



# Análisis del crecimiento urbano de Lloret de Mar y delimitación de las áreas de acogida para usos urbanísticos

Trabajo Práctico Final

Sergi Àlvarez Guasch  
31/07/2020

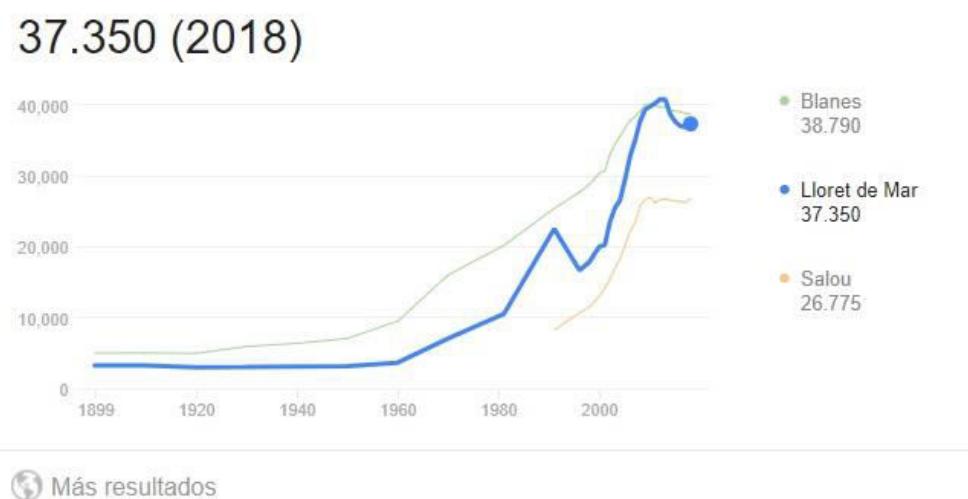
# Índice

1.	Introducción y planteamiento.....	2
2.	Planificación y descripción de tareas .....	3
3.	Modelo de datos .....	4
3.1	Tabla resumen de las capas utilizadas .....	6
4.	Análisis de la obtención de datos.....	7
5.	Procesamiento y adecuación de datos .....	12
6.	Descripción y procedimiento .....	26
7.	Análisis de resultados.....	44
8.	Conclusiones.....	48
9.	Enlace ArcGIS Online .....	49

## 1. Introducción y planteamiento

El presente estudio tiene como objetivo analizar el crecimiento urbano que ha desarrollado el término municipal de Lloret de Mar entre los años 1986 y 2019, así como la delimitación de las áreas idóneas para acoger usos urbanos. Estas áreas idóneas serán zonas que reúnen una serie de particularidades o condiciones que las hagan propicias a un futuro análisis para una posible recalificación urbanística.

En este sentido, el desarrollo de este proyecto está enmarcado en un ámbito, que ha sufrido un crecimiento urbanístico muy destacado desde finales del siglo pasado hasta la actualidad. Lloret de Mar es una población que cuenta con cerca de 38.000 habitantes (*Fig. 1*) que se ha erigido como polo de atracción turística de la Costa Brava. El desarrollo de ciertas infraestructuras, como la construcción de la Autopista C-32 hasta Blanes y Tordera (poblaciones muy cercanas), han contribuido a facilitar el crecimiento demográfico de esta población. Este aumento de la población ha conllevado directamente un gran incremento de su superficie urbana. La mayor parte de este crecimiento es posible atribuirlo a urbanizaciones de segunda residencia, y a la proliferación de apartamentos turísticos y hoteles a lo largo de la costa. La expansión y masificación del turismo de sol y playa, el escaso control y la falta de regulación durante muchos años por una Ley de Costas, han facilitado la expansión urbana en todo el litoral catalán, siendo Lloret de Mar uno de los principales exponentes de esta expansión.



**Figura 1.** Fuente: Idescat

En definitiva, tal y como veremos, Lloret de Mar es un caso de estudio muy interesante que, mediante los análisis planteados, nos permitirá cuantificar y mostrar la evolución de su superficie urbana, así como delimitar las áreas idóneas para posibles recalificaciones urbanísticas.

## 2. Planificación y descripción de tareas

Este proyecto se estructura en 2 grandes bloques en función de cada mapa a elaborar:

- **Mapa de la evolución urbana**

1. Adquisición de 2 imágenes satélite LANDSAT, una correspondiente al año 1986 (Landsat 5) y otra del año 2019 (Landsat 8).
2. Corrección atmosférica DOS1 para las 2 imágenes, con pansharpening en la de 2019.
3. Obtención del límite del término municipal de Lloret de Mar.
4. Recortar imágenes al bounding box del ámbito de estudio.
5. Digitalización de ROI's sobre cada una de las imágenes con la ayuda de combinaciones RGB, ortofotografías históricas, cartografía del MCSC y bibliotecas espectrales.
6. Clasificación supervisada para la obtención de 7 clases de cubiertas del suelo para cada una de las imágenes.
7. Extracción del NDVI de cada imagen para la mejora de resultados de la clasificación obtenida.
8. Recortar el resultado de las 2 clasificaciones acotándolas al límite exacto del término municipal de Lloret de Mar.
9. Capa de cambios y matriz de transición entre las cubiertas de 1986 y 2019.
10. Reclasificación a partir de la matriz de transición para obtener la capa final de incremento de superficie urbana durante el período analizado.

*Nota: Para la elaboración del mapa de evolución urbana, se usará el software QGIS con el plug-in SCP.*

- **Mapa de acogida del territorio para usos urbanos**

1. Obtención de las distintas bases necesarias para la elaboración del mapa, partiendo de diversas fuentes de datos.
2. Generación y adecuación de las capas necesarias para una evaluación multicriterio.
3. Generación de un campo de puntuación para cada una de las capas ponderables para el análisis.
4. Elaboración de una malla hexagonal con el agregado por localización de las puntuaciones de cada una de las capas ponderables.
5. Análisis multicriterio sobre la malla hexagonal mediante el complemento de QGIS vectorMCDA.
6. Extracción de los registros con criterios restrictivos de las capas ponderables.
7. Adecuación y unión de todas las capas y registros con criterio restrictivo.
8. Cortar la capa hexagonal a partir de la unión de capas restrictivas.
9. Extracción de los polígonos mayores de 5 ha de la capa hexagonal cortada.

*Nota: Para la elaboración del mapa de acogida del territorio para usos urbanos, se utilizará el software QGIS con el complemento vectorMCDA.*

### 3. Modelo de datos

A continuación, se detalla un listado con todas las capas cartográficas temáticas o de referencia necesarias para el correcto desarrollo de este proyecto SIG:

#### ***Capas vectoriales:***

**Límites administrativos municipales:** Base de referencia vectorial para poder situar administrativamente la zona a estudiar.

**Límite del Dominio Marítimo-Terrestre (ZMT):** Base con el límite interior de la ribera del mar a la que será necesario dotar de una anchura de 100m hacia el interior para indicar la zona de protección del Dominio Marítimo-Terrestre establecida por la Ley de Costas.

**Mapa Urbanístico de Catalunya (MUC):** Mapa que muestra la distribución de las distintas áreas urbanas en función de su categoría dentro del Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU).

**Áreas de inundabilidad de Catalunya:** 3 capas vectoriales de inundabilidad correspondientes a 3 períodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

**Red viaria:** Capa vectorial con la red de infraestructuras viarias de Catalunya. Dado que por el término municipal de Lloret de Mar no pasa ninguna infraestructura ferroviaria no haremos uso de la red ferroviaria.

**Capas de protección de espacios naturales:** 5 capas correspondientes a cada una de las figuras o tipos de protección de espacios que están establecidos por ley. Éstos, están clasificados como Plan de espacios de interés natural (PEIN), Red Natura 2000, Inventario de Zonas húmedas, Patrimonio geológico (Inventario de espacios de interés geológico de Cataluña) y Espacios naturales de protección especial (ENPE).

***Capas ráster:***

**Imágenes satélites:** 2 imágenes satélite correspondientes al año 1986 y 2019.

**MCSC:** Mapa con la distribución de las diferentes cubiertas y usos del suelo que servirá para corroborar o deducir áreas de dudosa clasificación.

**Ortofotografías históricas:** ortofotografías del año 1986 que ayuden a clasificar mejor las categorías correspondientes a la imagen satélite más antigua y de menor resolución. Como se trata de un ráster de carácter consultivo, haremos uso de la conexión WMS que ofrece el ICGC.

**Lidar-MDP:** Extracción de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a partir de datos LiDAR. Así mismo, desde el MDE se generará un Modelo Digital de Pendientes (MDP).

### 3.1. Tabla resumen de las capas utilizadas

Modelo de datos	Capas Localizadas	Enlace fuente de datos	Fecha última actualización	Metadatos	Acceso a la información	Formatos de descarga	Escala	Sistema de referencia	Resolución	Estándar
Vectorial	Base municipal de Catalunya	<a href="#">ICGC</a>	01-Jun-2020	Sí	WMS, WFS y Descarga directa	SHP	1:5000	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	-	ISO 19115:2003/Cor.1:2006
	Capa de la red viaria de Catalunya	<a href="#">CNIG-IGN</a>	Jun- 2020	Sí	WMS, WFS y Descarga directa	SHP	1:25000	EPSG:4258 - ETRS89	-	ISO 19115 + Reglamento (CE) Nº 1205/2008 de Inspire
	Capas de inundaciones	<a href="#">ACA</a>	-	No	Descarga directa	SHP	-	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	-	-
	Mapa Urbanístico de Catalunya	<a href="#">Dept. Territori Gencat</a>	1-Jul-2019	Sí	Descarga directa/ Visor	SHP	-	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	-	ISO 19115:2003/Cor. 1:2006
	Dominio Marítimo Terrestre	<a href="#">Hipermapa Gencat</a>	15-Nov-2011	Sí	Descarga directa/Visor	GML, CSV, KML, SHP	-	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	-	ISO 19115:2003/Cor. 1:2006
	Capas de protección de espacios naturales (PEIN, ENPE, XN2000 etc.)	<a href="#">Dept. Territori Gencat</a>	26-Feb-2020	Sí	Descarga directa/Visor	GML, CSV, KML, SHP	-	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	-	ISO 19115:2003/Cor. 1:2006
Ráster	Imágenes satélites (Landsat 5 y Landsat 8)	<a href="#">USGS-EathExplorer</a>	Diaria	Sí	Descarga directa	TIF / GEOTIFF	-	WGS84 – UTM 31	30x30 y 15x15	-
	Mapa de cubiertas del suelo de Catalunya	<a href="#">Craef-MCSC</a>	02-Dic-2013	No	Descarga directa	MMZ, DXF, SHP, KMZ	1:5000	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	10 x 10	-
	LiDAR-Modelo Digital de Elevaciones (MDE)	<a href="#">ICGC</a>	2017	Sí	Descarga directa	LAZ	-	-	2 metros	ISO 19115:2003/Cor. 1:2006
	Ortofotografía histórica	<a href="#">ICGC</a>	2018 (2019 serie incompleta)	Sí	WMS	JPG, GIF, PNG	Serie vuelos 1:5000	EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N	25 -35 cm	ISO 19115:2003/Cor. 1:2006

#### 4. Análisis de la obtención de datos

Respecto al análisis de las distintas fuentes de datos, tal y como se observa en la tabla anterior, la diversidad de fuentes escogidas es considerable.

La primera fuente de datos que se ha utilizado es el portal americano US Geological Survey (*Fig. 2*) que ofrece las imágenes satélites sobre las que procederemos con los análisis de cubiertas del suelo. Este portal permite la descarga de toda la serie histórica de imágenes satélite hasta la descarga de las imágenes más recientes. La periodicidad de imágenes que ofrece es enorme, así como el catálogo de plataformas y sensores desde donde se obtienen estas imágenes. Así mismo, permite obtener imágenes según el tipo de filtrado o corrección que se desee, así como visualizar o seleccionar el porcentaje de cubiertas nubosas. Por último, destacar que todas las imágenes descargadas están provistas de un fichero de metadatos con toda la información relevante del satélite, del sensor y de la propia imagen. Es un portal que ofrece una información excelente en cuanto al uso de imágenes satélite, es de fácil manejo y acceso a las descargas. A destacar también, que sí es necesario el registro en el portal para poder acceder a todo su catálogo de imágenes.



**Figura 2**

Otra de las fuentes consultadas ha sido la del **Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya** (antiguo ICC). Este es el organismo proveedor de cartografía que mejor se adapta a la realidad del ámbito de Catalunya, y por ello, es de donde hemos obtenido más datos para nuestro estudio. En concreto, del ICGC se ha obtenido la base

municipal de referencia, los datos LiDAR para producir el MD de Pendientes, y la ortofotografía histórica de 1986, que nos servirá de soporte para consultar las cubiertas del suelo de ese año. Las opciones del ICGC son varias para obtener los datos, desde la Descarga directa, hasta el uso de los estándares de servicios WMS y WFS. Además, junto a las bases, es posible descargar un archivo de metadatos XML muy completo donde se ofrece detalladamente todo tipo de información (escala, resolución, modelo de datos, sistema de referencia, el estándar usado, etc.). Por todo ello, y por la facilidad en el acceso a los datos, se considera que la fuente de ICGC es un recurso excelente en la obtención de información cartográfica para el ámbito de Catalunya. El único inconveniente que he encontrado en esta fuente de datos es la limitación del número de hojas con datos LiDAR que se pueden descargar al mismo tiempo (*Fig. 3*).

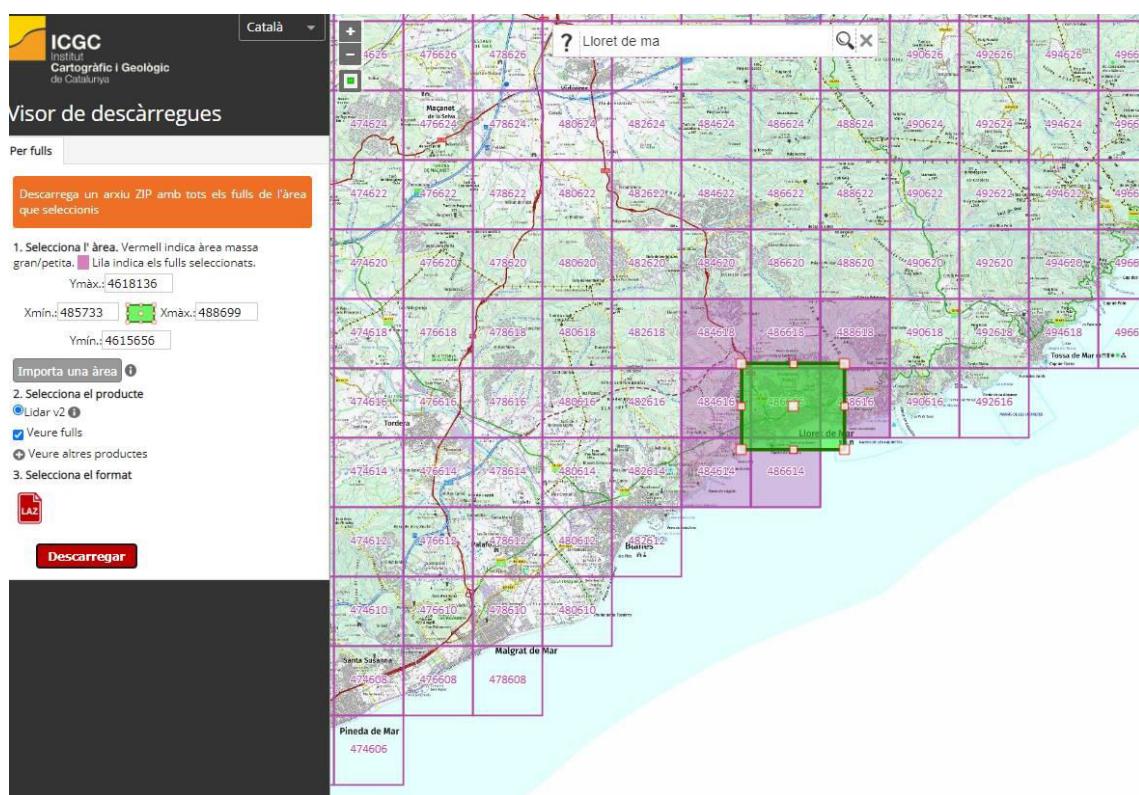
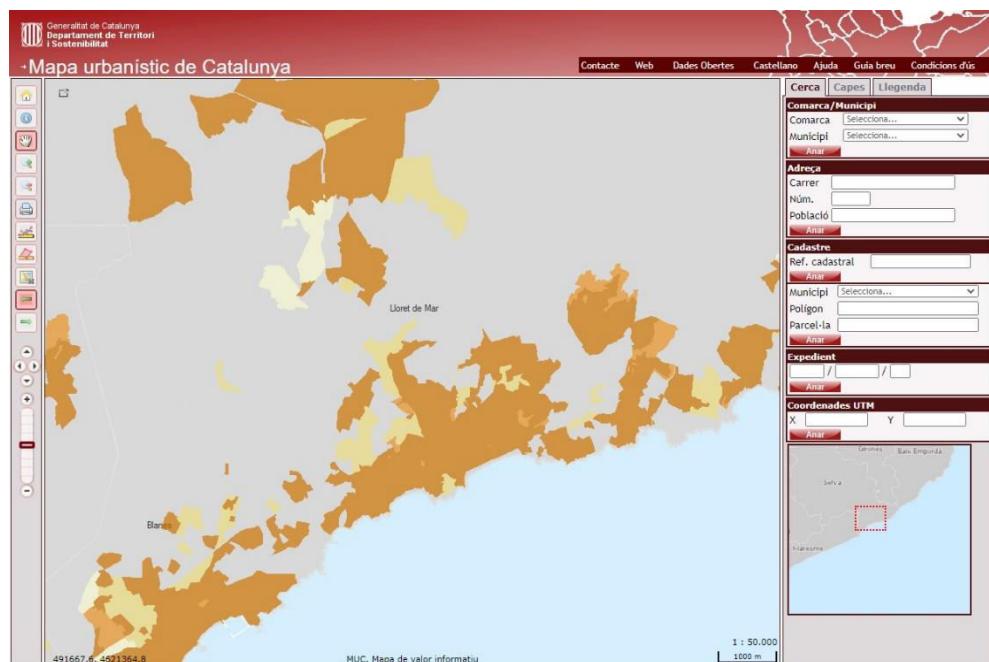


Figura 3

Otra fuente de datos es la que proporciona el [Centro de Descargas](#) del **Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)** perteneciente al Instituto Geográfico Nacional. El catálogo de georecursos que enlaza con el CNIG-IGN está gestionado por la **Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)**. Es una fuente de datos

equiparable al ICGC pero de ámbito estatal. No obstante, la posibilidad de obtención de datos no se limita al ámbito estatal, ya que permite descargar las bases en todas sus posibilidades, desde las divisiones administrativas (comunidad, provincia o municipio) hasta por hojas predeterminadas. En nuestro caso, se ha usado para descargar la red viaria del ámbito de la provincia de Girona, donde pertenece el término municipal de Lloret de Mar.

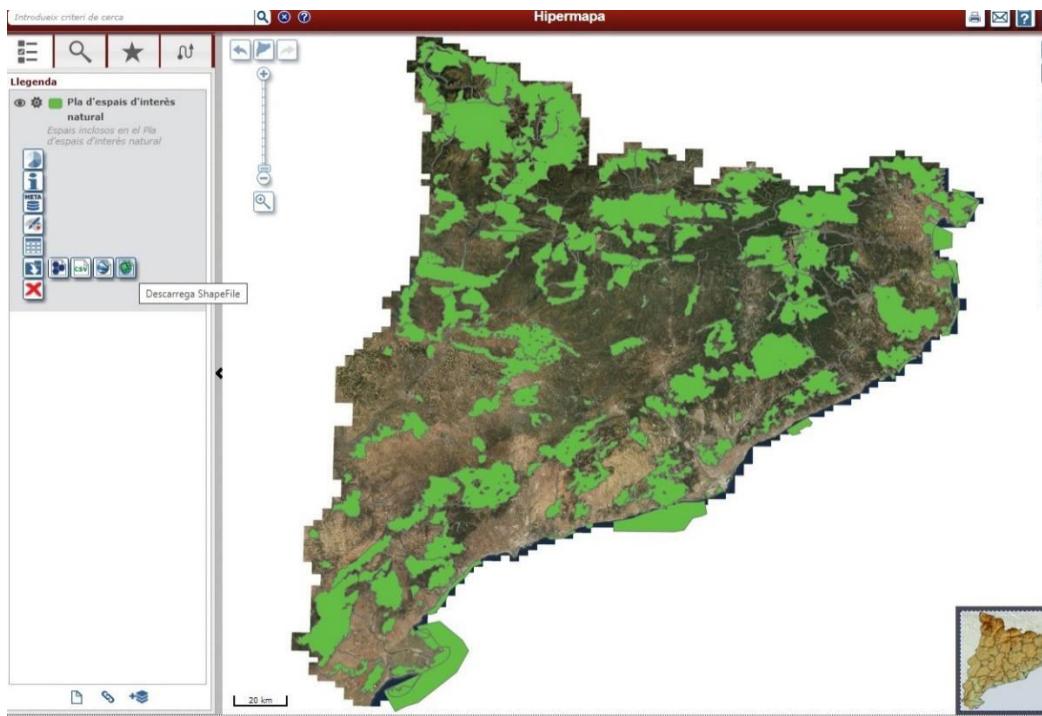
Otra de las fuentes consultadas es el Mapa Urbanístico de Catalunya (MUC). Aquí, es posible visualizar las capas que conforman el propio mapa mediante el visor MUC. Este visor resulta un poco obsoleto (no su información) ya que el manejo del visor es un poco arcaico (*Fig. 4*). No obstante, si accedemos a los datos de descarga mediante un enlace que nos lleva del visor a la web del Departament de Territori (y de esta vamos al enlace de Servicios Web y descargas), accederemos a un espacio desde donde descargar el MUC en función del ámbito escogido (en nuestro caso, la comarca de La Selva, donde pertenece Lloret de Mar).



**Figura 4**

Siguiendo la propia fuente del Departament de Territori de la Generalitat de Catalunya podemos acceder también a la descarga de las distintas capas de protección de espacios naturales. Todas ellas vienen circunscritas al ámbito de Catalunya y en la

propia web de la descarga se puede acceder a otro enlace con toda la información referente a los metadatos de cada capa. Todas estas capas también pueden ser consultadas mediante el visor Hipermapa perteneciente al propio Departament de Territori (*Fig. 5*).

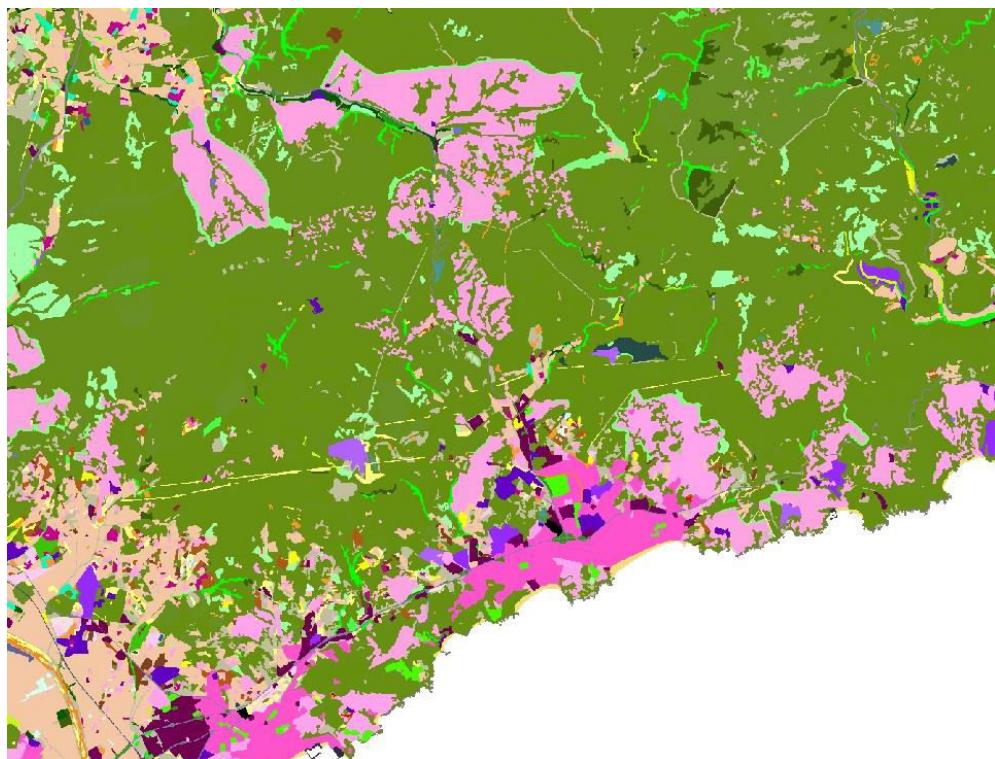


**Figura 5**

Así mismo, mediante el visor “[Hipermapa](#)”, también podemos acceder a la capa vectorial del Dominio Marítimo Terrestre. Sin duda, a nivel de metadatos, este portal es una de las fuentes que proporciona una mejor calidad de información. No sólo en el detalle y la visualización de los metadatos, también porque el acceso a ellos es muy intuitivo, ágil y fácil.

Respecto a la obtención de las distintas capas de inundaciones correspondientes a los períodos de retorno, se ha utilizado el portal de l’Agència Catalana de l’Aigua (ACA). Este portal, también bajo la Generalitat de Catalunya ofrece tanto la descarga de las distintas capas, como un visor interactivo propio. No obstante, el período de retorno de 50 años no está disponible, por lo que se ha trabajado a partir del período de retorno de 10 años que sí ofrece este portal.

Por último, el Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña se obtiene directamente de la [web](#) del **Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals** (CREAF). Es posible escoger el modelo de datos que se desee tanto vectorial como ráster (*Fig. 6*). Sin embargo, es una fuente un poco precaria, a nivel muy local, y sin acceso a metadatos. Además, esta web suele tener problemas de acceso los días no laborables, por lo que no siempre es posible acceder a la información. Por ello, se recomienda descargar el MCSC desde alguna fuente más completa como el Hipermapa interactivo de la Generalitat de Catalunya, citado anteriormente.



**Figura 6**

A modo de conclusión en el análisis de la obtención de datos, cabe destacar que mucha de la información cartográfica utilizada está disponible en varios de los portales mencionados. Si bien es cierto, hay algunos con los que se obtiene la información de una manera más intuitiva y ágil, en general son portales que están muy interrelacionados entre sí, ya que pertenecen a distintos organismos e instituciones que quedan bajo el mismo paraguas de la Generalitat de Catalunya (exceptuando, eso sí, el USGS).

## 5. Procesamiento y adecuación de datos

En el siguiente apartado se detalla el proceso y adecuación de cada capa para poder realizar los análisis correspondientes en función de cada mapa a elaborar:

- **Mapa de la evolución urbana**

- *Límite del término municipal*

La primera capa que vamos a adecuar es la capa del límite municipal de Lloret de Mar. Esta capa no sólo nos servirá para el Mapa de evolución urbana, sino también para el posterior Mapa de acogida del territorio para usos urbanos. Así pues, en primer lugar, seleccionaremos las líneas que delimitan el término municipal de Lloret y guardaremos la selección como una nueva capa. Seguidamente, habrá que poligonizar estas líneas mediante la herramienta “Poligonizar”, para obtener un único polígono del término municipal de Lloret.

- *Imágenes satélites*

Una vez descargadas las imágenes satélites Landsat 5 y 8 del portal USGS, es necesario adecuarlas al ámbito de estudio. Para ello, estableceremos el sistema de referencia proporcionado en los metadatos de las imágenes satélite en un proyecto de QGIS, y usaremos el complemento SCP para generar un juego de bandas para cada una de las imágenes. A continuación, y dado que las imágenes han sido descargadas con un nivel 1 de procesado, estableceremos una corrección atmosférica DOS1, y en el caso de la imagen de 2019, aplicaremos un pansharpening para que optimice la resolución a los 15x15 de la banda pancromática del Landsat 8 (*Fig. 7*).

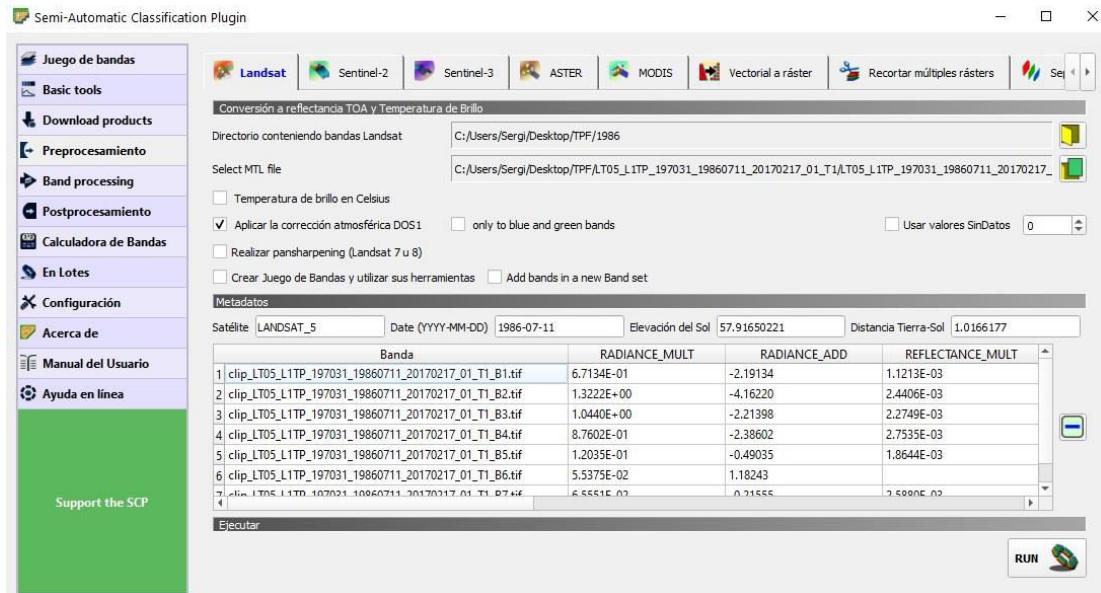


Figura 7

Seguidamente, mediante la herramienta “Recortar múltiples rásters” de SCP (*Fig. 8*), acotaremos ambas imágenes al ámbito del término municipal de Lloret de Mar usando como referencia la capa municipal de Catalunya. No obstante, el recorte de esta capa se limitará por el momento a un Bounding Box aproximado del ámbito. Es decir, mantendremos un ámbito rectangular para evitar posibles errores de compilación de Python (más adelante, en el apartado “Descripción y Procedimiento”, sí recortaremos a la forma irregular del término municipal de Lloret de Mar\*).

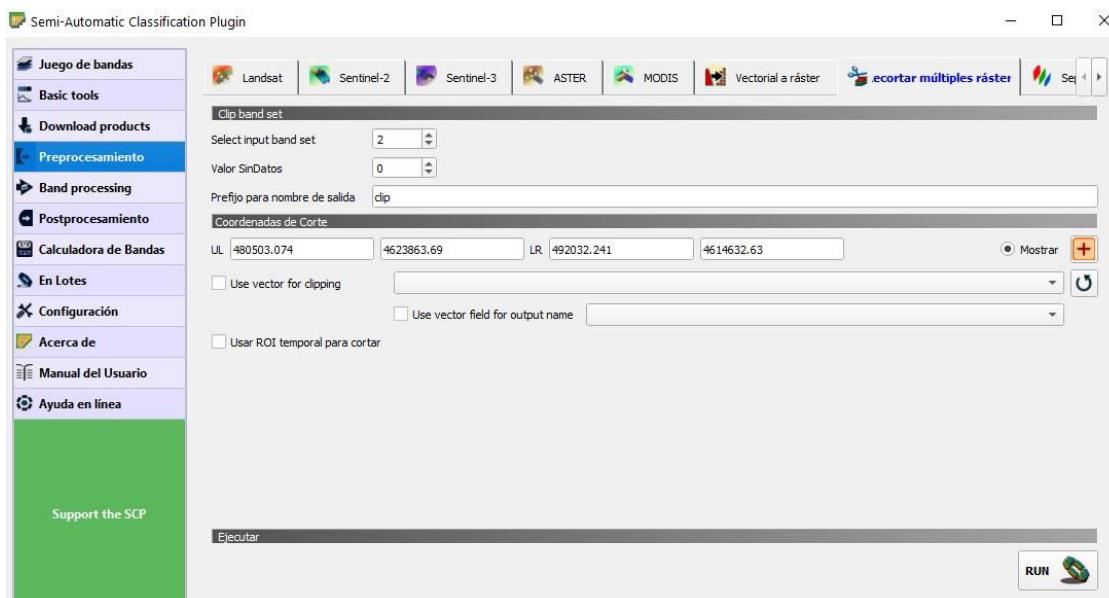


Figura 8

Con esto tendremos ambas imágenes listas para establecer una clasificación supervisada que explicaremos en el apartado de este informe dedicado al procedimiento en la elaboración del mapa de la evolución urbana de Lloret de Mar.

- **Mapa de acogida del territorio para usos urbanos**

Para la elaboración del mapa de acogida, hay que adecuar las distintas capas y bases para permitir un análisis multicriterio que nos indique las zonas que reúnen las condiciones mínimas para estudiar en profundidad de cara a una posible recalificación urbanística. A continuación, se detalla la adecuación de cada una de las capas utilizadas:

➤ *Pendientes*

Partiendo de la descarga de datos LiDAR, será necesaria la obtención de un Modelo Digital de Pendientes. Así, una vez descargados los 23 archivos \*.laz que se corresponden con el término municipal de Lloret de Mar, se ha procedido a su unión en un único archivo con formato descomprimido \*.las. Este proceso ha sido llevado a cabo mediante la herramienta *lasmergePro* (Fig. 9) de *LAStools*.

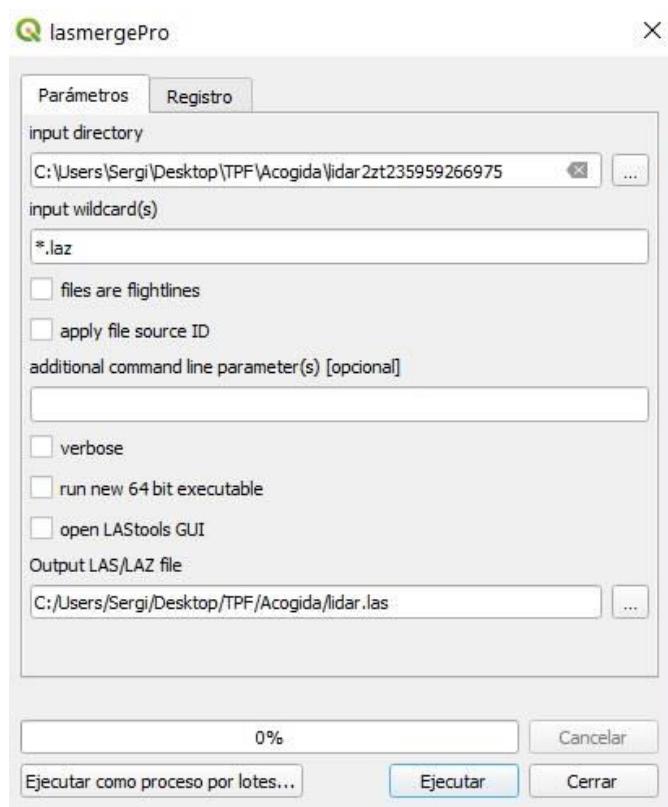
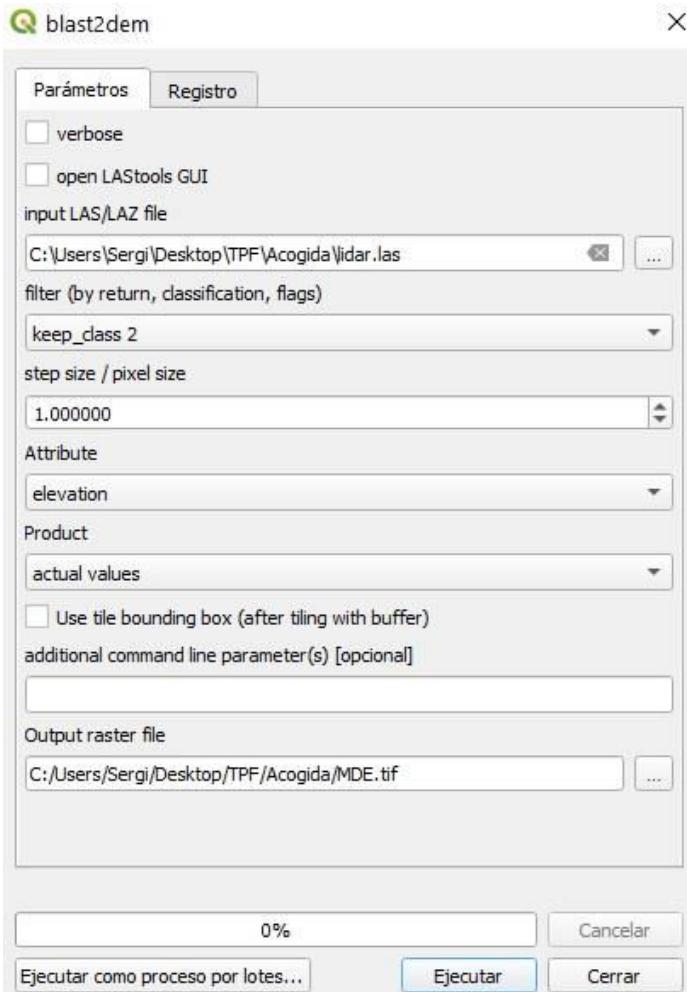


Figura 9

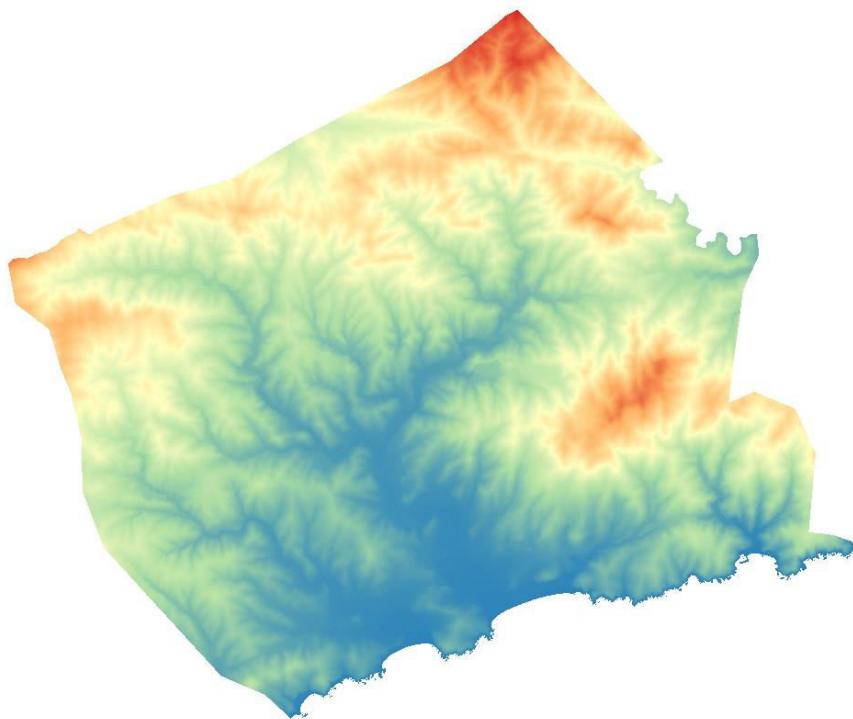
A continuación, se ha procedido a generar el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), mediante la herramienta “*Blast2dem*” de QGIS. Para ello, es necesario usar el archivo *\*.las*, seleccionar el filtro “keep\_class 2”, el atributo “elevation” y el producto “actual values” tal y como se muestra en la figura 10:



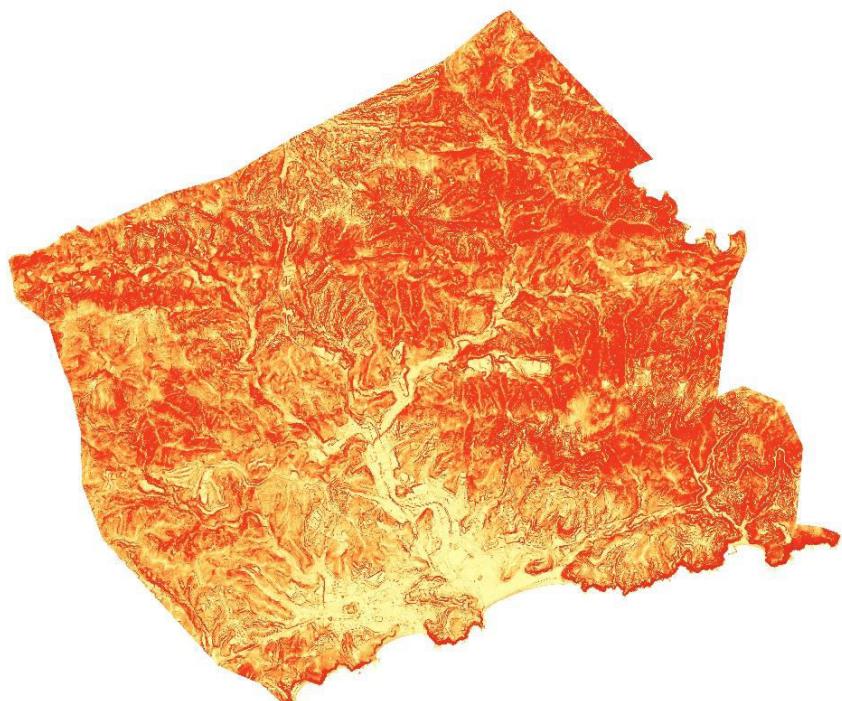
**Figura 10**

Seguidamente, se ha eliminado el bandeo y las zonas sin datos de la imagen resultante usando las herramientas Conversión ráster “*Traducir (convertir formato..)*” y Análisis ráster “*Rellenar sin datos..*”. Una vez obtenido MDE sin bandeo, se ha procedido a recortarlo mediante la herramienta “*Cortar ráster por capa máscara*” para acotar el área\* del MDE al término municipal de Lloret de Mar (*Fig. 11*).

\*Nota: también es posible recortar el área de estudio mediante la herramienta de LAStools “*lasclip*” justo después de la generación del archivo *\*.las* con “*lasmergePro*”. Así mismo, mediante “*blast2dem*” también es posible extraer un MDP, pero en nuestro caso nos interesa la herramienta GDAL ya que nos facilita la pendiente expresada en porcentajes

**Figura 11**

Una vez hemos obtenido el MDE, podemos extraer de él el Modelo Digital de Pendientes. Esto se realiza mediante la herramienta “*Slope*” de GDAL. Aquí podremos marcar que queremos la “pendiente expresada en porcentajes”, así como la opción de “procesar bordes”. El resultado final lo visualizaremos mejor con una simbología clasificada por cuantiles (*Fig. 12*).

**Figura 12**

### ➤ *Inundaciones*

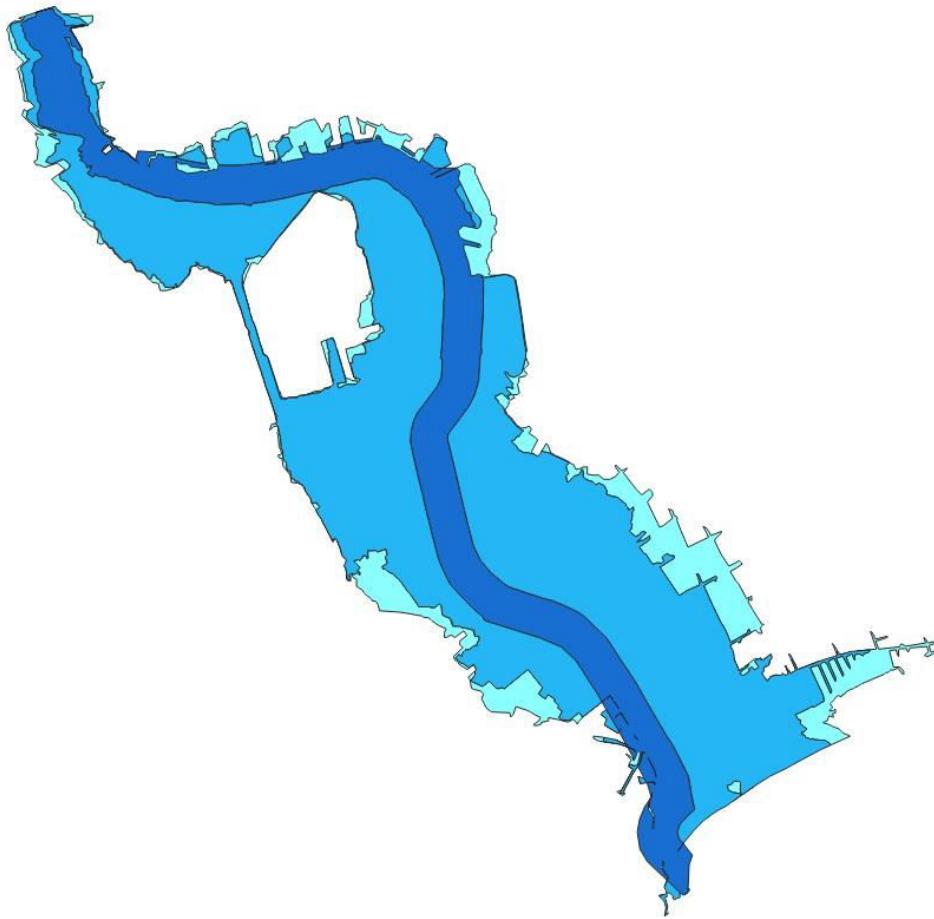
Otra de las capas necesarias a adecuar para el análisis multicriterio es la capa de inundaciones. En nuestro caso, se han podido descargar 3 capas referentes a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para el ámbito de toda Catalunya.\*

\*Nota: Al no poder obtener una descarga del periodo de retorno de 50 años, se ha establecido un buffer de 30 metros sobre la capa de 10 años, tratando de evitar que el resultado de este buffer sobrepasara el área del periodo de retorno de 100 años..

Así pues, en primer lugar, podemos seleccionar de cada capa el ámbito de Lloret de Mar. Dado que en este ámbito las distintas capas tan sólo constan de un solo polígono, no hará falta recortarlas. Simplemente seleccionando el polígono correspondiente al ámbito en cada capa y exportándolo, será suficiente.

A continuación, podemos combinar los 3 polígonos para que se muestren en una sola capa, de manera que, se simbolice un polígono mayor que corresponderá al periodo de retorno de 500 años, otro interno a éste y de menor tamaño que le corresponderá el periodo de retorno de 100 años y un último polígono más pequeño e interno al de 100 que le corresponderá el periodo de retorno de 50 años. Para ello, mediante la herramienta “*Unir capas vectoriales*”, se han combinado las capas de inundabilidad correspondientes a los periodos de retorno de 50 y 100 años.

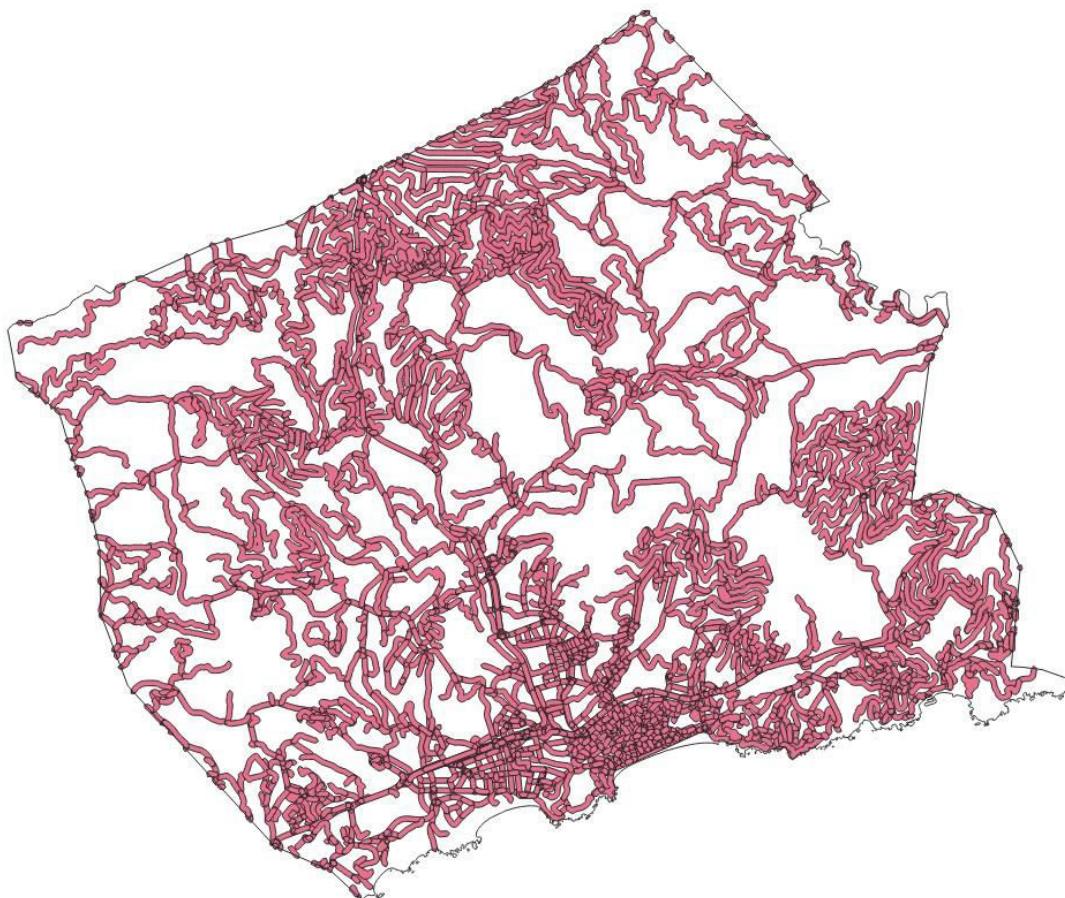
El siguiente paso, es mediante el uso de la herramienta “*Diferencia*”, entre la capa de inundabilidad correspondiente al periodo de retorno de 500 años y la capa resultante de la combinación anterior. Finalmente, hay que volver a usar la herramienta “*Unir capas vectoriales*” entre la capa resultante de la primera unión vectorial y la capa resultante de la diferencia anterior. El resultado de la combinación anterior es una sola capa que mostrará las 3 zonas de inundabilidad correspondientes a los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años (*Fig. 13*).



**Figura 13**

➤ *Red viaria*

Para adecuar la capa de infraestructuras (en nuestro caso solamente la red viaria, ya que no existe red ferroviaria dentro del término municipal de Lloret de Mar), lo primero será establecer el Sistema de Referencia EPSG:25831 - ETRS89 UTM-31N que hemos venido usando en todas las capas. A continuación, será necesario recortar la capa al ámbito de estudio. Para ello, usaremos la herramienta vectorial “*Cortar*” escogiendo como capa de entrada la red viaria de toda la provincia de Girona (que es la capa descargada), mientras que la capa del ámbito se usará como capa de superposición. Finalmente, y una vez recortada la capa, estableceremos un buffer de 25 metros alrededor de la red viaria (*Fig. 14*).



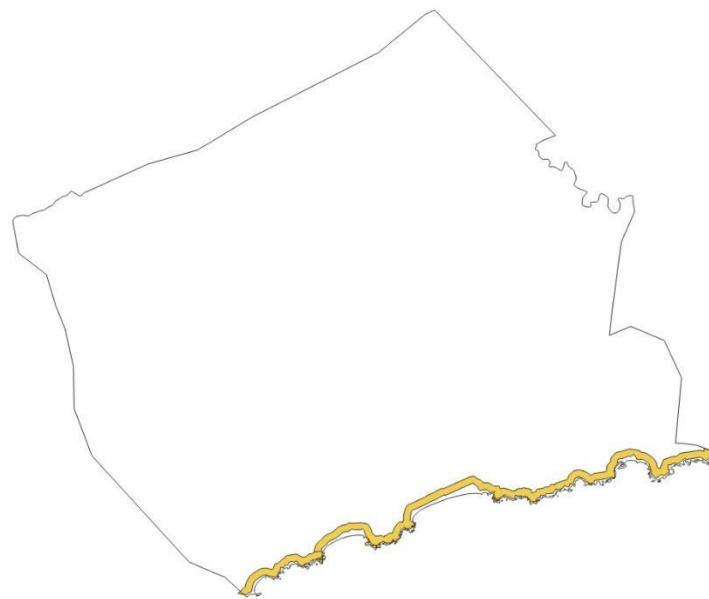
**Figura 14**

➤ *Dominio Marítimo Terrestre*

Otra capa que podemos adecuar para el análisis es el dominio marítimo terrestre. En este caso, la capa aportada tiene el ámbito de todo el litoral de Catalunya, y marca la línea de ribera del mar. Así pues, habrá que recortar al ámbito de estudio mediante la propia herramienta “Cortar”. El resultado, aunque acotado al ámbito, está segmentado en distintos tramos, así que para poder aplicar la herramienta buffer que comentaremos en el siguiente párrafo, es necesario unir los múltiples segmentos en una sola línea. Dado, que los atributos son distintos para cada segmento, no es posible usar un “Dissolve”. Así, la opción adecuada ha sido trabajar con la opción de “Combinar objetos espaciales seleccionados” en la barra de herramientas de edición avanzada, que nos devolverá una única línea, con un solo atributo.

A continuación, y tal y como nos indica la **Ley de Costas** (28 de julio de 1988), donde “*La zona de protección tiene una anchura de 100 m contados desde el límite interior de*

*la ribera del mar".* será necesario aplicar un buffer de 100m hacia el interior. Para ello, y gracias a que hemos adecuado a un segmento la línea, podremos usar la herramienta "Single sided buffer". Con ella, aplicaremos al lado izquierdo la distancia de 100 metros, que se corresponderá con el límite interior de la zona de dominio marítimo terrestre (Fig. 15).



**Figura 15**

**\*Nota:** la delineación, digitalización o fotointerpretación de la línea de dominio marítimo-terrestre no coincide al 100% con la delimitación de la línea de costa del término municipal, ya que el dominio marítimo-terrestre está situado a partir del límite interior de la ribera del mar. Por este motivo, cualquier micropolígonos que se forme en posteriores procesos que queden entre la línea de costa y la zona de dominio marítimo-terrestre serán excluidos del análisis.

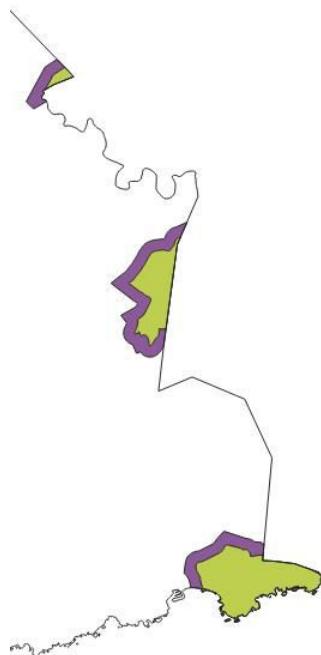
#### ➤ Espacios de protección

Otra capa (o capas) que precisamos trabajar son las relacionadas con los espacios de protección por su interés natural o patrimonial. Para obtener como resultado una sola capa que nos muestre el conjunto de los espacios protegidos, primero visualizaremos si realmente todas las capas afectan a nuestro ámbito de estudio, y quedan dentro del término municipal de Lloret de Mar. Así pues, una vez visualizadas las 5 capas (PEIN, ENPE, Red Natura 2000, Patrimonio Geológico e Inventario de Zonas Húmedas), tan sólo nos quedaremos con la capa PEIN y la de la Red Natura 2000, que en nuestro ámbito coinciden al 100%. Por este motivo, escogeremos sólo una de las dos capas, por ejemplo, la PEIN y será la que usaremos como criterio restrictivo en nuestro análisis. En este sentido, necesitaremos recortar la capa al ámbito de estudio\*. Esto lo

haremos, como hemos hecho anteriormente, usando la herramienta vectorial de “Cortar”.

**\*Nota:** En este caso han aparecido micropolígonos que se han eliminado con una selección de objetos, ya que podían fácilmente asociarse a una distinta delimitación en la delineación, digitalización o fotointerpretación de alguna de las 2 capas, ya que los límites del término municipal son muy irregulares y difícilmente coincidirán a la perfección con los límites de los polígonos de la capa PEIN.

Finalmente, también deberemos incluir un área de exclusión sobre esta capa de espacios protegidos. Esta área se establece para salvaguardar los espacios protegidos de actividades humanas que puedan suponer un riesgo para los propios espacios protegidos. Esto significa que deberemos generar un buffer de -a modo orientativo- unos 100 metros alrededor de los polígonos de la capa PEIN. Para ello, y como en capas anteriores, usaremos la herramienta “buffer” aplicando los 100 metros de distancia. Una vez aplicado el buffer, y dado que se observa que sobrepasa el límite del término municipal, podemos volver a aplicar un recorte de capas con el límite como capa de superposición (Fig. 16).



**Figura 16**

➤ *Zonas urbanizables*

Para adecuar la capa que muestre las áreas que no constan como zonas urbanizables, se ha descargado el Mapa Urbanístico de Catalunya correspondiente al ámbito

comarcal de La Selva. Lo primero pues, será recortar la capa al ámbito del término municipal de Lloret con la herramienta vectorial de “Cortar”. A continuación, podemos establecer una simbolización por categorías o ver la tabla de atributos con las distintas categorías urbanísticas del suelo. Aquí, en el campo denominado “D\_QUAL\_MUC”, podremos visualizar las categorías correspondientes como “urbanizable”, que en nuestro caso existen 4 tipos (*Fig. 17*). A partir de aquí, podemos filtrar seleccionando las categorías urbanizables desde la tabla de atributos (*Fig. 18*). El resultado será una capa que englobe todas las zonas urbanizables, y dado que es un criterio restrictivo, nos servirá para descartar estas zonas del análisis multicriterio.

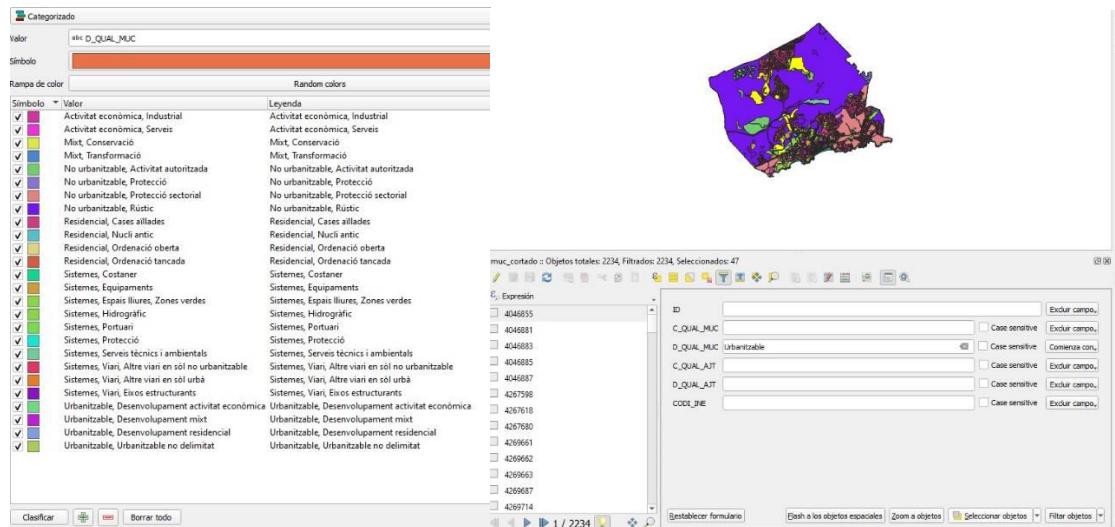
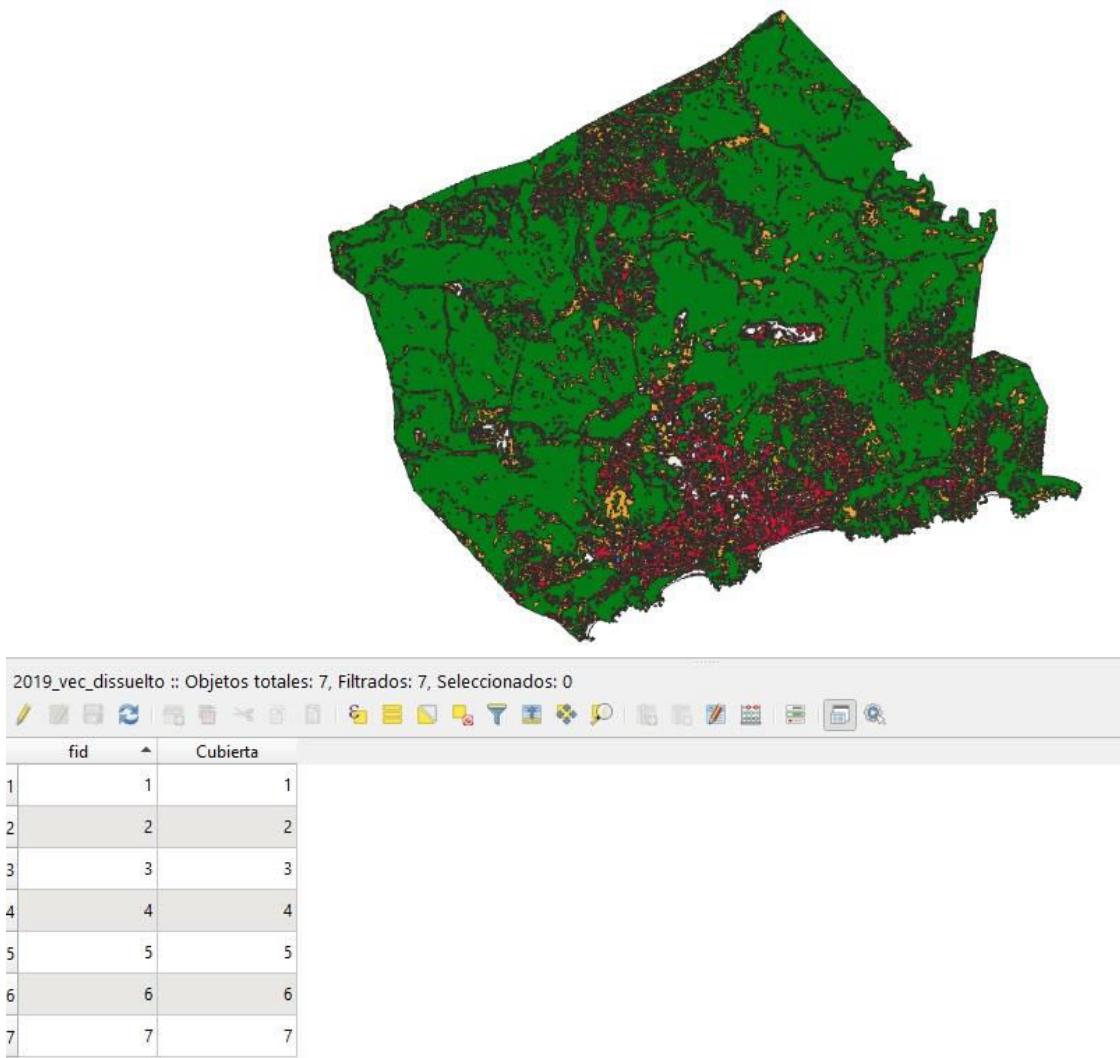


Figura 17 y 18

### ➤ Cubiertas del suelo

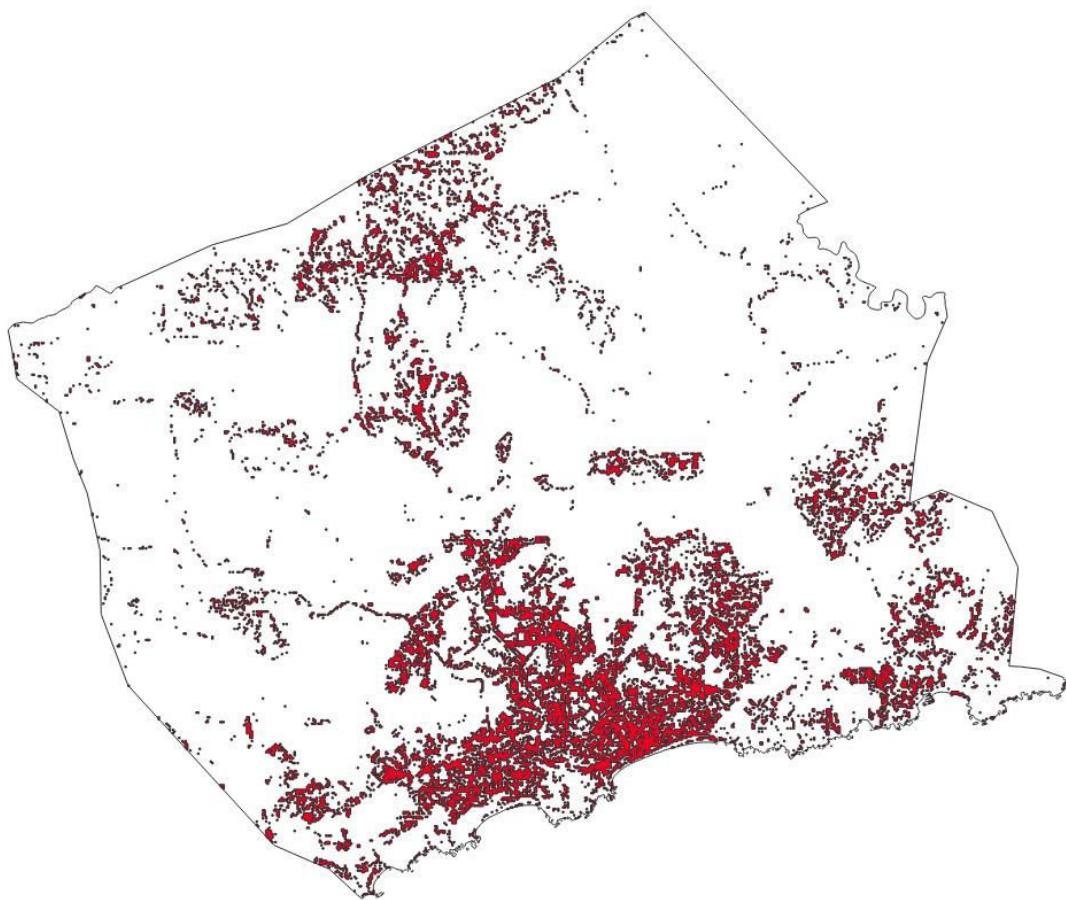
Respecto a la capa de cubiertas del suelo, usaremos la capa que hemos obtenido resultado de la clasificación supervisada de 2019. Concretamente, usaremos el resultado de la clasificación con la mejora del NDVI. Así pues, tan sólo será necesario usar la herramienta “Poligonizar” que permitirá vectorizar el ráster de cubiertas y con el resultado obtenido podemos usar “Disolver” para conseguir una capa vectorial con las 7 categorías correspondientes a las 7 cubiertas sobre las que hemos hecho la clasificación supervisada. Una vez tenemos esta capa, podemos simbolizarla por categorías y aplicar una paleta que nos permita visualizarla adecuadamente (*Fig. 19*).



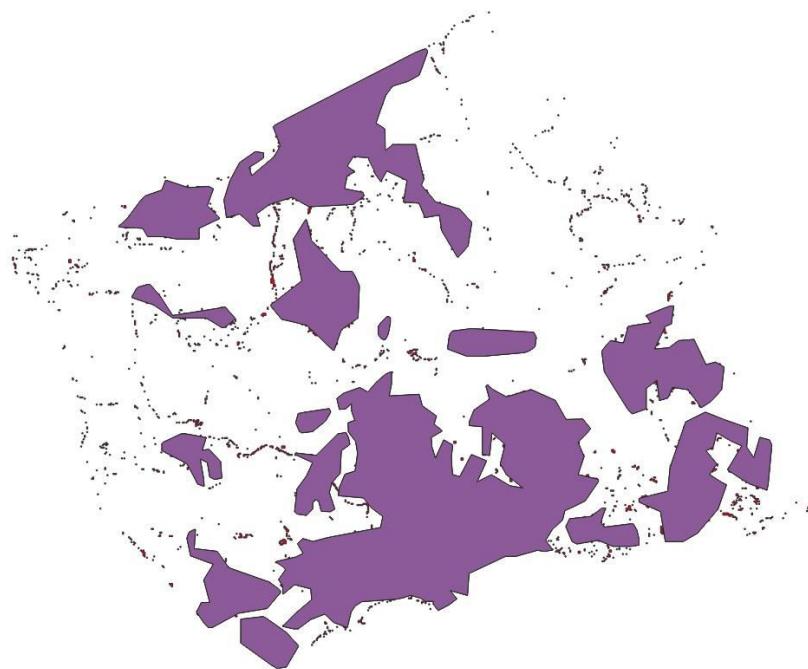
**Figura 19**

➤ *Áreas de influencia urbana*

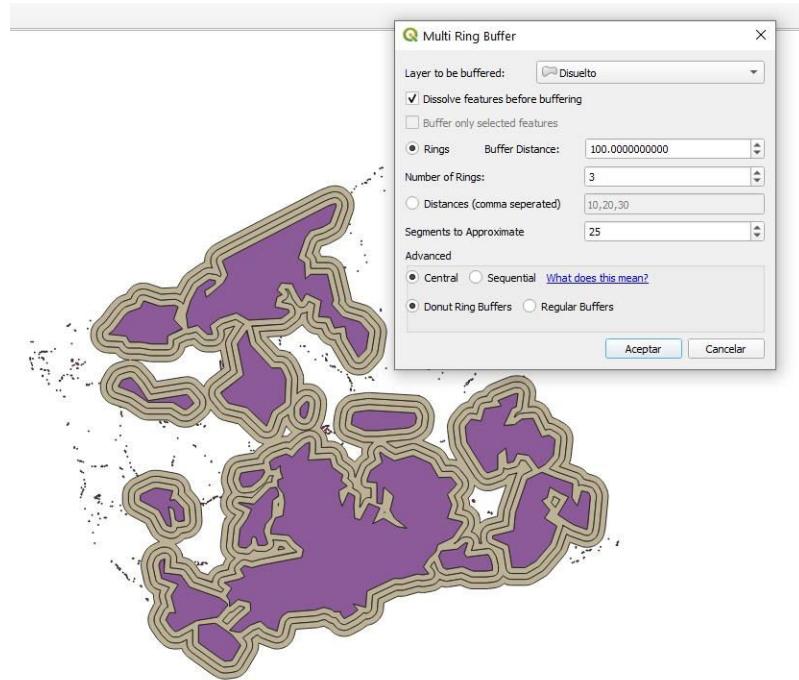
Partiendo de la capa vectorizada de cubiertas anterior, podemos extraer una capa de áreas urbanas que podremos utilizar para nuestro análisis multicriterio. Para ello, simplemente podemos filtrar la capa seleccionando y exportando todos aquellos polígonos que se correspondan con la cubierta de suelo urbano, representada por el número 1 en la tabla de atributos (*Fig. 20*).

**Figura 20**

Una vez hemos exportado la capa urbana, debemos realizar un buffer con anillos, que posteriormente nos permitirá asignar una ponderación adecuada para la evaluación multicriterio, en función de la distancia a estas áreas urbanas. No obstante, para poder realizar este paso, es necesario adecuar la capa de suelo urbano eliminando los micropolígonos tanto del núcleo urbano, como de las diversas urbanizaciones de las que consta el término municipal de Lloret de Mar. Para ello, usaremos la herramienta “Geometría Mínima delimitadora” y asignaremos la opción de geometría “Envolvente convexa”. Este paso hay que realizarlo para cada urbanización que se observe en la capa urbana, así como en el núcleo urbano principal. Posteriormente, podemos retocar un poco el resultado editando y digitalizando la capa. Finalmente, uniremos todas las capas vectoriales generadas para cada urbanización y núcleo, mediante la herramienta “Unir capas vectoriales”. Una vez tenemos la capa urbana combinada, ya sin micropolígonos, podemos acabar de mejorarla y evitar algún polígono solapado aplicando un “Disolver” (Fig. 21).

**Figura 21**

Con el resultado final, podemos aplicar el búffer con varios anillos (3) que nos marque la distancia a las áreas urbanas generadas en esta última capa. Este paso se realizará con el complemento Multi Ring Buffer (*Fig. 22*).



Finalmente, y dado que el buffer puede exceder los límites del término municipal, deberemos cortar la capa buffer y acotarla al límite del término municipal de Lloret de Mar.

## 6. Descripción y procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para la obtención final de cada mapa:

- **Mapa de la evolución urbana**

Con las imágenes debidamente adecuadas y acotadas al ámbito, aplicaremos una clasificación supervisada para obtener una capa de cubiertas del suelo para los dos años que se van a analizar. Para ello, se usará la herramienta homónima del complemento SCP para generar una capa temática con las 7 clases distintas de cubiertas del suelo que hay que categorizar (*Fig. 23*).

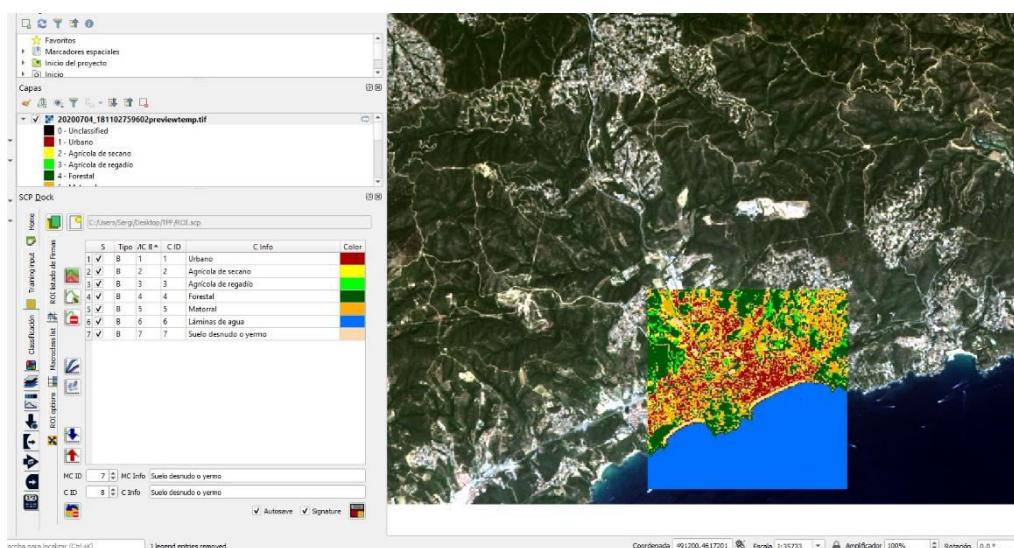


Figura 23

Para cada una de las clases digitalizaremos distintas áreas de entrenamiento (ROI) apoyándonos con cartografía procedente del Mapa de Cubiertas del Suelo de Catalunya, (también podríamos hacer uso del SIOSE o del SIGPAC, pero no ha sido necesario). Para el caso concreto de las imágenes de 1986, podemos apoyarnos en las ortofotografías históricas de ese mismo año, que nos proporcionarán una visualización óptima para la digitalización de las ROI. Así mismo, también podemos valernos de

distintas combinaciones RGB que nos resalten alguna superficie en particular. Por ejemplo, podemos usar combinaciones en color natural 3-2-1, combinaciones con la banda del infrarrojo 4-3-2 para resaltar superficies boscosas o cultivos de regadío -reflejan las capas de vegetación con un contenido de agua elevado- (*Fig. 24*), o combinaciones 6-5-3 para resaltar las superficies urbanas (*Fig. 25*).



**Figura 24**



**Figura 25**

Además, mientras definimos las ROI podemos guiarnos con las signaturas espectrales (Fig. 26) con la idea de intentar ajustar las propias ROI a los modelos de las bibliotecas espectrales de cada clase. Lo ideal sería conseguir que las ROI empleadas no definieran signaturas espectrales que se solaparan entre ellas. No obstante, para conseguir una mejor clasificación ha sido necesario algún que otro solape.

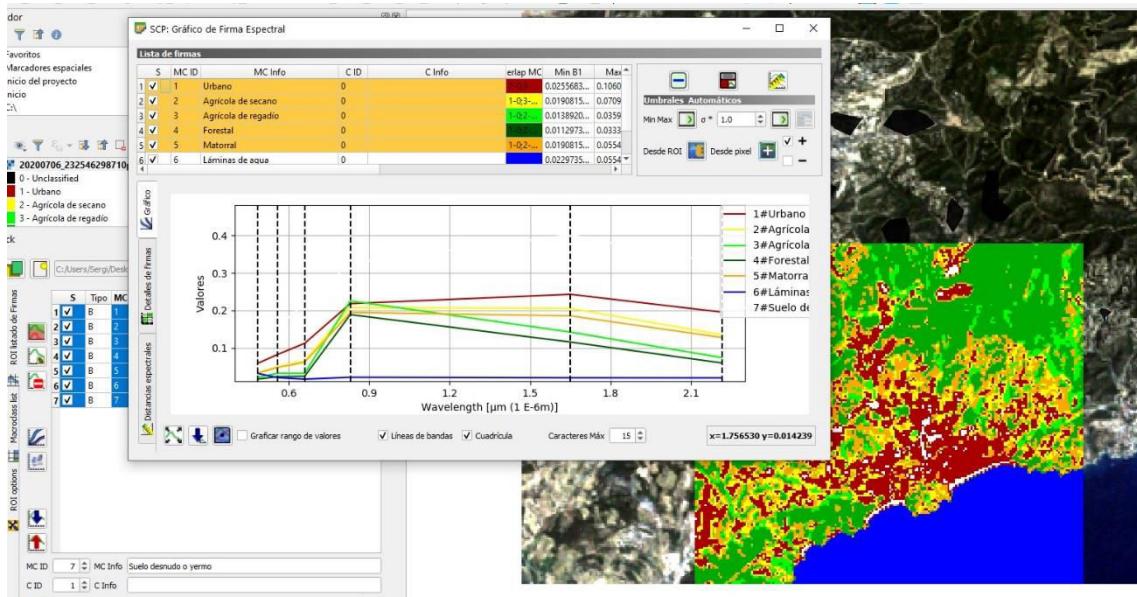


Figura 26

Finalmente, para intentar mejorar los resultados en cuanto a la clasificación de la vegetación se refiere, se ha optado por calcular el índice NDVI de cada imagen satélite (Fig. 27). Para ello, desde la calculadora de bandas de SCP, se han usado las bandas 4 y 5 para la imagen de 2019 del Landsat 8, y las bandas 4 y 3 para la imagen de 1986 del Landsat 5. El cálculo sería  $(\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$ , es decir:

$$\text{Landsat 5: NDVI} = (\text{Band 4} - \text{Band 3}) / (\text{Band 4} + \text{Band 3})$$

$$\text{Landsat 8: NDVI} = (\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4})$$

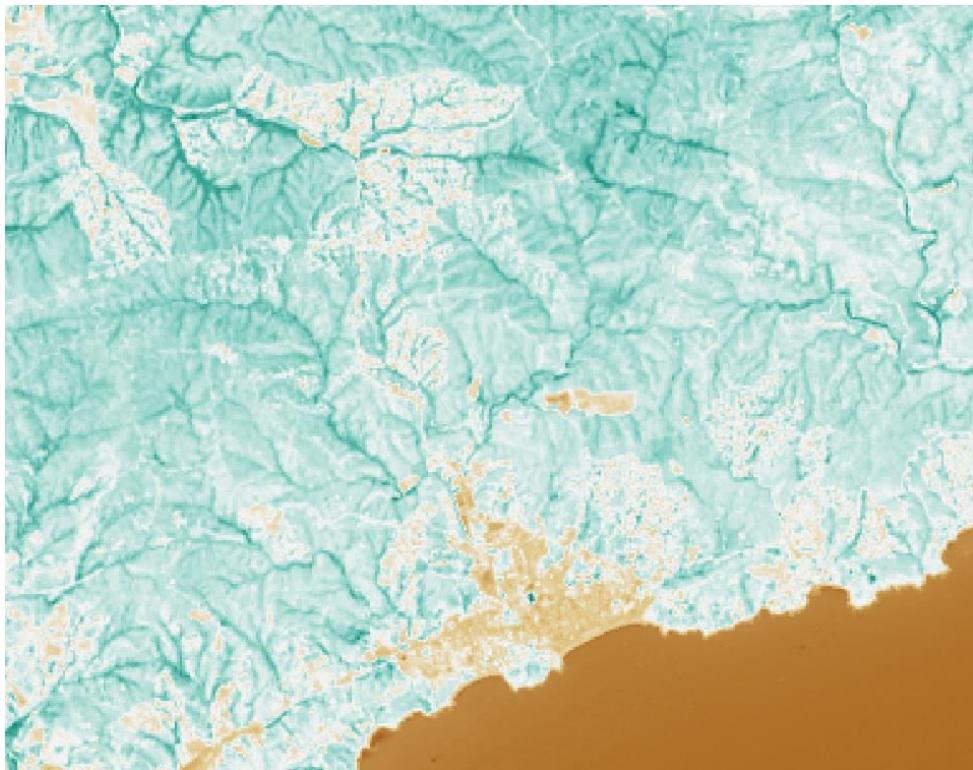


Figura 27

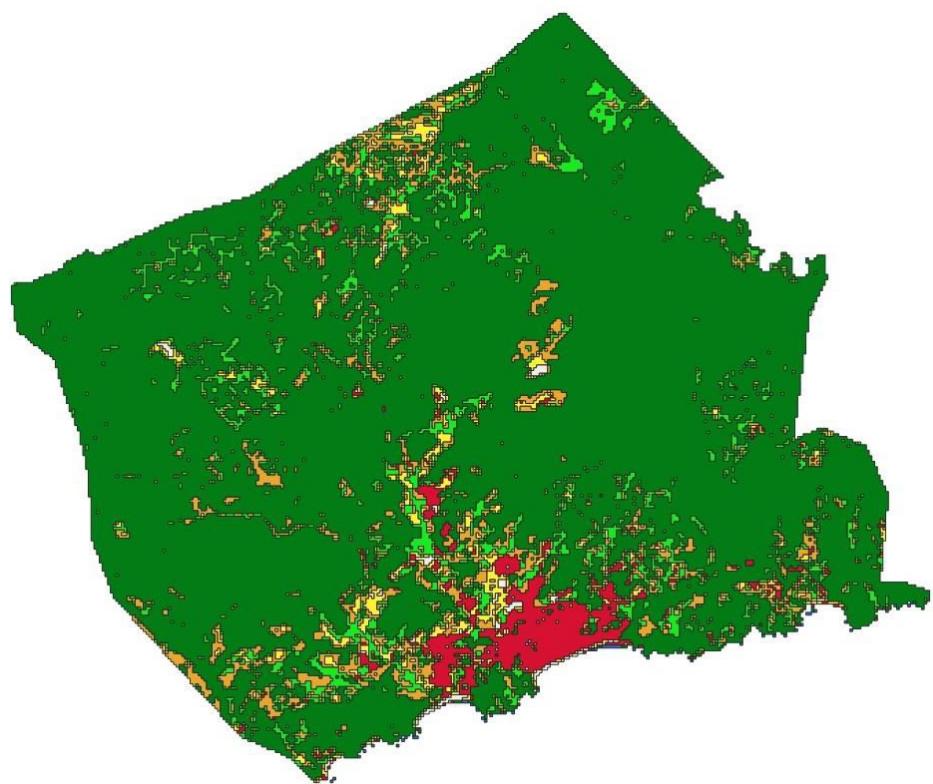
Con el resultado obtenido para cada año, se podrán aplicar las siguientes expresiones, de manera que se asignará un valor de 4 (que es la categoría correspondiente a bosques -como vegetación más frondosa y húmeda-) a aquellos píxeles de la imagen cuyo valor NDVI sea superior a 0,6:

Para 1986: `np.where("NDVI_1986.tif" > 0.6, 4, "1986_cubiertas.tif")`

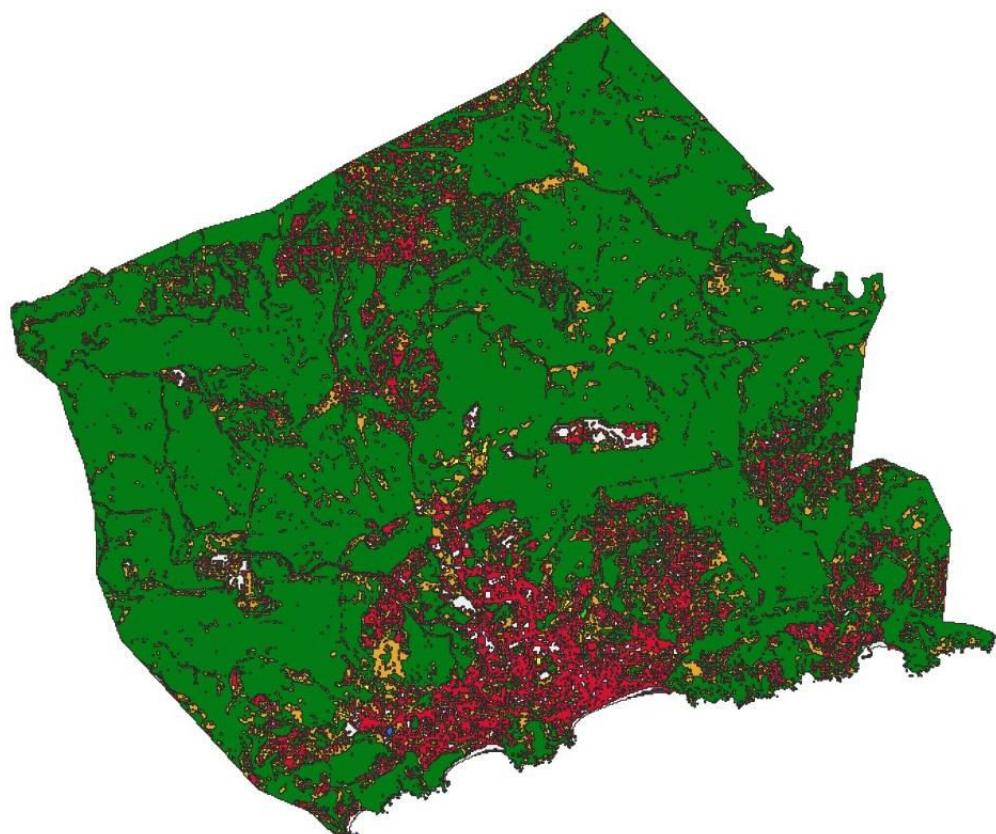
Para 2019: `np.where("NDVI_2019.tif" > 0.6, 4, "2019_cubiertas.tif")`

Así pues, con las 2 capas clasificadas, y con la idea de realizar un análisis del crecimiento urbano del municipio, vamos -ahora sí-\* a recortar las 2 capas ráster de cubiertas para obtener exactamente el área del término municipal de Lloret de Mar. En este sentido, usaremos el polígono del término municipal como capa máscara sobre cada una de las capas ráster de cubiertas del suelo mediante la herramienta “Cortar ráster por capa máscara”. Los resultados, ya sin la superficie del mar, los podemos vectorizar mediante la herramienta “Poligonizar” y “Disolver”, para finalmente obtener 2 capas de cubiertas del suelo, con sus 7 categorías, lo más ajustadas posible a la realidad de cada año:

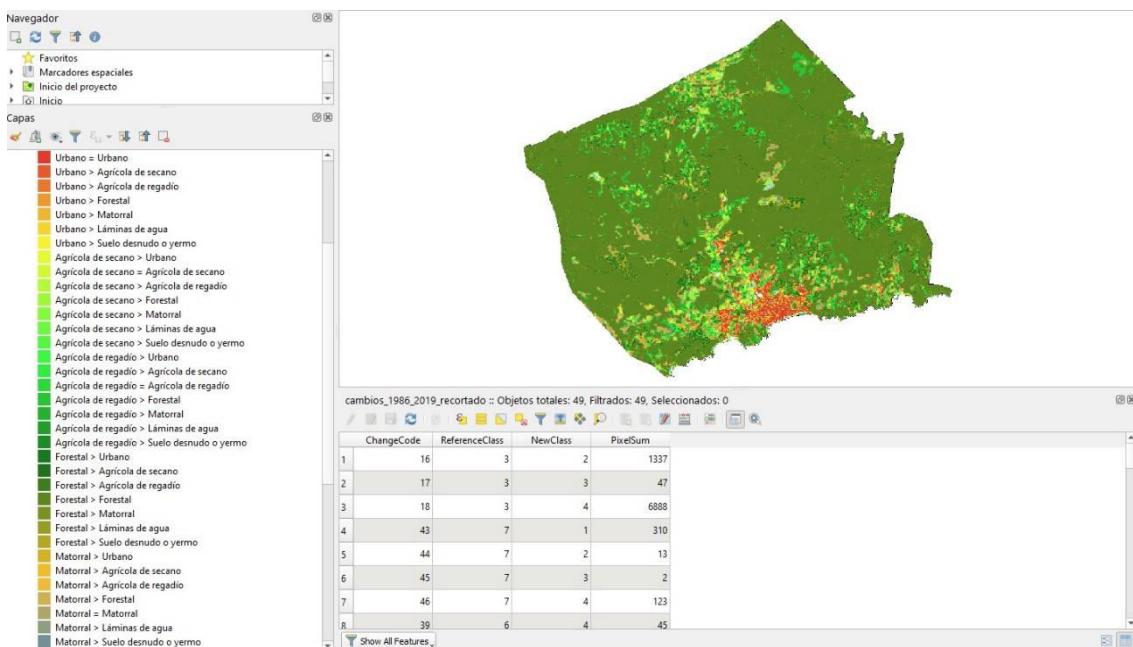
**1986**



**2019**



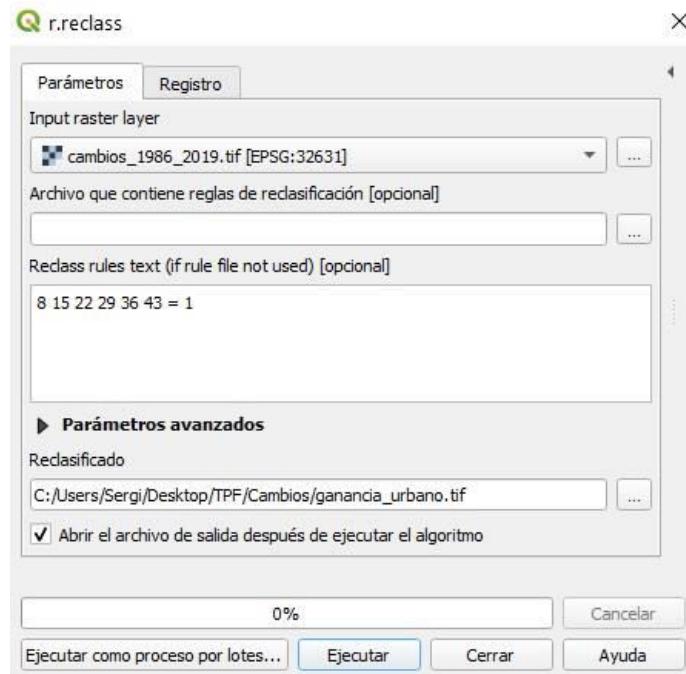
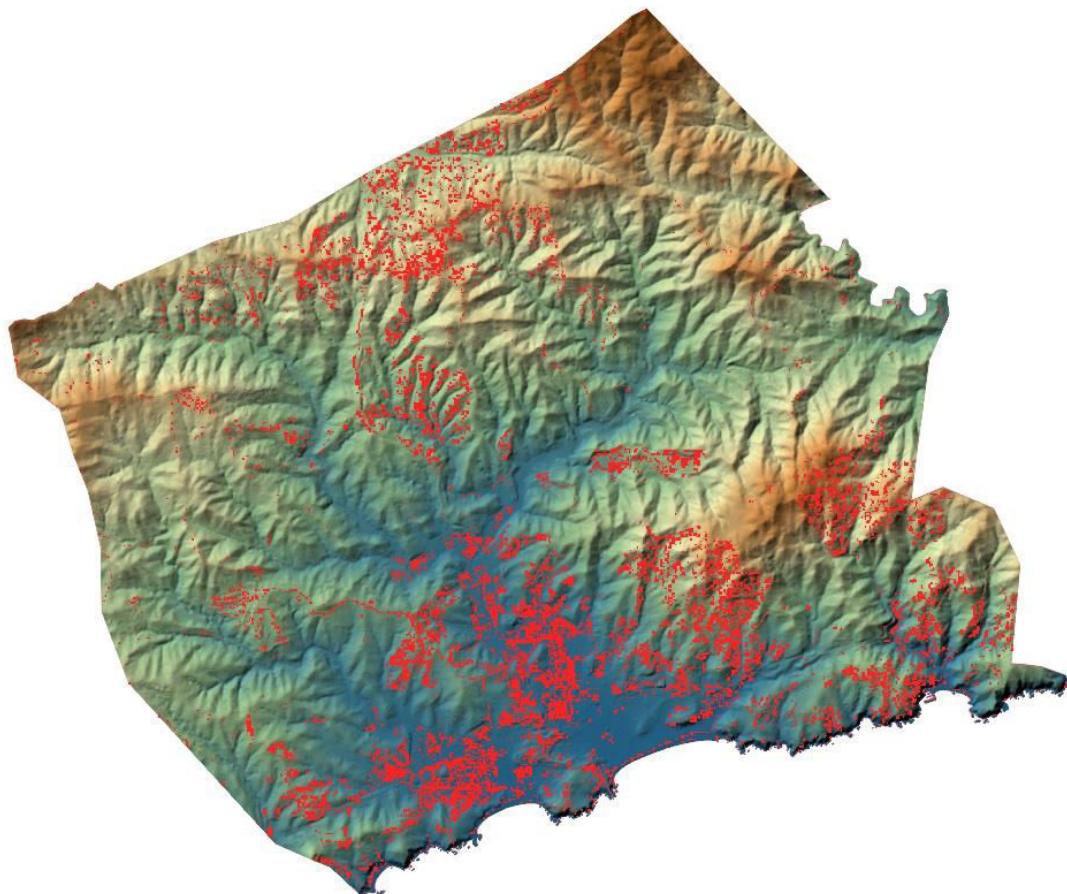
A partir de aquí, procederemos con una serie de pasos para generar un mapa que muestre el crecimiento urbano que se ha desarrollado en Lloret durante el período estudiado. Para ello, mediante la herramienta de cambios de cubiertas del suelo en la pestaña de postprocesamiento de SCP, es posible obtener una matriz de transición entre las capas de cubiertas de 1986 y de 2019. Con esta herramienta se obtiene un ráster de cambios para el período 1986-2019 y un archivo .csv que informa del número de píxeles que le corresponde a cada transición de clase. En este caso, se han obtenido un total de 49 clases (7x7). Con el archivo .csv, que representa la matriz de transición de los cambios del suelo entre ambos años, es posible tematizar adecuadamente el ráster de cambios obtenido (*Fig. 28*). Así mismo, las clases en las que se obtienen 0 píxeles en la matriz de transición, no se verán representadas en el ráster, y por lo tanto no se reflejará en la leyenda del ráster de cambios.



**Figura 28**

A continuación, y mediante la matriz de cambios obtenida en el archivo .csv anterior, se ha realizado una sencilla reclasificación del ráster de cambios (*Fig. 29*). Con esta reclasificación, obtendremos la capa ráster\* que nos indicará el incremento de superficie urbana que ha sufrido el territorio (*Fig. 30*).

\*Nota: En este caso se ha optado por visualizar la capa de incremento de superficie urbana bajo una MDE (*Fig. 30*).

**Figura 29****Figura 30**

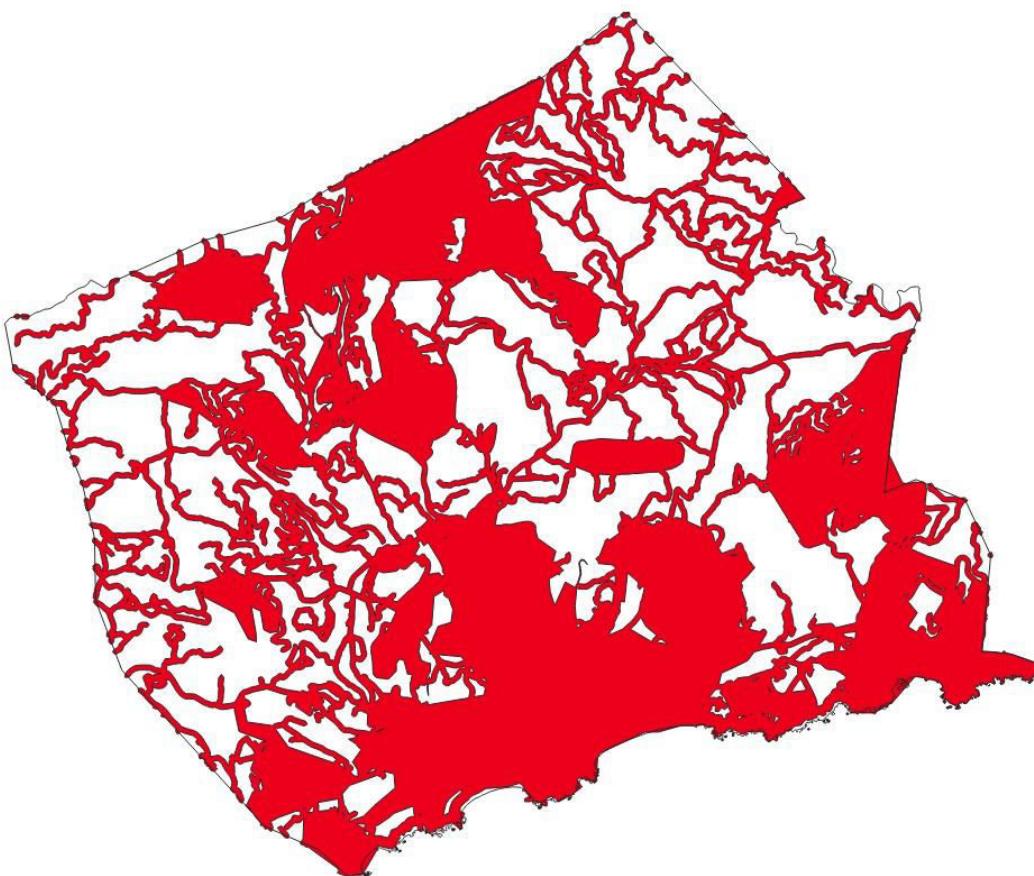
Por último, y para tener una cifra más real de la evolución urbana que ha sufrido Lloret de Mar, también se ha buscado una nueva reclasificación desde la matriz de cambios, pero esta vez indicando los cambios que ha sufrido la cubierta urbana hacia otro tipo de cubierta, es decir, la pérdida de superficie urbana. Considerando las 2 capas (pérdida y ganancia urbana), podremos extraer fácilmente la cifra de la superficie total real de crecimiento urbano. Para ello simplemente haremos uso de la herramienta “Raster Layer Zonal Statistics” que nos devolverá una tabla con la información en metros cuadrados de la superficie ocupada tanto para la capa de incremento urbano, como para la capa de pérdida de superficie urbana. Finalmente, si restamos los 2 datos, obtendremos que la superficie total real de crecimiento urbano entre 1986 y 2019 en el término municipal de Lloret de Mar es de 3.591.450 m<sup>2</sup>, o lo que es lo mismo, **ha sufrido un incremento de prácticamente 360 ha de superficie urbana en los últimos 33 años**. Si sabemos que el término municipal de Lloret ocupa aproximadamente 4845 ha (aplicando un simple “Calculate Geometry”), **el incremento urbano de 360 ha, representa una ocupación del suelo de casi un 7,5% del total**.

- **Mapa de acogida del territorio para usos urbanos**

Una vez tenemos todas las capas adecuadas correctamente, podemos pasar a trabajar con el análisis multicriterio. Como es necesario considerar criterios restrictivos y ponderables, lo primero que haremos será generar una capa que visualice todas las zonas marcadas por el criterio restrictivo de cada capa. Esta capa, nos servirá para delimitar las zonas donde no hay que aplicar el análisis multicriterio.

Para ello, escogeremos las capas generadas de áreas urbanas, áreas urbanizables, zona de dominio marítimo terrestre, espacios protegidos y la de distancia a la red viaria. También será necesario extraer la capa de láminas de agua de la capa de cubiertas del suelo, así como extraer la capa del período de retorno de 50 años de la capa de inundaciones. Estos dos últimos pasos se llevan a cabo seleccionando el atributo desde la tabla de atributos, y guardando la propia selección. Así, ya podemos realizar una unión vectorial de todas las capas (7 en total) mediante la herramienta “*Unir capas vectoriales*”. En este momento, la herramienta nos pedirá adecuar el tipo de formato de los campos de las distintas capas para que puedan combinarse correctamente. Para

solventar esto, usaremos la herramienta “*Rehacer campos*” y estableceremos un campo de tipo integer en cada una de las capas en función se nos solicite al ejecutar la herramienta “*Unir capas vectoriales*”. Posteriormente, ya con la capa combinada, podemos realizar un “*Dissolve*” para que no se muestren solapamientos (*Fig. 31*).



**Figura 31**

Por otro lado, y para proceder a realizar el análisis multicriterio, estableceremos una puntuación sobre las capas que se han considerado ponderables. Así pues, en concreto usaremos las capas de las cubiertas del suelo, la capa de pendientes, la capa de áreas de influencia urbana y la capa de inundaciones. Para cada capa añadiremos un campo nuevo de Ganancia o Coste con la puntuación a ponderar. Las puntuaciones son las siguientes:

- Capa de cubiertas del suelo

Para esta capa se ha generado un campo de **Ganancia**, estableciendo una puntuación de 0 a las cubiertas de “Áreas urbanas” y “Láminas de agua”. No obstante, éstas

cubiertas ya han quedado excluidas al generar la capa restrictiva anterior. Para el resto de cubiertas se ha asignado una puntuación más elevada a yermo, matorral y secano que a regadío y bosque (*Fig. 32*).

Cubiertas :: Objetos totales: 7, Filtrados: 7, Selecciona			
	fid	Cubierta	Ganancia
	1	1	0
	2	2	10
	3	3	2
	4	4	2
	5	5	10
	6	6	0
	7	7	10

**Figura 32**

- Capa de pendientes

Para obtener la puntuación en la capa de pendientes es preciso realizar primero una reclasificación por tabla asignando unos valores a cada intervalo de pendiente. Estos valores se corresponderán con los valores de puntuación para la ponderación. Así, se ha establecido que las pendientes más llanas obtengan una puntuación mayor, mientras que a las más abruptas se les asignará un valor de 0.

Una vez reclasificada la capa ráster, es necesario vectorizar la capa, pero debido a que se trata de una capa muy pesada, procederemos a aplicar primero una reducción de la resolución mediante la calculadora ráster anotando la mitad de columnas y filas. Así mismo, también se aplicará una máscara con el resultado de la diferencia entre la capa del ámbito y la capa restrictiva (o capa de zonas excluidas del análisis) que hemos generado anteriormente (*Fig. 31*). Con el resultado obtenido, se procederá a vectorizar la capa mediante la herramienta “*Poligonizar*” para así obtener la capa vectorial con las puntuaciones para el análisis. Una vez obtenida la capa vectorizada, podemos aplicar un “*Dissolve*”, de manera que obtendremos una capa final con los 5 registros correspondientes a las puntuaciones de **Ganancia** de los intervalos de pendientes que habían sido asignados en la reclasificación inicial (*Fig. 33*).

Pendientes :: Objetos	
	Ganancia
1	0
2	1
3	5
4	10
5	20

**Figura 33**

\*Nota: una vez obtenidas las capas de cubiertas y pendientes es aconsejable usar la herramienta “corregir geometrías” para evitar errores con la herramienta “Unión por localización” al agregar las puntuaciones a la malla hexagonal.

- Capa de áreas de influencia urbana

Para esta capa también se ha generado un campo de Ganancia, dando más puntuación a las áreas que distan a sólo 100 metros de las áreas urbanas que a las que distan a 200 y 300 metros. (Fig. 34).

AreasInfluencia :: Objetos totales: 3, Filtrados: 3, Selección		
	id	mrb_dist
		Ganancia
1	1	100
2	2	200
3	3	300

**Figura 34**

- Capa de inundaciones\*

Para esta capa se ha eliminado el registro correspondiente al periodo de retorno de 50 años, ya que se trata de un registro restrictivo (no obstante, ya ha quedado excluido al generar la capa restrictiva anterior). Se podría utilizar un criterio de ganancia con una puntuación muy elevada, pero ya que se ha pedido excluir esta zona del análisis, mejor eliminamos el registro en cuestión y utilizamos un campo de Coste dando más puntuación al periodo de retorno de 100 años que al de 500 (Fig. 35).

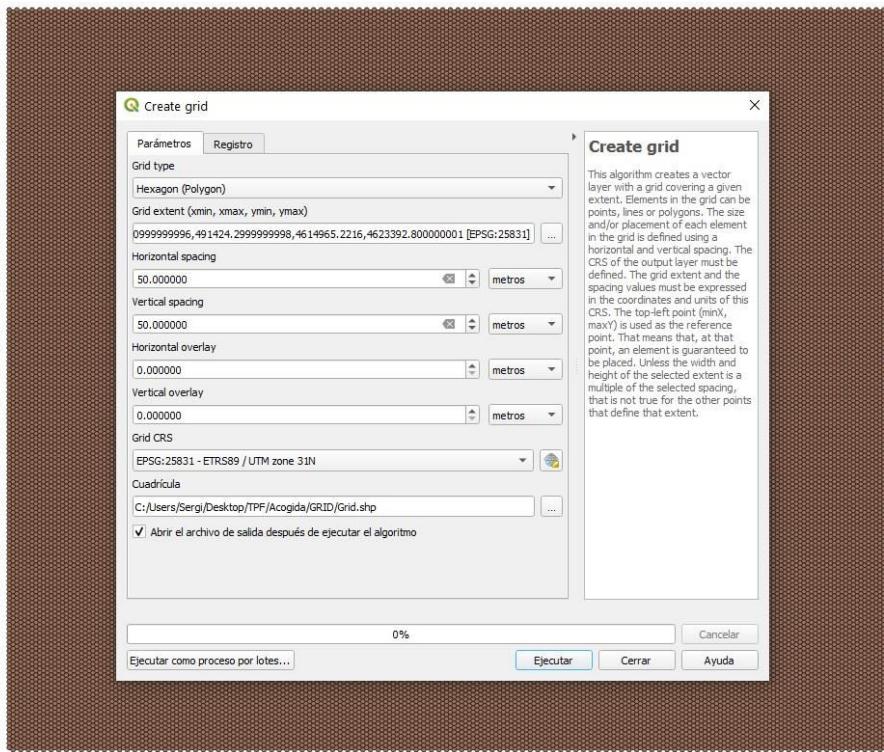
Inundaciones :: Objetos totales: 2, Filtrados: 2, Selección		
	ID_ES	ID_P
		Coste
1	PR500	001
2	PR100	002

**Figura 35**

**\*Nota:** tal y como se observará esta capa de inundaciones queda totalmente dentro de la capa área urbana y, por tanto, dentro del área restrictiva. Por este motivo, ya sabemos que toda el área de inundaciones quedará completamente excluida del propio análisis.

Antes de poder iniciar la Evaluación o Análisis Multicriterio, es necesario generar una malla hexagonal que permita introducir la información recopilada en los campos de puntuación (ganancia/coste) de las distintas capas vectoriales que se han adecuado en los pasos anteriores. Los campos de puntuación de las distintas capas que quedarán agregados a la malla hexagonal, servirán como variables (o criterios) para la Evaluación Multicriterio final.

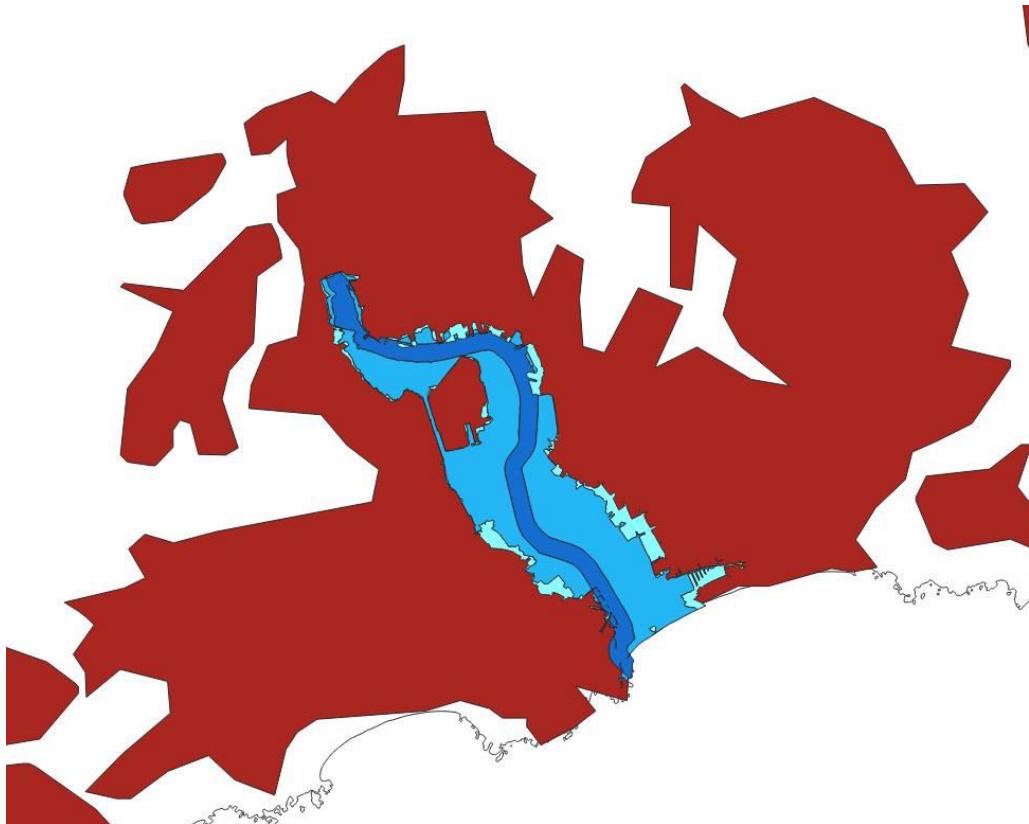
Así pues, el primer paso es la creación de la malla hexagonal mediante la herramienta “Create Grid”. Se ha seleccionado un espaciado de 50 metros, de manera que devolverá una capa con celdas hexagonales de 50 metros (Fig. 36).



**Figura 36**

A continuación, hay que ir agregando el campo Ganancia o Coste, correspondiente a cada una de las capas vectoriales, a la malla o capa hexagonal. En nuestro caso, como hemos apuntado anteriormente, las capas con las que realizaremos el análisis serán las de cubiertas del suelo, pendientes y áreas de influencia urbana. Vamos a descartar la

capa de inundaciones ya que queda totalmente circunscrita dentro del polígono del núcleo urbano principal de la capa de área urbana, capa que hemos considerado como restrictiva y excluida de la evaluación multicriterio (*Fig. 37*).

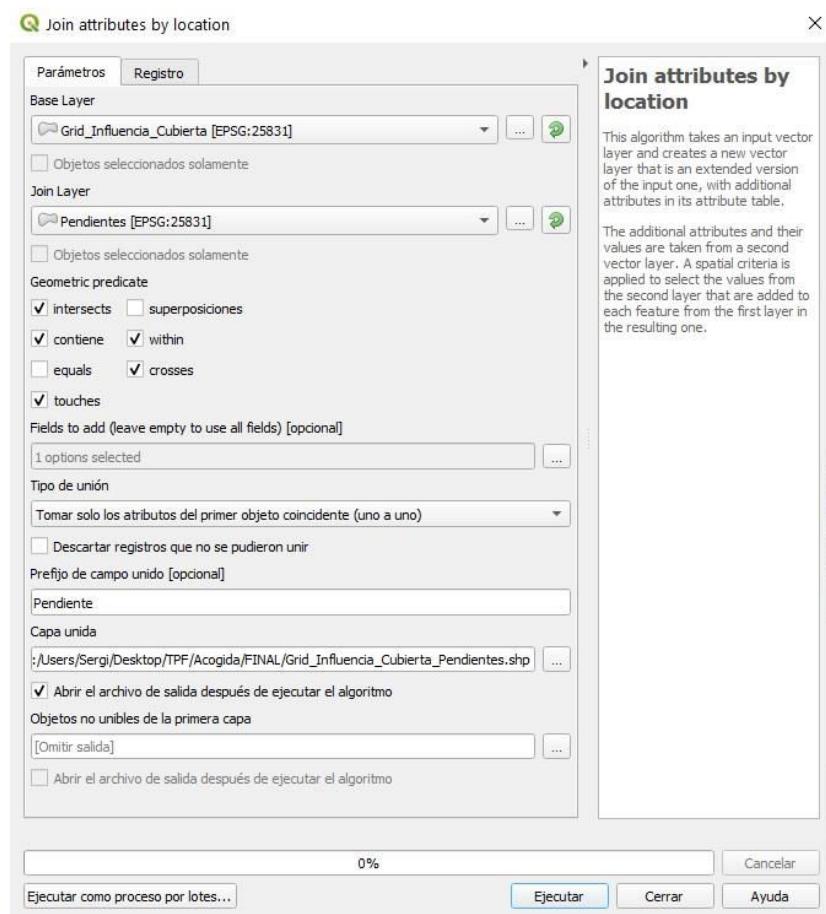


**Figura 37**

Para agregar los campos de puntuación de cada capa a la malla, es necesario seguir un procedimiento ordenado mediante la herramienta “*Unión por localización*”. Para ello, hay que ir uniendo a la capa hexagonal las distintas capas una a una, de modo que el resultado de cada unión servirá como capa de entrada para realizar la siguiente unión por localización.

En este sentido, se ha empezado con una primera unión entre la capa hexagonal y la capa cubiertas del suelo. A continuación, la capa hexagonal resultante anterior se ha usado para realizar otra unión por localización con la capa de áreas de influencia. Finalmente, se ha agregado la capa de pendientes.

En todas estas uniones se ha usado una unión 1:1. Se ha seleccionado el correspondiente campo de ganancia o coste\* de cada capa y se han tomado como predicados geométricos los visualizados en la Figura 38:



**Figura 38**

\*Nota: en nuestro caso, como finalmente no hemos usado la capa de inundaciones tan sólo hemos usado campos de puntuación de tipo Ganancia.

Finalmente, y antes de proceder a la evaluación multicriterio, es necesario realizar dos pasos. Por un lado, se usará la herramienta vectorial “Cortar” para acotar la malla resultante de las uniones al ámbito de la capa término municipal de Lloret de Mar.

Por otro lado, estableceremos todos los atributos de la capa-malla que aparezcan como *NULL* a valores 0. Para ello, se ha usado la siguiente sentencia en la calculadora de campos:

```
if("fieldname" is null, 0, "fieldname")
```

**Nota:** *fieldname* será el nombre del campo donde aparezcan los valores *NULL*.

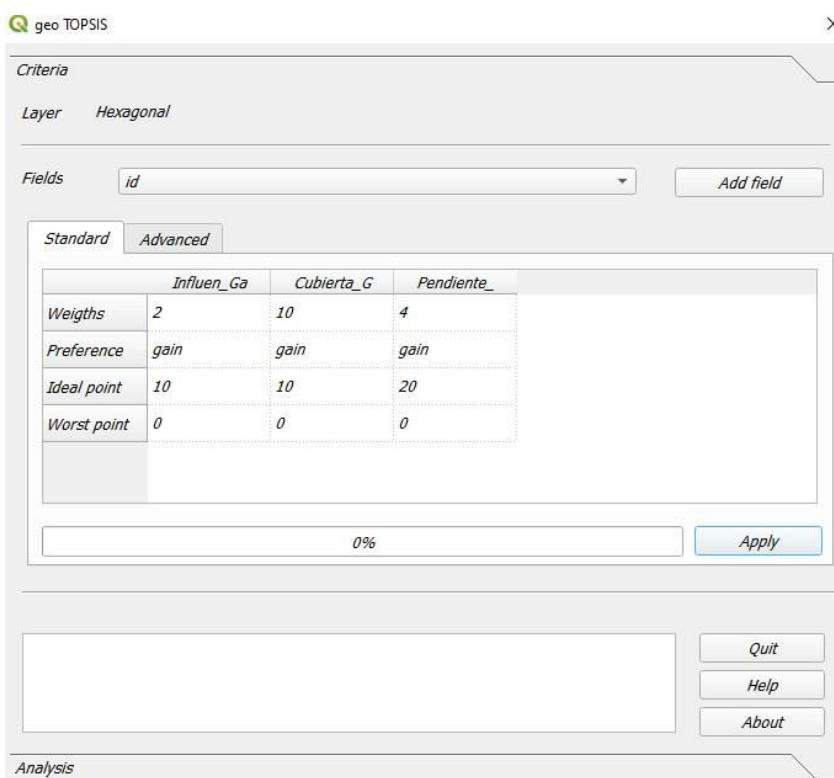
La capa resultante, tendrá los 3 campos agregados de puntuación (criterios), sin valores nulos y acotada al ámbito del término municipal (*Fig. 39*):

		Influen_Ga	Cubierta_G	Pendiente_
	id			
4717	27345	10	2	5
4718	27344	10	2	5
4719	27343	10	10	1
4720	27342	10	10	5

**Figura 39**

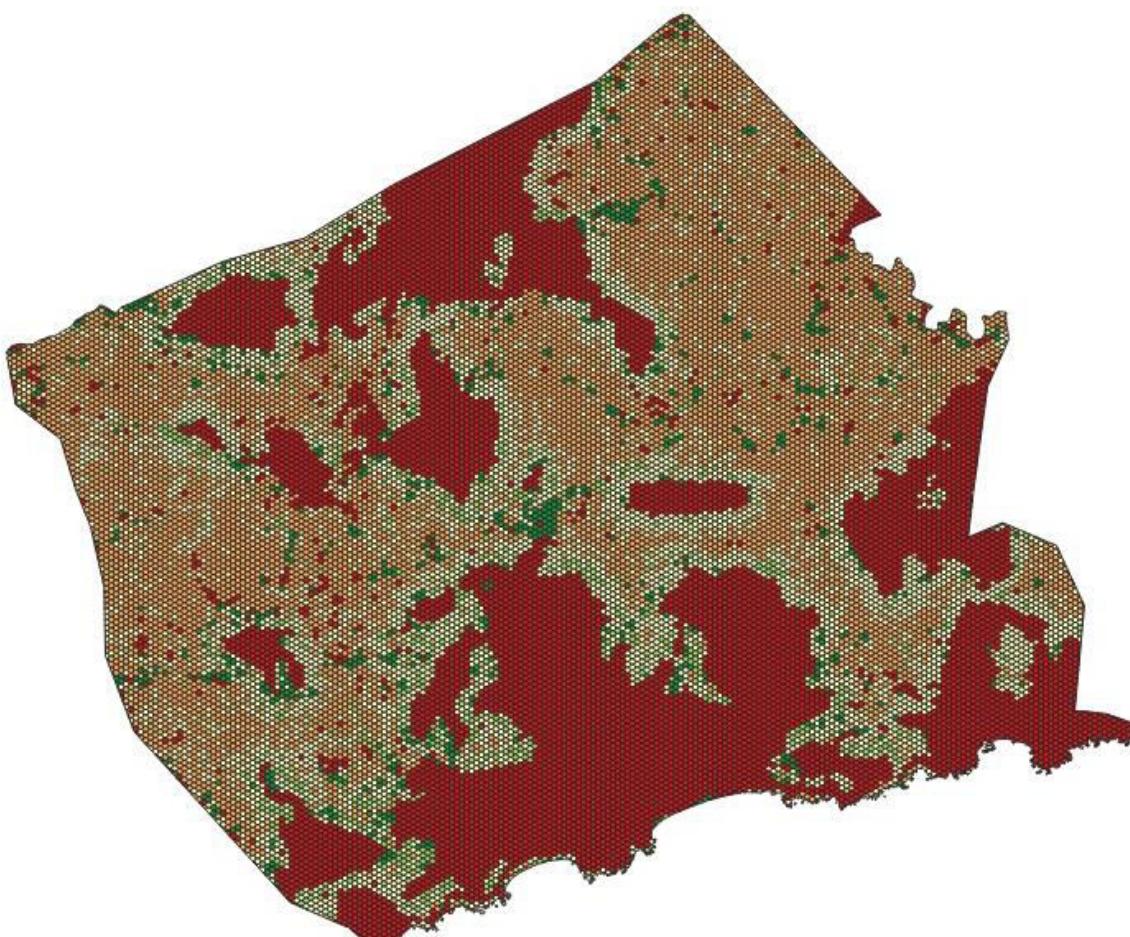
Una vez hemos obtenido la capa final anterior, es posible proceder a realizar un análisis multicriterio. Para ello, se ha optado por el proceso de evaluación multicriterio “geoTOPSIS” que ofrece el complemento VectorMCDA.

Con esta herramienta, es posible otorgar un peso a cada uno de los distintos campos que han sido agregados a la malla hexagonal y seleccionar el criterio a seguir para cada campo (ya sea ganancia o coste). En este caso, todos los campos se han preparado para una ponderación que utilice un criterio de Ganancia (*Fig. 40*).

**Figura 40**

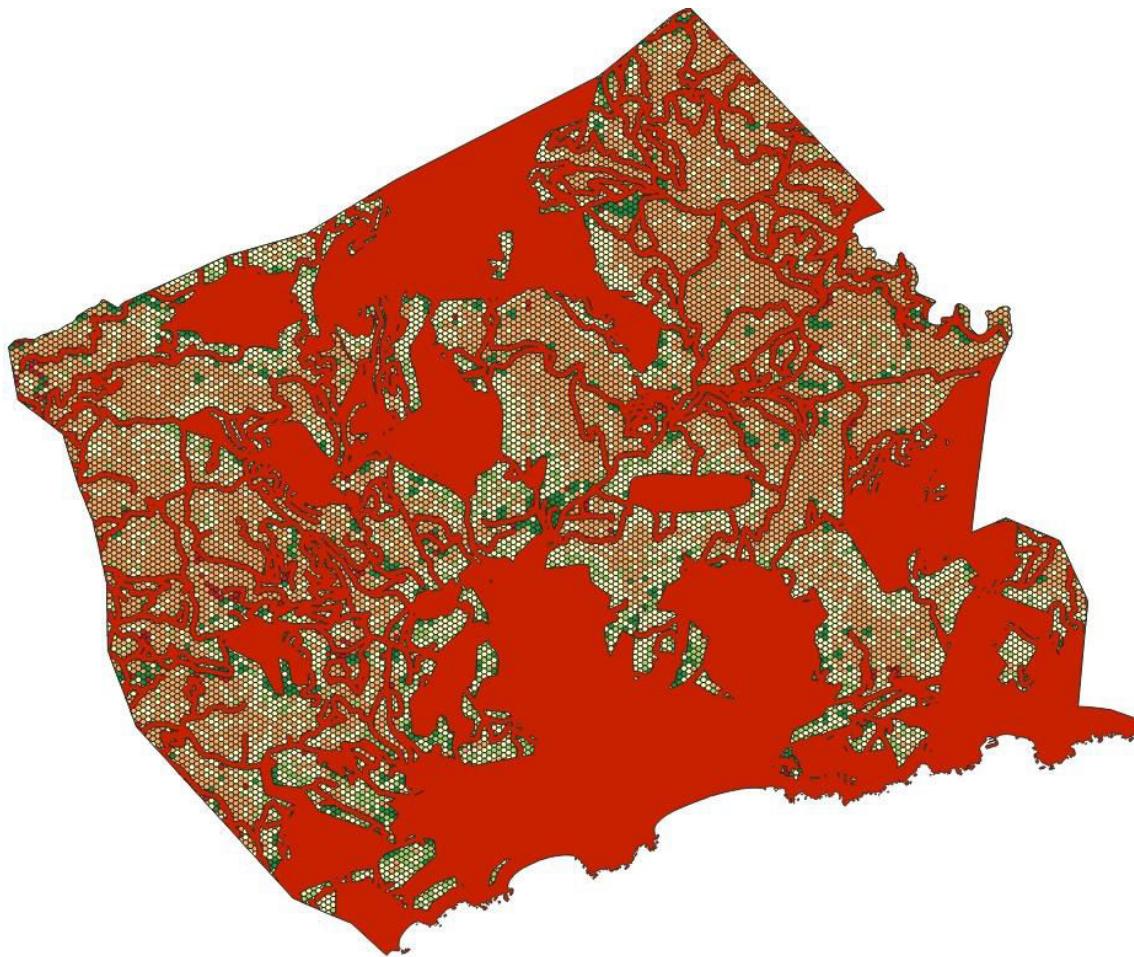
Finalmente, el complemento usará cada campo a modo de variable (criterio) para ponderar, -en base a sus propios algoritmos internos-, una puntuación concreta representada en cada hexágono de la malla. Esta capa final, mostrará unos valores, en una escala de entre 0 y 1, donde **los valores más próximos a 1 (verdes)** indicarán la mejor idoneidad de las áreas de acogida para usos urbanísticos, mientras que **los valores más próximos a 0 (rojos)** se corresponderán con zonas no idóneas o excluidas para acoger usos urbanísticos (*Fig. 41*).

**Nota:** Se ha optado por una clasificación en 5 categorías establecidas mediante el método de rupturas naturales.



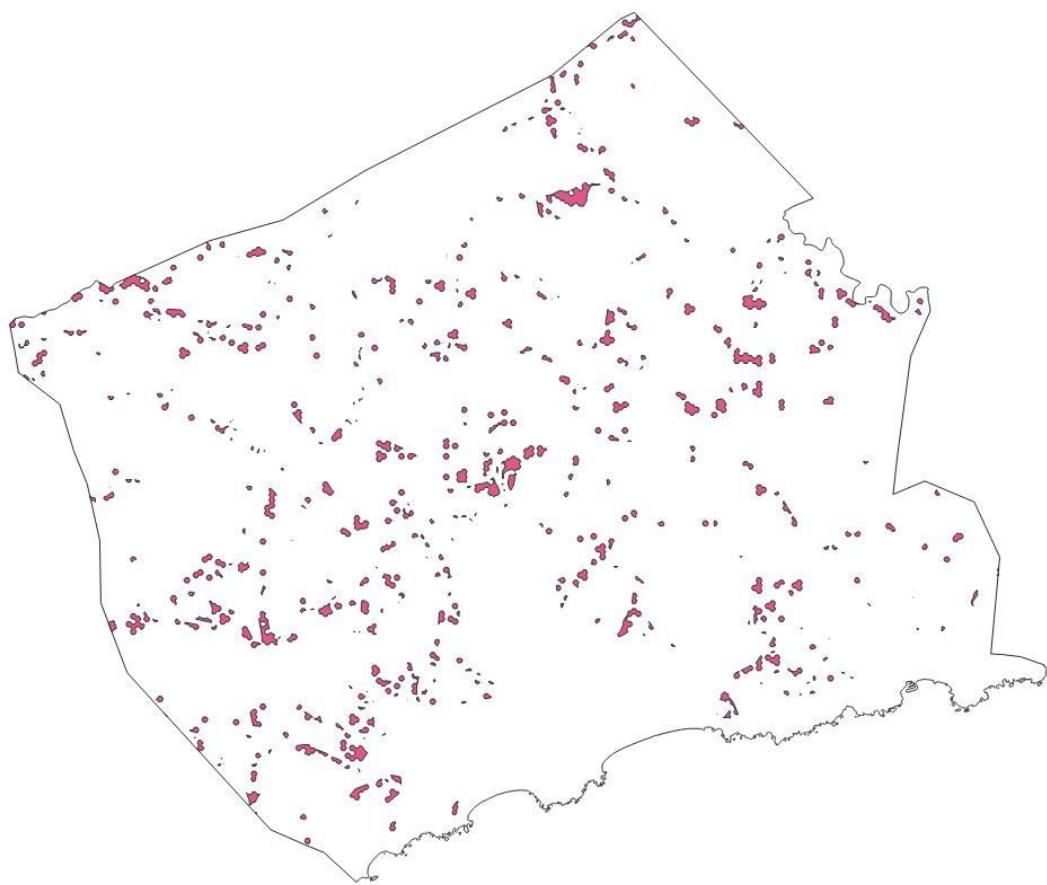
**Figura 41**

Con el resultado obtenido se ha optado por hacer un recorte de capas que muestre sólo la malla con las áreas que no quedan excluidas. Para este recorte pues, se ha usado la herramienta vectorial “diferencia” entre la malla y la capa restrictiva (o capa de zonas excluidas del análisis) que hemos generado anteriormente (*Fig. 42*).



**Figura 42**

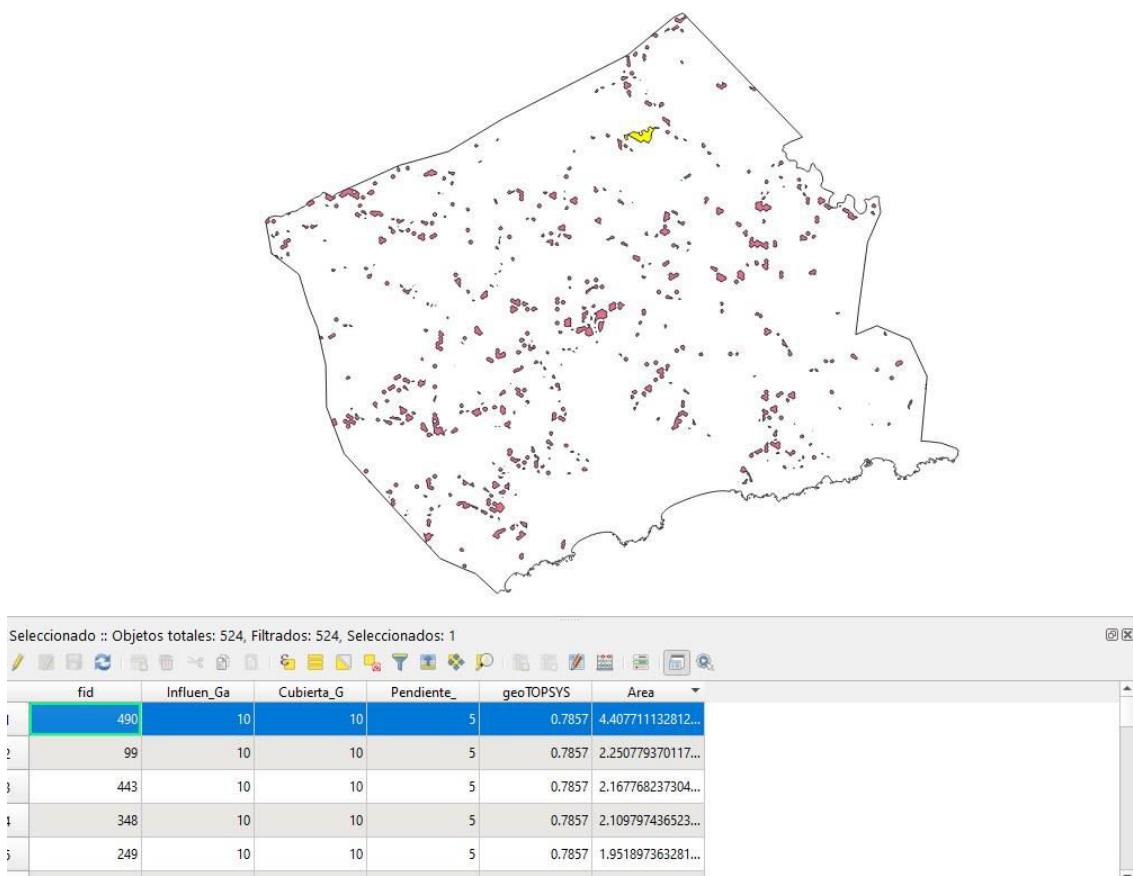
Un último paso en el procedimiento, servirá para extraer las áreas mayores a 5 Ha que han obtenido la máxima idoneidad en el resultado del análisis anterior. De este modo, el primer paso será seleccionar des de la tabla de atributos todos aquellos valores asignados como óptimos según la clasificación por rupturas naturales otorgada a la evaluación multicriterio. El siguiente paso es disolver todos los hexágonos de manera que sólo se visualicen los polígonos que componen los grupos de hexágonos. Para ello, podemos usar la herramienta “*Disolver*” (Fig. 43).



**Figura 43**

El último paso a nivel de geoprocесamiento es lograr que una vez obtenidos todos estos polígonos se visualicen individualmente, cada polígono con su atributo, a modo de que podamos calcular el área final de cada uno de estos polígonos. Para ello, necesitaremos usar la herramienta “v.extract” seleccionando como capa de entrada la capa disuelta anterior, especificando un formato de entrada y salida de “área”, y dejando el resto de parámetros que vienen por defecto. La capa resultante, nos mostrará individualmente todos los polígonos obtenidos, más de 500. A continuación, agregaremos un campo a la tabla de atributos de esta última capa, que podremos denominar “Area”. Seguidamente, des del menú de capas de QGIS, usaremos la opción “Calculate Geometry”, donde escogeremos el cálculo de áreas en hectáreas. Finalmente, tan sólo que ordenemos el campo de mayor a menor podremos seleccionar todos los registros mayores de 5 Ha, para obtener la capa final.

Así, con el resultado de esta última capa se visualizarán todas las áreas de acogida mayores de 5 Ha y con la máxima idoneidad (*Fig. 44*).

**Figura 44**

**Nota:** tal y como se observa en el resultado anterior, el polígono con mayor extensión tiene un área de tan sólo 4,4 Ha, por lo que no será posible visualizar una capa de áreas de acogida mayores de 5 Ha y con la máxima idoneidad.

## 7. Análisis de resultados

- **Mapa de la evolución urbana**

Analizando con detalle la capa de ganancia urbana, podemos observar que Lloret ha crecido principalmente por el desarrollo urbanístico de urbanizaciones más allá del núcleo o casco antiguo de Lloret. En la capa resultante, se visualizan varios clústeres que se corresponden con urbanizaciones que abarcan una gran superficie dentro de todo el ámbito municipal. Este tipo de urbanizaciones se caracterizan por ser de viviendas unifamiliares, por lo que suelen ser zonas con una densidad de población muy baja. Además, estas urbanizaciones consumen mucho territorio ya que requieren hacer llegar mucha infraestructura previa, por lo que son poco eficientes en términos de ocupación del suelo. Así mismo, cerca del núcleo de Lloret también se observa una conversión de ciertos terrenos de cultivo, matorral y/o yermos a un polígono industrial

adyacente. Por lo tanto, son terrenos que han seguido una evolución lógica al ser tierras poco costosas en términos económicos, y que, en consecuencia, facilitan su recalificación urbanística.

Paralelamente a los datos de superficie urbana, también podemos extraer otras conclusiones que nos reporta la matriz de cambios y el reporte de la clasificación que nos muestra el plugin SCP\*.

**\*Nota:** En este caso, una vez se ha recortado el ráster, el plugin no permite hacer correctamente el reporte informativo de la clasificación (sí lo hace con la capa no recortada al límite irregular). Por este motivo, se ha decidido extraer la información a partir de la herramienta "Raster Layer Zonal Statistics", que no nos devolverá el porcentaje ni los píxeles (como sí hace el reporte de la clasificación de SCP), pero sí obtendremos los m<sup>2</sup> en función de cada cubierta. A partir de aquí, es posible calcular el porcentaje en relación al total de cada cubierta mediante una hoja de cálculo de Excel.

Los resultados estadísticos observados son los siguientes:

- Cubiertas del suelo de 1986:

Cubierta	Zona	m <sup>2</sup>	Ha	%
Urbano	1	1560600	156.060	3.22
Agrícola de secano	2	1282500	128.250	2.65
Agrícola de regadío	3	4185000	418.500	8.63
Forestal	4	37920600	3792.060	78.22
Matorral	5	3291300	329.130	6.79
Láminas de agua	6	39600	3.960	0.08
Suelo desnudo o yermo	7	201600	20.160	0.42

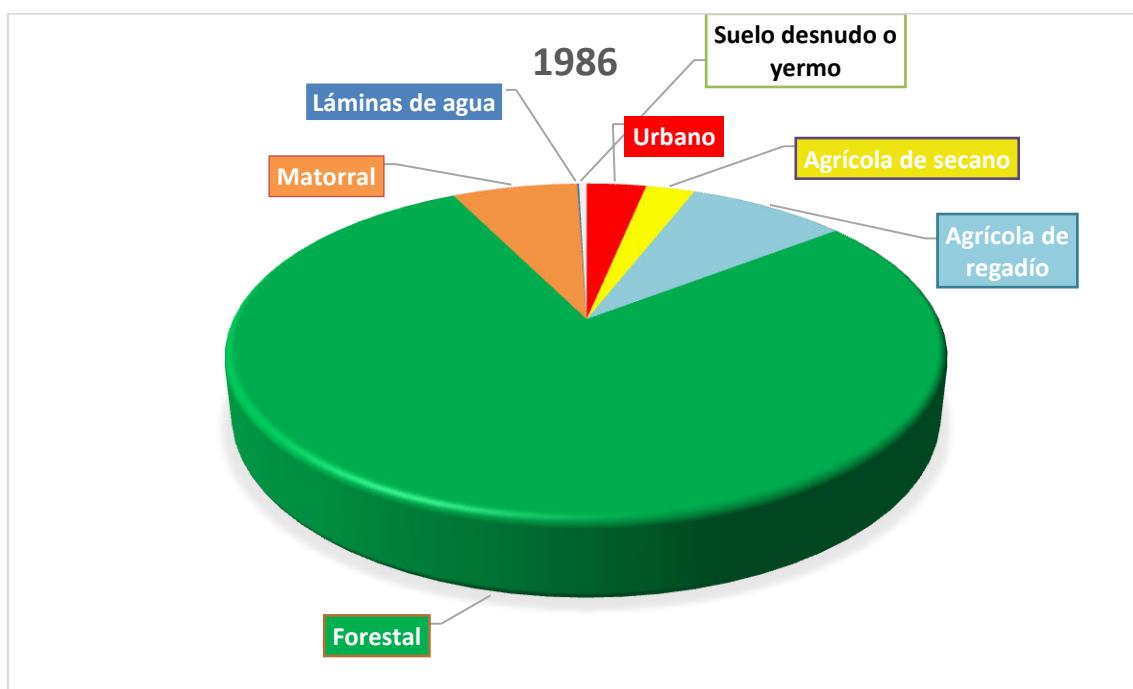


Figura 45

- Cubiertas del suelo de 2019:

Cubierta	Zona	m2	Ha	%
Urbano	1	5161950	516.195	10.65
Agrícola de secano	2	1375425	137.543	2.84
Agrícola de regadío	3	63900	6.390	0.13
Forestal	4	33412050	3341.205	68.93
Matorral	5	7251300	725.130	14.96
Láminas de agua	6	33525	3.353	0.07
Suelo desnudo o yermo	7	1173375	117.338	2.42

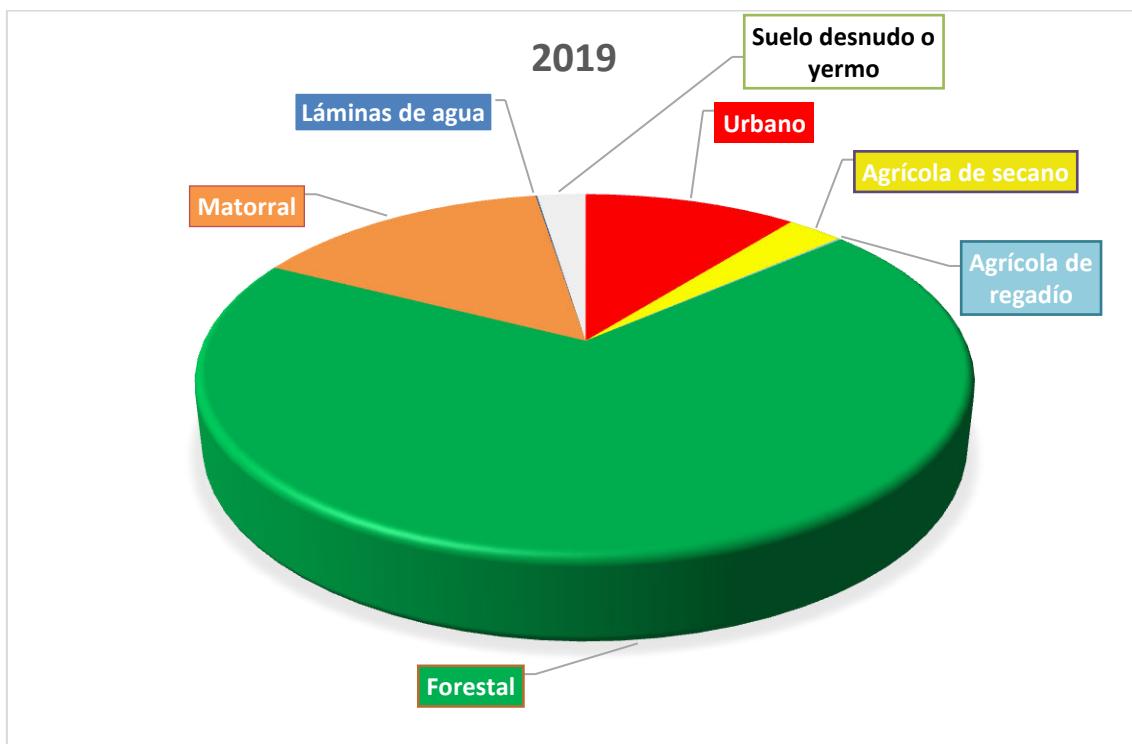


Figura 46

Con la graficas anteriores y la matriz de cambios que hemos obtenido anteriormente, es posible explicar algunos cambios. En primer lugar, destacaremos que el porcentaje de superficie forestal, aunque sigue siendo muy predominante respecto al resto de cubiertas se ha reducido prácticamente un 10% en los últimos 33 años. Esta disminución la atribuiremos, como hemos visto, a un mayor incremento en la superficie urbana, pero también, a un incremento en la superficie de matorral. El aumento de matorral podemos deducir que viene ligado también a una disminución de las cubiertas agrícolas de regadío. Este hecho es posible atribuirlo a un abandono de las cubiertas agrícolas por motivos económicos y/o climáticos (sequía). Así mismo,

podemos ver que el suelo desnudo ha aumentado ligeramente respecto a 1986, esto posiblemente sea consecuencia de movimientos de tierras producidos durante las construcciones de nuevas áreas urbanas. Las otras cubiertas (agrícola de secano y láminas de agua) no han sufrido cambios destacados.

- **Mapa de acogida del territorio para usos urbanos**

Si observamos el resultado obtenido del mapa de acogida para usos urbanos, destaca que en general todo el ámbito de estudio no se caracteriza por tener zonas idóneas con unas condiciones mínimas para establecer análisis más en profundidad sobre una posible recalificación urbanística. Como vemos, Lloret de Mar se caracteriza por ser una zona ya muy explotada y sobresaturada de zonas urbanas, muy caracterizadas por extensas urbanizaciones. Además, si nos fijamos en la capa de la red viaria, podemos ver que está muy extendida por todo el ámbito, dejando pocas áreas de gran tamaño. Este hecho es posiblemente una de las razones por las que no se ha obtenido el mapa de acogida con zonas idóneas mayores de 5 Ha. Así pues, podemos deducir que la red viaria ha contribuido a configurar un territorio muy fragmentado y discontinuo que dificulta encontrar zonas relativamente extensas.

No obstante, sí se observan algunas pequeñas extensiones clasificadas con la máxima idoneidad que, aunque no posean una extensión mínima de 5 Ha, son lo bastante grandes como para ser tomadas en consideración. Se trata de zonas que, obviamente, están libres de criterios restrictivos, sin posibilidad de inundación, que se establecen en zonas no abruptas, con cubiertas aptas para la recalificación urbanística, y poco alejadas de las zonas actualmente ya consideradas como urbanas. Son, en definitiva, las áreas mejor indicadas para establecer un estudio en mayor profundidad sobre la viabilidad de acometer una recalificación urbanística.

## 8. Conclusiones

Una vez concluidos ambos análisis, podemos destacar que el término municipal de Lloret de Mar está muy explotado a nivel de superficie urbana, y deja pocas posibilidades de establecer estudios sobre posibles recalificaciones urbanísticas. En todo caso, y a nivel técnico, debemos constatar que, tras los resultados, quizás Lloret no ha sido el mejor ejemplo para mostrar todo el potencial analítico GIS. Esto es debido a que la gran cantidad de superficie urbana que posee (que al establecerse como criterio restrictivo no se introduce en la evaluación multicriterio), ha conllevado el veto en el análisis de otro criterio, como es el caso de las inundaciones. Así mismo, quizás la falta de precisión en el momento de establecer una clasificación supervisada lo más ajustada posible a la realidad de cada año, expliquen también que no se hayan conseguido áreas idóneas mayores a 5 ha. No obstante, y como se expone en los análisis de resultados, la fragmentación y discontinuidad del territorio, son posiblemente la causa más probable de no haber conseguido áreas idóneas con mayor superficie.

A nivel analítico, se ha constatado y corroborado que el incremento de superficie urbana en Lloret de Mar en las últimas 3 décadas ha sido muy considerable. Esto se evidencia en la ocupación del suelo, donde su superficie urbana ha aumentado en prácticamente un 7,5% respecto a la superficie total del municipio. Este incremento en un periodo relativamente corto y sabiendo que Lloret es uno de los términos municipales más extensos, supone una de las mayores y más vertiginosas transformaciones urbanísticas sobre un municipio en toda Catalunya.

## 9. Enlace ArcGIS Online

A continuación, se muestra el enlace URL a la plataforma de **ArcGIS Online** donde se visualiza el mapa de acogida para futuros usos urbanos, y las variables que han sido evaluadas.

<https://arcg.is/0CiKaK>

Tal y como se ha argumentado durante el desarrollo del proyecto, la capa de inundaciones no ha sido evaluada en el análisis multicriterio, ya que quedaba totalmente circunscrita dentro de las áreas excluidas del análisis. No obstante, se ha considerado oportuno visualizar la capa en la nube.

Así mismo, se han agregado todas las variables analizadas que han sido utilizadas para generar el mapa de acogida. Como hemos visto, con ellas se ha generado la capa “Áreas excluidas” (*Fig. 31*) que delimita las zonas donde no debíamos aplicar el análisis multicriterio. Esta capa también se ha considerado oportuno visualizarla.