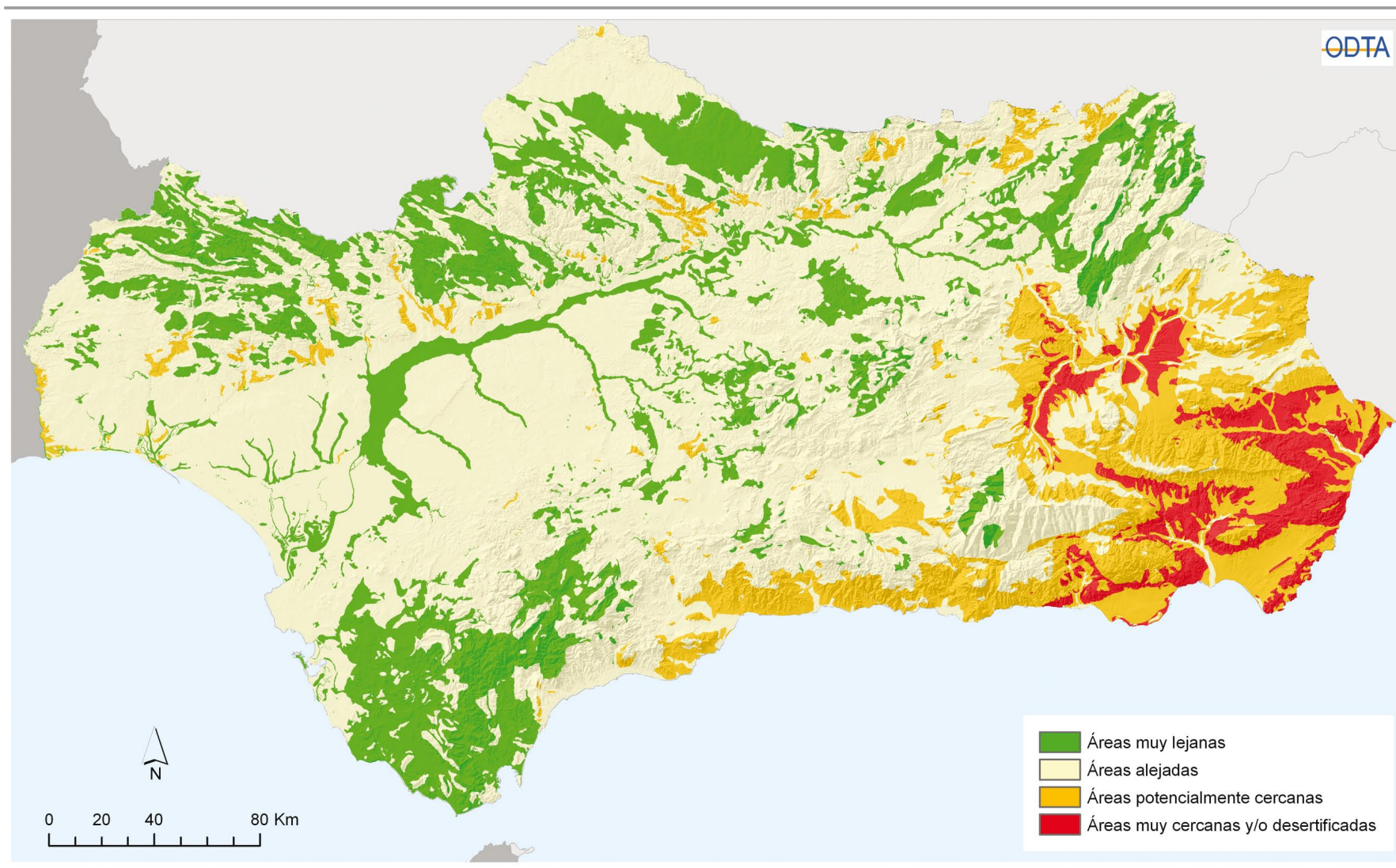
Para la construcción de los indicadores se han seleccionado sólo las categorías 3 (Áreas potencialmente cercanas a la desertificación) y 4 (Áreas muy cercanas y/o desertificadas) para extraer las superficies afectadas por término municipal. De este cálculo se han extraído dos indicadores: superficie (ha) afectada por término municipal y porcentaje en relación con la superficie municipal.

De la observación del mapa del primer indicador (mapa 3.9), en valores absolutos (ha) se puede concluir que se trata de un fenómeno de amplia extensión por toda la re-

gión, presentando sólo áreas afectadas relativamente pequeñas los municipios principalmente agrícolas del valle y parte de las campiñas del Guadalquivir, así como en las áreas de los espacios protegidos de Los Alcornocales y Grazalema. De cualquier forma, aunque existe un cierto gradiente de intensificación del proceso hacia el sureste de la región, es reseñable la presencia de amplias superficies afectadas en términos de Sevilla (Carmona), Huelva (Almonte) y Cádiz (Jerez de la Frontera).

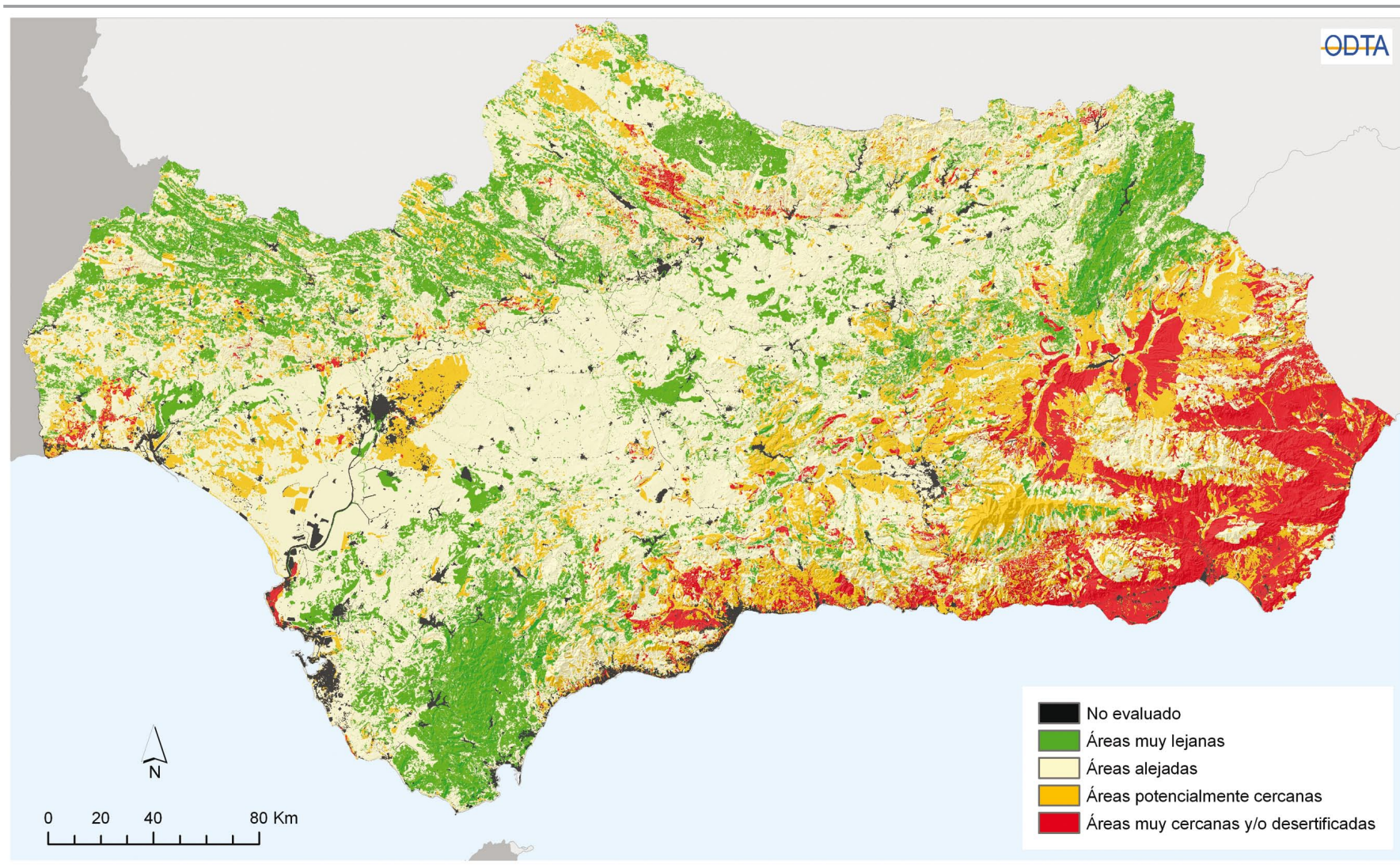
El patrón espacial que refleja el mapa del segundo indicador (mapa 3.10) de carácter relativo (porcentaje respecto a la superficie municipal), se aproxima más a la expresión del mapa descriptivo original (mapa 3.5). Se refleja claramente el patrón de intensificación hacia el sureste. De hecho los municipios que tienen más del 40 % de su superficie afectada por este proceso se ubican claramente en las provincias de Málaga, Granada y Almería. De cualquier forma es también reseñable la intensa presencia de este proceso en algunos municipios del área metropolitana de Sevilla, Huelva occidental y sectores de la Sierra Morena cordobesa y jiennense.

Figura 3.3. Desertificación heredada, 2003.



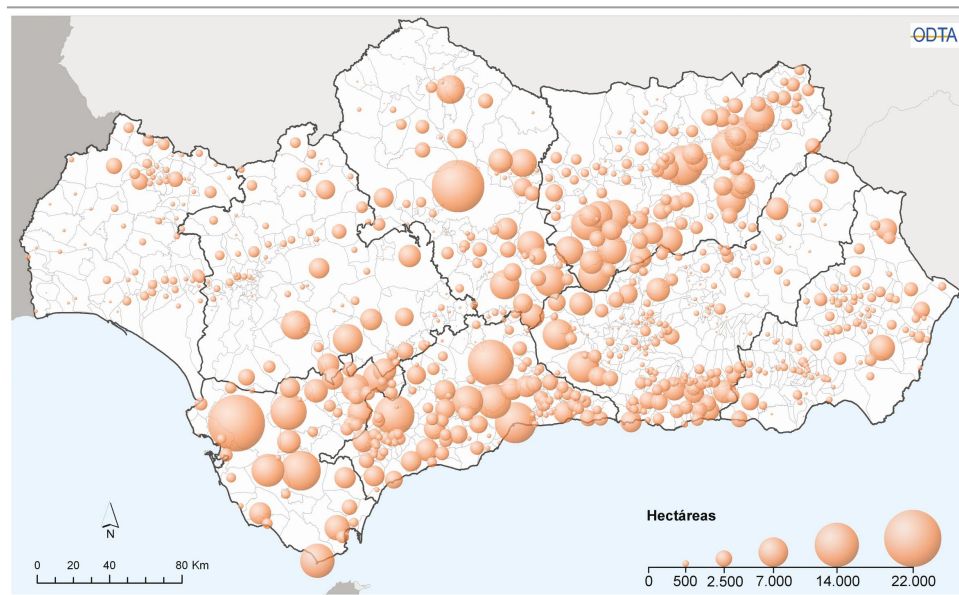
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

Figura 3.4. Desertificación actual, 2003.



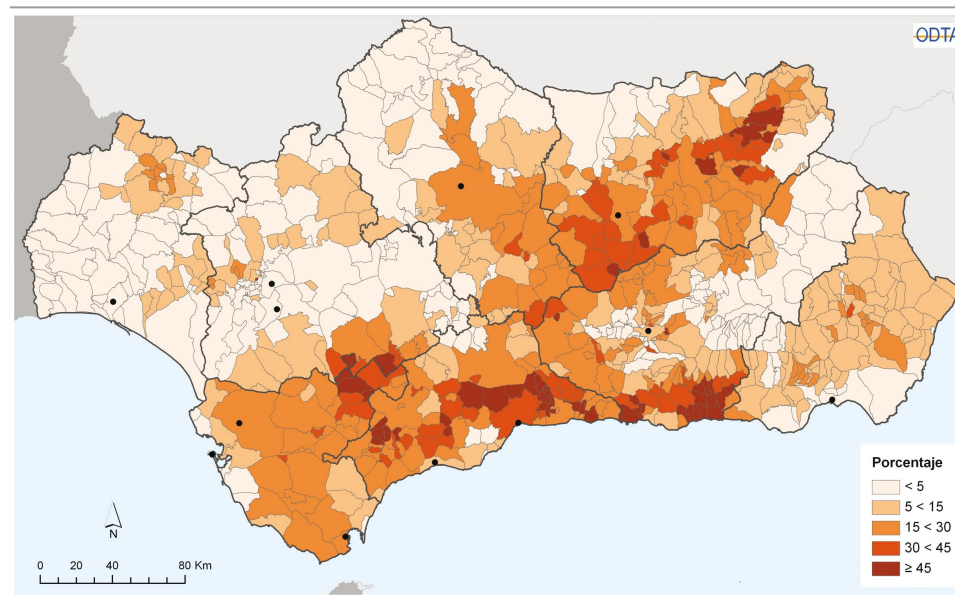
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.1. SUPERFICIE AFECTADA POR EROSIÓN HÍDRICA ALTA Y MUY ALTA, 2003.



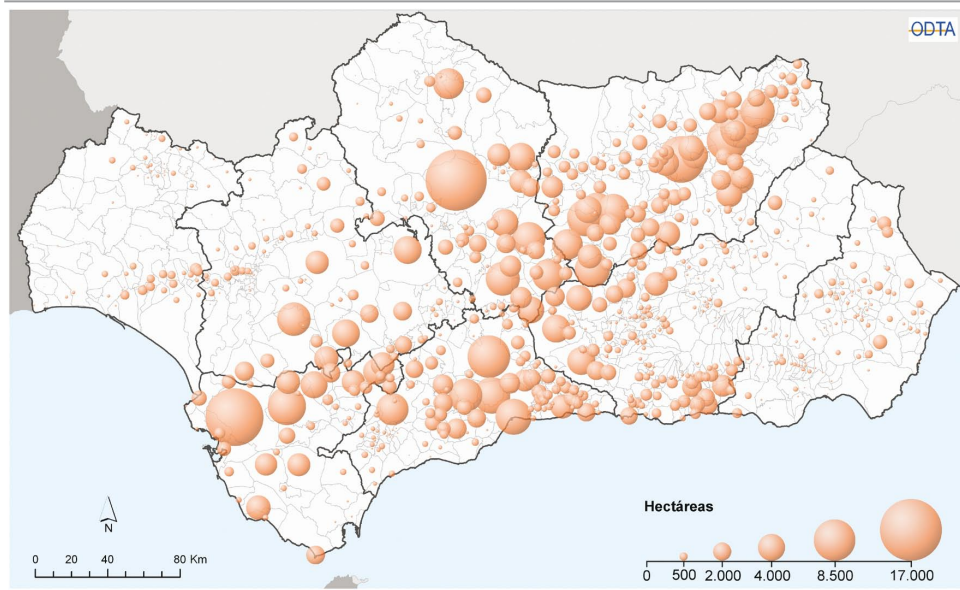
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.2. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MUNICIPAL CON EROSIÓN HÍDRICA ALTA Y MUY ALTA, 2003.



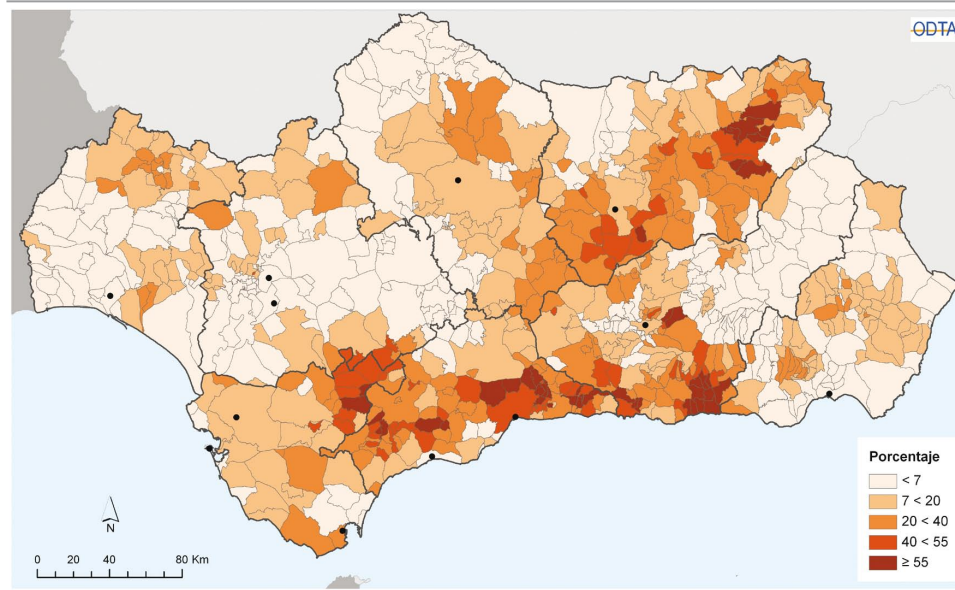
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.3. SUPERFICIE MUNICIPAL CON EROSIÓN HÍDRICA ALTA Y MUY ALTA EN SUELOS AGRÍCOLAS, 2003.



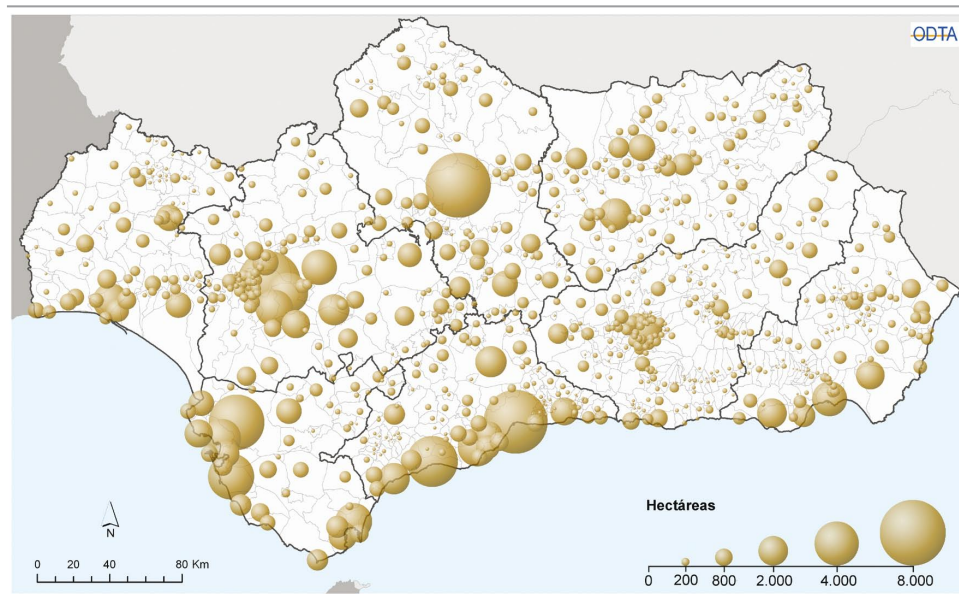
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.4. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MUNICIPAL CON EROSIÓN HÍDRICA ALTA Y MUY ALTA EN SUELOS AGRÍCOLAS, 2003.



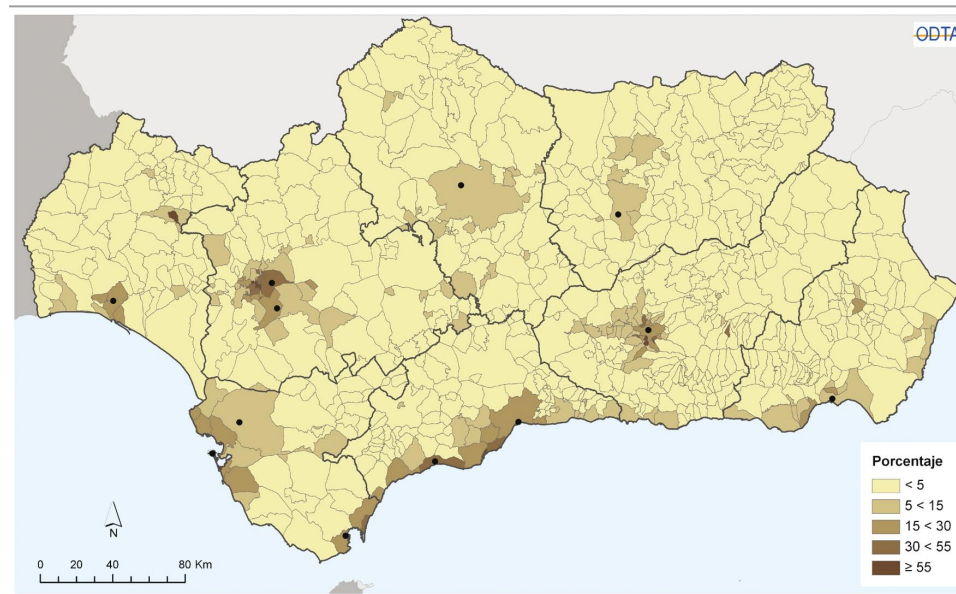
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.5. SUPERFICIE MUNICIPAL CON SUELOS ALTERADOS, 2003.



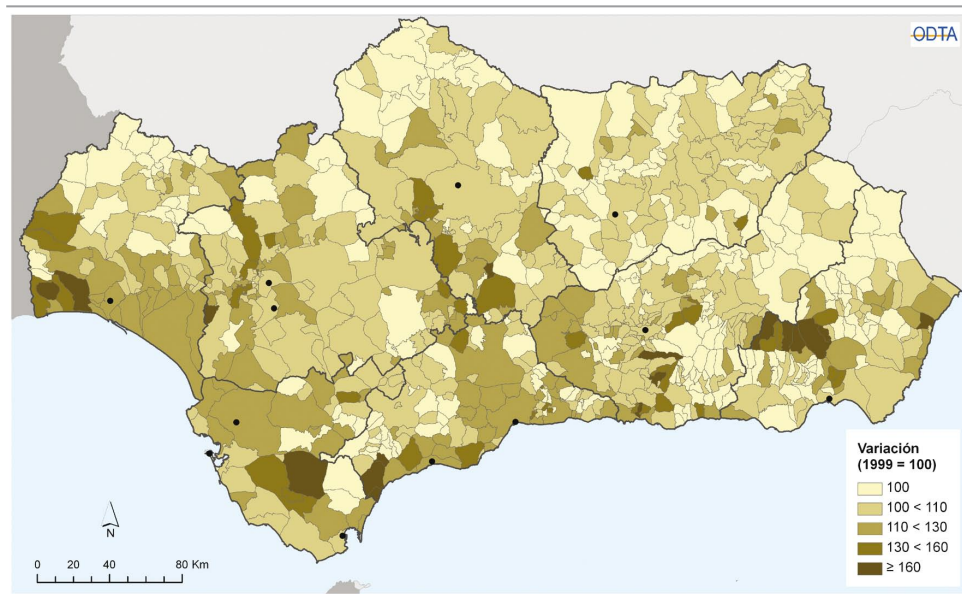
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes.

3.6. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MUNICIPAL CON SUELOS ALTERADOS, 2003.



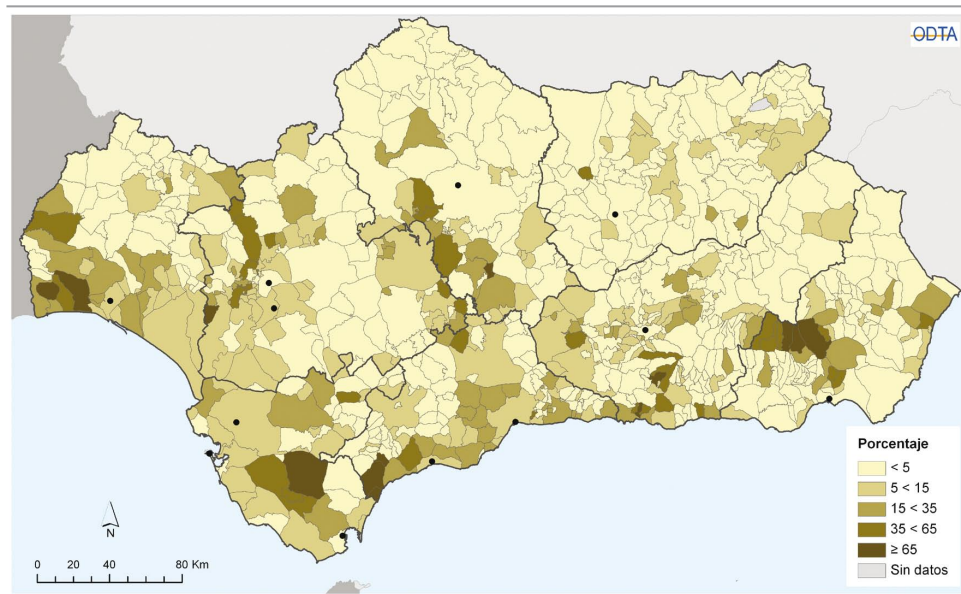
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes.

3.7. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL CON SUELOS ALTERADOS, 1999-2003.



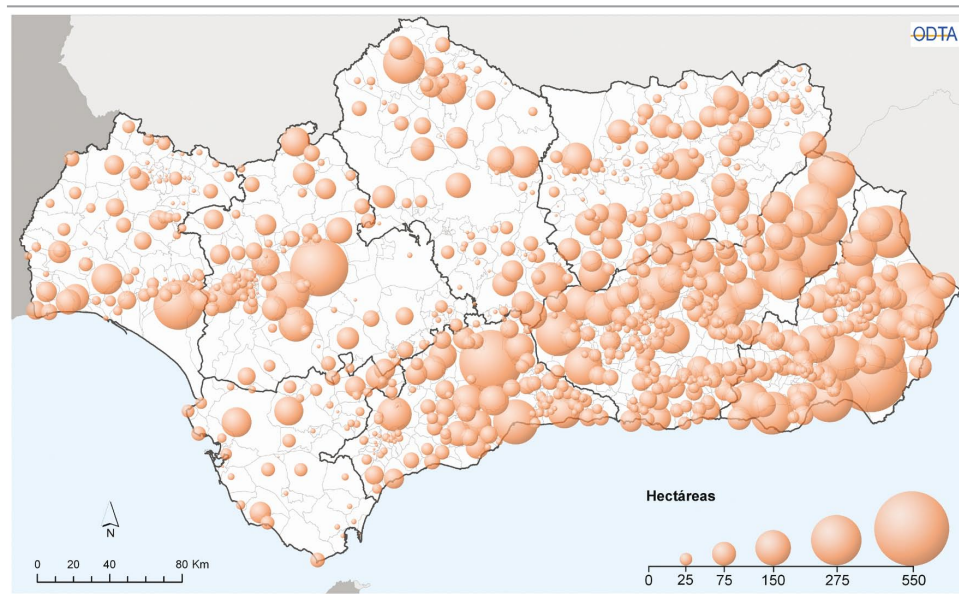
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes.

3.8. INCREMENTO DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL CON SUELOS ALTERADOS, 1999-2003.



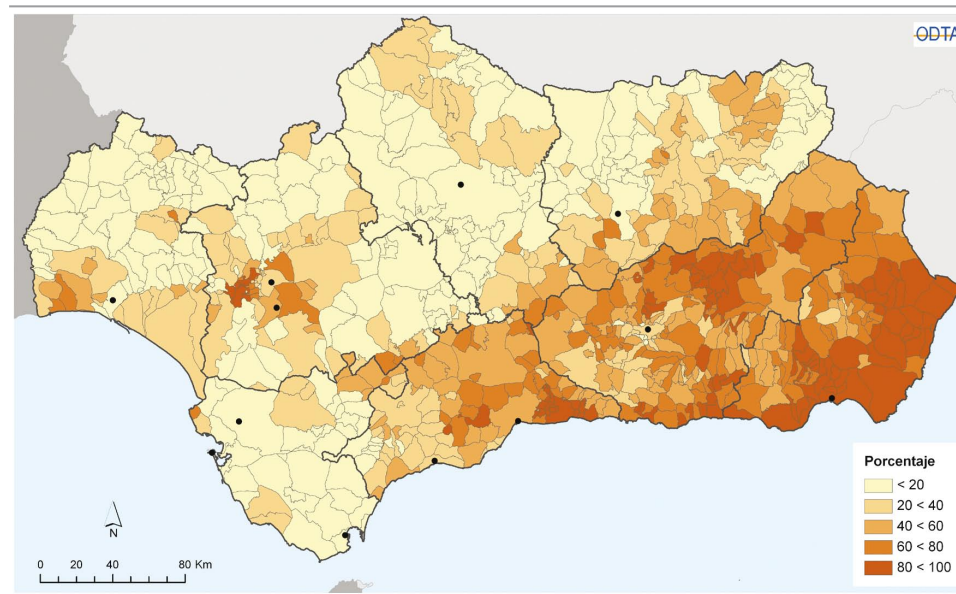
Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes.

3.9. SUPERFICIE MUNICIPAL CON RIESGO DE DESERTIFICACIÓN, 2003.



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

3.10. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MUNICIPAL CON RIESGO DE DESERTIFICACIÓN, 2003.



Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.