

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL SELLADO DEL SUELO
EN EL ÁREA METROPOLITANA DE ALICANTE EN
RELACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN**

TRABAJO FIN DE GRADO

JUNIO 2022

Código de Investigación Responsable: TFG.GCA.IMP.IDLIG.220601

AUTOR

IGNACIO DE LOYOLA ISLA GORDILLO

TUTOR

IGNACIO MELÉNDEZ PASTOR

DPTO. AGROQUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE

Análisis de la evolución del sellado del suelo en el área metropolitana de Alicante en relación al riesgo de inundación.

Resumen: El área metropolitana de Alicante se extiende a lo largo de una franja costera atravesada por múltiples barrancos que, a lo largo de la historia, han provocado severas inundaciones. Para hacer frente a este riesgo natural se han construido diversas infraestructuras de control hidráulico, si bien todavía hay múltiples áreas con un riesgo de inundación elevado.

En este estudio se emplearán Sistemas de Información Geográfica (SIG) para hacer un inventario de las infraestructuras existentes de control de inundaciones y analizar la evolución temporal de ocupación del territorio en relación a las áreas más susceptibles de inundación y el volumen de precipitación en cada subcuenca.

Palabras clave: Alicante, Inundaciones, Usos del suelo, Permeabilidad, Zonas verdes

Analysis of the evolution of soil sealing in the metropolitan area of Alicante in relation to the risk of flooding.

Abstract: The metropolitan area of Alicante extends along a coastal strip crossed by multiple ravines, which throughout history have caused severe flooding. To cope with this natural risk, various hydraulic control infrastructures have been built, although there are still multiple areas with a high flood risk.

Geographic Information Systems (GIS) will be used in this study to make an inventory of the existing flood control infrastructures and to analyse the temporal evolution of occupation of the territory in relation to the most susceptible areas to flooding and the volume of precipitation in each sub-basin.

Key words: Alicante, Flooding, Land-use, Permeability, Green areas

Agradecimientos

Al Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente por facilitar los medios necesarios para desarrollar este trabajo de investigación.

A Carlos Medina García jefe de los Servicios Técnicos de infraestructuras y servicios municipales en Ayuntamiento de San Vicente del Raspeig.



Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. HISTORIA DE LA EXPANSIÓN URBANÍSTICA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE ALICANTE.....	5
1.2. IMPORTANCIA DE LAS INUNDACIONES	7
1.3. IMPACTO DE LAS INUNDACIONES	7
1.4. INFRAESTRUCTURAS VERDES.....	8
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. CARTOGRAFÍA DE USOS DEL SUELO	12
3.2. CARTOGRAFÍA DE RIESGO DE INUNDACIÓN.....	13
3.3. CARTOGRAFÍA AUXILIAR	14
4. RESULTADOS	16
4.1. EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO	16
4.2. RIESGO DE INUNDACIONES	22
4.3. INFRAESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES	27
4.3.1. Parque inundable de la Marjal.....	28
4.3.2. Tanque anticontaminación José Manuel Obrero.....	30
4.3.3. Colectores	31
4.3.4. Barranco de las Ovejas.....	32
4.3.5. Barranco de la Albufereta	33
5. CONCLUSIONES	35
6. BIBLIOGRAFÍA	36

1. Introducción

Los desastres naturales son los fenómenos ocurridos en un espacio y tiempo limitados causando trastornos en los patrones normales de vida (Benito, Corominas and Moreno, 2005). Aproximadamente, en todo el mundo, mil millones de personas viven en zonas inundables. Esto tiene su origen en poder disponer de un fácil acceso al agua dulce, necesaria para el desarrollo de las poblaciones, pero ha producido que se aumente el riesgo por inundación en estas áreas (Alfieri et al., 2017).

En la región mediterránea, las inundaciones suelen ser súbitas, esto quiere decir que son inundaciones repentinas en un área relativamente pequeña, ocurriendo dentro de las seis primeras horas después del inicio de las precipitaciones o en algunos casos incluso antes.

Existen varios factores en la región que son causante de que se produzca un mayor impacto durante las inundaciones: han aumentado las temperaturas en 0,03 °C al año, siendo más notorio en el Mar Mediterráneo con un aumento de 0,04 °C al año, se ha registrado un aumento del nivel del Mar de 1,1 mm por año, un mayor número de olas de calor y las épocas donde había días consecutivos sin precipitaciones han sido más largas.

Las precipitaciones ocurren porque la zona cumple unas características que favorecen las inundaciones: es una zona donde confluyen masas de aire subtropicales con masas de aire polares, tiene un relieve montañoso, favoreciendo la ciclogénesis y la existencia de una masa de aire con elevada humedad, inestabilidad y energía latente. Todo esto produce que, en la región mediterránea, se produzcan grandes inundaciones y fuertes vientos (Del and Llasat Botija, 2020).

Una de las características de la zona geográfica del sudeste ibérico es la escasez de agua, siendo la zona más seca de toda Europa. Además de sequías muy largas e intensas, las lluvias se presentan con irregularidad interanual, concentradas generalmente en un intervalo corto de tiempo y con una violencia elevada.

Desde finales de septiembre a mediados de noviembre es cuando existe un riesgo mayor de inundaciones en la zona. Un factor a tener en cuenta en el riesgo de las inundaciones es la temperatura del Mar Mediterráneo, ya que cuando aumenta la temperatura de este, aumenta la evaporación, produciendo precipitaciones con una mayor fuerza (Gil, 2009).

El clima de la ciudad de Alicante (Figura 1) está muy marcado con un período de escasez de agua en los meses de verano y precipitaciones más elevadas en los meses de septiembre, octubre y noviembre coincidiendo con posibles episodios de lluvias torrenciales en la zona.

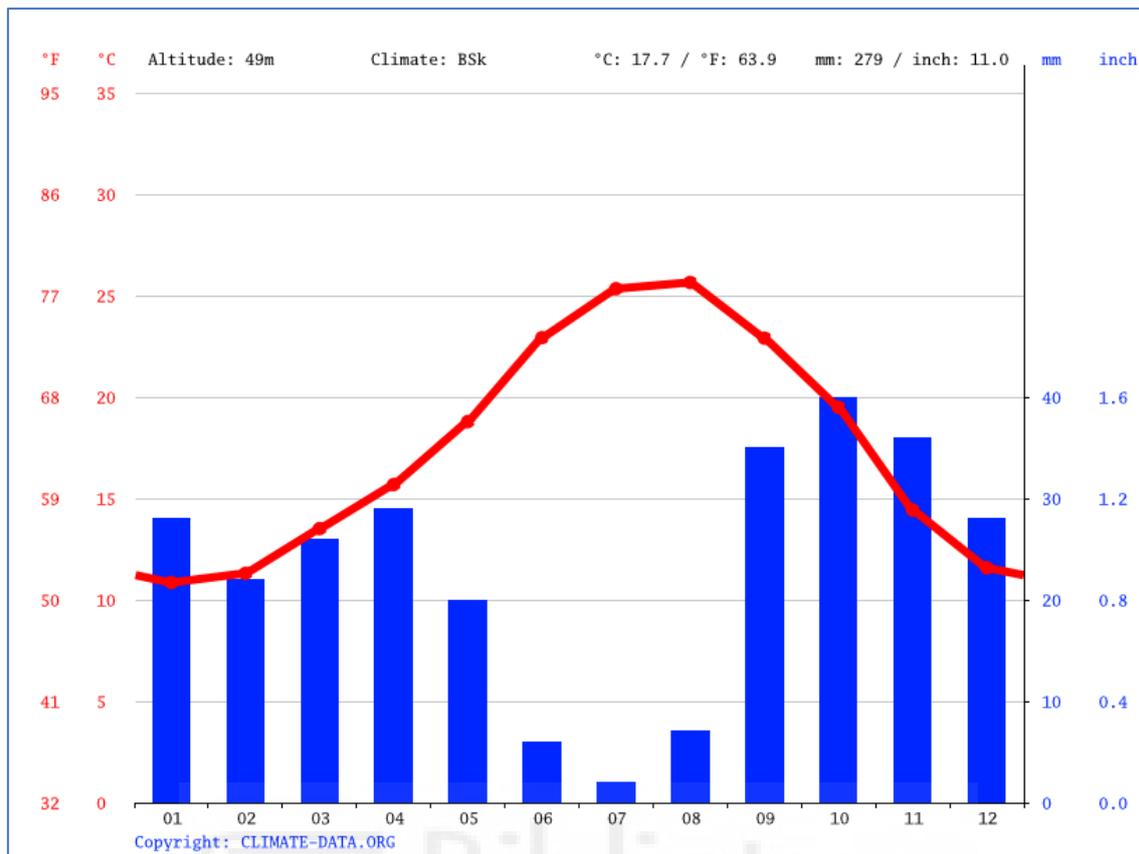


Figura 1. Climograma de la ciudad de Alicante donde en rojo está la temperatura en grados Celsius y Fahrenheit y en azul las precipitaciones en mililitros. Fuente CLIMATE-DATA.ORG

1.1. Historia de la expansión urbanística en el área metropolitana de Alicante

El Patronato Municipal para la conmemoración del Quinto Centenario de la Ciudad de Alicante publicó una colección de 4 tomos que cuentan la historia desde la Edad Antigua hasta el Siglo XX. El tomo IV, Historia de la ciudad de Alicante. Edad Contemporánea, el cual habla de la ciudad en los Siglos XIX y XX, ha sido la principal fuente de información de la evolución de Alicante en el Siglo XIX.

A principios del Siglo XIX, existía una zona llamada la Huerta de Alicante, la cual pertenecía a los municipios de Alicante, San Juan, Muchamiel y Villafranqueza (en su momento un municipio, hoy en día es un barrio de la ciudad de Alicante). Tenía una extensión aproximada de unos 48 km². En esta zona se cultivaban tanto alimentos básicos de esa época, como podían ser el trigo o el maíz, y cultivos más centrados en la exportación, siendo el vino un producto que se exportó mucho de la zona por ser considerado de muy alta calidad.

La huerta disponía de agua procedente del pantano de Tibi y de otros dos azudes situados en el río Monnegre. Las sequías y las lluvias torrenciales limitaban mucho la agricultura, existiendo épocas donde la falta de agua impedía un buen desarrollo de los cultivos y en otras

ocasiones las lluvias torrenciales destruían los cultivos, arrancando la tierra fértil y transportando materiales con los que se cubrían los cultivos.

El Puerto de Alicante, ya existiendo en esa época, era un punto importante de comercio, facilitando el movimiento de mercancías. La construcción del ferrocarril, uniendo la ciudad con el interior, provocó un aumento en las mercancías que llegaban al puerto. Por todo esto, la ciudad, en las décadas centrales del siglo XIX se había convertido en un punto con gran interés comercial e internacional.

En la segunda mitad del Siglo XIX, la población de la ciudad experimento un crecimiento, pasando de 27550 habitantes en 1857 a 50142 a finales de siglo. Los habitantes del resto de la provincia y, en menor medida, de las provincias limítrofes inmigraron a la ciudad en busca de nuevas oportunidades.

Alrededor de los muros que cercaban la ciudad empezaron a aparecer algunos barrios, por lo que, para unir a todo el municipio, se demolieron, iniciando así una extensión de la ciudad y la realización de ciertas mejoras, como fueron la construcción de alcantarillado, la pavimentación de las calles y la colocación de aceras.

La comarca de Alicante, como otras zonas, se veía afectada por los beneficios de una agricultura más especializada y comercializada abandonando la agricultura tradicional. Siendo el más extendido el cultivo vinícola, convirtiéndose en la principal fuente de ingresos (Sánchez Recio Glicerio *et al.*, 1990).

A comienzos del Siglo XX, la ciudad tuvo un aumento en casi 15000 habitantes en 20 años, creando la necesidad de desarrollar más barrios y ensanchar la ciudad. En 1924 el primer Gobierno de la Dictadura de Primo de Rivera aprobó el Estatuto Municipal, dando la capacidad a los municipios para la construcción de ferrocarriles, obras de ensanche, urbanización, saneamiento, municipalización de servicios y creación de nuevos impuestos.

De 1923 a 1929 después de la postguerra, el país tuvo una etapa de bienestar económico. Durante la Dictadura se construyeron muchos barrios obreros. Paralelamente, empezaron unas construcciones de ciudades jardín en la parte norte de la ciudad, siendo conectadas a la ciudad por un tranvía que atravesaba la huerta. En 1930 la ciudad de Alicante tenía una población de 73071 habitantes (Poveda, 2019).

Durante la Guerra Civil, como una de las últimas ciudades del bando republicano llegó a tener 60000 refugiados, 2223 reclutas y soldados y 3082 prisioneros. En la década de 1940 en la ciudad el sector terciario fue la principal actividad comercial donde por la falta de hombres jóvenes, se empezó a contratar mujeres (Moreno Roque and Quiñonero Fernando, 198AD).

Las superficies cultivadas se reducen después de la segunda guerra mundial. La actividad agrícola se limitaba, por lo general, a las proximidades de los núcleos urbanos. Debido a esto, algunas parcelas, aunque tienen buenas condiciones para la agricultura, son abandonadas por la lejanía a los núcleos.

En 1970 el turismo empieza a ser una fuente importante de ingresos, por lo que en los cultivos con menor rentabilidad y en los espacios forestales se empieza a construir. En los años ochenta, el uso turístico-residencial afectó fundamentalmente a los municipios litorales, creando, en muchas ocasiones zonas más tranquilas en áreas más interiores, como es el caso de la huerta de Alicante prácticamente desaparecida (Hernández Hernández, 1997).

1.2. Importancia de las inundaciones

Las inundaciones son procesos naturales que realizan cambios de forma anual en los ecosistemas, manteniendo en el tiempo la biodiversidad y la productividad biológica de la zona. Debido a esto existe un gran intercambio de materia orgánica entre los ríos, las planicies de inundación y otros cuerpos de agua, creando hábitats que están relacionados entre sí debido a este transporte (Montoya et al., 2011)

Una de las civilizaciones más antiguas, el Antiguo Egipto, basaba sus actividades económicas, la religión, la política y la vida en general en las crecidas del Río Nilo que aportaban nutrientes a las tierras cultivables y al descender su caudal los campos eran fértiles (Muñoz Santos, 2015).

Por lo tanto, la afirmación de que las inundaciones son catastróficas es así porque solo se valoran los daños. Los medios de comunicación solo dan información de lo malo que ha traído una inundación, pero no de los beneficios. Cuando se inunda una zona inundable y esto causa daños hay una gran parte de negligencia.

Esta falsa percepción del miedo provoca que su gestión dificulte en mayor medida la gestión de las aguas y de las zonas que están afectadas por inundaciones (Ojeda, 2020).

1.3. Impacto de las inundaciones

Las inundaciones tienen un impacto muy variado, pudiéndose clasificar en 4 tipos de daños: 1) directo y tangible, como el daño a edificios o infraestructuras; 2) directo pero intangible, como pérdida de vidas o dañando los ecosistemas; 3) indirecto y tangible, como los costes en términos de tráfico o las pérdidas de producción de empresas externas al área inundada; o 4)

indirectos e intangibles, como sería la pérdida de confianza en las autoridades o gobernantes (Merz et al., 2010).

Pero también existen factores relacionados con la vulnerabilidad, factores tan básicos como la profundidad de la inundación, la velocidad del agua o la duración de esta. Además de otros factores a considerar como la frecuencia en la que se sufren, época en la que ocurre y la composición del agua, concretamente la contaminación o los sedimentos que transportan.

Las confederaciones hidrográficas trabajan para reducir estos impactos, pero tienen un coste muy elevado: en la Confederación Hidrográfica del Júcar hay un presupuesto de 74,5 millones de euros para tomar todas las medidas necesarias, entre ellas la recuperación, con un presupuesto de 12 millones de euros, el 16% del presupuesto total (García-López, Montaña and Melgarejo J, 2020).

1.4. Infraestructuras verdes

El 30 de septiembre de 1997 se desarrolló el Plan de Inundaciones de Alicante con un presupuesto de 103 millones de euros, en colaboración con la Confederación Hidrográfica del Júcar. El plan consiste en unas construcciones de infraestructuras hidráulicas para evitar los efectos con una fuerte intensidad horaria o torrencial. El plan señala dos tipos de actuaciones: las obras emergencia, que son aquellas obras de gran importancia basadas en el encauzamiento de barrancos y sus adyacentes, y por otro lado las obras secundarias.

La suma de todas estas actuaciones, sirven para crear las barreras necesarias para desviar y conducir las aguas del entorno adyacente al urbano, para que la ciudad no se vea afectada por las aguas.

Lo primero en realizarse, desde 1997 a 2001, fueron las obras centradas en consolidar los principales puntos de drenaje de la ciudad, levantando algunas de las principales avenidas para dotar de mayor capacidad a los colectores obsoletos. Lo siguiente fueron las que cerraban el ciclo de las aguas y el encauzamiento de barrancos, todo ello realizado entre 2001-2005. En esta época Aguas Municipalizadas de Alicante Empresa Mixta (AMAEM), realizó obras de renovación del alcantarillado.

Dentro del Plan Especial de Inversiones de Agua Municipalizadas (2006-2016), se han realizado numerosas mejoras en obras hidráulicas. Dentro de estas obras se incluyen el depósito anticontaminación José Manuel Obrero en el barrio de San Gabriel, la construcción del Parque de La Marjal en San Juan, o la red de alcantarillado del puerto. También se realizan inversiones

para la mejora y ampliación del telemando de alcantarillado para mejorar la gestión de drenaje urbano.

El depósito anticontaminación José Manuel Obrero tiene una carga de almacenamiento de 60.000 m³, básicamente 20 piscinas olímpicas. Este depósito se encuentra situado debajo del Polideportivo Juan Antonio Samaranch, reduciendo los vertidos de la red de alcantarillado al barranco de las Ovejas.

El Parque Inundable de la Marjal, aparte de cumplir su papel que es evitar las inundaciones también cumple una gran función social y medioambiental, ya que el parque es un lugar de esparcimiento para los ciudadanos, constituye una zona verde con especies vegetales y fauna, es un lugar agradable para visitarlo y un paisaje singular (Oliva Cañizares, 2019).



2. Justificación y objetivos

La zona del sudeste español históricamente siempre ha tenido problemas tanto con las sequías como con las lluvias torrenciales que en muchas ocasiones producen graves inundaciones. La evolución demográfica que ha sufrido la ciudad de Alicante desde principios del Siglo XIX, siendo más significativa en los últimos años, y los cambios en la economía, pasando de una economía basada mayormente en el autoconsumo a una economía más industrial y de grandes superficies, provoca importantes cambios en la evolución de los usos de suelo, reduciéndose la extensión de usos con una menor rentabilidad, para aumentar los usos de superficies con un elevado valor económico.

Uno de los principales usos que ha tenido una gran expansión ha sido el uso para zonas urbanas, tanto industrias, como viviendas o zonas de ocio.

En muchos casos, no se ha tenido en cuenta los posibles riesgos naturales que se tiene al construir en las zonas, como puede ser el riesgo para sufrir inundaciones. Debido a que en ocasiones se construye en zonas que pueden sufrir daños son necesarias infraestructuras para mitigar los efectos.

- El objetivo de este trabajo es analizar la evolución temporal del sellado del suelo en el área metropolitana de la ciudad de Alicante, motivada por la expansión de zonas urbanas, con especial énfasis en la posible ocupación de zonas susceptibles de inundación. De este enfoque se plantean tres objetivos específicos, siendo estos los siguientes: Analizar los cambios de usos del suelo en el área metropolitana de la ciudad de Alicante en el periodo 1990-2018, evaluando el sellado del suelo como consecuencia de la expansión de zonas urbanas.
- Evaluar la posible ocupación de áreas susceptibles de inundación como consecuencia de los procesos de expansión de zonas urbanas.
- Realizar un inventario de infraestructuras para el control de inundaciones en el área metropolitana de la ciudad de Alicante, con especial énfasis en infraestructuras verdes.

En este trabajo se emplearán Sistemas de Información Geográfica (SIG), para analizar diversa cartografía temática, extraer información estadística y generar un inventario de infraestructuras para el control de inundaciones.

3. Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra ubicada en el entorno del área metropolitana de la ciudad de Alicante, provincia de Alicante (Figura 2). La delimitación del área de estudio se basa en un conjunto de cuencas hidrográficas, tanto de ríos como de barrancos, cuyas aguas son vertidas al mar Mediterráneo a lo largo de la franja costera que va desde el Barranco de la Ovejas (sur de Alicante) hasta las urbanizaciones de Cala d'Or (norte del Campello). Comprende un área de 957,6 km².

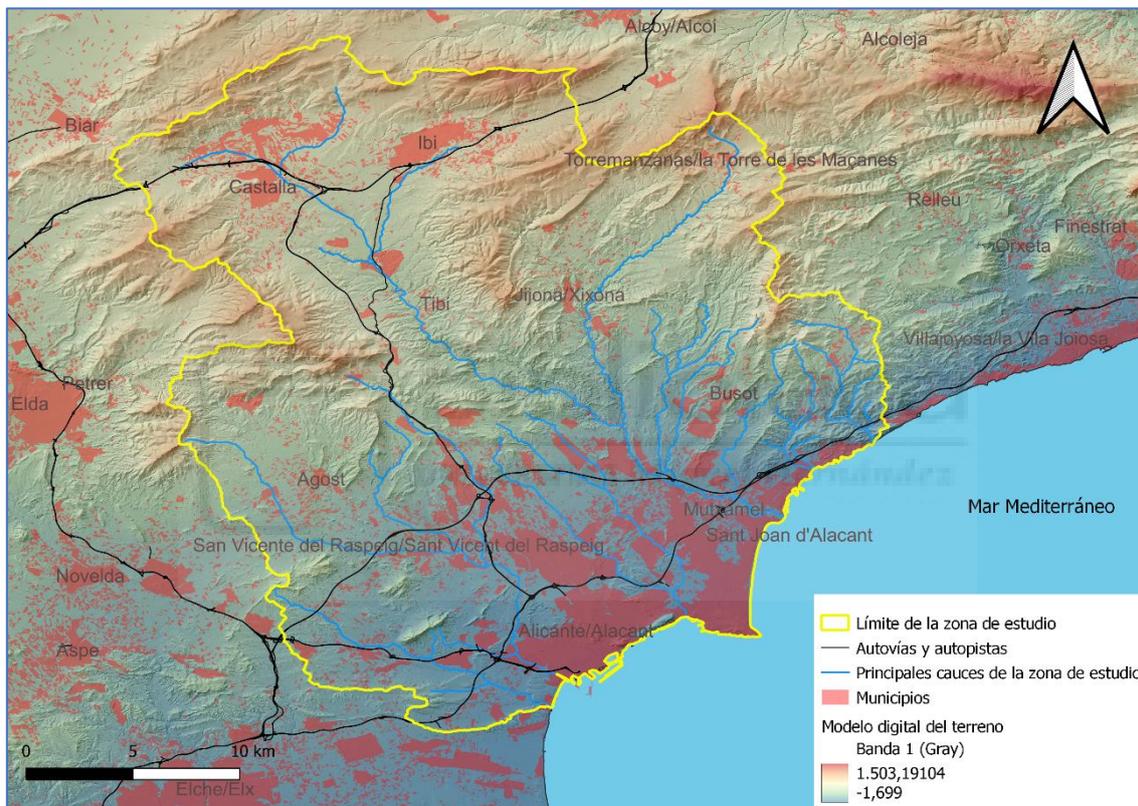


Figura 2. Mapa de la zona de estudio, donde se ve en amarillo el límite, en negro las autopistas y autopistas, en azul los principales cauces de la zona de estudio y en rojo los municipios

La población de los distintos municipios (Figura 3) que conforman la zona de estudio ha sufrido un aumento prácticamente constante de su población en los últimos años, siendo la ciudad de Alicante el municipio que ha tenido un cambio más notorio, aumentando su población en casi 55.000 habitantes desde el año 2000 hasta el año 2018. Los otros municipios que forman el área metropolitana de Alicante (San Vicente del Raspeig, Sant Joan d'Alacant, Campello y Mutxamel) son, después de la capital, los que más han crecido.

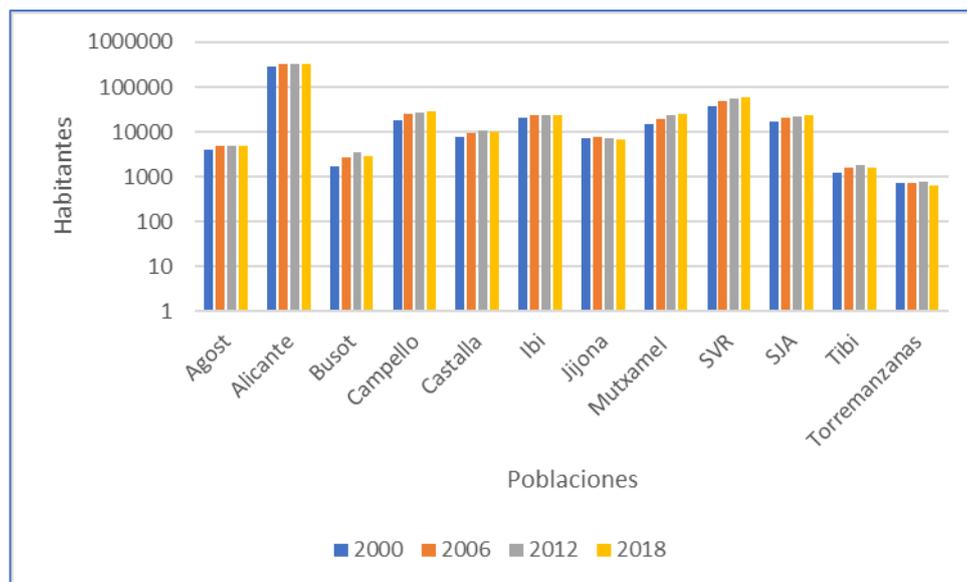


Figura 3. Habitantes en escala logarítmica en base 10 de los municipios situados en la zona de estudio, donde el color azul pertenece al año 2000, el naranja al 2006, el gris al 2012 y el amarillo al 2018. Las siglas “SVR” son de San Vicente del Raspeig y “SJA” al municipio de Sant Joan d’Alacant Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

3.1. Cartografía de usos del suelo.

Para conocer cómo han evolucionado los usos del suelo en la zona de estudio con el pasar de los años, se ha obtenido desde Copernicus, el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, ofreciendo servicios de información basados en datos de observación de la Tierra por satélite y datos in situ, siendo la Comisión Europea la encargada de coordinar y gestionar el programa (Copernicus Europe’s eye on Earth, 2022). Descargando los mapas Corine Land Cover de los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018, los cuales consisten en un inventario del suelo en 44 clases, de las cuales 28 están presentes en la zona de estudio (Tabla 1).

Los códigos del inventario están formados por tres números, los cuales nos indican el uso del suelo a distintos niveles de precisión, el primer número es el que nos indica el nivel 1, el cual está formado por 5 categorías distintas. El segundo número, el que se refiere al nivel 2, da una información más concreta sobre el uso del suelo, siendo una división de los niveles 1. El nivel 3, el cual se nos informa con el tercer número, al ser una subdivisión del nivel 2. Así por ejemplo el código 243, a nivel 1, al ser su primer número el 2 significa que es una zona agrícola, en el nivel 2, al tener los dígitos 24, nos indica que es un área agrícola heterogénea y por último a nivel 3, 243 significa que son terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural.

Para poder conocer en la zona de estudio, la evolución temporal de los usos del suelo se ha realizado, para cada uno de los años, un recorte con la superficie del área de estudio.

Tabla 1. Código y usos del suelo, según la leyenda de Corine Land Cover en la zona de estudio.

Código	Uso del suelo
111	Tejido urbano continuo
112	Tejido urbano discontinuo
121	Zonas industriales o comerciales
122	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
123	Zonas portuarias
131	Zonas de extracción minera
132	Escombreras y vertederos
133	Zonas en construcción
141	Zonas verdes urbanas
142	Instalaciones deportivas y recreativas
211	Tierras de labor en secano
212	Terrenos regados permanentemente
221	Viñedos
222	Frutales
223	Olivares
231	Praderas
242	Mosaico de cultivos
243	Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural
311	Bosques de frondosas
312	Bosque de coníferas
313	Bosque mixto
321	Pastizales naturales
323	Landas y matorrales
324	Matorral boscoso de transición
332	Roquedo
333	Espacios con vegetación escasa
512	Láminas de agua
523	Mares y océanos

3.2. Cartografía de riesgo de inundación.

El Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial Sobre Prevención del Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), ha realizado cartografías que informan sobre las inundaciones en la Comunidad Valenciana. De esta base de datos se ha obtenido el mapa de riesgo de inundaciones, el cual está categorizado en 5 niveles de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).

Para poder obtener información de los distintos niveles de riesgo en la zona de estudio, se ha realizado un recorte del mapa de riesgo de inundaciones con la superficie de estudio, obteniendo así las localizaciones de todos los niveles de riesgo existentes.

A continuación, para conocer los usos del suelo en las zonas con riesgo, se han cruzado los datos del mapa de riesgo de inundaciones del PATRICOVA con los usos del suelo del Corine Land Cover de los 5 años, Con los cuales se ha obtenido la superficie ocupada por cada uno de los usos del suelo en cada nivel de riesgo, desde 1990 a 2018.

3.3. Cartografía auxiliar

Se ha utilizado diversa cartografía auxiliar obtenidas de repositorios institucionales para la realización de este trabajo. A continuación, se aportan detalles adicionales de la misma.

Modelo digital del terreno

Del Centro de Descargas del Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica, se han obtenido modelos digitales del terreno, 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m., de la zona de estudio. Combinándolos posteriormente para crear una capa única.

Para obtener más información de este, se ha realizado un análisis de pendiente, para conocer la pendiente de la orografía, un análisis de aspecto para así conocer mejor la orientación del terreno, y un mapa de sombras para obtener una mejor visualización de las elevaciones.

Autovías y autopistas

Del Centro de Descargas del Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica, se ha obtenido el catálogo de carreteras de la provincia de Alicante. Haciendo un recorte de la zona de estudio, seleccionando a continuación autovías y autopistas

Principales cauces fluviales

Nuevamente del Centro de Descargas del Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica, se ha descargado el fichero de la Confederación Hidrográfica del Júcar, perteneciendo la zona de estudio a este, del cual se ha obtenido todos los caudales. Para representarlo en la zona de estudio, se ha realizado un recorte y una posterior selección de los principales cauces.

Infraestructuras para el control de inundaciones

Facilitada por Carlos Medina García, jefe de Servicio de Infraestructuras, Mantenimiento y Servicios se ha obtenido un plano con los colectores del Municipio de San Vicente del Raspeig, y mediante Plan de Actuación Municipal ante el Riesgo de Inundaciones del Ayuntamiento de ALICANTE de 2019, se han obtenido los colectores del municipio y las ubicaciones del Barranco de las Ovejas y del Barranco de la Albufereta.

Con esta información y las ubicaciones del Parque Inundable de la Marjal y el Tanque Anticontaminaciones José Manuel Obrero, se ha realizado un mapa para conocer donde se localizan estas infraestructuras, cuya función es mitigar los daños de las inundaciones.



4. Resultados

En este apartado de resultado se muestra en primer lugar la evolución de los usos del suelo, para posteriormente relacionarla con el riesgo de inundación en el área de estudio. Finalmente se muestran las infraestructuras de control de inundaciones que han podido inventariarse, prestando especial atención a las infraestructuras verdes que paulatinamente se están implementando.

4.1. Evolución de los usos del suelo

A nivel nacional ha existido una gran expansión de las superficies urbanas, industriales, comerciales o de infraestructura, que ejercen gran presión sobre los usos tradicionales del territorio. España, Portugal e Irlanda son los países donde esto ha sido más destacado, ocurriendo en las últimas décadas un crecimiento del 1,9% al año (Fernández D and Corbelle E, 2017), siendo muy notorios los cambios en las zonas urbanas de la zona de estudio.

En la zona de estudio, durante 1990 (Figura 4), existía una gran superficie con colores amarillentos, la cual a nivel 1, se refiere a zonas agrícolas, observando la presencia de zonas con tonos rojos, siendo a nivel 1, zonas urbanas, coincidiendo con los principales núcleos de población y algunas zonas más distantes, pero con suelo urbanizado. En 2018 (Figura 5), último año del cual se tiene información, vemos cómo las áreas agrícolas, representadas con colores amarillentos, han reducido su extensión, pero las zonas rojas, zonas urbanas, y las partes con tonos verdes que pertenecen a bosque y áreas seminaturales, tienen en este año una mayor extensión.

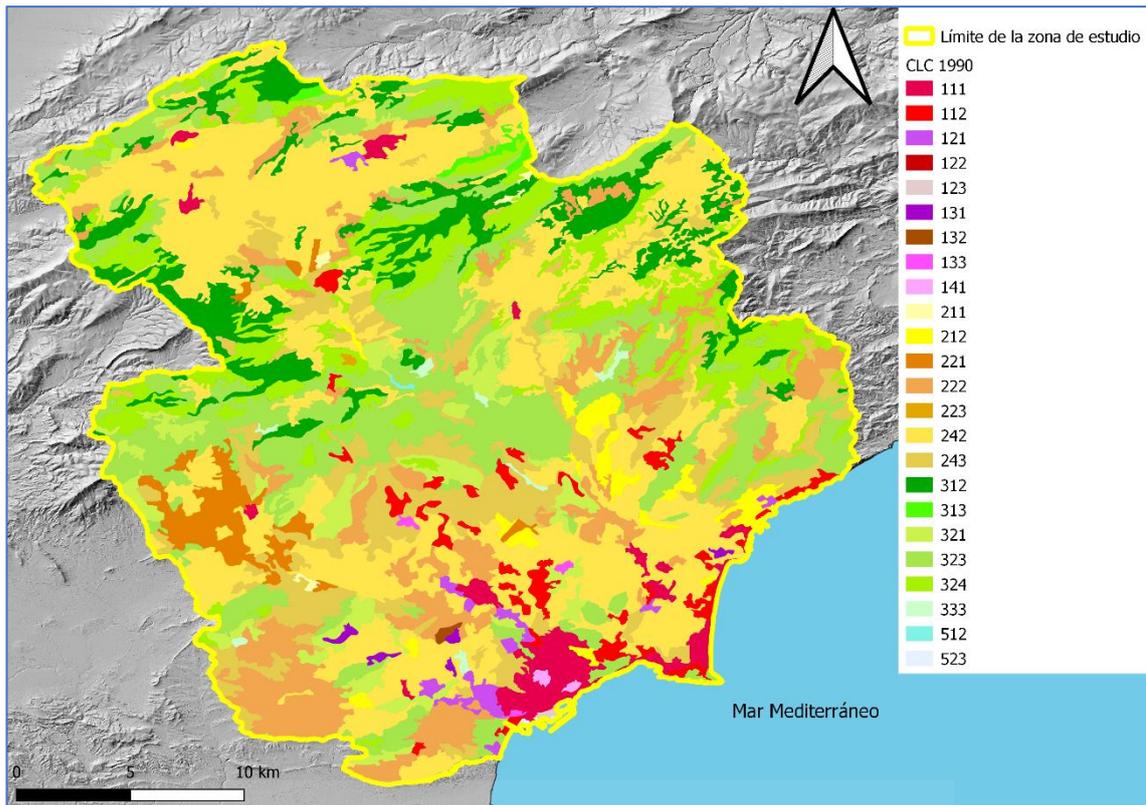


Figura 4. Cartografía del Corine Land Cover en la zona de estudio durante 1990. Siendo de color amarillo el límite de la zona de estudio, y los distintos colores siguiendo la leyenda del Corine Land Cover, explicada en la tabla 1.

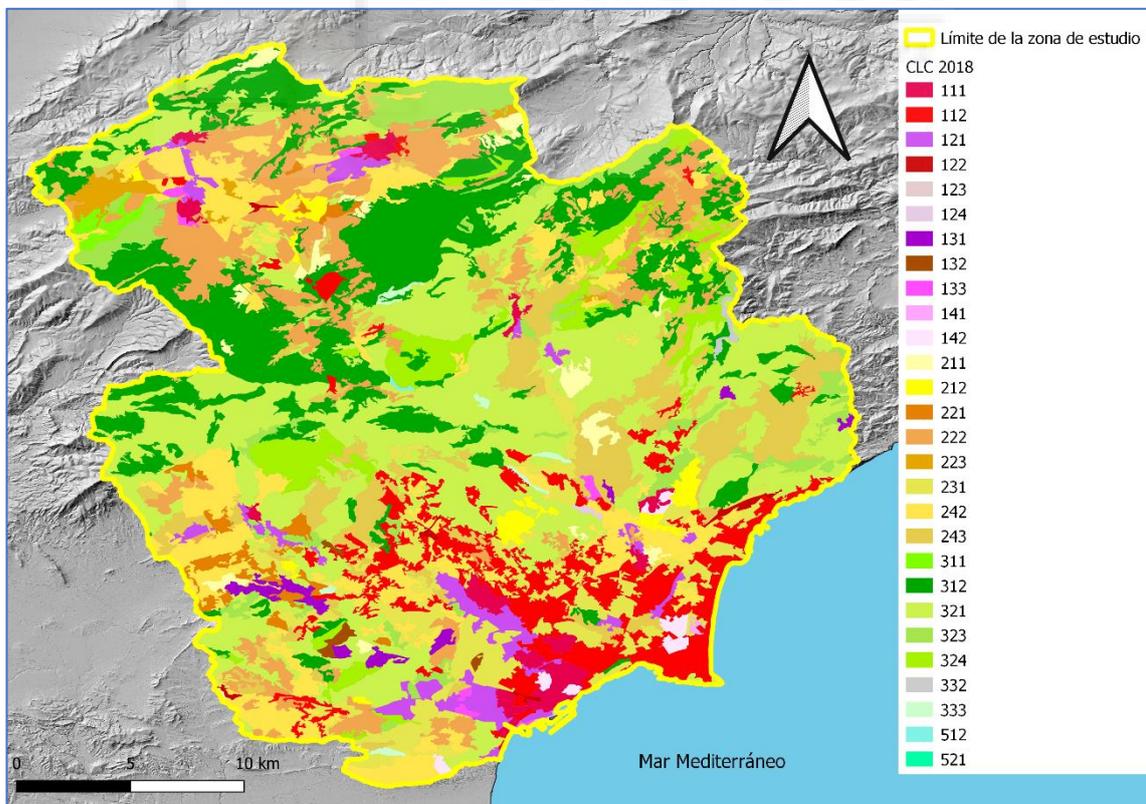


Figura 5 Cartografía del Corine Land Cover en la zona de estudio durante 2018. Siendo de color amarillo el límite de la zona de estudio, y los distintos colores siguiendo la leyenda del Corine Land Cover, explicada en la tabla 1.

Al observar las hectáreas ocupadas, por cada uso en cada año (Figura 6), existe un aumento en las superficies artificiales, pasando de 5686,2ha en 1990 a 12534,4ha en 2018, lo que significa un aumento de 6848,2ha. En las zonas agrícolas, en 1990 había una extensión de 50494.2 ha y en 2018 35414,4ha perdiendo una superficie de 15079,4ha, siendo más que evidente la pérdida de superficie sufrida. Estos usos del suelo están muy relacionados porque generalmente las áreas agrícolas son urbanizadas y pasan a ser catalogadas como zonas urbanas. Estos dos usos del suelo tienen un cambio más acelerado en los primeros años, esto es debido al momento conocido como “boom inmobiliario”, siendo este un período comprendido entre 1997 y 2005, donde los precios de las viviendas aumentaban a una gran velocidad, siendo las viviendas consideradas un activo refugio, por lo que comenzó un gran aumento de la urbanización, debido al elevado valor económico que alcanzaban. Posteriormente se observa estancamiento a partir de 2006, debido a que en este año empezase una recesión muy importante y en 2008 empezase una fuerte crisis, donde se desplomaron los precios de la vivienda dejando de ser una inversión tan rentable, y en muchos casos imposible de pagar, ya que los bancos dejaron de dar créditos para la compra de las casas, por ello muchas de las casas perdieron gran parte del valor que tenían, siendo mayor el préstamo que el propio valor de las viviendas (Bernardos G, 2009).

En lo referente a los bosques y áreas seminaturales podemos observar que en 2006 existe un incremento de la superficie, pero que en 2012 desciende levemente, pero siendo notoriamente superior a la del año 2000. En el primer año del estudio abarcaban unas superficies de 39442,5ha y al final 47763,6ha, aumentando 8321,1ha. Esto no solo ha ocurrido en la zona de estudio, si no a nivel global. Existe un incremento del 7,1% desde 1982 a 2016, siendo este incremento generalmente en el hemisferio norte, el hemisferio sur está sufriendo el caso contrario. Esta diferencia en el hemisferio norte, que en Europa ha sido un aumento del 35%, es debido generalmente a 3 motivos: el primero es la reforestación de una gran superficie del terreno, para aumentar las extensiones misma de estos, el abandono tierras de cultivo donde han pasado a catalogarse como zonas con vegetación de pequeño tamaño y, por último, debido al retroceso de las zonas más frías, permitiendo la proliferación de especies vegetales (Song et al., 2018).

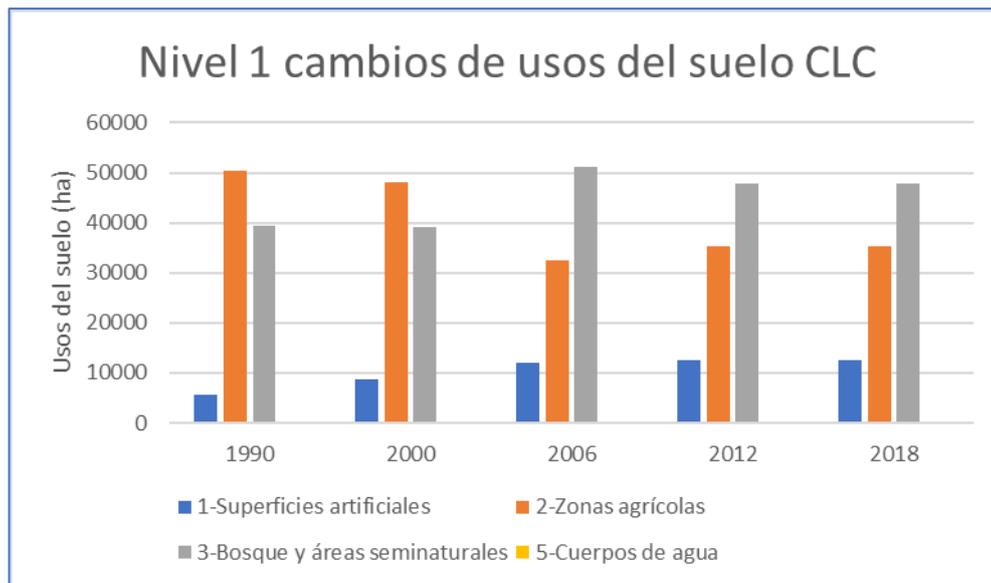


Figura 6. Evolución de los cambios del suelo, en el nivel 1 del Corine Land Cover en los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018. Siendo de color azul las superficies artificiales, de color naranja las zonas agrícolas, de color gris los bosques y las áreas seminaturales.

Concretando más en los usos del suelo, para poder obtener información más específica sobre los usos del suelo, es necesario usar las categorías del nivel 2 del Corine Land Cover. Para la clasificación de superficies artificiales, que se divide en otras 4 categorías (Figura 7), existe un aumento de la superficie hasta el 2006, donde a continuación ha sufrido un estancamiento, debido al “boom inmobiliario” y la posterior crisis. Al fijarse más en la categoría de tejido urbano, es el que más ha aumentado prácticamente duplicando su superficie en tan solo 28 años pasando de 4390ha a 8397,3ha. El aumento en unidades industriales, comerciales y de transporte y las minas, vertederos y sitios de construcción y las áreas artificiales con vegetación no agrícola, está relacionado directamente con el aumento del tejido urbano, ya que al crecer el tamaño de las poblaciones son necesarios más servicios para abastecer a la población y que tengan una mejor calidad de vida, teniendo un aumento total de 2840,8ha.

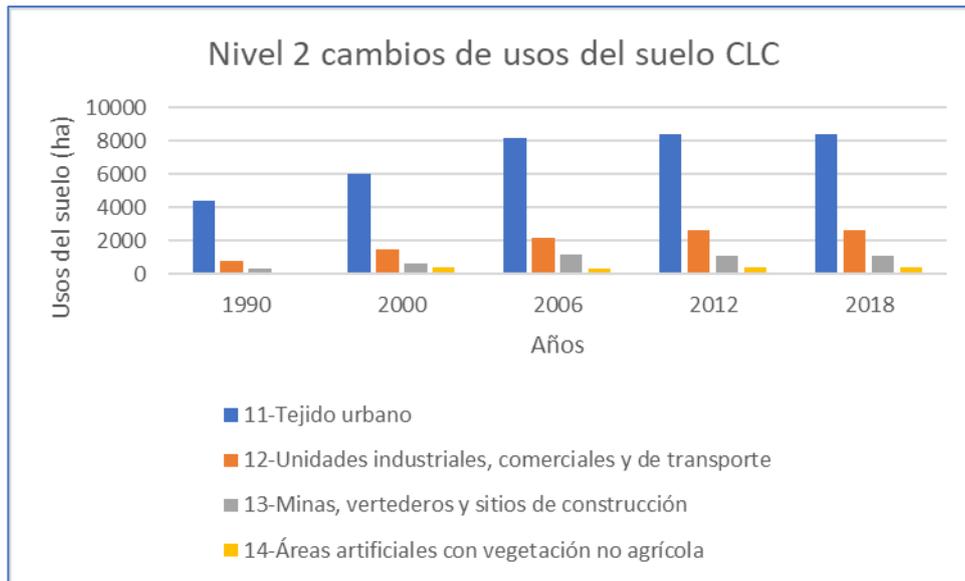


Figura 7. Evolución de la superficie en hectáreas de los usos suelo en la zona de estudio, en el nivel 2 del Corine Land Cover en los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018, concretamente en la clasificación 1-Superficies artificiales del nivel 1 del Corine Land Cover. Siendo de color azul el tejido urbano, de color naranja las unidades industriales, comerciales y de transporte, de color gris las minas, vertederos y sitios de construcción y de color amarillo, las áreas artificiales con vegetación no agrícola.

En las zonas agrícolas, dividiéndose en otras 4 categorías (Figura 8), el cambio más notorio son las áreas agrícolas heterogéneas, donde desde el año 1990 hasta el año 2006 existe un descenso en casi la mitad de su superficie, de 38008ha a 16238ha respectivamente, esto debido seguramente a la necesidad de espacio para urbanizar durante el “boom inmobiliario”. En las tierras cultivadas y en los cultivos permanentes no ha existido ningún cambio significativo, pero en los pastos se observa un aumento progresivo, ocasionado muy probablemente por la conversión de zonas de cultivo abandonadas en pastos, por la aparición de flora al no ser labrada esa zona, los cuales tenían una superficie de 0ha en 1990, aumentando a 4072,4 ha en 2006 y con una superficie final de 5446,7ha en 2018.

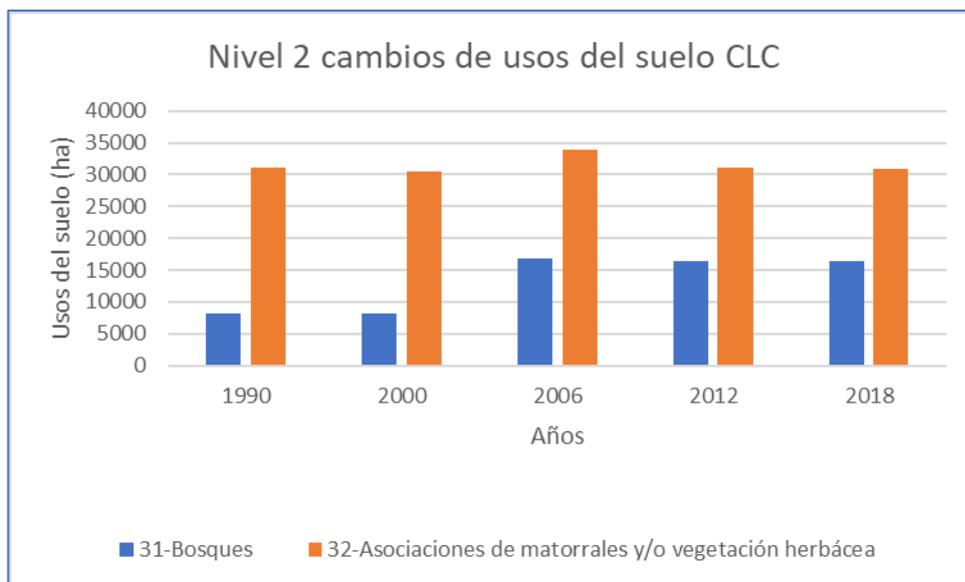


Figura 8. Evolución de la superficie en hectáreas de los usos suelo en la zona de estudio, en el nivel 2 del Corine Land Cover en los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018, concretamente en la clasificación 2-Zonas Agrícolas del nivel 1 del Corine Land Cover. Siendo de color azul las tierras cultivables, de color naranja los cultivos permanentes, de color gris los pastos y de color amarillo, las áreas agrícolas heterogéneas.

Para los bosques y áreas seminaturales, el cual tiene tres subcategorizaciones (Figura 9), el cambio que más se aprecia es el aumento de los bosques, la superficie en 1990 era de 8129,0ha y de 16381,2ha en 2018, debido seguramente a distintas reforestaciones realizadas para incrementar su superficie. En las asociaciones de matorrales y/o vegetación herbácea, la superficie, es generalmente estable, estando siempre cerca de las 30000 ha.

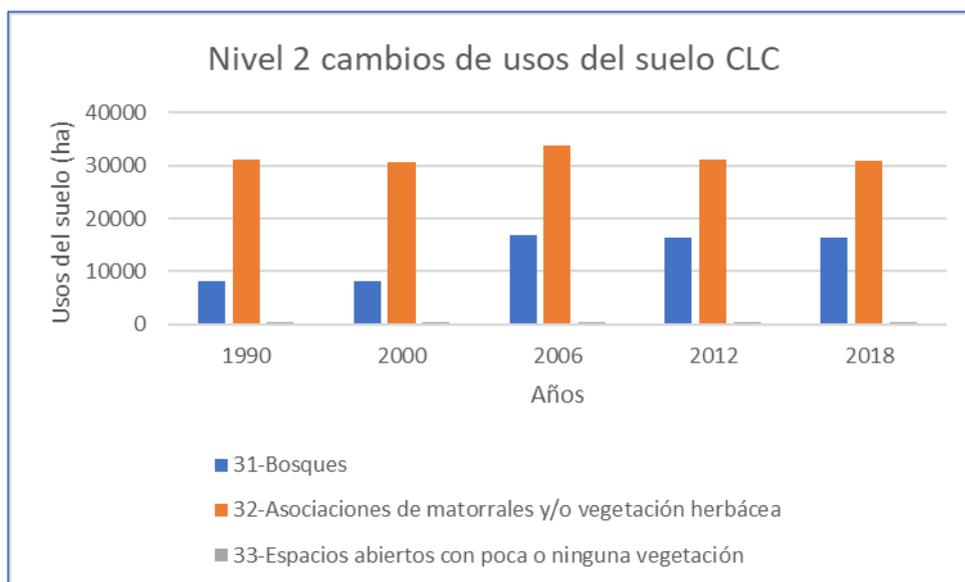


Figura 9. Evolución de la superficie en hectáreas de los usos suelo en la zona de estudio, en el nivel 2 del Corine Land Cover en los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018, concretamente en la clasificación 3-Bosques y las áreas seminaturales del

nivel 1 del Corine Land Cover. Siendo de color azul los bosques, de color naranja las asociaciones de matorrales y/o vegetación herbácea y de color gris los espacios abiertos con poca o ninguna vegetación.

4.2. Riesgo de inundaciones

Según el ACUERDO de 28 de enero de 2003, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), define zona de riesgo como aquella parte del territorio que tiene el mismo nivel de riesgo y se encuentra en la misma zona de inundación. El Riesgo de inundación como la mayor o menor peligrosidad de que una parte del territorio se vea inundada. El riesgo o peligrosidad se mide como combinación de la frecuencia o periodo de retorno con que se produzcan las inundaciones y de su magnitud. Y por zona de inundación se entiende que es aquella superficie inundable cuyos mecanismos de inundación son independientes del resto y se encuentra delimitada como tal en este Plan, en la cartografía oficial de la Generalitat. Todo ello sin perjuicio de las delimitaciones que pueda efectuar el Organismo de Cuenca correspondiente e, incluso, las que se puedan realizar a mayor escala en los Planes Generales municipales.

Para determinar el riesgo de inundación de cualquier punto de la Comunidad Valenciana se determina a partir de varios factores: lo reflejado en los Planes Generales de cada municipio, los estudios oficiales y Planes aprobados por la Generalitat o por un Organismo de Cuenca y los estudios de inundabilidad que se realicen al efecto. En caso de que existan contradicciones prevalecerá lo señalado en los desarrollados a mayor escala (menor denominador), siempre que los mismos se hubiesen realizado con similar nivel de rigurosidad (Conselleria de Obras Públicas, 2003).

En la zona de estudio, existen dos zonas donde se puede apreciar que existe un riesgo mayor (Figura 10). La primera pertenece a las entidades singulares de población, (áreas habitables del término municipal, habitada o excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro del mismo, y que es conocida por una denominación específica que la identifica sin posibilidad de confusión) (Instituto Nacional de Estadística, 2022), del Verdegás y la Cañada del Fenollar, área donde la Rambla del Rambuchar y la Rambla de l'Alabastre se unen con el Barranco de las Ovejas, ambas zonas son partidas rurales, con una población muy reducida. Por otra parte, la zona de la Playa de San Juan, es una zona muy urbanizada, que destaca por tener un gran atractivo turístico, siendo más notable en la época de verano.

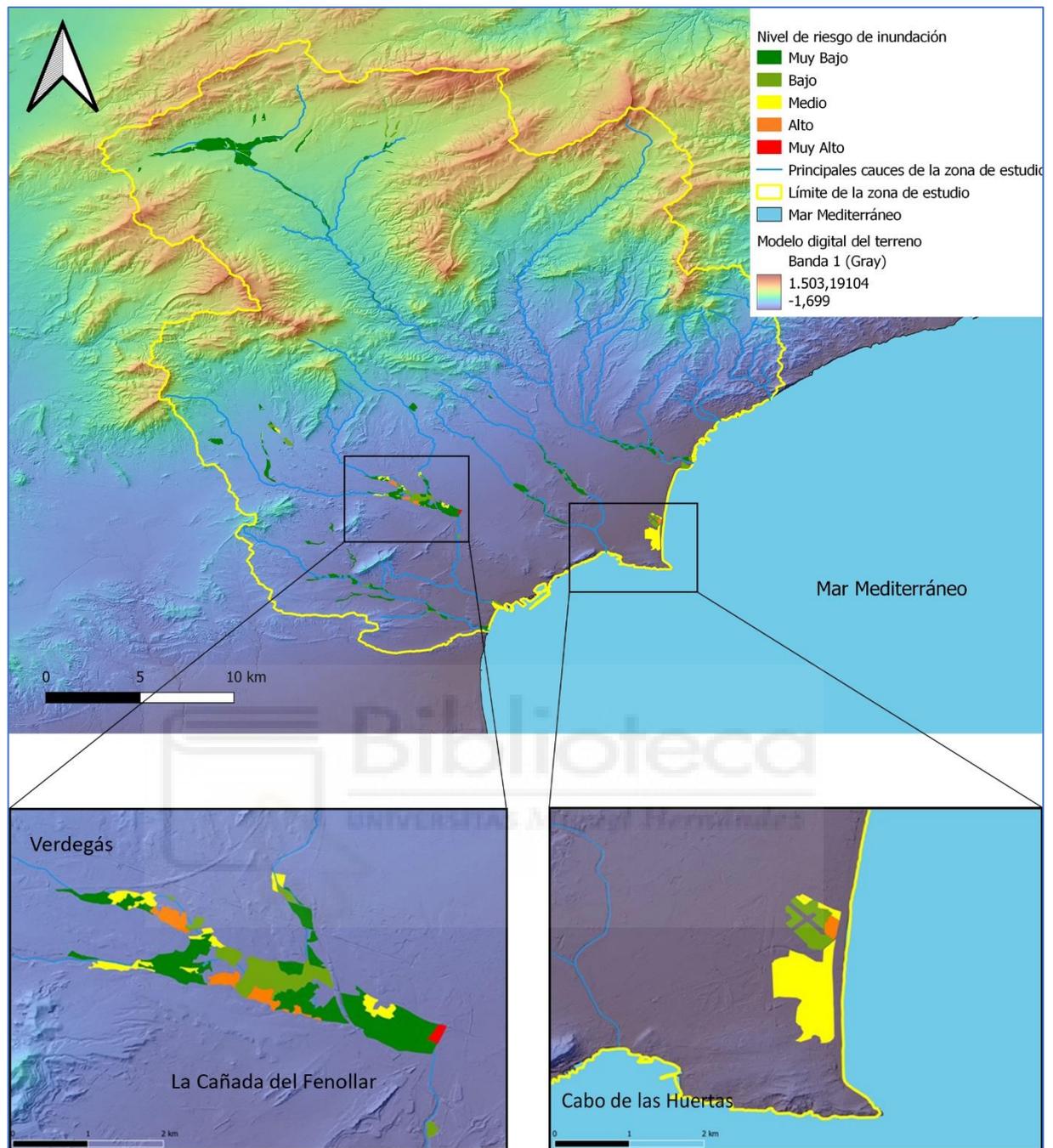


Figura 10. Zonas con las distintas catalogaciones de los niveles de riesgo de inundación en la zona de estudio. Siendo de color amarillo el límite de la zona de estudio, de color azul, los principales cauces en la zona de estudio, los riesgos están catalogados como muy bajo, verde oscuro, bajo verde claro, medio amarillo, naranja alto y rojo muy alto. La línea de color amarillo es el límite de la zona de estudio y las distintas líneas azules son los principales cauces de la zona de estudio. La imagen de la izquierda es una ampliación que pertenece a la zona del Verdegás-La Cañada del Fenollar, y la de la izquierda a la Playa de San Juan en Alicante.

Al aplicar la clasificación del PATRICOVA a la zona de estudio, se obtuvo el área que ocupa cada una de las clasificaciones del riesgo, existiendo una superficie de 1431,47 hectáreas que tengan algún nivel de riesgo de inundación. Descendiendo las superficies de cada nivel conforme aumenta el riesgo (Tabla 2).

Tabla 2. Superficie en hectáreas y porcentaje de la superficie total que ocupa cada una de las clasificaciones de riesgo del PATRICOVA.

Riesgo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Muy Bajo	1066,2	74,5
Bajo	171,1	12,0
Medio	149,5	10,4
Alto	37,5	2,6
Muy Alto	7,1	0,5

Al cruzar los datos de las zonas con riesgo y sus distintos niveles, con los usos del suelo, apreciándose como en 1990 (Figura 11), la categoría de superficies artificiales tiene riesgo en todos los niveles, siendo el riesgo medio el punto donde existe una superficie mayor, con 104,76 hectáreas ocupadas, prácticamente triplicando la superficie del siguiente, riesgo muy bajo, con 38,57 ha. Con las zonas agrícolas se ve que, en el riesgo muy bajo, existe una superficie que destaca sobre las demás, con 1004,35 ha un 70,17% de todas las zonas con algún nivel de riesgo. En relación con los bosques y áreas seminaturales, existe una muy pequeña superficie en riesgo muy bajo, y una superficie ínfima en riesgo bajo con solo 1,5ha, en los siguientes tres riesgos la superficie es igual o muy cercana a 0. Las zonas agrícolas y los bosques y áreas seminaturales coinciden con el patrón de reducción de la superficie conforme aumenta el riesgo.

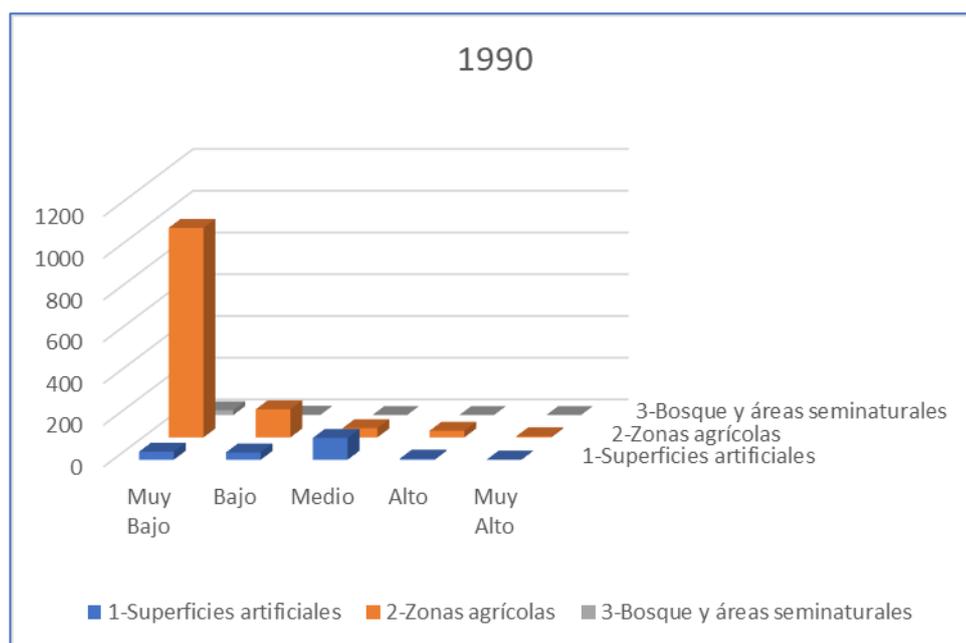


Figura 11. Relación de la superficie en hectáreas de los usos del suelo y riesgo de inundación en 1990. Estando en azul oscuro las superficies artificiales, en naranja las zonas agrícolas y en gris los bosques y áreas seminaturales

Durante 2018 (Figura 12), en la categoría de superficies artificiales, existe un riesgo en todos los niveles, pero el riesgo muy bajo y medio destacan entre los otros, teniendo una superficie de 179,04ha y de 146,77ha respectivamente, seguido del riesgo bajo con 79,62ha. Respecto a las zonas agrícolas se ve que en el riesgo muy bajo existe una superficie que es muy superior a las otras con 834,75ha, seguido del riesgo bajo con 91,37ha. Siendo este uso del suelo el único que sigue la forma de menor superficie conforme aumenta el riesgo. En los bosques y áreas seminaturales, solo existe superficie en riesgo muy bajo, en los otros riesgos, la superficie es igual o muy cercana a cero.

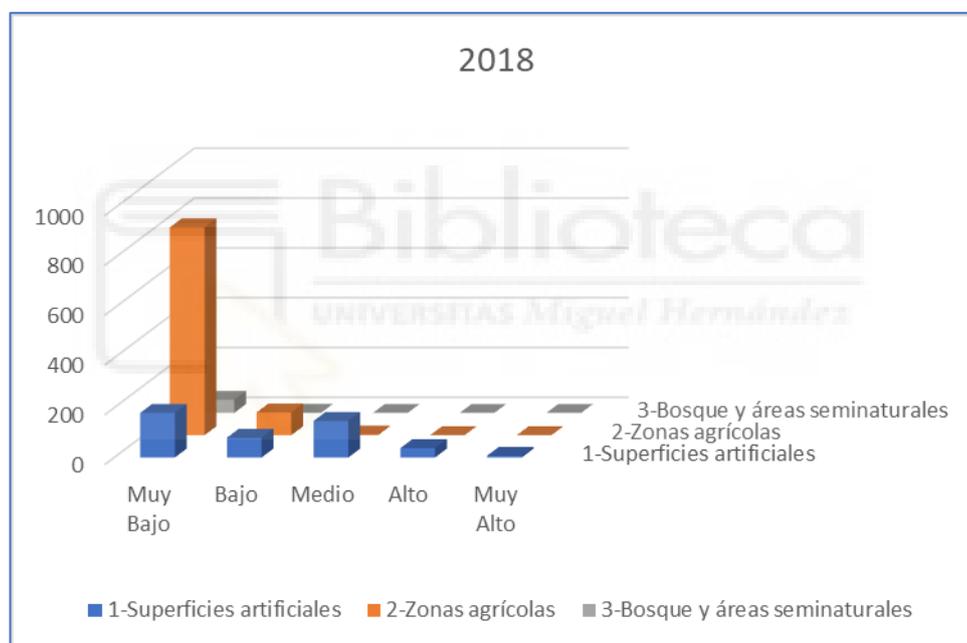


Figura 12. Relación de la superficie en hectáreas de los usos del suelo y riesgo de inundación en 2018. Estando en azul oscuro las superficies artificiales, en naranja las zonas agrícolas y, en gris los bosques y áreas seminaturales.

Al observar la evolución temporal, lo que más destaca es el descenso del riesgo muy bajo en zonas agrícolas y el aumento de este en superficies artificiales y en bosques y áreas seminaturales, coincidiendo con lo descrito anteriormente en la evolución de los usos del suelo. En los riesgos bajo y medio se ha reducido la superficie de zonas agrícolas y se ha aumentado la superficie de las superficies artificiales. En los riesgos alto y muy alto, ha ocurrido lo mismo, pero desapareciendo completamente estos de las zonas agrícolas y pasando sus superficies,

exclusivamente a las superficies artificiales, demostrando que se está construyendo en zonas donde existe un riesgo importante de inundaciones.

En los niveles de riesgo que presentan una mayor severidad, riesgo medio, riesgo alto y riesgo muy alto, se puede observar nuevamente la importancia del “boom inmobiliario” y la posterior crisis, existiendo un cambio brusco hasta el año 2006, coincidiendo con el momento más álgido del “boom”, casi desapareciendo las zonas agrícolas o incluso llegando a desaparecer totalmente. En el riesgo medio (Figura 13), ya existía una mayor superficie de 1-Superficies artificiales que de 2-Zonas agrícolas, pero en el intervalo de los años del 2000 al 2006, se ha exagerado aún más esta diferencia. En el riesgo alto (Figura 14), el cambio es continuo desde 1990, superando en el año 2000, la categorización de 1-Superficies artificiales a 2-Zonas agrícolas, estancándose estas a partir del año 2006. En el riesgo muy alto (Figura 15), todo lo catalogado como 2-Zonas agrícolas pasó a formar parte de 1-Superficies artificiales, en un intervalo de tiempo del 2000 al 2006, desapareciendo completamente 2-Zonas agrícolas.

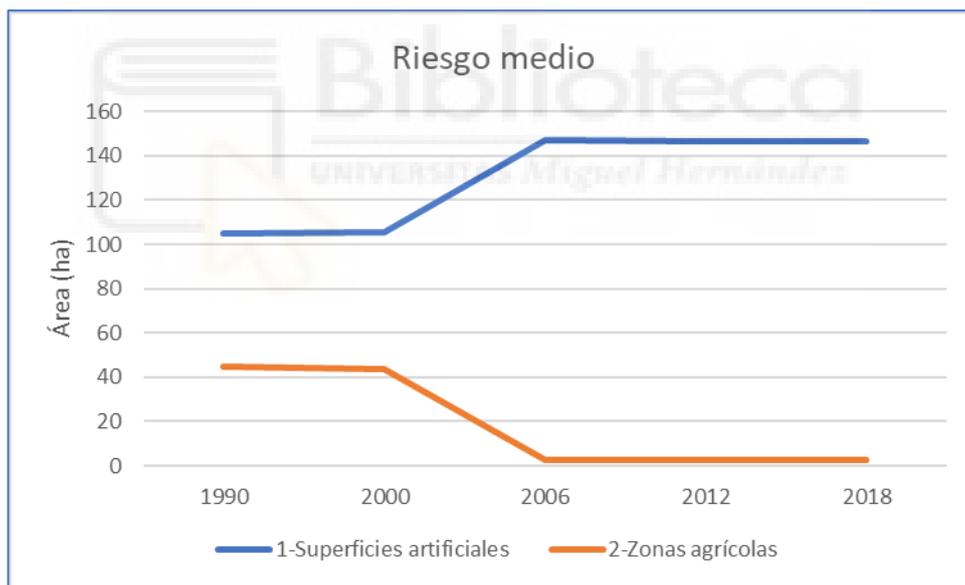


Figura 13. Evolución temporal de las superficies artificiales y las zonas agrícolas en hectáreas, catalogadas como riesgo medio. Estando de color azul las superficies artificiales y de color naranja las zonas agrícolas.

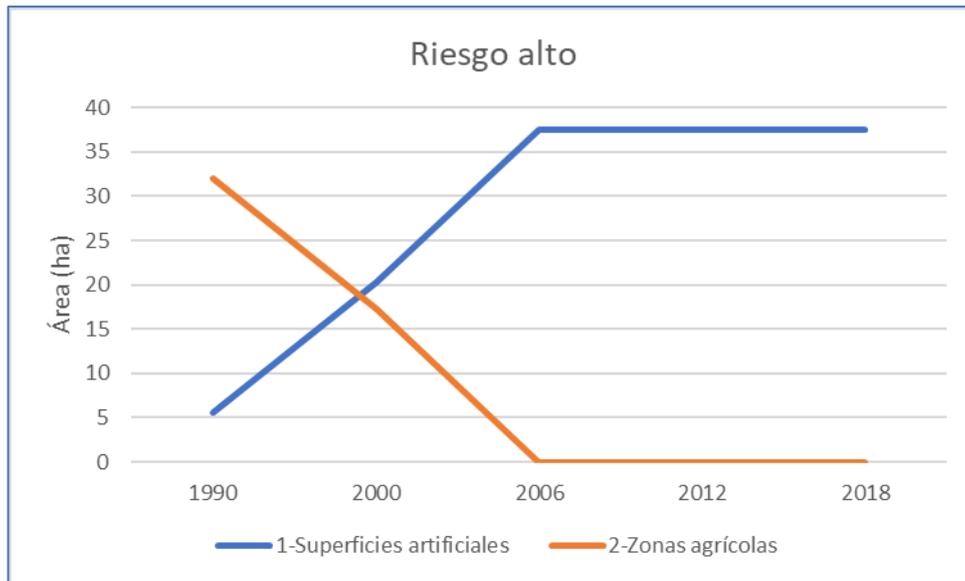


Figura 14. Evolución temporal de las superficies artificiales y las zonas agrícolas en hectáreas, catalogadas como riesgo alto. Estando de color azul las superficies artificiales y de color naranja las zonas agrícolas.

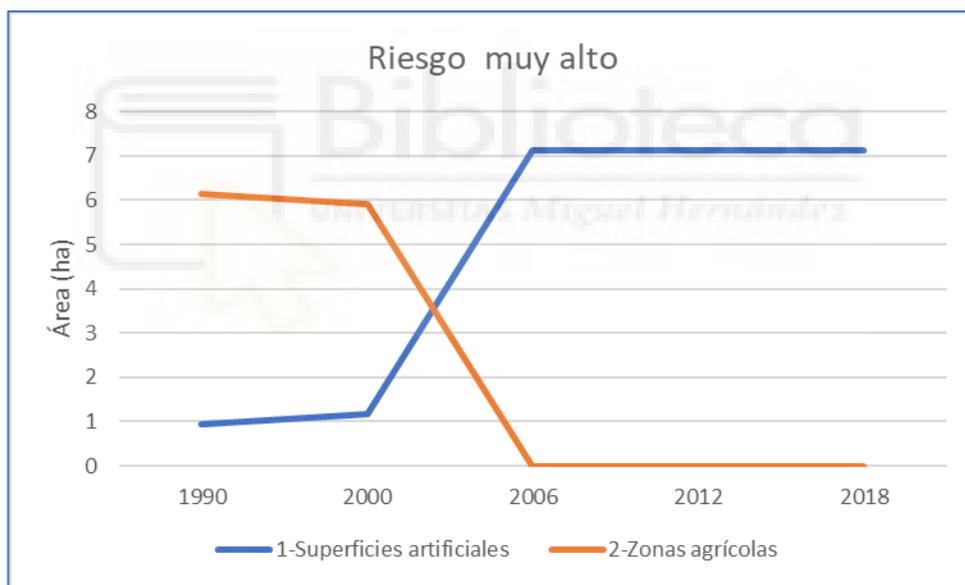


Figura 15. Evolución temporal de las superficies artificiales y las zonas agrícolas en hectáreas, catalogadas como riesgo muy alto. Estando de color azul las superficies artificiales y de color naranja las zonas agrícolas.

4.3. Infraestructuras de control de inundaciones

Existen un gran número de infraestructuras para mitigar el efecto de las inundaciones (Figura 16), generalmente estas se basan en el almacenamiento en espacios controlados para evitar que afecte a ciertas zonas, o en la idea de hacer que los cursos de agua lleguen de una manera más rápida y sin causar daños al mar, siendo este el motivo de construcción de colectores y barrancos.

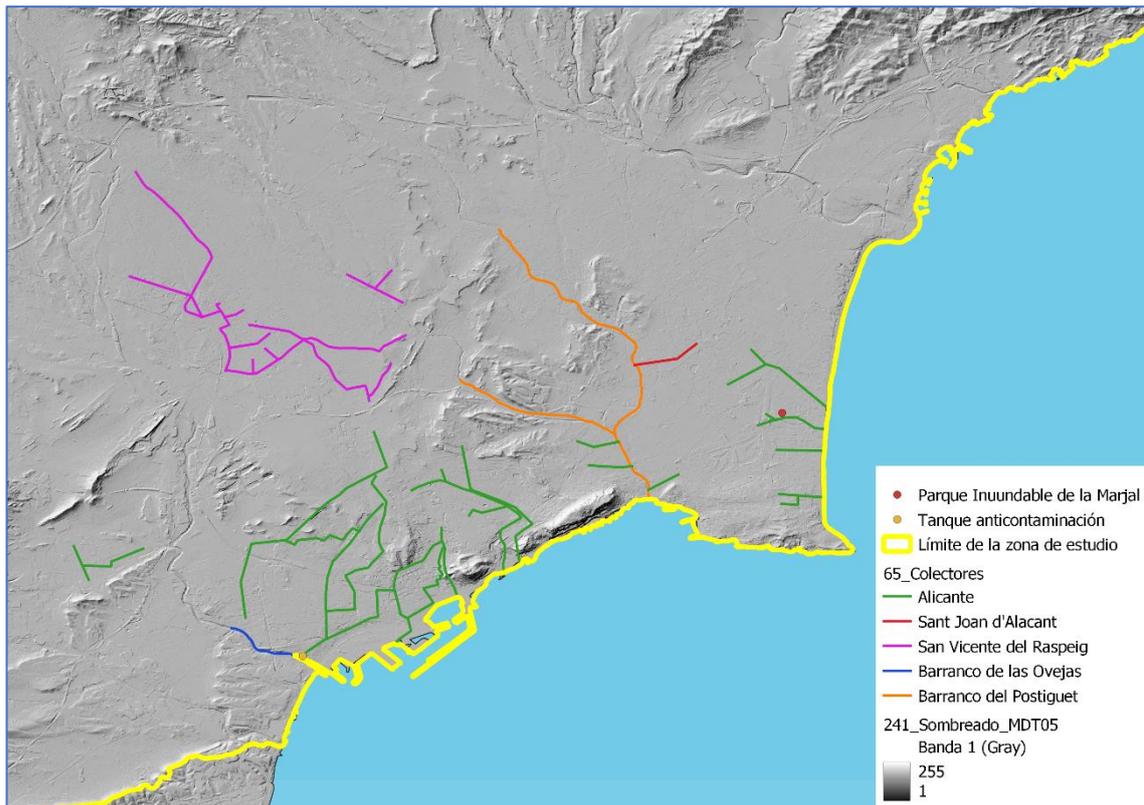


Figura 16. Infraestructuras para mitigar el efecto de las inundaciones, siendo el punto rojo el Parque Inundable de la Marjal, el Tanque anticontaminación José Manuel Obrero. Las líneas verdes los colectores de Alicante, la roja el colector de Sant Joan d'Alacant, la morada de San Vicente del Raspeig, la línea azul el barranco de las Ovejas y las líneas naranjas el barranco de la Albufereta.

4.3.1. Parque inundable de la Marjal

El litoral mediterráneo ha sido una de las zonas donde ha existido un mayor cambio socioeconómico y urbano en las últimas décadas. Para mitigar los problemas de inundación en la zona urbana de la Playa de San Juan, se construyó el Parque inundable de la Marjal, convirtiendo a la ciudad de Alicante en un referente en el modelo, gestión e iniciativas para mitigar el riesgo de inundación y el aprovechamiento de estas aguas.

El parque (Figura 17) cumple una gran función con su carácter de mitigación del riesgo de inundación, ya que dicho parque actúa como depósito de pluviales con una capacidad de almacenamiento total de 45.000 m³.

Junto a la construcción del parque se construyeron unos colectores para reducir las inundaciones en ese espacio urbano. El parque puede estar un máximo de 48 horas inundado, teniendo un rebosadero para evacuar el excedente, en caso de que fuese necesario, por escorrentía superficial hasta el mar.

En el caso de que las condiciones de la calidad del agua almacenada sean malas, o por algún otro motivo, existe la posibilidad de enviar el agua a la estación depuradora de aguas residuales del Monte Orgeia, que está localizada a unos 4 km, para su depuración y reutilización. Debido a la diferencia de altura el volumen de agua es enviada por una estación de bombeo.

Gracias a que el parque tiene una gran superficie de percolación, produce que el llenado del estanque se realice lentamente, reduciendo los riesgos. El parque tiene un sistema de aviso para la población por megafonía para en caso de que fuera necesario, comunicar las incidencias e incluso de la necesidad de abandonar la zona inundable en caso de peligro.

Desde su período de construcción el parque ha funcionado en muy pocas ocasiones. Almacenando en abril de 2015 3500m³, en octubre de 2016 3000m³ y en marzo de 2017, alcanzando su máximo con 15000m³, cerrando el parque sus puertas (Morote, 2017).



Figura 17. Parque Inundable de la Marjal desde el mirador, donde se puede apreciar el cono de inundación y a vegetación existente

4.3.2. Tanque anticontaminación José Manuel Obrero

En el barrio de San Gabriel, donde se emplaza actualmente la parte nueva del barrio, se mezclan aguas residuales y aguas de lluvia. Dichas aguas se almacenan en el Tanque anticontaminación José Manuel Obrero.

El depósito tiene una carga de 60000m³, situado debajo del Polideportivo de Juan Antonio Samaranch (Figura 18). En los últimos 5 años, se ha almacenado más de 2000000m³, que son mandados de forma progresiva a la estación depuradora de aguas residuales El Rincón del León permitiendo su reutilización.

Cuando se produce lluvia en la ciudad de Alicante, se abren las compuertas de dos metros de largo y dos metros de ancho, por donde entraría el agua de los colectores al tanque anti-DSU. Cuando finaliza la lluvia, se cierran estas compuertas. Además, existe otra entrada de agua por bombeo. Los colectores son capaces de introducir en el tanque unos 9 m³/s, sumado al agua que entra por bombeo, 1 m³ /s, se obtiene un total de 10 m³/s que entraría en el depósito. Con el volumen que puede asumir el tanque, y el caudal de entrada, el tanque se llenaría en una hora y media.

Si esta agua superase la capacidad del depósito, se vertería al barranco de las Ovejas. El agua que se vertería sería mucho más limpia que las primeras aguas. Por consiguiente, el daño ambiental que pudiera producir es muy leve, eso sí, de cara al riesgo de inundación, sería agua que aportaría al caudal circulante del barranco.

El depósito está dividido en dos vasos por razones económicas, ya que es menos costoso el mantenimiento de uno solo que de ambos. Primero se llena uno de los vasos, y en caso de necesitarlo se llena el segundo.

El 13 de marzo de 2017, se registraron que llovió 150l/m², llegando el depósito a su máximo de almacenamiento de aguas unitarias en 3 horas. Evitando con ello el vertido al Barranco de las Ovejas, evitando el daño ambiental que este tuviese (Oliva A, 2019).



Figura 18. Campo de fútbol de Polideportivo Juan Antonio Samaranch, el cual se sitúa encima del Tanque anticontaminación José Manuel Obrero

4.3.3. Colectores

Debido al desarrollo urbano, se ha alterado en gran medida la hidrología de las cuencas. En particular la red de drenaje y proceso de transformación lluvia-escorrentía. Los cauces naturales que conformaban la red hidrográfica original se ven alterados, afectando a la capacidad de desagüe, favoreciendo la aparición de inundaciones. La transformación lluvia-escorrentía es alterada por la mala concepción de que hay que eliminar el agua superficial de lluvia, provocando que las partes bajas de las redes de drenaje se vean afectadas por mayores volúmenes, mayor caudal punta y mayor brusquedad.

Al objeto de solucionar los problemas de inundación que existen en una determinada zona urbana, normalmente se plantean actuaciones que tienden a devolver, de una forma artificial, el comportamiento natural existente en la cuenca antes de ser ocupada por la ciudad.

Una red de colectores está formada por un conjunto de conductos interconectados entre sí a través de sus uniones que denominaremos nudos. Normalmente diseñados para trabajar en lámina libre. Dado que los caudales que se introducen en la red son variables en el tiempo, las

características del movimiento del agua en los colectores también serán variables en el tiempo (Dolz J and Gomez M, 1994).

4.3.4. Barranco de las Ovejas

Existe un desnivel muy pronunciado en este barranco, aumentando mucho la peligrosidad de inundación. Además, recoge el agua de otros barrancos. Se reactiva en aquellos momentos en los que se produce una lluvia continua de muchas horas, de fuerte intensidad horaria o torrencial, suponiendo un peligro y un riesgo de inundación en determinadas zonas.

Que el barranco sea más o menos perjudicial se debe a factores antrópicos y naturales. Los factores naturales, están relacionados con la pendiente, la litología del suelo y la presencia o no de vegetación. En cuanto a los factores antrópicos, existe una mala planificación del territorio, en la cual, la población se ha asentado en zonas inundables por desconocimiento, imprudencia o cuestiones económicas. Algunas de las carreteras cortan transversalmente el cauce, y alguna de ellas, tienen sus pilares de asentamiento en el propio lecho del barranco.

Se han encauzado los últimos 800 metros del cauce. Por la parte central, pasa un canalón de hormigón armado para evacuar las aguas en régimen normal sin avenidas. El diseño de la canalización está adaptado hasta una precipitación de 358 l/m^2 . Además, se han intercalado dos saltos hidráulicos (Figura 19), uno al principio de la canalización y otro al final, cuyo objetivo es regular las pendientes y conseguir un régimen lento (Oliva A, 2019).



Figura 19. Salto hidráulico situado en el tramo final del Barranco de las Ovejas.

4.3.5. Barranco de la Albufereta

Se denomina Barranco de la Albufereta Figura 20 a la desembocadura en la playa homónima del Barranco de Orgegia, cuyo cauce natural había desaparecido. En la actualidad podemos nombrar con este topónimo al encauzamiento realizado de los barrancos Joncuret-Orgegia en el tramo aguas abajo de su confluencia. Fue construido por la Generalitat Valenciana en 2005 con las Obras de Emergencia.

El barranco de Orgegia, fue canalizado por la Generalitat Valenciana con las obras complementarias a la Emergencia contra Inundaciones. Este barranco había desaparecido prácticamente por la utilización agrícola de la zona muchos años atrás. Para su construcción fue necesario expropiar un gran número de terrenos.

El encauzamiento del Barranco Joncuret fue construido por la Generalitat Valenciana en 2005 con las obras del Plan contra Inundaciones. El objetivo de este encauzamiento fue dirigir las aguas de las avenidas al mar, aprovechando el cauce natural del Barranco Orgegia en la

desembocadura, que había sido recuperado por la Confederación Hidrográfica del Júcar después de las graves inundaciones de septiembre de 1963 (Ayuntamiento de Alicante, 2019).



Figura 20. Barranco de la Albufereta desde la Glorieta ingeniero Pedro Torres.

5. Conclusiones

La evolución demográfica que se ha sufrido la zona de estudio durante los últimos años ha producido que el área ocupada por zonas agrícolas se reduzca notablemente pero que la superficie en áreas urbanas aumente. El cambio que ha ido ocurriendo desde inicios de 1800, que tuvo su mayor expansión durante los últimos años por el “boom inmobiliario” debido a la alta rentabilidad de las construcciones urbanas, hizo que se utilizaran otros usos del suelo para este fin, mayoritariamente áreas agrícolas cercanas a las ciudades.

Al aumentar la superficie ocupadas por los distintos municipios, en ocasiones ha sido necesario construir en zonas donde existen distintos niveles de riesgo inundación. Al aumentar progresivamente la superficie de las zonas urbanas se han ido ocupando zonas donde el riesgo es mayor.

Para reducir los efectos de las inundaciones en los municipios se invierte en infraestructuras con distintas funciones, como el Tanque anticontaminación José Manuel Obrero cuya función es el almacenaje del agua, el Parque Inundable de la Marjal que además de cumplir una función importante de almacenamiento del agua en épocas de fuertes precipitaciones y de reutilizar el agua proveniente de la depuradora, cumple una labor social muy importante, sirviendo como zona de ocio y teniendo una función de educación ambiental al explicar la importancia del agua, y los colectores y los encauzamientos encargados de encaminar el agua de las precipitaciones al mar intentando reducir el daño sufrido.

6. Bibliografía

Alfieri, L. *et al.* (2017) *Global projections of river flood risk in a warmer world, Earth's Future*. John Wiley and Sons Inc. doi:10.1002/2016EF000485.

Ayuntamiento de Alicante (2019) *Plan de Actuación Municipal ante el Riesgo de Inundaciones del Ayuntamiento de ALICANTE*.

Benito, G., Corominas, J. and Moreno, J.M. (2005) *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático Proyecto ECCE - Informe Final*. Edited by Ministerio de Medio Ambiente (España).

Bernardos G (2009) “Creación y destrucción de la burbuja inmobiliaria en España,” *La primera crisis global: procesos, consecuencias, medidas*, 850, pp. 23–40.

Conselleria de Obras Públics, U. y T. (2003) *ACUERDO de 28 de enero de 2003, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)*.

Copernicus Europe's eye on Earth (2022) *Copernicus Europe's eye on Earth*. Available at: <https://www.copernicus.eu/es/sobre-copernicus> (Accessed: June 16, 2022).

Del, M. and Llasat Botija, C. (2020) “Inundaciones y cambio climático en el Mediterráneo,” in López M and Melgarejo J (eds) *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. Orihuela: Universitat d'Alacant, pp. 127–142. Available at: www.nws.noaa.gov.

Dolz J and Gomez M (1994) “Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores,” 1, pp. 55–66.

Fernández D and Corbelle E (2017) “Cambios en los usos de suelo en la Península Ibérica: un metaanálisis para el período 1985-2015,” *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 22, pp. 1–29.

García-López, M., Montaña, B. and Melgarejo J (2020) “La recuperación de costes y la financiación de las medidas de mitigación de daños de inundaciones,” in Lopez I and Melgarejo J (eds) *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. Orihuela: Universitat d'Alacant, pp. 897–906. Available at: <https://orcid.org/0000-0001-7184-1809>.

Gil, A. (2009) “Clima e hipótesis de cambio climático en la región Geográfica del sureste Ibérico,” *Investigaciones Geográficas*, 49, pp. 5–22.

Hernández Hernández, M. (1997) *Paisajes agrarios y medio ambiente en Alicante: evolución e impactos medioambientales en los paisajes agrarios alicantinos: 1950-1995*. Universidad de Alicante.

Instituto Nacional de Estadística (2022) *Glosario de Conceptos del Instituto Nacional de Estadística*. Available at: <https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4928&op=30261&p=1&n=20#:~:text=Se%20entiende%20por%20entidad%20singular,identifica%20sin%20posibilidad%20de%20confusi%C3%B3n>. (Accessed: June 15, 2022).

Merz, B. *et al.* (2010) “Review article ‘assessment of economic flood damage,’” *Natural Hazards and Earth System Science*, pp. 1697–1724. doi:10.5194/nhess-10-1697-2010.

Montoya José V., Castillo María Mercedes and Sánchez Luzmilla (2011) “LA IMPORTANCIA DE LAS INUNDACIONES PERIÓDICAS PARA EL FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS INUNDABLES DE GRANDES RÍOS TROPICALES: ESTUDIOS EN LA CUENCA DEL ORINOCO,” *Interciencia*, 36(12), pp. 900–907.

Moreno Roque and Quiñonero Fernando (198AD) “Guerra Civil y migraciones en una ciudad de retaguardia: Alicante (1936-1940),” in *Movimientos migratorios provocados por la Guerra Civil Española*. Universidad de Salamanca, pp. 299–307.

Morote, Á.-F. (2017) “El parque inundable ‘La Marjal’ de Alicante (España) como propuesta didáctica para la interpretación de los espacios de riesgo de inundación,” *Didáctica Geográfica*, 19, pp. 211–230.

Muñoz Santos, M.E. (2015) “‘Egipto es un don del Nilo’: La inundación analizada desde el punto de vista griego,” *Cadernos do Lepaarq*, 12(24), pp. 155–164. doi:10.13140/RG.2.1.1251.6561.

Ojeda, A.O. (2020) “Crecidas, inundaciones y resiliencia Restauración fluvial contra los falsos mitos,” in Lopez M and Melgarejo J (eds) *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. Orihuela: Universitat d’Alacant, pp. 549–568. Available at: <https://orcid.org/0000-0002-9745-5866>.

Oliva A (2019) *Riesgo de inundación y gestión del agua pluvial del barranco de las Ovejas*. Universitat d’Alacant.

Oliva Cañizares, A. (2019) “Guardiola Picó: el origen del Plan Anti-Inundaciones de la ciudad de Alicante,” *GeoGraphos. Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, 10, pp. 119–148. doi:10.14198/geogra2019.10.116.

Poveda, J. (2019) *La modernización urbana de la ciudad de Alicante durante la dictadura primorriverista*. Edited by Blasco S, Adán C, and Bermúdez A. Universidad de Zaragoza.

Sánchez Recio Glicerio *et al.* (1990) *Historia de la ciudad de Alicante. Edad Contemporánea*. 1st edn. Alicante.

Song, X.P. *et al.* (2018) “Global land change from 1982 to 2016,” *Nature*, 560(7720), pp. 639–643. doi:10.1038/s41586-018-0411-9.

