

UNIVERSITAS



Miguel Hernández

**CAMBIO DE USOS DEL SUELO EN EL
ENTORNO DEL MAR MENOR (1973-2016).**

Universidad Miguel Hernández de Elche.
Departamento de Agroquímica y Medioambiente.
Área de Edafología y Química Agrícola.

TUTORES ACADÉMICOS

Navarro Pedreño, Jose. Área de Edafología y Química Agrícola.

Meléndez Pastor, Ignacio. Área de Ingeniería Química.

Gema Marco Dos Santos.

Ciencias Ambientales, curso: 2016-2017



Índice

1. Introducción	6
2. Objetivos	8
3. Materiales y Métodos	9
3.1. Descripción del área de estudio.....	9
3.2. Origen del Mar Menor	10
3.3. Historia	11
3.4. Importancia ambiental.....	11
3.4.1. Fauna.....	12
3.4.2. Flora.....	12
3.4.3. Figuras de protección.....	13
3.5. Impactos ambientales	14
3.6. Metodología	15
4. Resultados y discusión	21
4.1. Cuenca hidrográfica.....	21
4.2. Zonas de cultivo.....	21
4.3. Zonas urbanas.....	23
4.4. Sistema de riego: embalses	26
5. Conclusiones	29
6. Bibliografía	30
7. Referencias en línea	31



Resumen

En los últimos años, el intenso crecimiento urbano, agrícola e industrial en el entorno del Mar Menor ha propiciado el deterioro de la calidad de sus aguas. La agricultura es una de las principales fuentes de contaminación de la zona. En el presente trabajo, se pretende demostrar que el empeoramiento de la calidad de las aguas del Mar Menor puede deberse principalmente a los cambios en el uso del suelo, cambios en el tipo de agricultura o el sellado del suelo por áreas urbanas e industriales. Para ello, se ha digitalizado con QGIS las áreas cultivadas, urbanas y los embalses de riego utilizando de base ortofotografías del PNOA de 2016, y en la época de 1973-1986, con el vuelo interministerial. Se ha observado que la superficie agrícola ha disminuido ligeramente en la actualidad con respecto a la época de 1973-1986, en cambio, la superficie urbana ha aumentado considerablemente: de 2492 hectáreas a 8622 aproximadamente. Se han contabilizado 3685 embalses en las ortofotografías del PNOA, respecto a 935 de los fotogramas antiguos. Estos datos revelan que el modelo de cultivo ha cambiado a ser intensivo y mayoritariamente de regadío, lo que ha favorecido no solo problemas hídricos, sino también un aumento de la cantidad de aportes agrícolas que llegan al Mar Menor por escorrentía, incrementado por el sellado del suelo.

Palabras clave: *Mar Menor, QGIS, cambios de uso del suelo, sellado de suelo*

Abstract

In the latest years, the intense urban, agricultural and industrial growth in the Mar Menor has led to deterioration in the quality of its water. Agriculture is one of the main sources of pollution in the area. About this point, the work aims to demonstrate that the deterioration of the quality of the Mar Menor waters maybe due to changes in land use, such as changes in the type of cultivation or soil sealing by urban and industrial areas. The cultivated areas, urban areas and irrigation reservoirs have been digitized with QGIS by using 2016 PNOA orthophotos, and in the 1973-1986 period of the interministerial flight. It has been observed that the agricultural area has decreased slightly at present with respect to the time of 1973-1986, whereas, the urban surface has increased considerably: from 2492 hectares to 8622 approximately. About 3685 reservoirs have been counted in the PNOA orthophotographs compared to 935 in the old photograms. These data reveal that the cultivation model has changed to be intensive and mostly irrigated, which has favored not only water problems but also an increase of the amount of agricultural inputs that reach the Mar Menor by runoff, also favored by the soil sealing.

Key words: *Mar Menor, QGIS, Land-use and land-cover change, sealing of soils*



1. Introducción

Los humedales resultan imprescindibles para la sociedad por los numerosos servicios ecosistémicos que nos ofrecen, siendo uno de los ecosistemas más productivos del planeta (RAMSAR, 2005).

Existen diferentes definiciones de humedal debido a la gran diversidad de hábitats que conforman. El Convenio de Ramsar, que entró en vigor el 21 de diciembre de 1975, los define en sus dos primeros artículos de manera genérica, aprobada internacionalmente (UNESCO, 1994) como: “[...] extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.” Y añade: “[...] podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal, y especialmente cuando tengan importancia como hábitat de aves acuáticas.”

En España, según el artículo 275 del Real Decreto 849/1986 del Reglamento de Dominio Público Marítimo y Terrestre, se entiende como zonas húmedas:

- a) *“las marismas, turberas o aguas rasas, ya sean permanentes o temporales, estén integradas por aguas remansadas o corrientes y ya se trate de aguas dulces, salobres o salinas, naturales o artificiales.*
- b) *las márgenes de dichas aguas y las tierras limítrofes en aquellos casos en que, previa la tramitación del expediente administrativo oportuno, fuera así declarado como tal, por ser necesario para evitar daños graves a la fauna y a la flora.”*

La pesca, la agricultura y el urbanismo debido a la presión turística, son los principales impactos que sufre el litoral mediterráneo debido a las condiciones particulares y únicas que posee. Esto ha llevado a una situación de degradación alarmante en la que se observan síntomas como: degradación y desaparición de gran parte de los humedales costeros (se calcula que durante los últimos 60 años ha desaparecido aproximadamente un 60% de la superficie de humedales en el territorio español); pérdida de sistemas dunares y erosión de playas; regresión de las praderas de Posidonia y su influencia en el sector pesquero y turístico; deterioro del paisaje; alteración de cauces y ramblas y fuerte deterioro y salinización de los acuíferos costeros; déficit de recursos hídricos (Uceda *et al.*, 2005).

Los humedales son ecosistemas complejos y dinámicos, pero también uno de los más frágiles del planeta. Actúan como sistemas de transición o ecotonos entre los ambientes terrestre y acuático, y representan un papel importante en la conservación de la biodiversidad y en el desarrollo económico, debido a que permiten la obtención de recursos y el desarrollo de actividades altamente rentables (Secretaría General de Medio Ambiente, 2000).

De ellos, obtenemos beneficios de forma directa como suministro de agua dulce, producción de alimentos y materiales de construcción, mantenimiento de la biodiversidad, etc. También obtenemos beneficios de manera indirecta como recarga de acuíferos, control de avenidas, estabilización de las líneas costeras y control de la erosión, retención de sedimentos y sustancias tóxicas, retención de nutrientes, estabilización de microclimas y actividades recreativas y de turismo (RAMSAR, 2005).

Son espacios sometidos a grandes presiones antrópicas, identificándose cuatro sectores de actividad como generadores de los impactos más importantes: la agricultura, el desarrollo urbanístico asociado a la actividad turística, la industria y las infraestructuras (Secretaría General de Medio Ambiente, 2000; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011). Para poder evaluar y estudiar los elementos que afectan de manera negativa a estos ecosistemas, se hace uso de herramientas como la teledetección, que gracias a su carácter espacial y temporal permite realizar un seguimiento dinámico del territorio y registrar los cambios que se producen en él a lo largo del tiempo (Vega *et al.*, 2010).

El Mar Menor es una de las mayores lagunas litorales de Europa y la más grande de la Península Ibérica. La cuenca que vierte a ella presenta un relieve eminentemente plano, rodeado de macizos, y con numerosas ramblas. En las últimas décadas, se han producido grandes modificaciones en su entorno, causando cambios drásticos en la estructura y dinámica de las poblaciones vegetales y animales que alberga. Por ello, se han llevado a cabo numerosos estudios con el objetivo de hacer un seguimiento en la evolución de las características ambientales.

El principal motor económico de la zona es el turismo, propiciado por las condiciones climáticas favorables, que se ha visto incrementado desde los años 60, sobre todo en La Manga, donde se recibe cada año a más de 100.000 visitantes. En ella, se centra el gran desarrollo de infraestructuras como puertos deportivos, urbanismo y centros de ocio. La pesca, la agricultura y la extracción salinera son también actividades económicas importantes que afectan a la dinámica de la laguna (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2009).

En el presente trabajo, se pretende conocer los cambios de uso del suelo ocurridos en los últimos cuarenta años en el entorno del Mar Menor.

2. Objetivos

Las actividades llevadas a cabo en el entorno de un humedal pueden tener como consecuencia alteraciones directas o indirectas de sus componentes físicos, químicos y biológicos, como alteración de la estructura física, del régimen hidrológico, de la calidad del agua del humedal y de las comunidades biológicas asociadas a él (Secretaría General de Medio Ambiente, 2000).

La agricultura es un factor de alteración importante en la cuenca del Mar Menor, que está provocando la degradación del entorno y de la calidad de sus aguas, debido principalmente a los aportes de pesticidas y fertilizantes que aumentan con el cambio del tipo de cultivo de secano a regadío, y que llegan a las aguas por escorrentía e infiltración (García, 2016). En las zonas litorales mediterráneas de España se localizan buena parte del regadío más intensificado y de las principales actividades turísticas del país (Martínez Fernández y Esteve Selma, 2000).

El principal objetivo del presente trabajo de fin de grado es evaluar los cambios de uso del suelo, particularmente los asociados a la agricultura, en la cuenca hidrográfica del Mar Menor, que podrían servir para explicar la entrada de nutrientes a las aguas de esta laguna costera.

Para conseguir esta finalidad, se han establecido los siguientes objetivos específicos y operativos en el trabajo:

1. Revisar la bibliografía asociada.
2. Recopilar la información cartográfica y fotográfica de la zona objeto de estudio.
3. Delimitar la cuenca hidrográfica mediante la estimación siguiendo las líneas de flujo que circulan por la línea de máxima pendiente en el Modelo Digital del Terreno (MDT25).
4. Digitalizar parcelas agrícolas y urbanas del área de estudio en la actualidad utilizando ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA máxima actualidad) del año 2016.
5. Digitalizar parcelas agrícolas y urbanas del área de estudio utilizando el vuelo interministerial de 1973-1986.
6. Digitalizar el número de embalses del PNOA y del vuelo fotográfico interministerial de 1973-1986.
7. Realizar un análisis comparativo de ambas situaciones.
8. Analizar los cambios en los cultivos de la zona y el sellado del suelo, y las posibles consecuencias que pueden afectar a la calidad de las aguas.
9. Obtener las conclusiones derivadas de este estudio.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del área de estudio

El Mar Menor (37°43'N 00°48'E) es una laguna costera semicerrada, oligotrófica e hipersalina con concentraciones que oscilan entre 42-47 g de sales/l, localizada en los términos municipales de San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares y Cartagena, al sureste de la Región de Murcia. Es el humedal más grande de España dentro del Convenio RAMSAR y la mayor laguna costera hipersalina del Mediterráneo Occidental. Se encuentra separada del Mar Mediterráneo por un cordón de arena denominado Manga del Mar Menor, de unos 23 km de longitud y entre 100 y 900 metros de ancho, y se comunica por golas o canales someros con el Mar Mediterráneo. Posee una profundidad media de 4 metros y máxima de 6,5 metros (Fraile-Nuez *et al.*, 2016).

La cuenca del Mar Menor es una llanura sedimentaria que ocupa una extensión aproximada de 151.641 hectáreas y está constituida por materiales del Neógeno y Cuaternario como conglomerados, margas, areniscas, limos y arcillas y se sitúa entre las Sierras de Columbares, Carrascoy, Escalona, Algarrobo y La Muela (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2009).

Dentro de la laguna se encuentran cinco islas de origen volcánico (formadas por andesitas piroxénicas) y con unas dimensiones que no superan el kilómetro cuadrado: Isla Mayor, Isla Perdiguera, Isla del Ciervo, Isla Redonda e Isla Sujeto. Estos afloramientos están considerados de especial interés geológico y medioambiental, ya que representan procesos magmáticos casi únicos. La Manga, como se ha indicado anteriormente, se comunica con el Mar Mediterráneo mediante golas naturales o artificiales denominadas Encañizada, Estacio y Marchamalo, que permite la evacuación de las aguas aportadas por las ramblas en época de lluvias o caídas directamente sobre el Mar Menor (Geología 15 Región de Murcia, 2015).

El clima de la zona es semiárido cálido (BSh) según la clasificación climática de Köppen-Geiger, con temperaturas medias anuales de 18 °C y escasas precipitaciones (por debajo de 300 mm), de carácter torrencial y principalmente durante el otoño. Los veranos son calurosos, con temperaturas máximas habituales de 32-35 °C en el mes de agosto, y los inviernos suaves con temperaturas que no suelen bajar de los 5°C (Blázquez *et al.*, 2006).

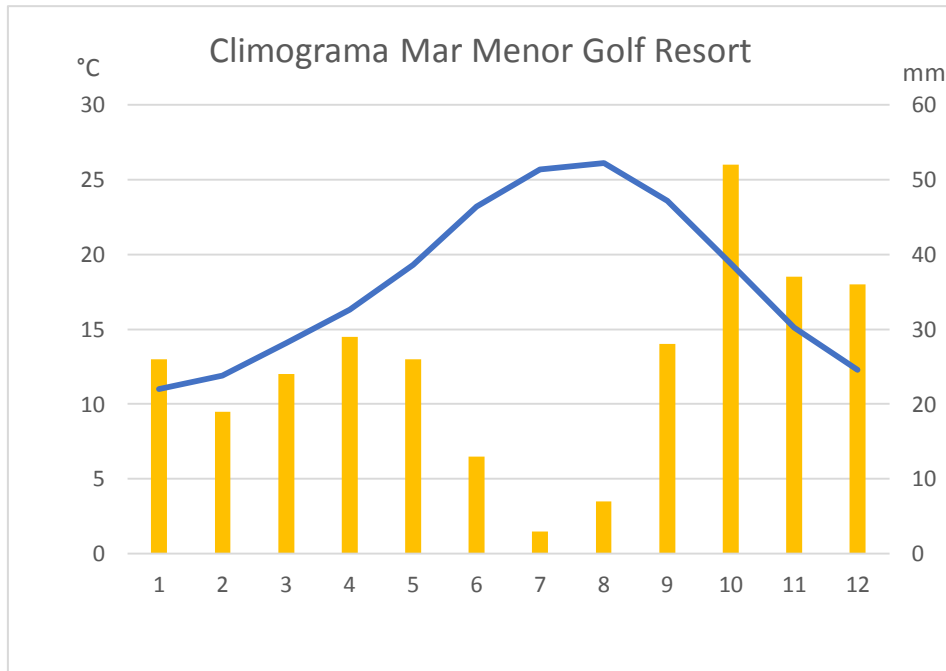


Figura 1: Climograma Mar Menor Golf Resort. Fuente: climate-data.org.

3.2. Origen del Mar Menor

Durante el Mioceno, hace unos 6-7 millones de años (Tortonense sup-Messiniense), se produjo la ascensión de material magmático hacia la superficie y hubo un afloramiento de pequeñas islas volcánicas a través de fallas normales. Al comienzo del Plioceno (5,3 millones de años), el Mar Menor era un golfo que cubría el campo de Cartagena y en el que se distinguían la isla Grosa, única isla del entorno y sistema del Mar Menor que se encuentra fuera de la laguna y que tiene una superficie aproximada de 17,5 ha, y el resto de islas que se encuentran hoy en el Mar Menor.

Durante el Plioceno superior y parte del Pleistoceno, según afloramientos datados del Tirreniense (250.000 años), el mar se retira hasta quedar solamente la superficie inundada de lo que hoy es el Mar Menor.

Posteriormente, comenzó a formarse la Manga del Mar Menor hace unos 10.000 años, debido a la compresión neotectónica, que ocasionó la formación de un macizo tectónico (o horst) que sería la Manga y dos zonas hundidas, el Mar Menor y la plataforma del Mediterráneo (Estrella, 2009).

La litología que aflora en los sistemas rocosos del entorno del Mar Menor tiene su origen en la colisión del Dominio de Alborán contra la placa Ibérica durante el Cenozoico, en el orógeno Bético-Rifeño. Esto ha provocado el levantamiento de los sistemas montañosos Béticos y depresiones intramontañosas que se han ido rellenando con sedimentos erosionados de los relieves emergidos (Geología 15 Región de Murcia, 2015).

3.3. Historia

Los alrededores del Mar Menor representan un área de interés no solo ambiental, sino también cultural e histórico, debido a los vestigios paleontológicos y arqueológicos hallados, que muestran parte de la ocupación humana del Sureste Ibérico como son antiguos balnearios y molinos, cultivos y viviendas tradicionales. Uno de los yacimientos más destacados es la Cueva Victoria que data del Pleistoceno, declarado Lugar de interés geológico español de relevancia internacional, con denominación VP011: Cueva Victoria, incluida en la categoría “yacimientos de vertebrados del Plioceno-Pleistoceno español” por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2011).

Según algunos restos arqueológicos hallados, los primeros vestigios de civilización datan del Paleolítico (restos del *Homo neanderthalensis*), además se han encontrado restos de asentamientos romanos y árabes. Durante el reinado de Alfonso X, en el siglo XIII, solo algunos pescadores, pastores y agricultores poblaban el litoral de la laguna. Más tarde, se formaron pequeños núcleos dispersos de población hasta que, a mediados del siglo XX, comienza un plan de urbanización y desarrollo turístico (Domínguez, 2014).

3.4. Importancia ambiental

El relativo aislamiento del Mediterráneo, la escasez de precipitaciones, los valores altos de salinidad y temperatura, la recirculación de nutrientes por la influencia del viento (resuspendiendo partículas y nutrientes), así como la buena penetración de la luz en toda la columna de agua debido a la poca profundidad, otorgan al Mar Menor unas características ambientales que conllevan que las especies tanto vegetales como animales estén especialmente adaptadas a fluctuaciones del entorno.

Además, por su situación geográfica entre África y Europa, el Mar Menor representa un ecosistema clave para el descanso de aves migratorias, zona de reproducción, hibernación o como hábitat (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2009).

La laguna posee varias figuras de protección a nivel regional e internacional debido al alto valor natural, con una de las tasas de biodiversidad más alta del Mediterráneo, gracias a la cantidad de especies de avifauna e ictiofauna que alberga.

3.4.1. Fauna

Se han citado alrededor de 161 especies de aves de interés para su conservación, 44 incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves, 97 migratorias recurrentes no incluidas en el anexo y otras 20 especies de interés para su conservación no incluidas entre las anteriores (CARM, 2004).

Algunas de las especies de aves que se pueden observar en el Mar Menor son: Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), Garceta (*Egretta garzetta*), Terrera marismeña (*Calandrella rufescens*), Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), Tarro blanco (*Adorna tadorna*), Charrancito común (*Sterna albifrons*), Serreta mediana (*Mergus serrator*), Flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), Zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*) y Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) (Rodríguez *et al.*, 2009).

En el Mar Menor se desarrolla una población de Fartet (*Aphanius iberus*), pez endémico del litoral Mediterráneo que se encuentra “en peligro de extinción” según la UICN y de Caballito de mar (*Hippocampus guttulatus*) en la categoría de “casi amenazado”. Otras especies de peces de interés económico y como base alimenticia para otras especies se encuentran la Anguila (*Anguilla anguilla*), Chirrete (*Atherina boyeri*), Dorada (*Sparus aurata*), Lubina (*Dicentrarchus labrax*), Mújol (*Mugil cephalus*), Magre (*Lithognathus mormyrus*) y Salpa (*Sarpa salpa*) (Blázquez *et al.*, 2006).

3.4.2. Flora

Las praderas del alga *Caulerpa prolifera* cubren el fondo de la laguna y se encuentran en expansión, desplazando a la fanerógama *Cymodocea nodosa*. En las zonas menos profundas y más resguardadas aparecen también praderas de *Ruppia cirrhosa* (Blázquez *et al.*, 2006).

En cuanto a la vegetación terrestre, además de encontrar pastizales halófitos, juncales y tarayales, están presentes comunidades vegetales de dunas costeras y saladares, en general, en buen estado de conservación, con una gran variedad de especies como *Sarcocornia alpini*, *Pancratium maritimum*, *Aetheorhiza bulbosa*; endemismos murciano-almerienses como *Helianthemum marmirorense*, *Frankenia corymbosa* y *Limonium delicatulum*; e iberoafricanismos como *Caralluma europea* y *Periploca angustifolia*. Sobrevive además el único sabinar de dunas (*Juniperus turbinata*) de la Región, poco abundante en el resto de la Península y hábitat prioritario para la Red Natura 2000 (Carreira *et al.*, 2004; García, 2009).

3.4.3. Figuras de protección

El Mar Menor está declarado Humedal de Importancia Internacional (nº 706), enmarcado en el Convenio de RAMSAR, avalado por Naciones Unidas desde 1994, debido a su alto valor medioambiental y por sus poblaciones de aves acuáticas. Abarca 14.933 hectáreas y están incluidos las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, parte del Parque Regional de Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila, y Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor.

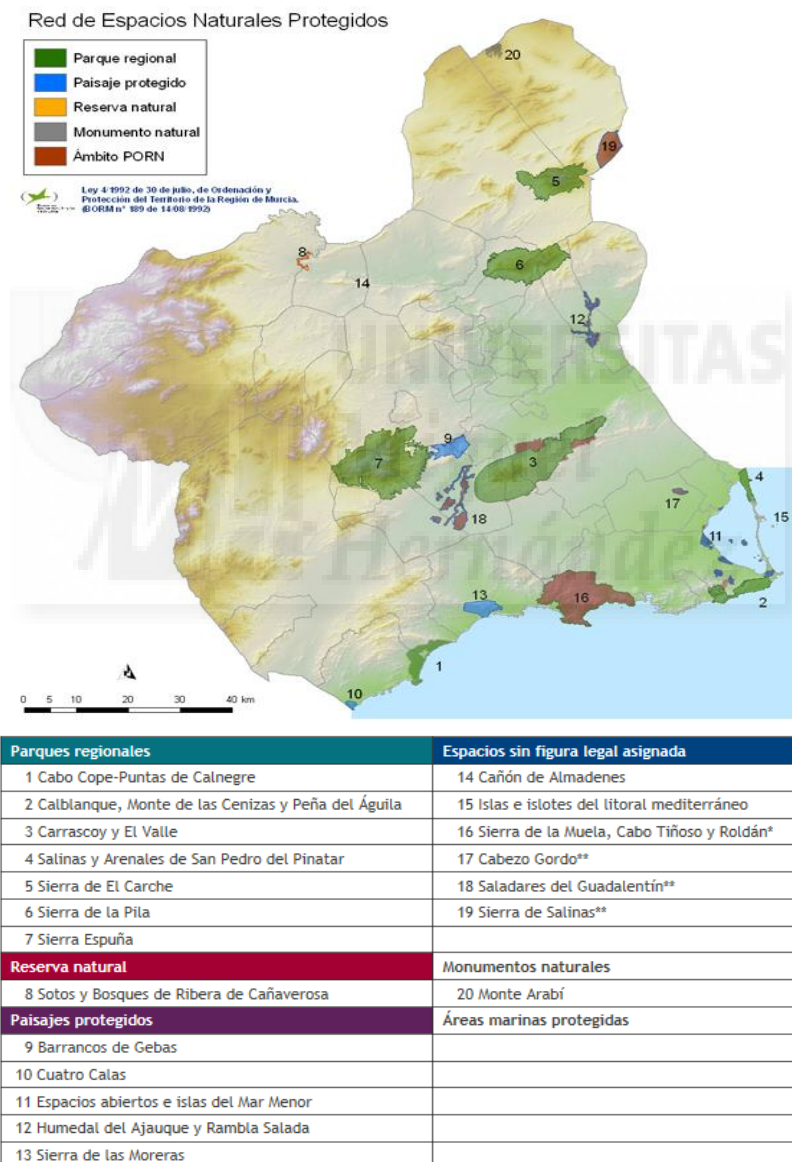


Figura 2: Red de Espacios Naturales Protegidos. Fuente: <http://www.murcianatural.carm.es>

Además, está incluido dentro de la Red Natura 2000, declarado como Lugar de Interés Comunitario (LIC ES6200030) y ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), incluyendo al Mar Menor y sus islas y humedales periféricos (Playa de La Hita, Marina del Carmolí, Saladar de Lo Poyo, y Salinas de Marchamalo y el Rasall y Playa de las Amoladeras). También está en la lista de ZEPIM (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo), denominado "Área del Mar Menor y Zona Oriental Mediterránea de la Costa de la Región de Murcia" con 27.503 hectáreas e incluye el Mar Menor y sus islas, el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, las Islas Grosa, Farallón y Hormigas, las zonas húmedas del Carmolí, Lo Poyo y La Hita, Marchamalo y Amoladeras y la franja litoral sumergida comprendida entre Cabo de Palos y Cabo Negrete.

Asimismo, se pueden encontrar otros LIC como "Cabezo Gordo" y "Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor", también reconocidos como Paisajes Protegidos. Las Salinas y Arenales de San Pedro se encuentra bajo la figura de protección "Parque Regional" y es zona ZEPA (Confederación Hidrográfica del Segura, 2015).

3.5. Impactos ambientales

Los cambios antrópicos producidos en el Mar Menor como la apertura de las golgas del Estacio y Marchamalo, y la construcción de un enorme canal navegable, han favorecido el intercambio de agua entre este y el Mediterráneo, alterando la salinidad de la laguna, y por tanto permitiendo la proliferación de especies ajenas al ecosistema que pueden convertirse en amenazas y desplazar a las autóctonas.

A esto hay que añadir la construcción de puertos deportivos y paseos marítimos, playas artificiales, el intenso urbanismo (sellado y ocupación del suelo), dragados, cambios en la agricultura, minería y actividad salinera, que están ejerciendo una presión negativa sobre el ecosistema, provocando alteraciones en la estructura de las comunidades animales y vegetales, eutrofización, disminución de recursos y colmatación de la laguna con un pérdida de profundidad y superficie, pasando de 185 km² a 135 km² en poco más de 100 años (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2009).

Los cambios en el uso del suelo en la agricultura, pueden tener consecuencias negativas en la hidrología de las cuencas; erosión del suelo o aumento de la contaminación de las aguas por infiltración de productos agrícolas (fitosanitarios y fertilizantes). Además de problemas climáticos por emisiones de gases de efecto invernadero y alteración del ciclo de carbono y nitrógeno (Zhou, 2014).

La laguna del Mar Menor es un ambiente sensible a la eutrofización debido a la poca profundidad de las aguas y al escaso intercambio con el Mediterráneo. Una de las principales fuentes de aporte de nutrientes a las aguas es la agricultura, asociada al uso excesivo de fertilizantes, nitratos en mayor medida, que se infiltran en el suelo por las lluvias o regadío hasta las aguas subterráneas, debido a que son altamente solubles, o pueden discurrir por la superficie por lavado (García Gómez y López Bermúdez, 2006).

La Directiva 91/676 traspuesta al Real Decreto 261/1996 del 16 de febrero designa y establece la protección de “zonas susceptibles a la contaminación por nitratos”, en este caso: los acuíferos del Cuaternario y Plioceno en el área definida como zona regable oriental del Trasvase Tajo-Segura y el sector litoral del Mar Menor (con una superficie de 421,57 km²).

Además, el Mar Menor y la Rambla del Albuñón, principal rambla que desemboca en el Mar Menor, se encuentran dentro de las zonas declaradas sensibles sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas que considera un tratamiento más riguroso para la reducción de nitrógeno y fósforo, establecido por la Directiva 91/271 (Confederación Hidrográfica del Segura, 2015).

El sellado del suelo, es decir, “*cubrir de forma permanente una superficie de terreno con material impermeable artificial, como cemento o asfalto*” (AEMA, 2012), puede jugar un papel importante en la calidad de las aguas del Mar Menor, debido al crecimiento de los núcleos de población y la actividad turística. El sellado del suelo provoca múltiples efectos negativos: aumento de escorrentía, disminución de la infiltración, pérdida de suelo y diversidad biológica, cambios climáticos locales y mundiales por disminución de las capacidades reguladoras del suelo, alteración de los ciclos biogeoquímicos, etc. (Comisión Europea, 2013; Alvarado *et al.*, 2014).

3.6. Metodología

En primer lugar, se ha revisado la bibliografía necesaria para entender la dinámica del Mar Menor; el origen de la formación de la laguna, los materiales del entorno, el clima, condiciones particulares, biodiversidad, impactos ambientales, desarrollo e historia, obtenido de fuentes oficiales de información como la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), la página web de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM), Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente (MAPAMA), así como de revistas científicas y de divulgación, como Murcia Enclave Ambiental, artículos y periódicos (La Verdad, La Opinión de Murcia, lainformación.com).

Se ha recurrido al Instituto Geográfico Nacional (IGN) para obtener la información cartográfica necesaria para la realización de este trabajo:

1. Con el Modelo Digital del Terreno (MDT25, sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM) y utilizando la herramienta GRASS, se ha delimitado la cuenca hidrográfica del Mar Menor en una primera aproximación, mediante las líneas de flujo que discurren por la máxima pendiente. Posteriormente, con el software QGIS v.2.18 “Las Palmas”, se ha ajustado manualmente el área de la cuenca teniendo como base la imagen del Índice de escabrosidad obtenido a partir del Modelo Digital del Terreno y el mapa de sombras que ofrece una mayor sensación de relieve.

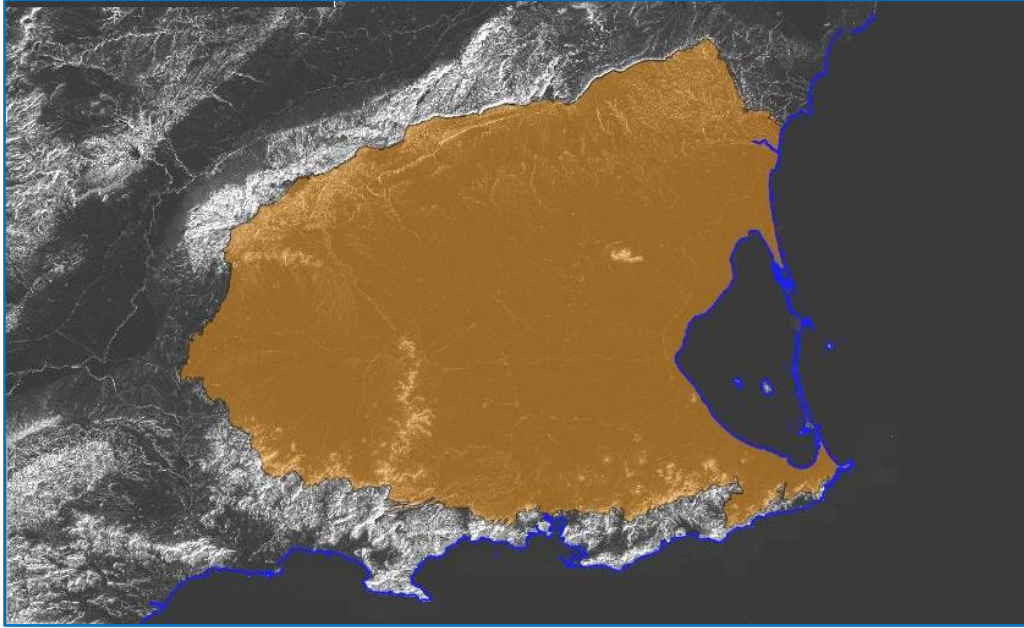


Figura 3: Captura de pantalla del procedimiento de delimitación de la cuenca del Mar Menor utilizando QGIS.

2. Se han utilizado ortofotografías del PNOA máxima actualidad del año 2016 correspondientes a las hojas MTN50: 933, 934, 935, 955, 954, 956, 973 y 976 con el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso 30 (tamaño del píxel de 25 cm) para la digitalización de un total de 4942 polígonos agrícolas situados en la cuenca del Mar Menor en la actualidad mediante el programa QGIS, los cuales incluyen parcelas de terreno cultivado e invernaderos (*Figura 4*). Se ha evitado incluir carreteras, balsas de riego y edificaciones, así como los núcleos de población.



Figura 4: Representación del proceso de digitalización de cultivos agrícolas utilizando ortofotografías del PNOA máxima actualidad en QGIS.

3. Además, se han digitalizado las principales áreas urbanas (*Figura 5*), debido a que, por el sellado del suelo se favorece la escorrentía y disminuye el proceso de infiltración. A pesar de incrementar el suelo sellado, no se ha tenido en cuenta autovías, caminos y otras instalaciones (pequeñas casas de aperos, etc).



Figura 5: Representación del proceso de digitalización de las principales áreas urbanas utilizando ortofotografías del PNOA máxima actualidad en QGIS.

4. Se ha tenido en cuenta la presencia de embalses de riego, marcándolos con puntos, omitiendo el tamaño de los mismos, para poder determinar el número de ellos presentes en el área de estudio por la relación que pueden tener con los cambios en el tipo de cultivo (de regadío o secano) desde los años 1973-1986 hasta la actualidad (*Figura 6*).



Figura 6: Representación del proceso de digitalización de los embalses de riego utilizando ortofotografías del PNOA máxima actualidad en QGIS.

5. Se han utilizado 298 fotogramas del vuelo interministerial de 1973-1986 (Sistema geodésico de referencia ETRS89, proyección UTM huso 30. Escala 1:18.000. Tamaño del píxel (GSD) entre 45 cm y 27 según zonas) para la digitalización de 4105 campos agrícolas en esa época (*Figura 7*). Este tipo de elementos presentan algunas dificultades: en primer lugar, existen algunas áreas de territorio, muy pocas en la parte central, de las que no hay imágenes disponibles que conecten los fotogramas, puesto que proceden del escaneado del producto analógico llevado a cabo por el departamento de Fototeca del Centro Nacional de Información Geográfica. Para rellenar estos pocos huecos, se ha recurrido al Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 de la época. En segundo lugar, los fotogramas solo disponen de coordenadas aproximadas del centro de la imagen y no de ángulos de orientación, por ello, existe un ligero desplazamiento con respecto a las ortofotografías del PNOA. A pesar de ello, la superficie planimétrica total de estudio está perfectamente cubierta, por lo que los valores de las superficies se ajustan bastante bien a la realidad como puede apreciarse en la siguiente figura.

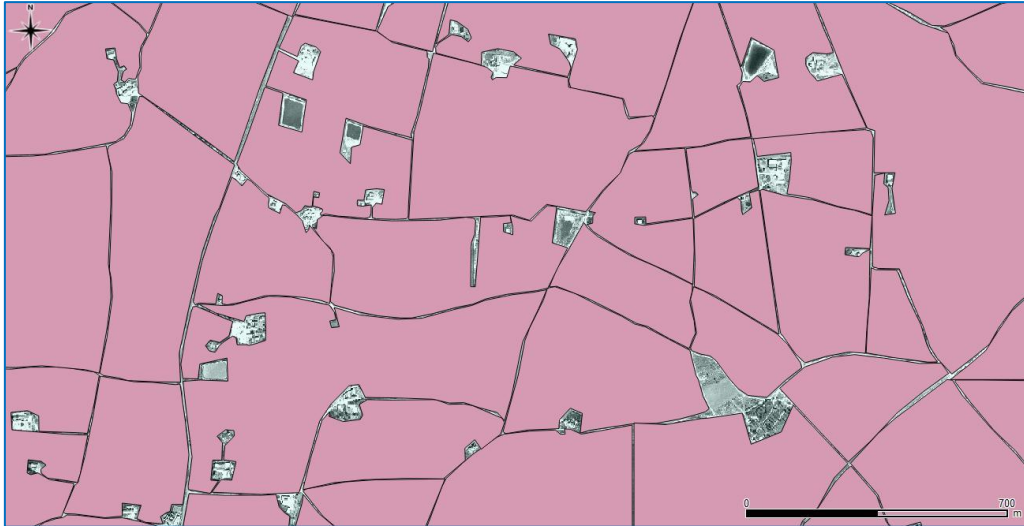


Figura 7: Representación del proceso de digitalización de cultivos agrícolas utilizando fotogramas del vuelo interministerial 1973-1986 en QGIS

6. Asimismo, se han digitalizado las principales áreas urbanas (*Figura 8*) y la localización de los embalses de riego mediante puntos en el centro de los mismos (*Figura 9*).



Figura 8: Representación del proceso de digitalización de áreas urbanas utilizando fotogramas del vuelo interministerial 1973-1986 en QGIS.



Figura 9: Representación del proceso de digitalización de embalses de regadío utilizando fotogramas del vuelo interministerial 1973-1986 en QGIS.



4. Resultados y discusión

4.1. Cuenca hidrográfica

La cuenca que vierte al Mar Menor, obtenida a partir de las líneas de flujo que discurren por la máxima pendiente ocupa una extensión aproximada de 151.641 hectáreas. La mayor parte de ella, se corresponde con la comarca del campo de Cartagena y el Mar Menor, y una pequeña parte del sur de la provincia de Alicante, situada después de las ramblas naturales que constituyen el río Nacimiento y el río Seco por las que se evacuan al mar las escorrentías de la Sierra de Escalona–Dehesa de Campoamor.

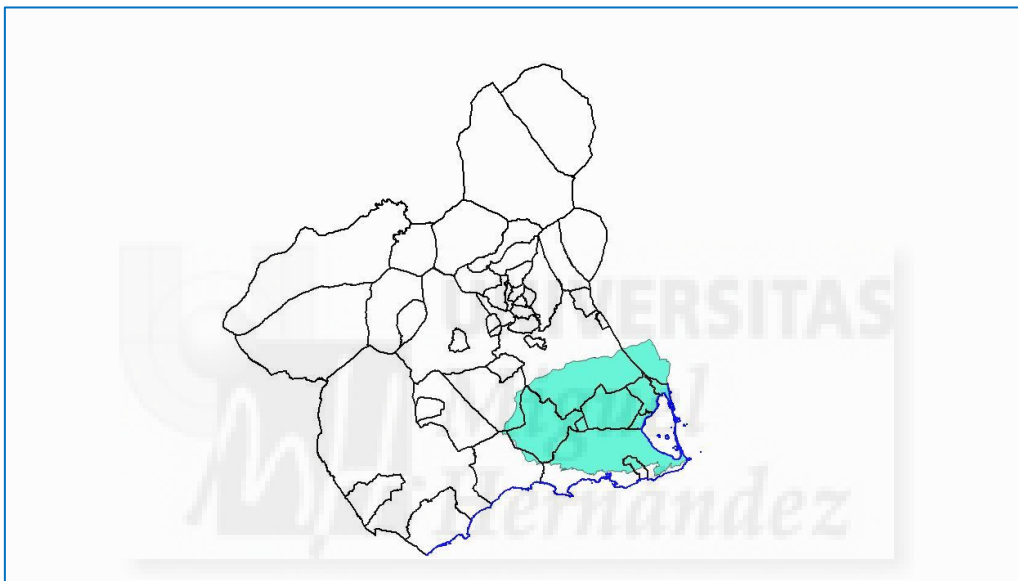


Figura 10: Representación de la cuenca hidrográfica del Mar Menor dentro de los límites municipales de la Región de Murcia y parte del sur de la provincia de Alicante.

4.2. Zonas de cultivo

Una vez digitalizados los más de 9.000 polígonos identificados como parcelas agrícolas, según los datos obtenidos (*Tabla 1*), la superficie agrícola ha disminuido ligeramente entre 1973-1986 y 2016, a la par que ha aumentado también ligeramente el número de parcelas y en consecuencia el tamaño de su superficie media. Los campos agrícolas representan en las ortofotografías del PNOA-2016 el 40,7% de la superficie total de la cuenca vertiente al Mar Menor, frente al 46% de 1973-1986.

Estos datos han de tomarse con cierta cautela, puesto que los fotogramas del vuelo interministerial presentan algunos errores de desplazamiento, especialmente en el eje X de coordenadas (lógicos al transformar fotografías ópticas y de proyección cónica a ortofotografía), además de faltar zonas que no aparecen registradas, y no tener una imagen continua de toda el área debido al borde de cada fotograma.

Para solucionar estos problemas, a la hora de digitalizar los cultivos, se ha ido superponiendo los fotogramas del vuelo, para visualizar mejor el área y así evitar polígonos duplicados.

Tabla 1: Superficie agrícola en hectáreas estimada a partir de la digitalización de ortofotografías del PNOA 2016 y del vuelo interministerial de 1973-1986 y porcentaje que representa respecto al total de la superficie del área de estudio.

Año	Polígonos digitalizados	Superficie agrícola (ha)	Superficie media por polígono (ha)	% Superficie agrícola
1973-1986	4.105	69.663,59	16,97	45,940
PNOA-2016	4.942	61.795,63	12,50	40,751

Se han podido observar diferencias en la ocupación y modelo de agricultura por comparación de las fotografías. Algunos de los cambios apreciados son: el aumento de los invernaderos y acolchados, sobre todo en el área de San Javier, San Pedro del Pinatar y Los Alcáceres, y cambios en las especies cultivadas (pasando de predominar cereales y frutales de secano a especies hortícolas y frutales de regadío).

Estos cambios pueden deberse al despegue agrícola de la región durante la segunda mitad del siglo XX, gracias a una gran inversión de capital y al aumento de los cultivos de exportación. Esto sucede gracias a la transformación de una minería en declive, a la modernización y mecanización de las técnicas de cultivo, y el aumento de prospecciones acuíferas. Todo ello, supone un incremento en la productividad, haciendo rentable el paso de secano a regadío. Esta situación permitió desarrollar la agricultura de manera más intensiva, regando cultivos que antes eran de secano como el almendro y albaricoquero, y aumentar los de hortalizas y frutales de regadío (Cervantes, 1996).

Según (Cervantes, 1996), el área destinada a invernaderos en la comarca en 1984 suponía un total de 609 hectáreas y 3.137 en 1991. La tendencia general en toda la Región es de incremento de los cultivos bajo plástico, según datos de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia y del Centro Regional de Estadística de Murcia (CREM).

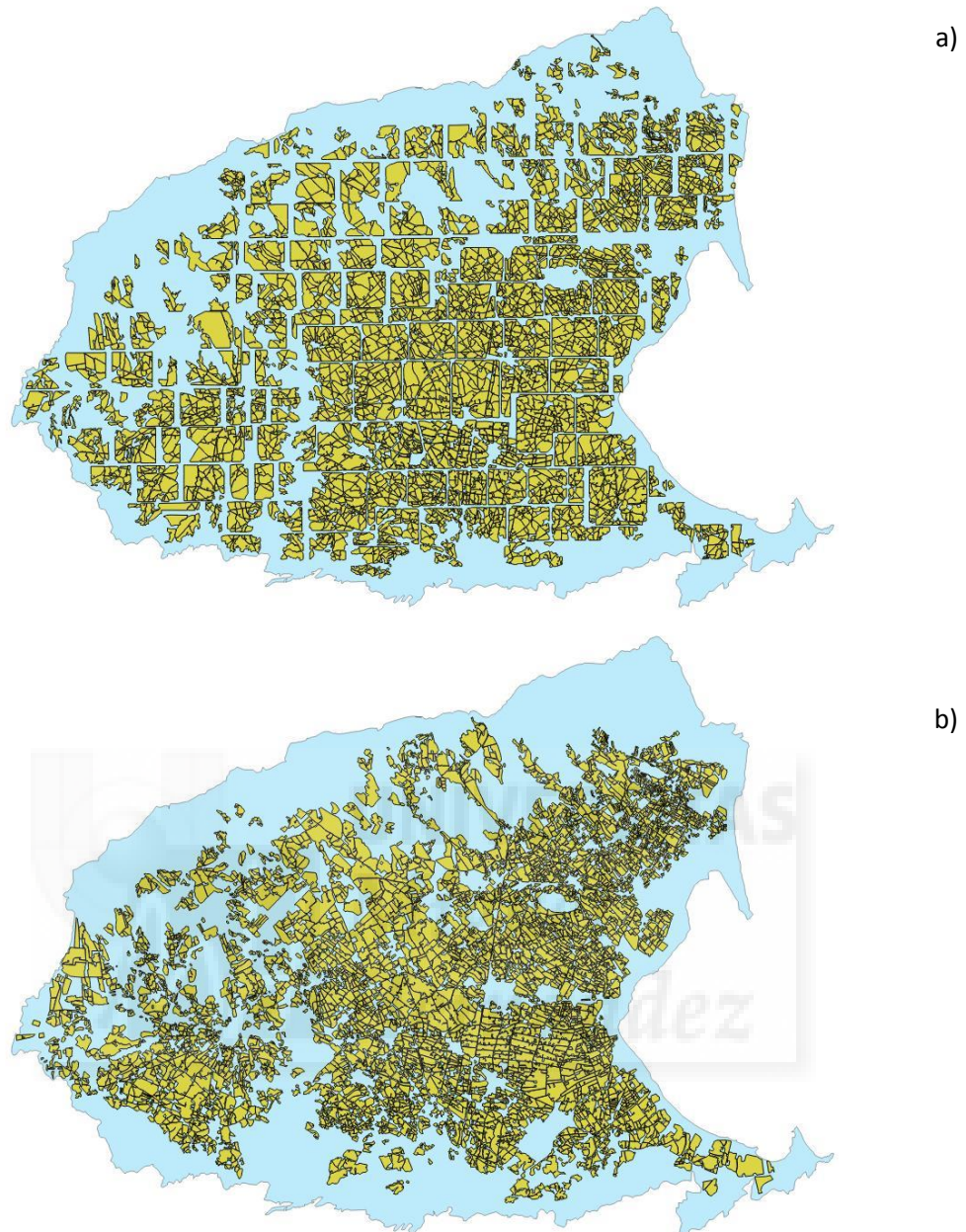


Figura 11: a) Cultivos agrícolas digitalizados en el área de estudio con fotogramas del vuelo interministerial de 1973-1986 en QGIS. b) Cultivos agrícolas digitalizados en el área de estudio con imágenes del PNOA máxima actualidad en QGIS.

4.3. Zonas urbanas

La superficie urbana ha aumentado casi en 6.000 hectáreas desde 1973-1986 hasta la actualidad (2016), sobre todo localizada cerca de la costa del Mar Menor, en los municipios de San Javier, San Pedro del Pinatar y Los Alcáceres, y alrededor de las edificaciones ya construidas en esa época que representan los municipios de La Unión, Torre Pacheco y Fuente del Álamo. Los datos demográficos corroboran este

aumento considerable en la población (Cervantes, 1996), sobre todo a partir de los años 80 (*Figura 12*). Este aumento de población puede deberse a diferentes factores entre los que destaca la llegada de aguas del trasvase Tajo-Segura, inaugurado en 1979 siendo ministro de Obras Públicas Joaquín Garrigues Walker, diputado por la provincia de Murcia en las Cortes, que supuso un gran apoyo a la agricultura frente a la escasez hídrica propia del sureste español.

Tabla 2: Superficie urbana en hectáreas estimada a partir de la digitalización de ortofotografías del PNOA 2016 y del vuelo interministerial de 1973-1986 y porcentaje que representa respecto al total de la superficie del área de estudio.

Año	Superficie urbana (ha)	% Superficie urbana
1973-1986	2.711,67	1,788
PNOA-2016	8.621,65	5,686

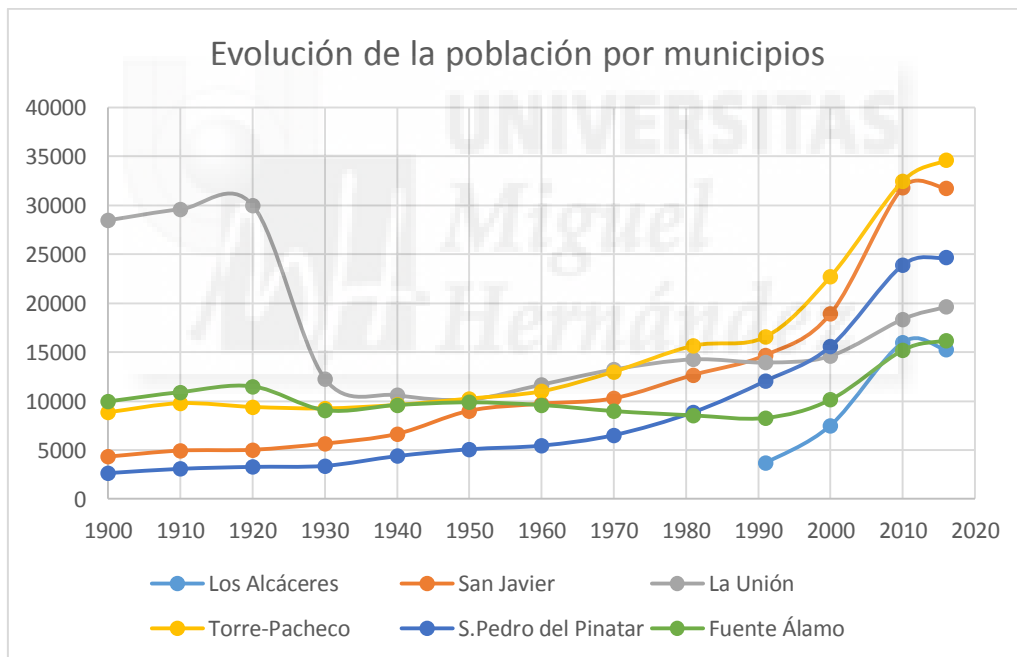


Figura 12: Evolución de la población por municipios desde 1900 hasta 2016. Datos obtenidos del informe “Estadísticas históricas de población de la Región de Murcia” de la Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

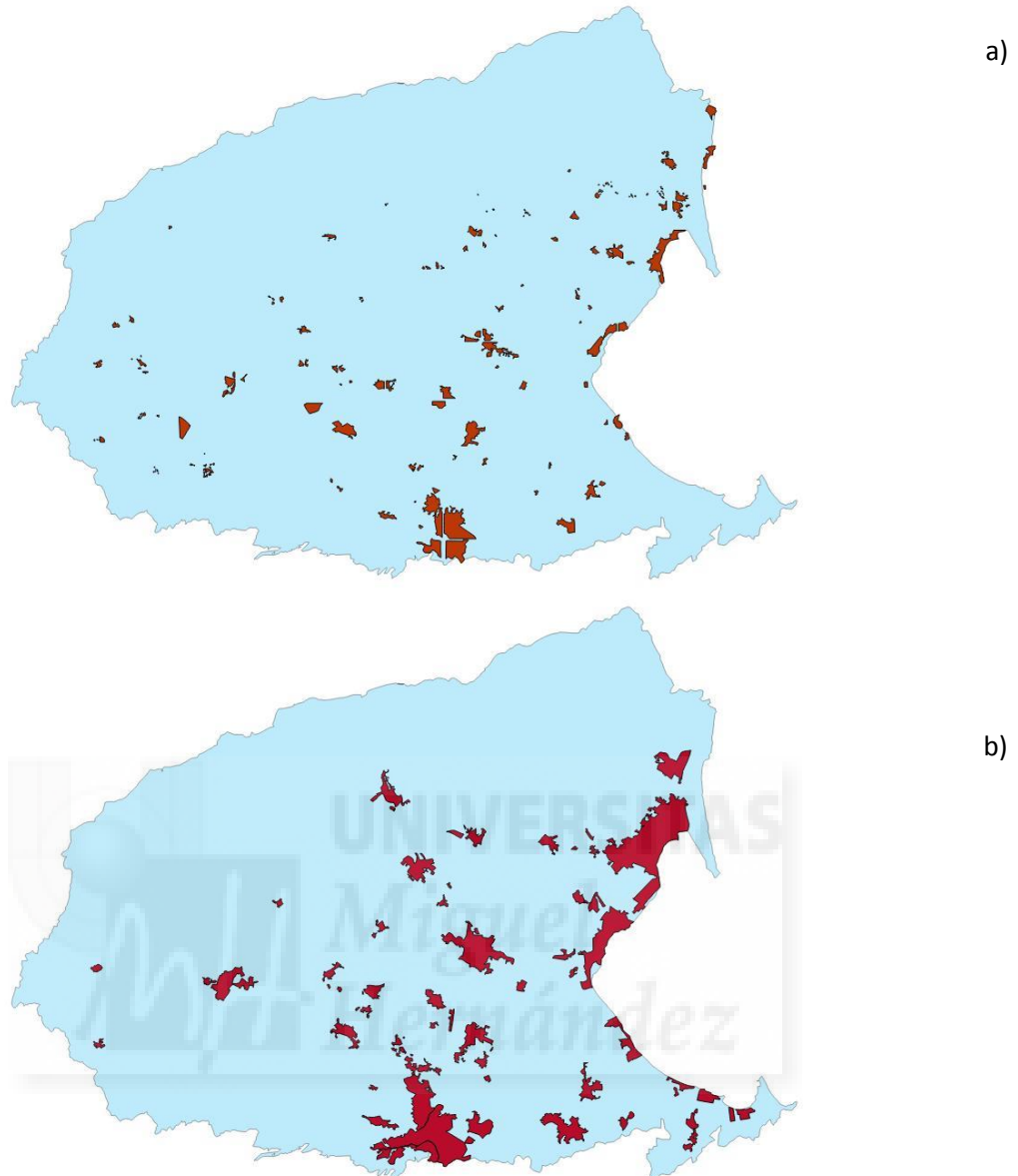


Figura 13: a) Zonas urbanas del área de estudio digitalizadas con fotogramas del vuelo interministerial de 1973-1986 en QGIS. b) Zonas urbanas del área de estudio digitalizadas con imágenes del PNOA máxima actualidad en QGIS.

Otra observación importante, es que las zonas urbanas han ocupado áreas próximas a los núcleos urbanos que antes se dedicaban a actividades agrícolas. Este sellado del suelo afecta a las propiedades y beneficios del mismo, entre otras cosas, suponiendo una pérdida de superficie productiva, y una disminución de la infiltración y por tanto, aumento de la escorrentía que puede desplazar contaminantes de origen antrópico hacia el Mar Menor, agravándose el problema durante los periodos de lluvias torrenciales.

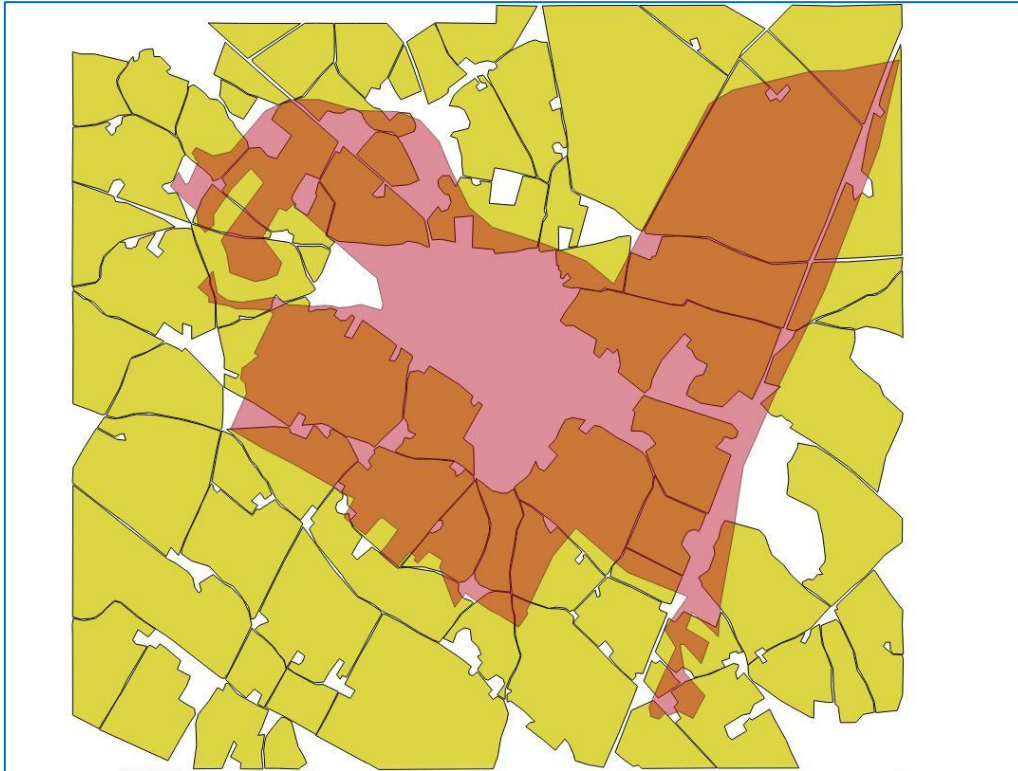


Figura 14: Detalle de una zona urbana de 2016 (en azul) ocupando zonas agrícolas de 1973-1986 (en verde).

Una consideración adicional, que conduciría probablemente a reforzar el incremento de la superficie sellada, sería la introducción de la superficie sellada debida a las infraestructuras de comunicación que han transformado la zona, como es el caso de la autopista del Mediterráneo (AP-7) y diversos ramales y conexiones regionales como la autovía de la Manga RM-12 y las numerosas actuaciones sobre la red de carreteras. Estas grandes vías, producen una gran influencia en el acceso turístico a la zona, pero también favorecen la actividad agrícola intensiva y la comercialización de productos frescos.

4.4. Sistema de riego: embalses

Uno de los datos más significativos, es el incremento en el número de embalses. Este aumento se puede cuantificar en un 294,12 % ,desde 1973-1986 hasta la actualidad. Un análisis detallado, disponiendo de mucho más tiempo para la digitalización y que podría constituir una línea de actuación posterior en la continuación de este estudio, es el de delimitar con precisión la superficie de embalse (relacionada también con la evaporación de agua embalsada) y el volumen almacenado (tamaño de los embalses). Inicialmente y mediante la observación de las imágenes, podemos intuir con bastante claridad que no solamente se ha incrementado el número de embalses, sino que la superficie de los mismos es mayor, por lo que se podría pensar que la capacidad de embalse ha crecido enormemente en esta cuenca.

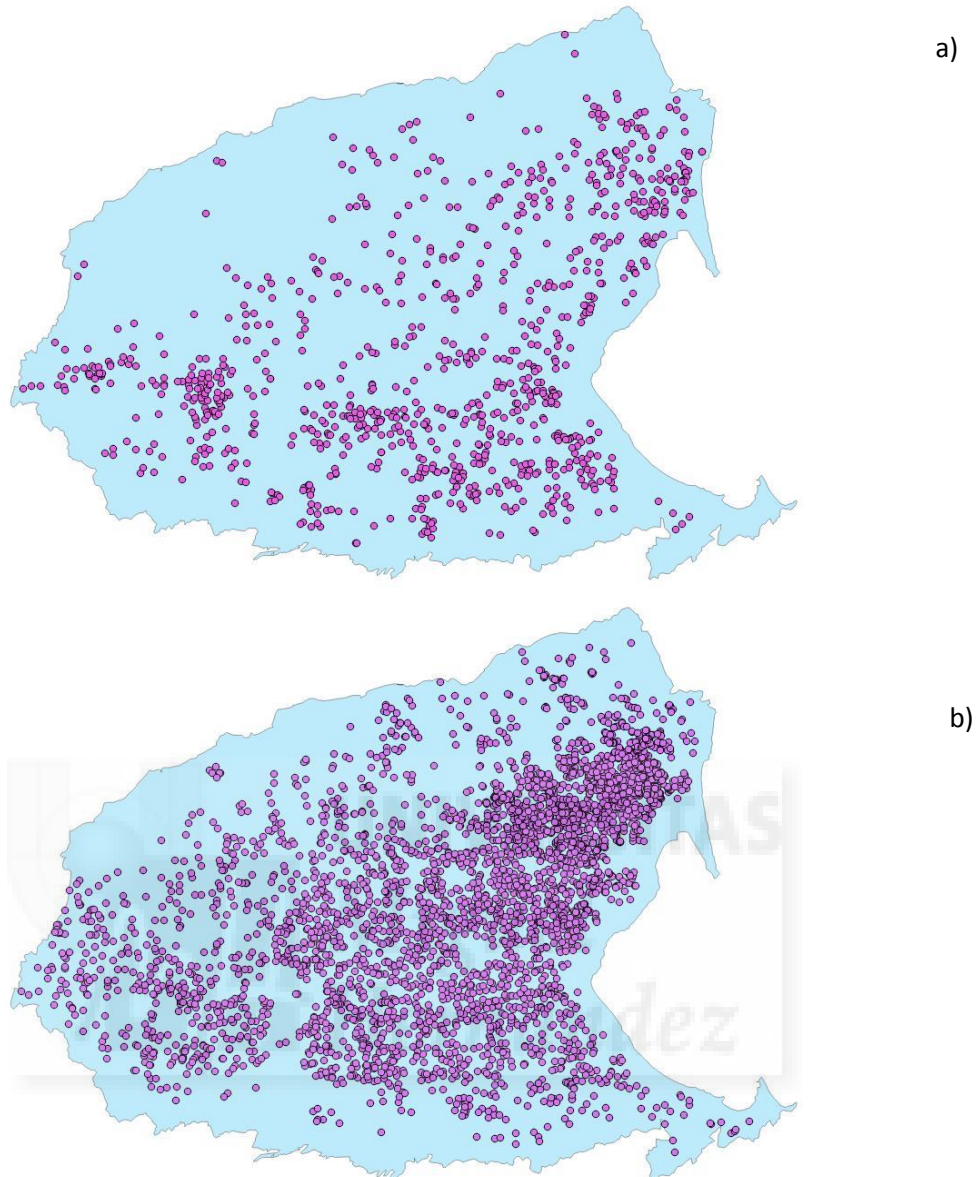


Figura 15: a) Localización en el área de estudio de los embalses digitalizados con fotogramas del vuelo interministerial de 1973-1986 en QGIS. b) Localización en el área de estudio de los embalses digitalizados con imágenes del PNOA máxima actualidad con QGIS.

Tabla 3: Número de embalses digitalizados en el área de estudio.

Año	Nº de EMBALSES
1973-1986	935
PNOA-2016	3.685

La disponibilidad de agua del trasvase, la explotación de acuíferos y la obtención de agua desalada, ha favorecido esta situación, el incremento de agua disponible y la consiguiente implantación de sistemas de regulación y almacenaje. No solo la agricultura es un gran demandante de agua, también la industria, el

turismo y la ganadería suponen fuentes de presión importantes sobre los recursos hídricos; en este caso el turismo en la zona es uno de los demandantes más relevantes.

Desde la modernización de la agricultura, sobre todo a partir de los años 70, se ha visto incrementado el número de invernaderos y acolchados plásticos, que ha favorecido el cultivo intensivo, influido por la demanda en el mercado.

Aunque las técnicas de regadío se hayan modernizado (con riego localizado, por ejemplo), evitando así problemas de evaporación, la demanda de agua no ha disminuido, sino que se incrementa con los años debido a la intensificación de los cultivos que agrava la escasez hídrica.



5. Conclusiones

Tras el análisis de la situación de esta zona de estudio, podemos concluir que la cuenca del Mar Menor es una gran depresión costera, con multitud de ramblas y acuíferos independientes que desembocan en la laguna. El entorno está configurado por una superficie mayoritariamente agrícola y salpicada de zonas urbanas, que abarcan diferentes municipios, lo que dificulta la gestión a la hora de establecer medidas correctivas contra la contaminación de las aguas.

En cuanto a la agricultura se refiere, a pesar de mantenerse más o menos constante la superficie dedicada al cultivo a lo largo de los años, se ha intensificado la producción agrícola con un cambio de superficies de secano a regadío, aumentando la demanda hídrica que se ve reflejado en el número de embalses de riego que ocupan el área de estudio actualmente. Esta situación puede derivar en problemas de contaminación por productos agrícolas (fertilizantes y fitosanitarios) que se pueden infiltrar y discurrir por las ramblas hasta el Mar Menor.

Las áreas urbanas se han visto incrementadas desde los años 80 hasta la actualidad, favorecidas por las mejoras económicas que han provocado una migración hacia estas zonas, y sobre todo por el turismo, con segundas residencias, y aumento de población extranjera que decide retirarse en este entorno. De esta manera, se han visto ocupadas superficies que anteriormente eran agrícolas. Como resultado, se produce el sellado del suelo y las consecuencias negativas para el medio que ello provoca.

Este estudio, a partir de las conclusiones obtenidas, permite refrendar en gran medida las causas que han originado los graves episodios de eutrofización que se producen en el Mar Menor, asociándolos a un cambio en los usos del suelo y, por tanto, a las actividades antrópicas, que repercute de manera negativa en uno de los espacios naturales de mayor valor ecológico del Mediterráneo.

6. Bibliografía

- Alvarado, J.M.G., González, M.E.P. & Rodríguez, M.P.G., 2014. Revisión del concepto de sellado de suelos y propuesta de tipología urbana. *Anales de Geografía*, 34(1):87-103.
- Carreira, M.A., Martínez, F.B., García, R.M., Blázquez, M.P. & Jumilla, F.V., 2004. ZEPIM: Área del Mar Menor y Zona Oriental Mediterránea de la Costa de la Región de Murcia. *Murcia Enclave Ambiental*, 2:18-23.
- Estrella, T.R., 2009. *El Mar Menor: Geología y sus relaciones con las aguas subterráneas*. En: *El Mar Menor: Estado del conocimiento actual*. 1ª edición. Ed. Instituto Euromediterráneo del Agua. pp. 47-84.
- Martínez, J.F. y Esteve, M.Á.S., 2000 *Estimación de la entrada de nutrientes de origen agrícola en el Mar Menor mediante un modelo dinámico*. *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos. Época II*, 17:9-25.
- Pérez-Ruzafa, Á., Marcos, C. & Pérez-Ruzafa, I.M., 2009. *30 años de estudios en la laguna costera del Mar Menor: de la descripción del ecosistema a la comprensión de los procesos y la solución de los problemas ambientales*. En: *El Mar Menor: Estado del conocimiento actual*. 1ª edición. Ed. Instituto Euromediterráneo del Agua. pp 18-40.
- Rodríguez, J.G., Pelegrín, G.B. y Díaz, M.F., 2009. *Estudios faunísticos en el Mar Menor*. Instituto Euromediterráneo del Agua. En: *El Mar Menor: Estado del conocimiento actual*. 1ª edición. Ed. Instituto Euromediterráneo del Agua. pp 481-496.
- Tomás G.F., 2009. *El Mar Menor y su entorno: un verdadero tesoro botánico*. *Murcia Enclave Ambiental*, 21:38-45.
- Zhou, Y., 2014. *Watershed Hydrology and Land-Use and Land-Cover Change (LULCC)*. En: *Encyclopedia of Natural Resources:Water*. Ed. Francis & Taylor, pp. 892-895.

7. Referencias en línea

AEMA, 2012. *Directrices sobre mejores prácticas para limitar, mitigar o compensar el sellado del suelo*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_es.pdf

[Último acceso: junio 2017]

CARM, 2004. *Proyecto de adecuación biológica de humedales incluidos en la ZEPA del Mar Menor*. Región de Murcia Natural.

Disponible en: <http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=82071>

[Último acceso: abril 2017]

Cervantes, C. R., 1996. *Propiedad, uso y explotación de la tierra en la comarca del Campo de Cartagena, (siglos XIX y XX)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica.

Disponible en: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/16436_all.pdf

[Último acceso: junio 2017]

Comisión Europea: Medio Ambiente, 2013. *Los costes ocultos del sellado del suelo: En busca de alternativas a la ocupación y el sellado del suelo*.

Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/SoilSealing-Brochure_es.pdf

[Último acceso: junio 2017].

Confederación Hidrográfica del Segura, 2015. *Plan hidrológico de la demarcación del segura 2015/21*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Disponible en: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

[Último acceso: mayo 2017]

Confederación Hidrográfica del Segura, 2015. *Anejo 4: Zonas Protegidas. Plan hidrológico de la demarcación del segura 2015/21*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Disponible en: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

[Último acceso: abril 2017]

CREM, 2016. *Evolución de la superficie de cultivos en invernaderos, acolchados y con riego localizado*.

Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Estadística Agraria Regional.

Disponible en: http://econet.carm.es/inicio/-/crem/sicrem/PU_datosBasicos/sec50.html

[Último acceso: junio 2017]

Directiva del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1991-80646>

[Último acceso: mayo 2017]

- Domínguez, J.L., 2014. *Charla Historia La Manga del Mar menor y Cabo de Palos*. (Archivo de video)
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kTWMZzG4H14>
[Último acceso: abril 2017]
- Fraille-Nuez, E., Machin, F., Santa-Casiano, J.M. et al., 2016. *Estudio oceanográfico integral de alta resolución de la laguna costera del Mar Menor, Murcia*.
Disponible en: http://servicios.laverdad.es/servicios/textos/Informe_Campana_MM1116.pdf
[Último acceso: abril 2017]
- García, J.R.V., 2016. *Proyecto Básico para la ejecución de Filtro Verde en el entorno de la desembocadura de la Rambla del Albuñol Mar Menor, Murcia*. Disponible en: file:///C:/Users/Gema/Downloads/123624-PROYECTO%20COMPLETA_PDF_REV3.pdf [Último acceso: junio 2017]
- Geología 15 Región de Murcia, 2015. *Navegando entre volcanes. Guía de campo*.
Disponible en: http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion_geologia_activ2015.html
[Último acceso: abril 2017].
- IGME, 2011. Lugares de interés geológico españoles de relevancia internacional (geosites).
Disponible en: <http://www.igme.es/patrimonio/Listado%20Geosites%20enero2011.pdf>
[Último acceso: abril 2017]
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011. *Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017*.
Disponible en:
http://www.congreso.es/docu/docum/ddocum/dosieres/sleg/legislatura_10/spl_92/pdfs/26.pdf
[Último acceso: mayo 2017]
- RAMSAR, 2005. *Ecosystems and Human well-being: Wetlands and Water*.
Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>
[Último acceso: abril 2017].
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638>
[Último acceso: mayo 2017]
- Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1996-5618>

[Último acceso: mayo 2017]

Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-15363>

[Último acceso: mayo 2017]

Secretaría General de Medio Ambiente, 2000. Plan Estratégico Español para la conservación y el uso racional de los humedales.

Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/national_wetland_policies_-_spain.pdf

[Último acceso: mayo 2017]

Uceda, A.C., Conejo, A.S-A. & Cardeña, C.Z., 2005. Impactos sobre las zonas costeras. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/11_zonas_costeras_2_tcm7-12428.pdf

[Último acceso: mayo 2017]

UNESCO, 1994. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional.

Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan_certified_s.pdf

[Último acceso: mayo 2017].

Vega, J.M., Isabel, M.P M., Montejo, J.M.D. & Recio, F.J.M., 2010. Asociación Española de Teledetección.

Disponible en: http://www.aet.org.es/files/guia_teledeteccion_medio_ambiente.pdf

[Último acceso: abril 2017].

Blázquez, M.P., Pelegrín, G.B. & Díaz, M.F., 2006. Ficha informativa de los humedales RAMSAR: Mar Menor. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/33_fir_mar_menor_0_tcm7-20681.pdf

[Último acceso: mayo 2017]

