

Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Civil

CONTROL DE CRECIMIENTO URBANO A TRAVÉS DE SERVICIOS DE POSICIONAMIENTO REGIONALES

Autor: Elena Ruiz Casana

Tutores: Cristina Torrecillas Lozano

M^a Dolores Noguero Hernández

Dep. Ingeniería gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Civil

CONTROL DE CRECIMIENTO URBANO A TRAVÉS DE SERVICIOS DE POSICIONAMIENTO REGIONALES

Autor:

Elena Ruiz Casana

Tutores:

Cristina Torrecillas Lozano

M.^a Dolores Noguero Hernández

Dep. de Ingeniería gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2017

Proyecto Fin de Carrera: CONTROL DE CRECIMIENTO URBANO A TRAVÉS DE SERVICIOS DE
POSICIONAMIENTO REGIONALES

Autor: Elena Ruiz Casana

Tutores: Cristina Torrecillas Lozano

M.^a Dolores Noguero Hernández

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2017

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

Agradecimientos

En primer lugar, mi total reconocimiento a mis tutoras del proyecto, Cristina Torrecillas y M.^a. Dolores Noguero, por su atención y dedicación. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

A mi familia y amigos que han estado acompañándome durante esta etapa. Eternamente agradecida a todos sus consejos y a su apoyo incondicional.

Resumen

Hoy en día, los estudios o control sobre crecimiento urbano se realizan a través de datos de información geográfica derivada de vuelos cartográficos u ortofotos. La determinación del cambio territorial se basa en las fechas en las que se derivó esa información. De esta forma, presentan una dependencia temporal de estos productos que, al intentar coordinar con datos estadísticos, como la población, se enfrentan a una asincronización de datos en los núcleos urbanos estudiados.

Por otro lado, en 2006, comienza a funcionar la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP). Una red de estaciones GPS con envío de correcciones para mejora del posicionamiento en tiempo real. Para la obtención de estas correcciones personalizadas es necesario enviar la localización del usuario del sistema al centro de control de la RAP, quedando almacenadas. Un estudio del uso de la RAP determinó que su uso en zonas urbanas está altamente correlacionado con las licencias de obra y otras variables relacionadas con la construcción.

El objetivo de este documento es, por un lado, estudiar el posible control urbano a tiempo real a través de las posiciones almacenadas en la RAP y por otro, analizar el factible uso de estos registros para agilizar la creación/actualización de bases cartográficas.

El estudio se ha centrado en 12 municipios andaluces y se han empleado las herramientas de sistemas de información geográfica donde se crean polígonos de crecimiento a través de la comparación de ortofotos y con la ayuda de las bases cartográficas del DERA. Posteriormente se contrastan con las posiciones almacenadas en la RAP y así obtener un % de acierto.

Los resultados han puesto de manifiesto que se puede llevar un perfecto control de las grandes obras de urbanización con un 98% de acierto. De los 55 polígonos de crecimiento definidos como urbanización únicamente uno no es acertado por las conexiones RAP. En el caso de construcciones destinadas a servicios o equipamientos el acierto disminuye a un 73% en los municipios estudiados. Los resultados más desfavorables pertenecen a las categorías de parcelados (22% acierto) y manzanas (49% acierto). El acierto va disminuyendo a la par que el tamaño de las obras, también unido a que las obras de nueva planta y gran envergadura son más susceptibles a necesitar un replanteo mediante GPS.

En lo que respecta al uso de los registros GPS almacenados en la RAP para la creación/actualización de bases cartográficas se concluye que serían de gran utilidad como guía para la realización de cartografías basadas en la evolución de asentamientos urbanos.

Abstract

Nowadays, studies or urban growth control are done through geographic information data from cartographic flights or orthophotos. The territorial change is based on the dates on which this information was taken. With this strategy, they present a temporary dependence of these products, which are trying to coordinate with statistical data as the population or an asynchronization of data from the urban areas studied.

On the other hand, in 2006, the Andalusian Positioning Network (RAP) began its activity. This is a group of GPS network stations that sends corrections to improve the positioning in real time. To obtain these personalized corrections, it is necessary to send the user location to the RAP, so this position is stored. A study about the utilization of RAP determines that its use in urban areas is highly correlated with building permits and other variables related to the construction sector.

The purpose of this paper is to first off, study the possible real-time urban control through the positions stored in the RAP and second, analysing the feasible use of these records to expedite the creation / updating of cartographic bases.

The study has focused on 12 Andalusian towns. The geographic information systems tools have been used to create growth polygons through the comparison of orthophotos and with the help of DERA cartographic bases. After, the polygons are contrasted with the positions stored in the RAP and so it receives a grade using a percentage representing its success.

The results have shown that it is possible to take a perfect control of big constructions on urbanization with a 98% of success. This success increases correlate with a bigger sizing of these constructions, existing also a connection with the new floor construction and huge magnitude, which are more susceptible to need GPS.

On the other hand, it is concluded that the positions stored in the RAP would be very useful as a guide for the creation of cartographies based on evolution of urban areas.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xviii
Índice de Figuras	xx
1 Introducción	11
1.1 <i>Crecimiento urbano</i>	11
1.2 <i>RAP</i>	13
1.3 <i>Crisis construcción</i>	16
1.4 <i>Objetivo</i>	17
2 Datos de partida	19
2.1 <i>RAP</i>	19
2.1.1 <i>Eliminación registros sin coordenadas</i>	20
2.1.2 <i>Modificación registros</i>	21
2.1.3 <i>Creación archivo vectorial</i>	21
2.2 <i>Capas construcción</i>	24
2.2.1 <i>Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA)</i>	24
2.2.2 <i>PGOU</i>	27
2.2.3 <i>Ortofotos</i>	28
2.3 <i>Selección de zonas de estudio</i>	28
3 Metodología general	30
3.1 <i>Tratamiento de registros</i>	30
3.1.1 <i>Registros por municipio</i>	30
3.1.2 <i>Clasificación de registros</i>	31
3.2 <i>Polígonos de crecimiento urbano</i>	40
3.2.1 <i>Comparación urbanización 2008-2016 (QGIS)</i>	41
3.2.2 <i>Concurrencia RAP y polígonos de crecimiento</i>	44
3.3 <i>Valoración metodología</i>	44
4 Resultados	46
4.1 <i>Por municipios</i>	47
4.1.1 <i>La Guardia de Jaén</i>	47
4.1.2 <i>Palos de la Frontera</i>	49
4.1.3 <i>Aljaraque</i>	53
4.1.4 <i>Linares</i>	57
4.1.5 <i>Motril</i>	60
4.1.6 <i>Algeciras</i>	63
4.1.7 <i>Dos Hermanas</i>	66
4.1.8 <i>Marbella</i>	69
4.1.9 <i>Jerez</i>	74

4.1.10	Granada	78
4.1.11	Córdoba	81
4.1.12	Málaga	86
4.2	<i>Por categorías</i>	89
5	Discusión	91
5.1	<i>Uso de la RAP para control de crecimiento urbano</i>	91
5.1.1	Según categorías	91
5.1.2	Según usos de suelo	93
5.2	<i>Uso de la RAP como Fuente de datos para actualizaciones cartográficas</i>	96
6	Conclusiones	98
	Referencias	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de conexiones RAP por año	22
Tabla 2. Municipios objeto de estudio	29
Tabla 3. Clasificación DERA años 2008-2016	35
Tabla 4. Clasificación	36
Tabla 5. Clasificación conexiones GPS	38
Tabla 6. Tipo de solución	45
Tabla 7. Actualización servicio Google Maps por municipio	46
Tabla 8. RAP: La Guardia de Jaén	49
Tabla 9. RAP: Palos de la Frontera	52
Tabla 10. RAP Aljaraque	56
Tabla 11. RAP Linares	59
Tabla 12. RAP Motril	62
Tabla 13. RAP Algeciras	65
Tabla 14. RAP Dos Hermanas	68
Tabla 15. RAP Marbella	71
Tabla 16. RAP Jerez	77
Tabla 17. RAP Granada	80
Tabla 18. RAP Córdoba	83
Tabla 19. RAP Málaga	88
Tabla 20. Coeficiente de correlación (Servicios/habitantes)	92
Tabla 21. Coeficiente de correlación (Servicios/Evolución población)	92
Tabla 22. Acierto Servicios por municipio	93
Tabla 23. Acierto categorías uso de suelo	93
Tabla 24. Coeficiente de correlación (Tejido urbano discontinuo/habitantes)	94
Tabla 25. Coeficiente correlación (Tejido urbano discontinuo/Evolución población)	94
Tabla 26. Coeficiente correlación (Zonas forestales / hab)	95
Tabla 27. Coeficiente de correlación (Zonas forestales / pte población)	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación Sevilla según pendiente de la recta de evolución de la población	12
Figura 2. Corrección diferencial con bases fijas y móviles	14
Figura 3. Estaciones RAP en Andalucía	15
Figura 4. Cobertura de estaciones RAP	16
Figura 5. Conexiones RAP (2009-2016)	17
Figura 6. Procedimiento tratamiento de datos RAP	19
Figura 7. Consulta de tipo selección	20
Figura 8. Consulta de tipo eliminación	21
Figura 9. Creación capa a partir de un archivo .csv (QGIS)	22
Figura 10. Conexiones GPS año 2016	22
Figura 11. Conexiones GPS años 2008-2016 almacenadas RAP	23
Figura 12. Asentamiento población DERA (2016)	24
Figura 13. Asentamientos urbanos DEA100 (2008)	25
Figura 14. Asentamientos urbanos DERA y DEA100	26
Figura 15. Málaga – DERA y DEA100	27
Figura 16. Linares – DERA y DEA100	29
Figura 17. Selección por localización	31
Figura 18. Registros seleccionados según capa ferrocarril	32
Figura 19. Clasificación de registros por localización	32
Figura 20. Registros siguiendo un patrón lineal	33
Figura 21. Diferencias DERA 2008 y 2016 (Dos Hermanas), en naranja oscuro se muestran las zonas con crecimiento	34
Figura 22. Selección por atributos	35
Figura 23. Relación de archivo shape con tabla Excel (QGIS)	36
Figura 24. Clasificación conexiones RAP 2008-2016 (Dos Hermanas)	37
Figura 25. SIOSE (Dos Hermanas)	40
Figura 26. Metodología crecimiento urbano	41
Figura 27. Ejemplo urbanización Jerez (San Valentín-San Juan de Dios)	42
Figura 28. Ejemplo manzana Marbella	42
Figura 29. Ejemplo aparcado Granada	43
Figura 30. Ejemplo Servicio/Equipamiento Algeciras	43
Figura 31. Tabular intersección	44
Figura 32. Tipo de solución	45
Figura 33. Evolución de la población La Guardia de Jaén (2008-2016)	47
Figura 34. Crecimiento La Guardia de Jaén (2008-2016)	48
Figura 35. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	49

Figura 36. Evolución de la población Palos de la Frontera (2008-2016)	50
Figura 37. Crecimiento Palos de la Frontera (2008-2016)	51
Figura 38. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	53
Figura 39. Diferencia construcción aparcada 2008-2016	53
Figura 40. Evolución de la población Aljaraque (2008-2016)	54
Figura 41. Crecimiento Aljaraque (2008-2016)	55
Figura 42. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	57
Figura 43. Evolución de la población Linares (2008-2016)	57
Figura 44. Crecimiento Linares (2008-2016)	58
Figura 45. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	59
Figura 46. Evolución de la población Motril (2016-2008)	60
Figura 47. Crecimiento Motril (2008-2016)	61
Figura 48. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	62
Figura 49. Corrección diferencial con bases fijas y móviles	63
Figura 50. Crecimiento Algeciras (2008-2016)	64
Figura 51. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	65
Figura 52. Evolución población Dos Hermanas (2008-2016)	66
Figura 53. Crecimiento Dos Hermanas (2008-2016)	67
Figura 54. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	68
Figura 55. Evolución de la población Marbella (2008-2016)	69
Figura 56. Crecimiento Marbella (2008-2016)	70
Figura 57. Asentamiento urbano Marbella (DERA)	71
Figura 58. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento	74
Figura 59. Evolución de la población Jerez (2008-2016)	75
Figura 60. Crecimiento Jerez (2008-2016)	76
Figura 61. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento	78
Figura 62. Evolución de la población Granada (2008-2016)	78
Figura 63. Crecimiento Granada (2008-2016)	79
Figura 64. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento	81
Figura 65. Evolución de la población Córdoba (2008-2016)	81
Figura 66. Crecimiento Córdoba (2008-2016)	82
Figura 67. Coincidencia conexiones GPS y polígonos de crecimiento	85
Figura 68. Evolución población Málaga (2008-2016)	86
Figura 69. Crecimiento Málaga (2008-2016)	87
Figura 70. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento	89
Figura 71. Coincidencia conexiones GPS y polígonos de crecimiento	89
Figura 72. Control de obras mediante conexiones GPS	90
Figura 73. Esquema de discusión	91
Figura 74. Diagrama de dispersión: Acierto Servicios/Habitantes	92

Figura 75. Gráfico dispersión (Tejido urbano discontinuo/habitantes)	94
Figura 76. Gráfico dispersión (zonas forestales/habitantes)	95
Figura 77. Gráfico dispersión (Zonas forestales / pte población)	95
Figura 78. Crecimiento asentamiento RAP	96
Figura 79. Corrección diferencial con bases fijas y móviles	97

1 INTRODUCCIÓN

Lo que con mucho trabajo se adquiere, más se ama.

- Aristóteles -

A lo largo de la historia ha surgido la necesidad de plasmar en un plano la superficie terrestre y los cambios que el ser humano realizaba en él. Esto unido a la aparición de la tecnología electrónica en todos los aspectos de nuestra vida da como resultado planos dinámicos e interactivos que pueden ser modificados digitalmente.

La irrupción de Internet, el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, la generalización de los dispositivos GPS, la incesante aparición de nuevas aplicaciones relacionadas con el uso y aprovechamiento de la geoinformación, y los crecientes requerimientos de datos y servicios basados en la localización espacial, por parte de la llamada “sociedad de la información y del conocimiento”, han supuesto para la cartografía un cambio radical. Así, hoy día, resulta más apropiado hablar de Información Geográfica, concepto mucho más amplio en el que los mapas y planos tradicionales se conciben solo como una de las múltiples y posibles salidas de una compleja secuencia productiva y de difusión, y en la que los geoservicios web y los análisis basados en geoprocesos han pasado a ocupar un lugar preeminente.

1.1 Crecimiento urbano

En las últimas décadas, hemos estado presenciando un rápido crecimiento urbano en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo, pero también en Europa, Estados Unidos y Australia. Para el año 2030, esperamos que las ciudades crezcan 2,5 veces en su territorio, consumiendo alrededor de 1 millón de km², o 1,1% de la superficie total de los países (Angel, Sheppard, & Civco, 2005).

La conversión de la superficie terrestre a usos urbanos se debe principalmente al aumento de la población urbana. En 2014, un 54% de la población residía en zonas urbanas, respecto al 30% que lo hacía en 1950. La ONU estima que en el año 2050 esta cifra rozará el 66% de la población (Nations, 2014).

El crecimiento urbano se puede definir como la expansión geográfica de la ciudad. El área urbana comienza a invadir la rural, su población se incrementa debido al desarrollo económico, aumenta la construcción de viviendas y edificaciones para empresas e industrias hacia la periferia.

En España, durante la última década y media se ha sobrepasado el límite de lo razonable en cuestiones relacionadas con la urbanización del territorio. Una parte muy importante del crecimiento económico español descansaba sobre la construcción, llegando a representar el 9,3% del PIB (el doble que en EEUU) y en algunas

Comunidades Autónomas en torno al 11% del PIB regional. Más del doble de lo razonable teniendo en cuenta que en 1997 suponía el 4,7%. Existen datos que muestran la magnitud de esta burbuja de la construcción: durante 1994 y 2007, se han visado en España más de seis millones y medio de viviendas nuevas, superando las 600.000 anuales en 2003, 2005 y 2007, y de forma holgada las 800.000 en 2006. Esto provocó que en 2010 se estimaba que en España existían en el mercado entre 800.000 y 1,2 millones de viviendas nuevas sin vender (Romero, 2011).

En particular, Andalucía también se ha visto afectada por esta gran burbuja. En 2001 el parque residencial era de 3.554.198, el crecimiento entre 1995 y 2006 fue de 1.229.793 viviendas, lo que supone un 34,6% respecto al parque residencial existente en 2001 (Pozueta Echávarri, 2015).

Uno de los principales recursos con que cuenta Andalucía es el completo y equilibrado sistema urbano, debido tanto al rango de los núcleos que lo componen como a su forma de distribución territorial (Caravaca Barroso, 1999). Los 132 municipios con más de 10.000 habitantes, que son los considerados por urbanos por el Instituto Nacional de Estadística, se encuentran repartidos de forma bastante equilibrada por el territorio andaluz, tratándose del más importante valor de ordenación territorial con que cuenta la Comunidad Autónoma puesto que ningún otro elemento de articulación física (red de carreteras, ferroviaria, organización del transporte público, etc.) aparece tan bien implantado y distribuido en el extenso espacio regional (Zoido, 1995).

Durante las últimas décadas el sistema urbano andaluz está experimentando cambios, de orden tanto cuantitativo como cualitativo. Por una parte, el proceso de urbanización sigue presente en la región, creciendo en mayor medida la población de los núcleos urbanos, sobre todo la de las coronas metropolitanas y ciudades medias. Por otra, estas últimas ciudades refuerzan su funcionalidad urbana, perdiendo pertinencia el calificativo de agrocidades, utilizado hasta ahora de forma excesivamente generalizada para hacer referencia a muchas de ellas. Pero es en las aglomeraciones urbanas donde se producen los cambios cualitativos más complejos, al perder progresivamente peso demográfico el núcleo urbano principal mientras crece la población de los otros municipios que las conforma. Un claro ejemplo podría ser la ciudad de Sevilla y los municipios de alrededor que conforma la corona metropolitana de Sevilla.

En la Figura 1 puede verse la clasificación de los municipios de Sevilla según la pendiente de la recta de regresión trazada a los datos de población del año 2008 al 2016.

En color rojo se representa el intervalo con pendiente más negativa, es decir, municipios con mayor disminución de habitantes, y lo opuesto con color verde.

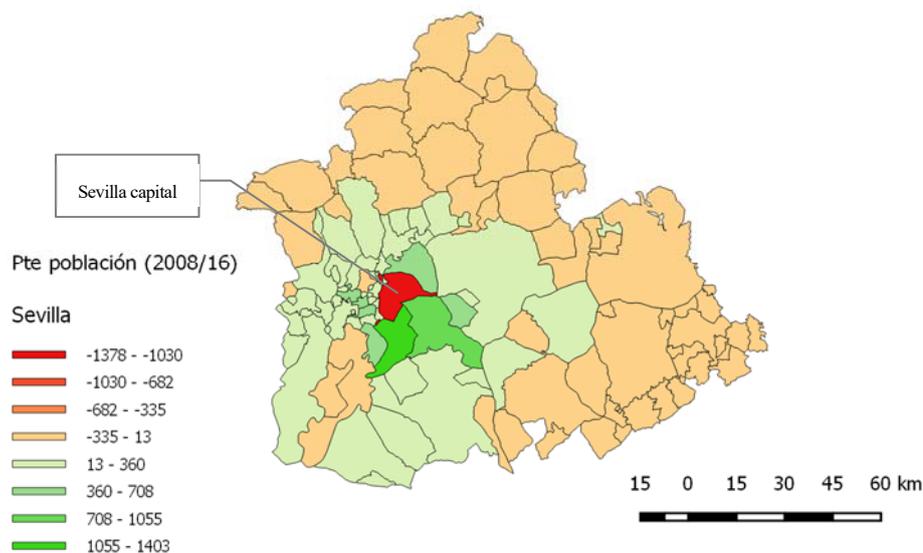


Figura 1. Clasificación Sevilla según pendiente de la recta de evolución de la población

Se comprueba como en la capital se produce una disminución de la población, mientras en los municipios de alrededor ocurre lo contrario, el número de habitantes sufre durante estos años un incremento bastante importante.

Los estudios realizados sobre el control urbano en extensiones significativas se realizan a través de datos estadísticos, los cuales están actualizados periódicamente. El problema surge con la imposibilidad de apoyar estos datos a través de cartografías. Existen ortofotos actualizadas cada dos años aproximadamente, pero la última actualización pertenece al año 2014. Esto ocasiona que los artículos solo puedan estudiar hasta un cierto número de años atrás, como es el caso del estudio “Beyond urban-rural dichotomy: Exploring socioeconomic and land-use processes of change in Spain (1991-2011)”, el cual abarca hasta el 2011 a pesar de haber sido realizado en 2014.

1.2 RAP

El sistema GPS (Global Positioning System) o Sistema de Posicionamiento Global es un sistema compuesto por una red de 24 satélites denominada NAVSTAR, situados en una órbita a unos 20.200 km. de la Tierra, y unos receptores GPS, que permiten determinar nuestra posición en cualquier lugar del planeta, de día o de noche y bajo cualquier condición meteorológica. La red de satélites es propiedad del Gobierno de los Estados Unidos de América y está gestionado por su Departamento de Defensa (DoD).

El Sistema de Posicionamiento Global NAVSTAR no es el único Sistema de Posicionamiento existente. El Sistema Ruso GLONASS, el Sistema Galileo desarrollado por la Unión Europea o el Sistema Beidou desarrollado por la República Popular de China están también operativos.

Cuando se posiciona en un punto con el GPS para saber la posición, lo que hace éste es medir la distancia a un satélite de posición conocida. De esta medida se deduce que el GPS se encuentra en la superficie de una esfera de centro las coordenadas del satélite y radio la distancia del GPS al satélite. Al tomar el GPS la información de un segundo satélite, la intersección de la superficie de las esferas determina el contorno de un círculo donde se encuentra la posición. Si obtenemos la información de un tercer satélite se podrá determinar la posición X, Y, Z. No obstante, esta posición no es precisa. El error se debe a que el reloj atómico del satélite es más preciso que el reloj interno del GPS.

Para buscar esta solución el GPS resuelve 4 ecuaciones de 4 incógnitas. En definitiva, para corregir este error el GPS necesita la información de un cuarto satélite ya que tiene cuatro incógnitas X, Y, Z y el tiempo. El posicionamiento diferencial consiste en hallar la posición absoluta de un punto mediante las observaciones realizadas desde ese punto a unos determinados satélites, sumadas a las realizadas en ese mismo instante desde otro punto (referencia) a esos mismos satélites. Por lo tanto, aquí aparece el concepto de línea base, que es la línea recta que une el punto de referencia y el punto objetivo.

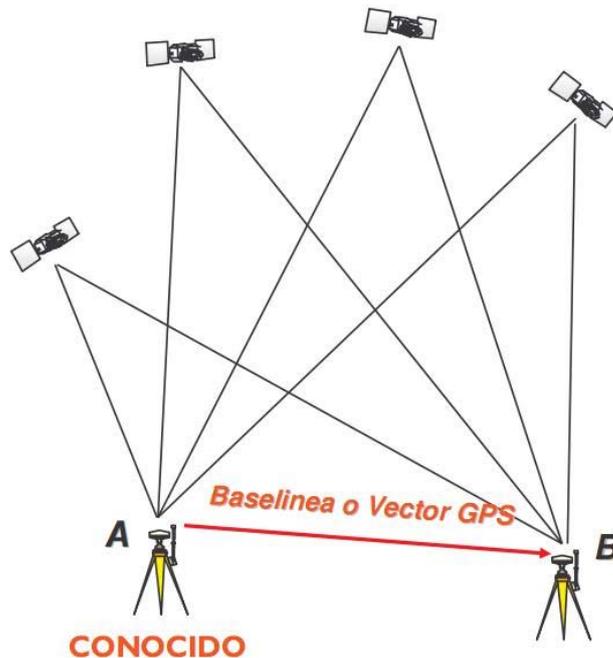


Figura 2. Corrección diferencial con bases fijas y móviles

La corrección diferencial es un procedimiento de mejora de la precisión posicional. En el caso de Andalucía la prestación de este servicio supondría un incremento en la precisión de todas las operaciones geodésicas, cartográficas, topográficas y de navegación. Los datos recibidos por ambos equipos GPS resultan en exceso diferentes para distancias mayores de 70 km, lo que hace desaconsejable su uso. Por esto, es preciso contar con una red de estaciones bien distribuidas por el territorio para acceder a parámetros de corrección realmente válidos para el emplazamiento del receptor. Dada la extensión y forma de Andalucía, esto supone una necesidad de entre 20 y 35 estaciones, según sea su distancia media de 50 o 70 km (Sánchez Díaz & Torrecillas Lozano, 2004).

Así la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), una red de estaciones GPS permanentes distribuidas por su territorio comenzó a funcionar en septiembre de 2006 con 22 estaciones distribuidas homogéneamente en el territorio andaluz. Es un proyecto gestionado por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía junto con el Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía de la Universidad de Cádiz y con ella se puede disponer de un marco geodésico de referencia único y estable para toda Andalucía.



Figura 3. Estaciones RAP en Andalucía

Las estaciones conforman un marco geodésico de referencia “activo”, único y estable que da servicio a una gran variedad de usuarios ofreciendo servicios de descarga de archivos de observación RINEX tanto vía Web como FTP, así como posicionamiento en tiempo real mediante el envío de correcciones en tiempo real.

La RAP ofrece tres tipos de servicios: RAP-RTK, RAP-IP y RAP-FTP. El servicio RAP-RTK y RAP-IP consiste en la transmisión de correcciones diferenciales que permite alcanzar una precisión de centímetros en sus mediciones con GPS. Accediendo a los ficheros RINEX se pueden obtener mayores precisiones y realizando cálculos en postproceso, servicio RAP-FTP.

En relación a la estructura de la red, se pueden diferenciar dos bloques: las estaciones y el sistema de control. A su vez las estaciones se distinguen entre estaciones de primer y segundo nivel, cuyas diferencias son la localización y la disponibilidad de un mayor número de accesorios y servicios. 9 estaciones son de primer nivel y están ubicadas en las ocho capitales de provincia y la última está en Algeciras para ayudar en el control del Estrecho de Gibraltar.

La localización del resto de estaciones ha dependido de varios factores como, encontrarse a menos de 70km de otra estación, ubicarse en hospitales públicos, colegios o edificios pertenecientes a la Junta de Andalucía o la necesidad de disponer de estaciones en suelo para así ampliar los usos que se le pueden dar a la red.

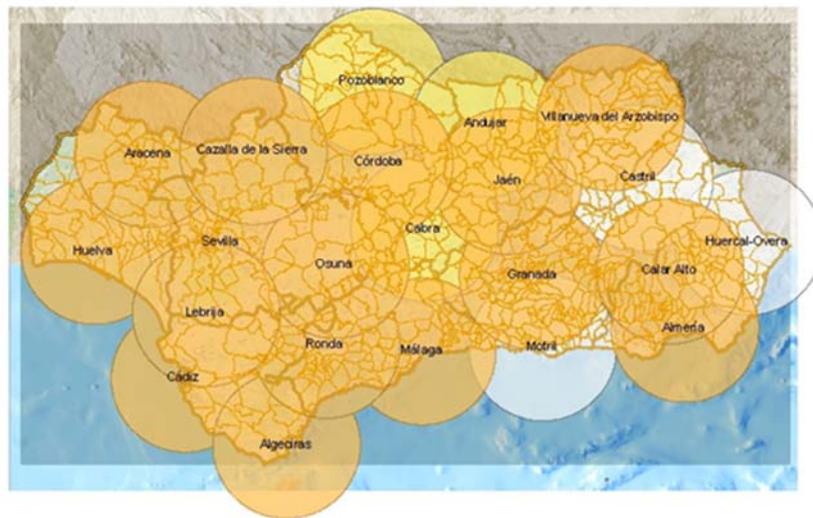


Figura 4. Cobertura de estaciones RAP

El sistema central se compone de varios ordenadores interconectados con funciones de servicios Web con alojamiento de los ficheros RINEX (RAP-FTP), generador de correcciones RTCM para el servicio RAP-IP y el control de la RAP mediante software Spider. El único sistema que no se genera desde el sistema central es el RAP-RTK, por ser un sistema de correcciones locales.

Los servicios en tiempo real son de gran utilidad en la realización de obras, sobre todo en la fase de toma de datos en campo y en la fase de replanteo de la obra, pero también en apoyo a actualizaciones catastrales y delimitación de términos municipales, navegación marítima, terrestre y aérea de precisión, gestión agrícola o aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica.

Debido al registro de estas conexiones, el estudio detallado del servicio RAP-IP genera un mapa con la actividad del sector de la construcción, resaltando el gran uso del servicio en las áreas urbanas. Existe una alta correlación entre el número de conexiones en el suelo urbano y las licencias de obra en Andalucía (.96) y otras variables relacionadas con la construcción (trabajos del sector de la construcción .98 y el PIB .98) (Páez, Torrecillas, Barbero, & Berrocoso, 2017).

1.3 Crisis construcción

La existencia de ciclos económicos vinculados al sector de la construcción no es algo nuevo en la experiencia española. Durante la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI, la economía española ha estado marcada por varios procesos de auge en el sector de la construcción. El primer boom culmina a principios de los setenta, con la construcción de más de 500.000 viviendas anuales, hasta que empezó a decaer tras la primera crisis petrolífera de 1973. La actividad económica, en general, y la constructiva, en particular, entraron así en un período de atonía que se prolongó prácticamente hasta el nuevo ciclo alcista que se inicia en los ochenta, con la adhesión de España a la Unión Europea (UE). Se registra un ciclo completo de expansión, impulsado en buena parte por la intensa actividad inversora en infraestructuras y por la construcción residencial. Este auge se desinfló con las sucesivas devaluaciones de la peseta y los ajustes originados, tras los festejos de 1992, para corregir el creciente desequilibrio exterior de la economía española (Naredo Pérez, 2004).

Por último, la tercera fase abarcaría desde 1994 hasta el máximo alcanzado en 2006, con crecimiento a tasas superiores al 5% real y una intensa creación de empleos. Este nuevo boom constructor, apoyado también por la especulación inmobiliaria, dará paso al proceso recesivo y de profunda crisis del sector que se percibía ya a

mediados de 2007, y que se caracteriza, sobre todo, por el hundimiento del subsector de la construcción residencial, o de viviendas (Cuadrado Roura, 2010).

España presenta un caso excepcional en el escenario europeo y mundial, así como respecto de las crisis vividas en el país, tanto por el acelerado crecimiento del sector de la construcción desde finales del siglo pasado hasta 2007, como por el brusco colapso de mismo en años posteriores. Su singularidad es debida a la magnitud y circunstancias que acompañaron en el último período alcista, mucho más acusada que los anteriores booms ya vividos en el país. La consecuencia es que España ha atravesado dos crisis superpuestas: la derivada del proceso de ruptura de la burbuja inmobiliaria ocasionada por el modelo de desarrollo económico de la última década; y la generada por la crisis económica financiera internacional, con gran repercusión sobre el sistema bancario nacional y con las conocidas consecuencias de endeudamiento que atraviesa el Estado y las Comunidades autónomas (Fernández-Tabales & Cruz, 2013).

En la actualidad, parece que vuelve a resurgir el sector de la construcción. Datos como un crecimiento de la actividad constructora nacional de un 20.3% en enero de 2016, en comparación con enero de 2015, refleja el mayor aumento anual de todos los Estados miembros de la UE, según los datos de la oficina estadística comunitaria, Eurostat (ELMUNDO, 2016).

El colapso de la burbuja inmobiliaria y la crisis económica sufrida en los últimos años puede verse reflejada en los registros de las conexiones RAP. La disminución del uso en esos años y el posterior auge actual refleja una vez más, la correlación entre la actividad constructora y la utilización de la Red Andaluza de Posicionamiento.

(Figura 5)

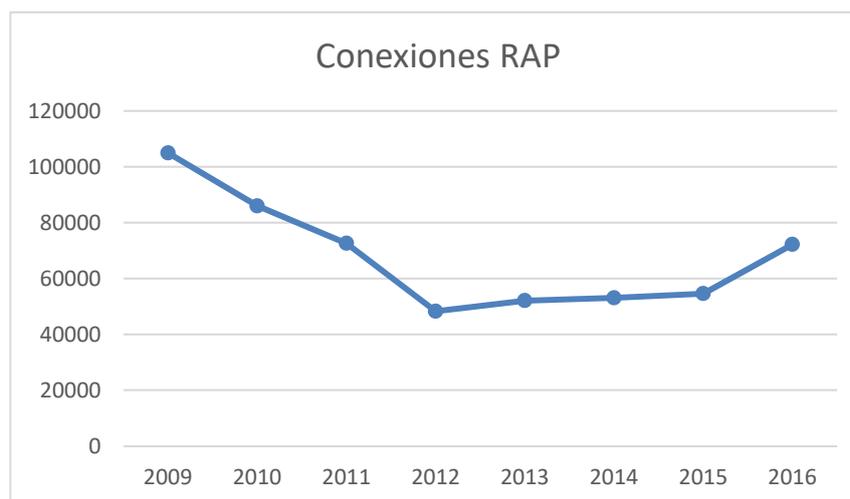


Figura 5. Conexiones RAP (2009-2016)

1.4 Objetivo

Actualmente no es posible tener un control de las obras que se llevan a cabo en el entorno urbano. La planificación se encuentra reflejada en los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) y sus planes parciales de cada municipio, pero a partir de ellos no se puede predecir en qué momento comenzará cada obra. Otra fuente que tenemos a nuestra disposición son los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), en donde encontramos datos espaciales acerca del sistema urbano, pero tampoco se actualizan periódicamente.

Existe un porcentaje de conexiones GPS que se encuentran almacenadas en la RAP, que como se ha dicho previamente están correlacionadas con el crecimiento urbano. Este estudio trata de resolver si es posible conocer el instante en el que se realiza una obra relacionada con crecimiento urbano a través de estas conexiones. Mediante este conocimiento se podría llevar un registro de las obras realizadas tanto en el entorno

urbano como en el rural. Además de tener un control real de la construcción en cada municipio de Andalucía, sin necesidad de estar físicamente en ninguno, algo que resulta imposible hoy en día, como se ha dicho anteriormente.

Asimismo, surge la cuestión de si estas conexiones podrían ser de utilidad para actualizar bases cartográficas, como el DERA, ya que éstas se actualizan de manera visual a través de ortofotos, las cuáles se realizan cada dos o tres años en la actualidad. Por lo tanto, la RAP podría ofrecer información a tiempo real a través de sus registros, de forma que se pudiera actualizar periódicamente además de agilizar el proceso ya que se obtendrían archivos vectoriales con las conexiones.

2 DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida han sido por un lado las conexiones geográficas recogidas por la RAP, las cuales son deben ser tratadas para incorporarlas al estudio, y, por otro lado, diferentes fuentes que muestran la realidad urbana, como son: los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) y las ortofotos.

2.1 RAP

La Red Andaluza de Posicionamiento (RAP) ha dotado a este estudio de las conexiones geográficas recogidas desde el mes de agosto de 2008, momento donde comienza su puesta en uso, hasta diciembre de 2016. En defecto del mes de agosto de 2015, debido a una caída del servidor.

Los datos recibidos de los años 2008-2015, estaban ya tratados y permitían su manejo directamente en los diferentes programas como Excel, Access, QGIS o ArcGIS. En cambio, los últimos datos, año 2016, son archivos .log cuyo primero objetivo es adecuarlos a un formato que permita trabajar en los programas a ejecutar. Éstos se encuentran divididos en meses por lo que habrá que realizar la operación que se indica a continuación en cada mes.

El resumen del proceso seguido se observa en la Figura 6:



Figura 6. Procedimiento tratamiento de datos RAP

2.1.1 Eliminación registros sin coordenadas

El programa Access es un importante gestor de bases de datos. A través de él se podrá “limpiar” la elevada cifra de actuaciones recogidas por la RAP, ya que no todas poseen las coordenadas, necesarias para transformar los datos de formato de texto a shapefile (.shp).

En primer lugar, se modifica la extensión de los archivos a .txt para poder importarlos a Access como datos externos de texto. Una vez importados, se procede a crear una consulta para eliminar las filas sin coordenadas. “Las consultas son una forma de buscar y recopilar información de una o más tablas para conseguir información más detallada de una base de datos. Al definirse una consulta, se definen condiciones específicas de búsqueda para encontrar, exactamente, esa información que se necesita” (Community Foundation International, s.f.).

Los pasos a seguir son los siguientes:

Crear >> Diseño de consulta. A continuación, aparece en pantalla el cuadro de diálogo de la Figura 7 en el cual se debe seleccionar la tabla a que aplicar dicha consulta.

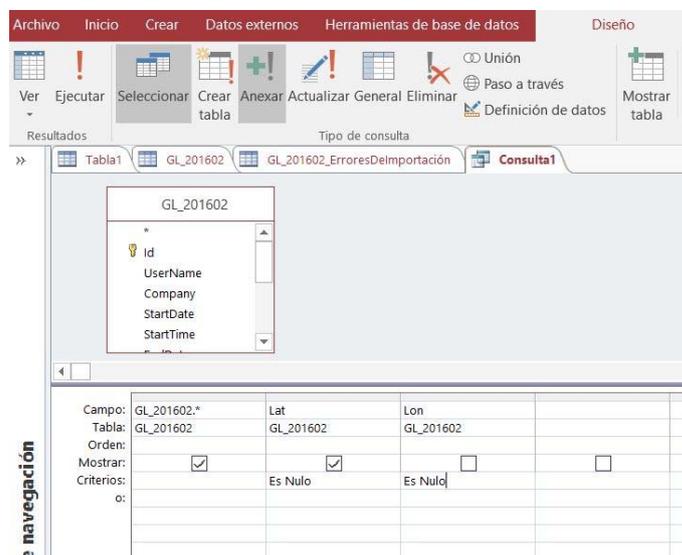


Figura 7. Consulta de tipo selección

Una vez seleccionada la tabla correspondiente al mes que se procede modificar, se indica el tipo de consulta ‘Eliminar’ y se rellena la tabla de criterios según la Figura 8.

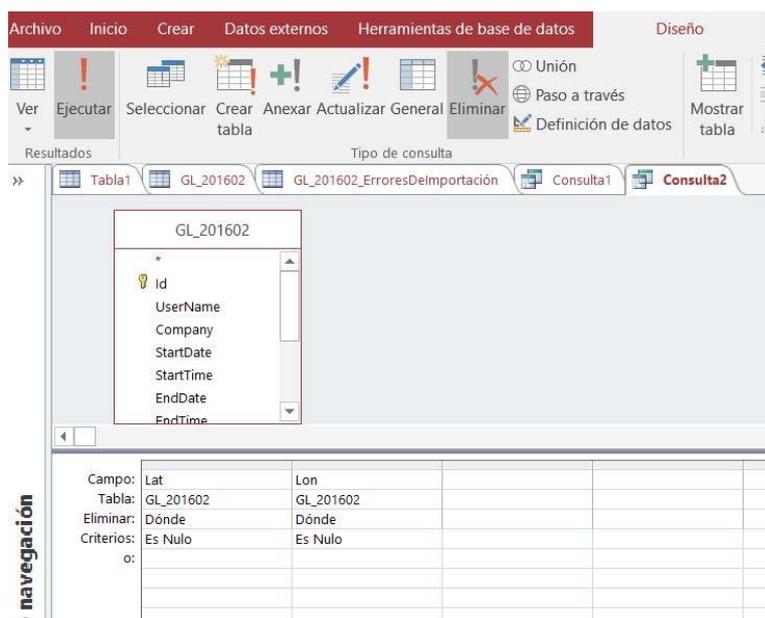


Figura 8. Consulta de tipo eliminación

El criterio ‘Es Nulo’ permite eliminar los registros con casillas vacías, tanto en el campo de longitud como latitud, como puede verse en la Figura anterior.

Una vez realizada esta primera eliminación, se procede a modificar los registros que se han importado de manera incorrecta debido a que en el archivo .log no se correspondían los campos con las columnas. Todos tienen en común que el campo de “Duration” está vacío. Por lo tanto, se ordenan los registros según esta columna en orden alfabético para que aparezcan en primer lugar los erróneos.

Se exportan los datos de la tabla a archivo Excel, donde se modifican.

2.1.2 Modificación registros

Se modifican los registros mal importados, los cuáles hemos dejado en primer lugar. El error se basa en que las columnas aparecen desplazadas, por tanto, se reordenan colocando cada columna en su campo correspondiente.

A continuación, se eliminan aquellos campos que no son necesarios para el estudio como son: ProductName y Comment.

Una vez realizado esto último, se guarda el archivo como .csv y ya están los datos preparados para ser importados a un programa SIG.

2.1.3 Creación archivo vectorial

Se utiliza el programa QGIS. QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU (General Public License) Es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

Se crea una nueva capa a partir de un texto delimitado. Se define como coordenada X la longitud y como coordenada Y la latitud.

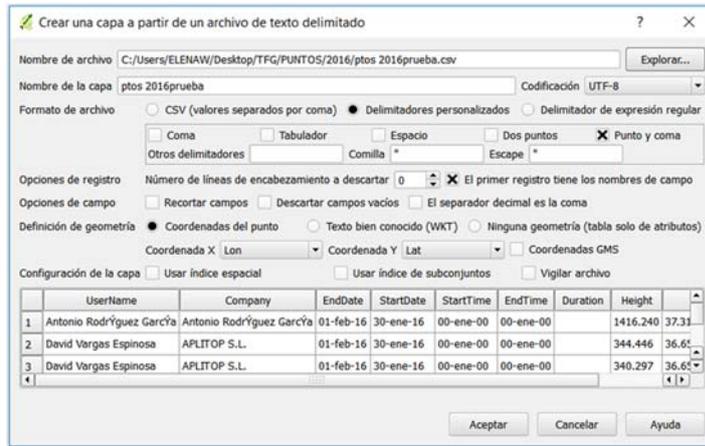


Figura 9. Creación capa a partir de un archivo .csv (QGIS)

Se obtiene una capa puntual que recoge todas las conexiones GPS almacenadas en la RAP a lo largo del año 2016. De aquí en adelante se ha usado el sistema de referencia de coordenadas ETRS89 UTM30 en la representación de Andalucía.

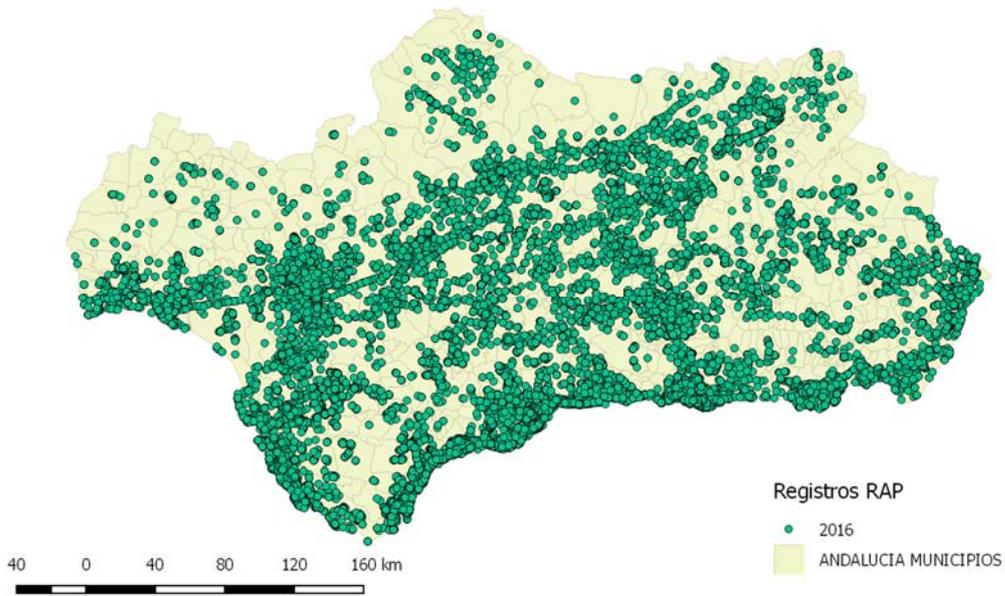


Figura 10. Conexiones GPS año 2016

En la Tabla 1 se muestra el número de conexiones por año con las que se cuenta:

Tabla 1. Número de conexiones RAP por año

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
25.160	104.921	85.967	72.569	48.258	52.046	53.060	54.577	72.181

El resultado de todas las capas de conexiones anuales se puede ver en la siguiente imagen:

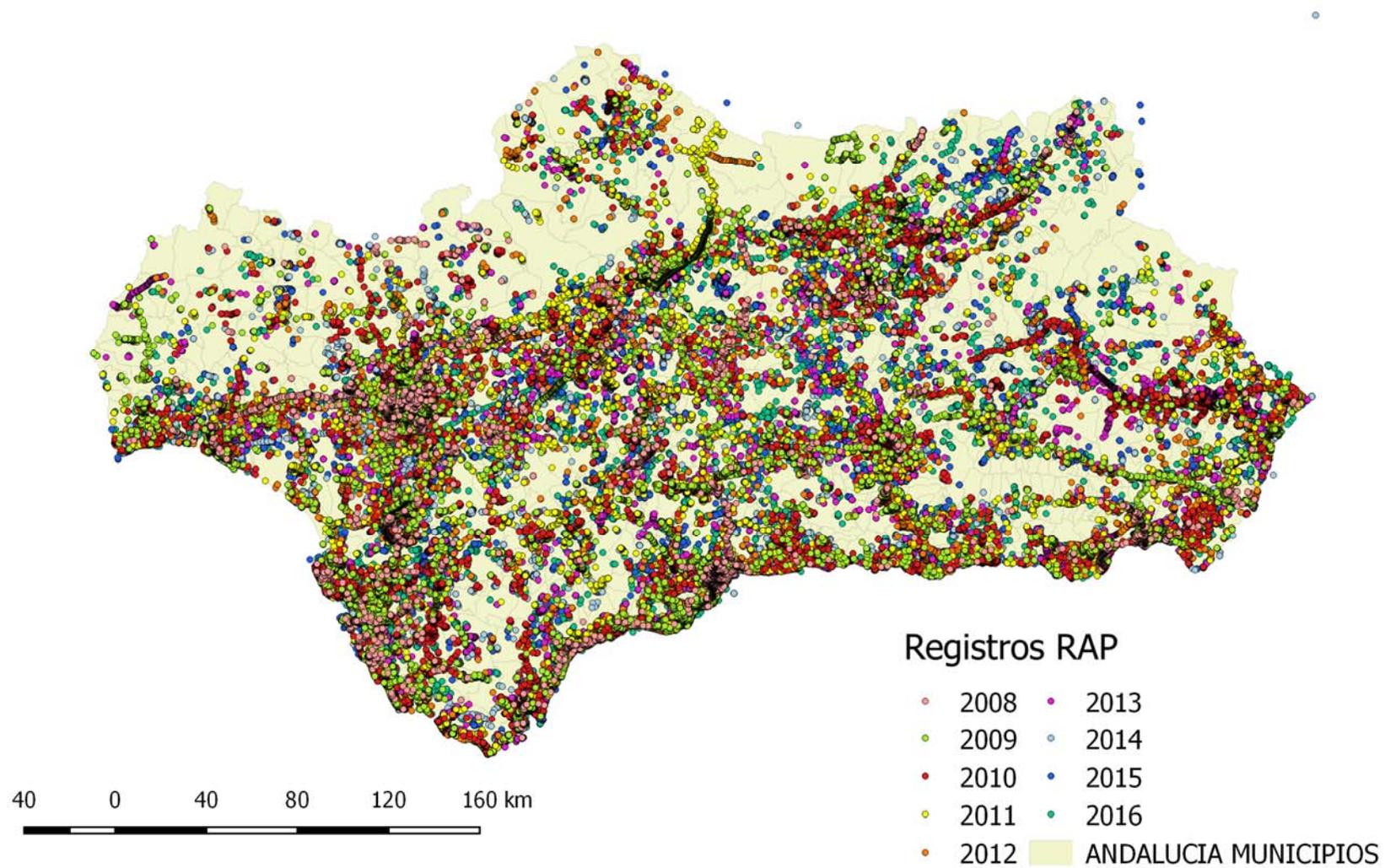


Figura 11. Conexiones GPS años 2008-2016 almacenadas RAP

2.2 Capas construcción

Para conocer la evolución de la urbanización de diferentes municipios en los años estudiados (2008-2016) se utilizan distintas fuentes, ya que como se ha dicho previamente, no existe ninguna de la que podamos obtener la información necesaria para el estudio, es inevitable realizar una combinación de ellas.

2.2.1 Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA)

En el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía están disponibles los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias -DERA- un repertorio de bases cartográficas de diferente naturaleza geométrica (puntos, líneas, polígonos, imágenes ráster) referidas al territorio andaluz.

Se presenta en bloques temáticos (relieve, hidrografía, redes viarias o divisiones administrativas) que permiten el acceso centralizado a información de muy distinta procedencia con garantía de actualización, coherencia geométrica y continuidad territorial.

Incorpora, así mismo, dos bloques de datos espaciales que permiten contextualizar a Andalucía en el mundo y en su entorno más inmediato.

Todo ello facilita a investigadores, profesionales, docentes y técnicos elaborar sus propias salidas cartográficas, su uso en funciones analíticas complejas y la generación de productos y aplicaciones.

La información se encuentra accesible por capas en formato shapefile (.shp), en sistema de referencia geodésico ETRS89 y proyectadas en UTM huso 30. (IECA, s.f.)

Se utilizará el bloque 7 Sistema urbano, del que se obtendrá el archivo correspondiente a asentamientos de población. Este tiene una fecha de actualización del 30/11/2016, por lo que representa el estado actual de la población. También se utilizará el bloque 10 correspondiente a viario, para la selección de conexiones utilizadas en obras lineales, como carreteras y ferrocarriles. Éstas tienen una fecha de 24/04/2013 y 21/02/2014 respectivamente. En su utilización se comprobará que coinciden con las obras lineales existentes en el año 2016.

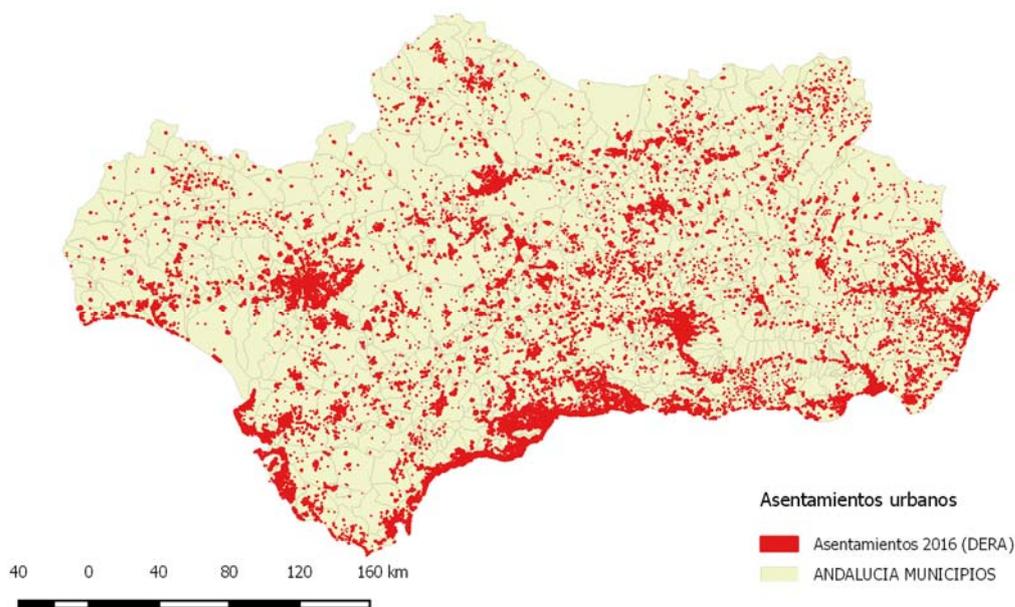


Figura 12. Asentamiento población DERA (2016)

Se tiene un total de 20.127 polígonos de asentamiento en Andalucía.

Para el estudio que se está abordando será necesario conseguir estos mismos datos, pero de distintos años para reflejar el crecimiento y evolución de la población de cada municipio y su relación con los puntos de conexión de la RAP.

Anteriormente estas bases cartográficas tenían el nombre de DEA100. Éste data del año 2008, es decir, año en el que comienza este estudio.

Esta fuente se obtiene del visualizador de información geográfica interoperable IDEAndalucía. Se adquiere como un servicio. Web Feature Service o WFS, un servicio que permite la descarga de capas de información geográfica vectorial completa, es decir, la descarga de la geometría y de su tabla de atributos asociada. Para obtener esta información se utiliza el programa QGIS, donde se conecta con el servicio y se exportan los datos como archivo shapefile (.shp).

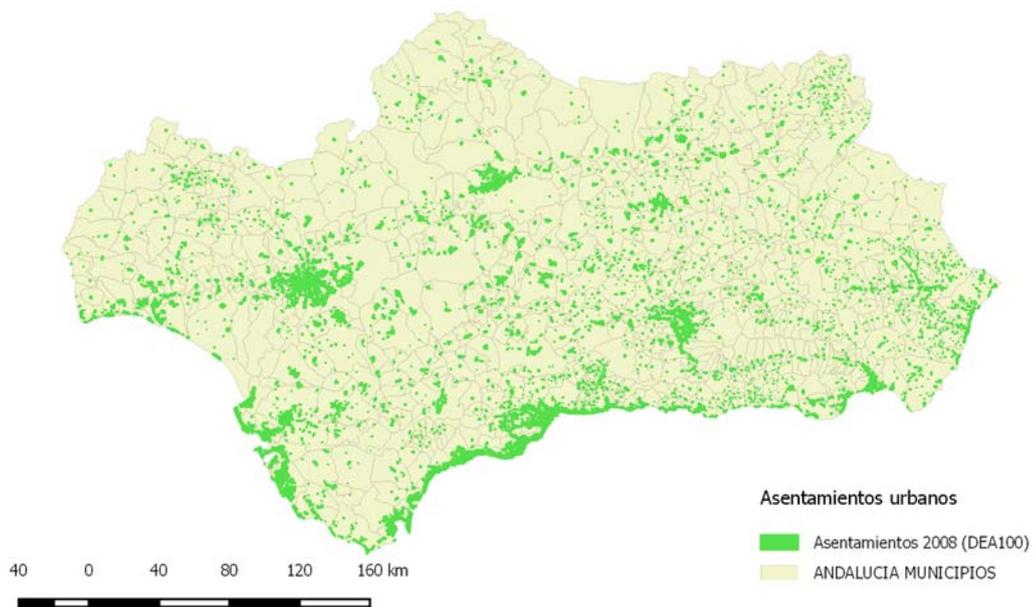


Figura 13. Asentamientos urbanos DEA100 (2008)

En la Figura 14 se muestra la comparación de ambas:

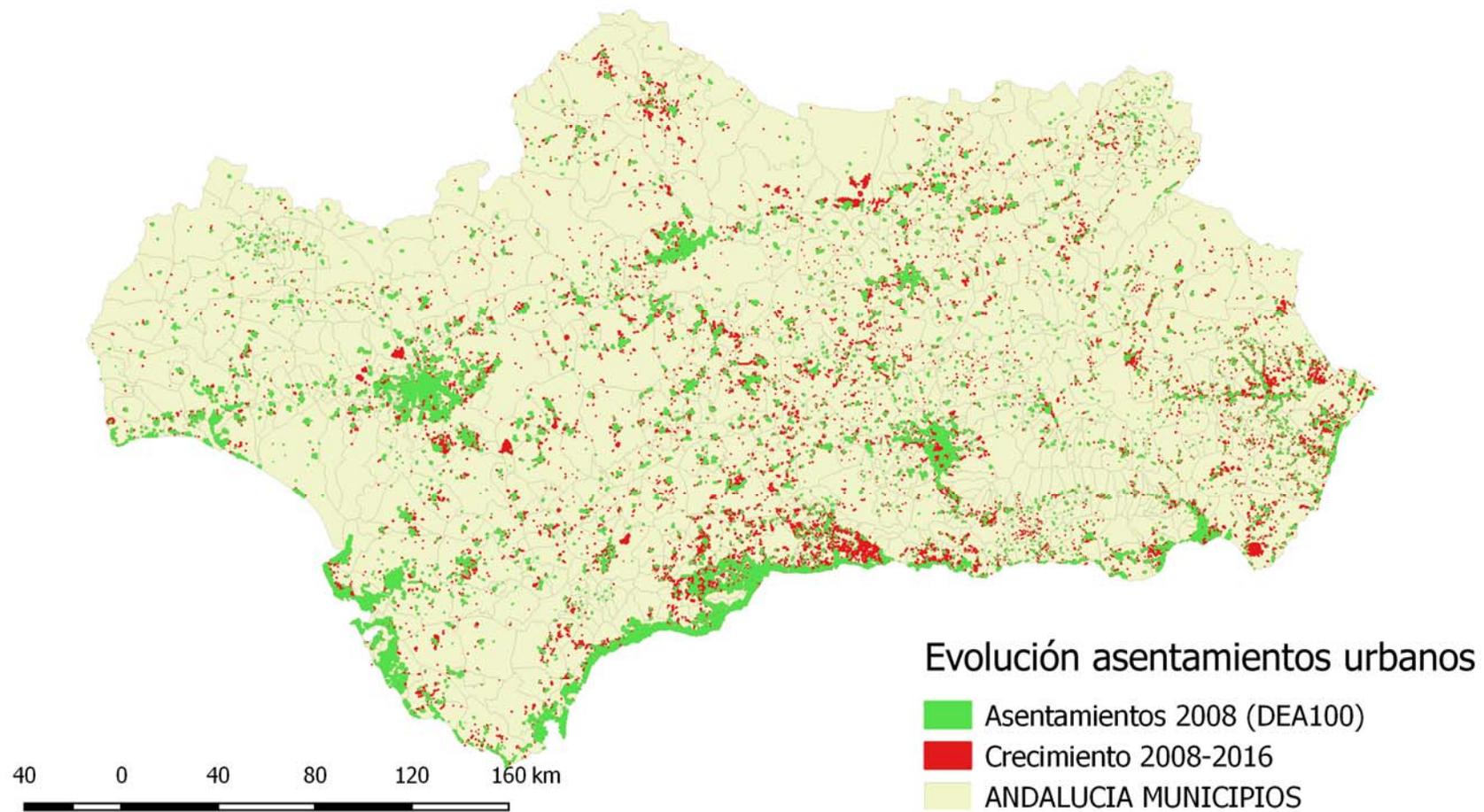


Figura 14. Asentamientos urbanos DERA y DEA100

A la vista del mapa anterior, puede observarse que la diferencia entre ambos no corresponde únicamente al crecimiento urbano, sino que también parece que se han incluido nuevos asentamientos en el DERA de 2016 respecto al DEA100 (2008).

A continuación (Figura 15), se muestra un ejemplo para mostrar mejor la diferencia entre los distintos años en el municipio de Málaga:

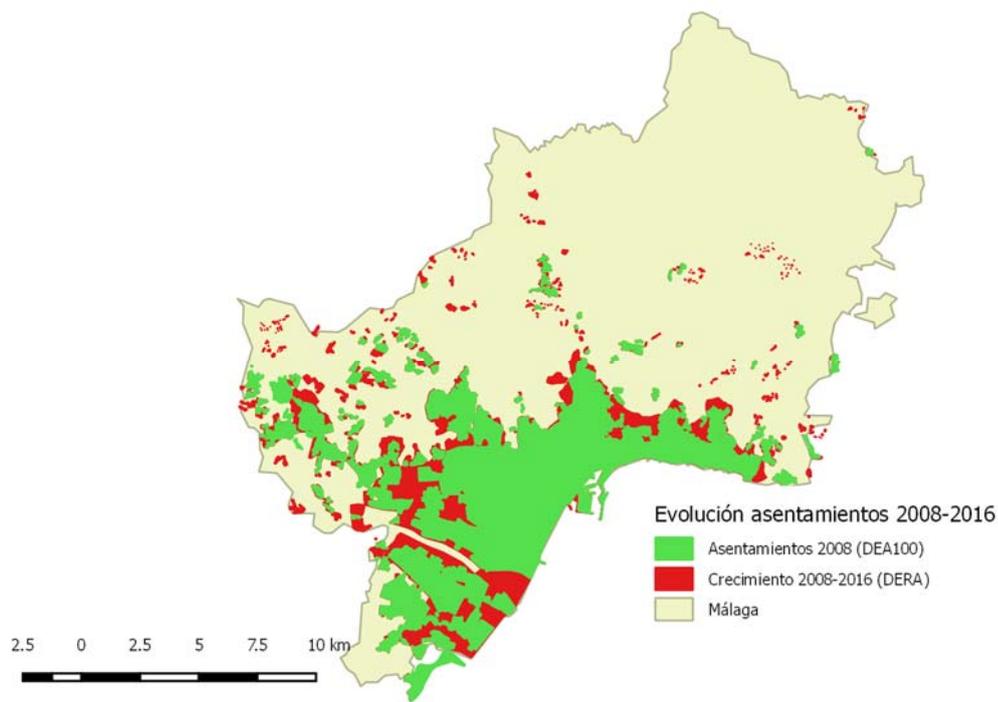


Figura 15. Málaga – DERA y DEA100

Puede observarse la diferencia entre lo enunciado previamente: cómo aparece crecimiento alrededor de la “mancha verde”, aunque también se muestran nuevos pequeños asentamientos (color rojo) dispersos por el municipio.

Se crea un campo denominado Área y con la ayuda de la calculadora de campo se obtiene la superficie de cada polígono de asentamiento tanto en el DERA como en el DEA100, para observar la diferencia entre los años 2016 y 2008. Con la opción estadística de ArcGIS se obtiene la suma de todos los polígonos, dando el siguiente resultado:

2008 (DEA100): 2065,891 km²

2016 (DERA): 2700,546 km²

Un total de 634,655 km² se convierten a asentamiento urbano a lo largo de estos ocho años.

2.2.2 PGOU

Plan General de Ordenación Urbana, según el R.D. 2159/1978, de 23 de junio, se define como un instrumento de ordenación integral del territorio, el cuál abarcará uno o varios términos municipales completos. Adoptará el modelo de utilización de suelo a largo plazo que resulte de la ponderación cualitativa de las distintas alternativas de planeamiento que hayan podido formularse inicialmente.

Los Planes tienen por objeto completar la ordenación del suelo urbano mediante la regulación detallada del uso de los terrenos y de la edificación; señalar la renovación o reforma interior que resultase procedente; definir aquellas partes de la estructura general del Plan correspondiente a esta clase de terrenos, y proponer los programas y medidas concretas de actuación para su ejecución. Además, deberán considerar la situación urbanística anteriormente existente, ya sea para conservarla o rectificarla.

La planificación urbana está relacionada con la arquitectura y la ingeniería civil en la medida en que ordena espacios. Debe asegurar su correcta integración con las infraestructuras y sistemas urbanos. Precisa de un buen conocimiento del medio físico, social y económico que se obtiene a través de análisis según los métodos de la sociología, la demografía, la geografía, la economía y otras disciplinas.

Se utilizarán los PGOU, de donde se extraerán los planes futuros y planes parciales, es decir, la materialización de la planificación del crecimiento de la ciudad.

2.2.3 Ortofotos

Las ortofotos pueden ser consultadas como servicio WMS, pero para el aceleramiento de las vistas se descargan las ortofotos de los diferentes años del Instituto Geográfico Nacional a través de cuadrículas. Las Ortofotografías Digitales de Andalucía son productos cartográficos resultantes del tratamiento digital de fotografías aéreas. El producto está constituido por una serie de recubrimientos completos de la Comunidad Autónoma, para un período de tiempo que abarca desde el año 1956 hasta 2014.

A partir del año 2004 las ortografías han sido elaboradas en su mayoría en el marco del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA) siguiendo las prescripciones técnicas de este programa.

El formato de descarga es .ecw y el sistema de referencia es ETRS 89 Huso 30.

Las ortofotos se realizan cada dos años, siendo la última disponible del año 2014. Pero a través del programa QGIS es posible utilizar el servicio de Google Maps, el cual tiene actualizaciones más recientes. Por lo que se utilizará la comparación de las ortofotos del año 2008 y la imagen de Google Maps que la mayoría de los casos es del año 2016.

2.3 Selección de zonas de estudio

La realización de obras urbanas se encuentra, en principio, relacionada con la evolución de la población. Por ello, se realiza un estudio basado en el crecimiento, o decrecimiento en su defecto, de la población en Andalucía como factor concluyente para seleccionar las zonas de estudio en las que se basará este trabajo.

El proceso de urbanización se debe a tres causas: la migración de las zonas rurales, la mayoría incentivadas por la búsqueda de empleo, un empleo mejor remunerado o mejor calidad de servicios sanitarios y educativos; el crecimiento natural de la población; la reclasificación de las áreas rurales como zonas urbanas. (Bloom & Khanna). Las dos últimas causas están directamente relacionadas con los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) donde se define el planeamiento de cada municipio, y por tanto las obras a ejecutar.

Se han utilizado las Series evolutivas del Padrón Municipal de Habitantes obtenidas del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía de la Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía. De las que se obtiene un Excel de cada provincia andaluza con sus respectivos municipios y la población en cada uno de ellos. Se selecciona el mismo período correspondiente al de las conexiones RAP.

A continuación, se realiza un análisis de la evolución de la población. Se calcula la pendiente de la recta de regresión que forma la población en cada municipio en los distintos años.

Para el estudio se elegirán municipios de diferentes tamaños y, en su mayoría, con una tendencia creciente de la población, ya que es más posible que sean en estos municipios donde se realiza un mayor número de obras, necesarias para contractar la información de las conexiones RAP, aunque también se estudiará algunos con tendencia negativa, así se tienen distintos tipos de municipios para comprobar la validez del método.

En la Tabla 2 se muestran los municipios que han sido objeto de estudio, con su población en los años 2008 y 2016 y su pendiente de la recta de regresión.

Tabla 2. Municipios objeto de estudio

Municipio	Provincia	Población (2008)	Población (2016)	Pte recta regresión
La Guardia de Jaén	Jaén	3.928	4.895	123.3
Palos de la Frontera	Huelva	8.964	10.785	242.7
Aljaraque	Huelva	17.194	20.745	412.9
Linares	Jaén	61.340	58.829	-287.5
Motril	Granada	59.163	60.368	109.9
Algeciras	Cádiz	115.333	120.601	479.8
Dos Hermanas	Sevilla	120.323	131.855	1402.6
Marbella	Málaga	130.549	140.744	1059.8
Jerez	Cádiz	205.364	213.830	889.4
Granada	Granada	236.988	234.758	-166.7
Córdoba	Córdoba	325.453	326.609	7.6
Málaga	Málaga	566.447	569.009	166.4

Como se ha visto en la evolución de los asentamientos urbanos según el DERA, aparece crecimiento en la mayoría de municipios, a pesar de que en ellos haya disminuido la población, incluyendo por ejemplo Granada o Linares (véase Figura 16), que como aparece en la tabla anterior, la tendencia de la población ha sido a decrementar. Por lo que se pone de manifiesto que la evolución de la población no está tan relacionada con el crecimiento urbano. Se crean construcciones y éstas pueden quedar vacías o con menos miembros al emigrar parte de la población.

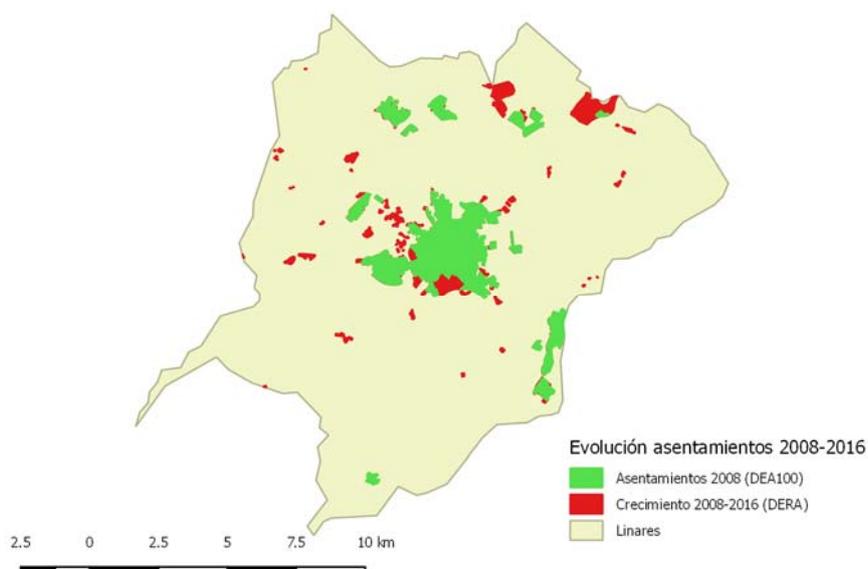


Figura 16. Linares – DERA y DEA100

3 METODOLOGÍA GENERAL

EL estudio se lleva a cabo en programas de sistemas de información geográfica (SIG), fundamentalmente ArcGIS, aunque en algunas tareas, se utilizará QGIS. La principal diferencia de estos dos es el software libre de QGIS y la licencia necesaria para utilizar ArcGIS.

3.1 Tratamiento de registros

3.1.1 Registros por municipio

Para comenzar, es necesario obtener las conexiones GPS únicamente en el municipio en el que se centra el estudio en cada momento. Se utiliza el programa ArcGIS, con el que se llevará a cabo la mayor parte del estudio, como se ha dicho previamente.

Una vez cargado el municipio en cuestión se hace clic Selección > Selección por localización. Se abre una ventana de diálogo donde se elige la opción de crear nueva selección de la capa destino -se seleccionará las capas de los distintos años- y capa fuente, la capa donde está contenido el municipio.

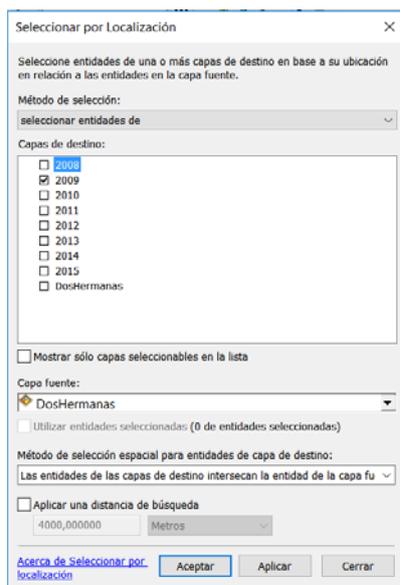


Figura 17. Selección por localización

Por último, seleccionados los registros se exportan como archivos Shapefile (.shp) utilizando la opción guardar elementos seleccionados.

3.1.2 Clasificación de registros

En primer lugar, se comenzaron a clasificar los registros según su situación, a través del DERA y DEA100 como a través del SIOSE. Al avanzar con el estudio, finalmente no se utilizó gran parte de esta tipificación. Únicamente no se tuvieron en cuenta los registros clasificados como líneas de ferrocarril, carreteras o viales para el estudio posterior.

3.1.2.1 DERA y DEA100

El estudio se centra en las obras urbanas pero las conexiones GPS pueden haber sido utilizadas también para obras lineales, agricultura u otros usos que no son de nuestro interés. Por ello, se realiza una primera clasificación, en su mayoría automática.

Se utilizan los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) definidos previamente. Para la clasificación de conexiones realizadas en obras lineales se usan los archivos correspondientes a carreteras y ferrocarriles, pertenecientes al bloque 10 viario. Estos archivos son .shp que se abren con el programa que estamos utilizando, ArcGIS.

La redacción de esta clasificación se hará con el municipio de Dos Hermanas, pero se llevará a cabo en todos los municipios seleccionados.

Se crea un nuevo campo en los atributos de las capas de conexiones anuales llamado CLASE, de tipo número entero.

En primer lugar, se crea una selección por localización según la capa de ferrocarriles. Esta selección se realiza con el método: las entidades de las capas de destino están dentro de una distancia de la capa fuente, con una distancia de 25 metros, ya que el archivo que contiene la red de ferrocarriles es lineal, y las conexiones difícilmente se encontrarán en esta línea.

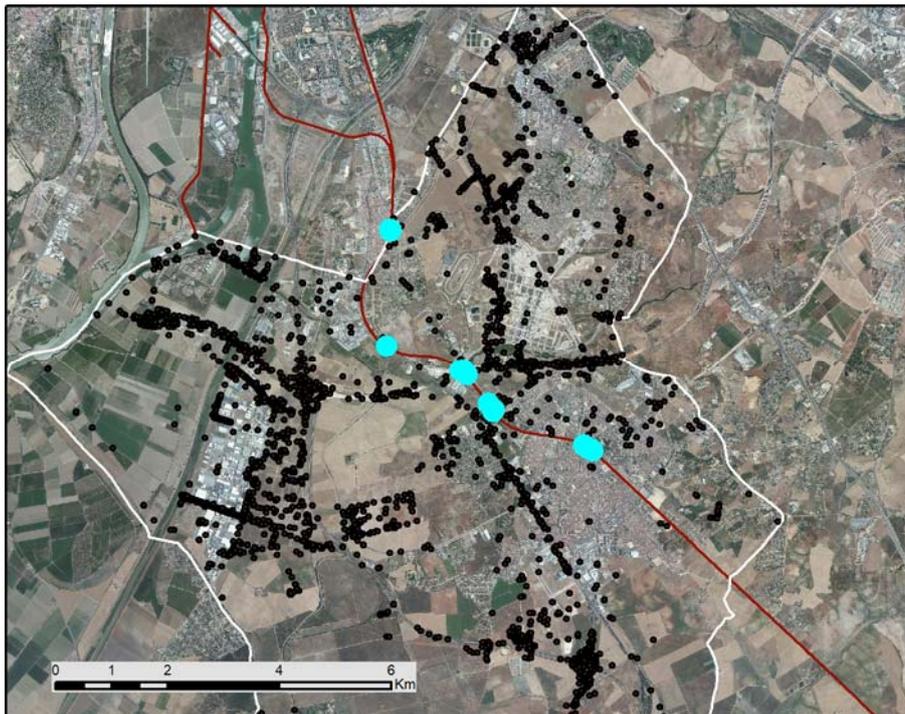


Figura 18. Registros seleccionados según capa ferrocarril

Una vez seleccionados los registros, se abren las diferentes capas anuales y mostrando únicamente los elementos seleccionados se abre la calculadora de campos donde se define lo siguiente:

EndTime	Duration	Product	Lat	Lon	Height	Year	CLASE
0.00.00	0.00.00	Red automatica I-MAX	37,286527	-5,921998	88,692	2010	
0.00.00	0.00.00	Red automatica I-MAX	37,286822	-5,922408	88,183	2010	
0.00.00	0.00.00	Red automatica I-MAX	37,287002	-5,923339	88,166	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287211	-5,923874	89,006	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287449	-5,923948	88,824	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287451	-5,923947	88,795	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287451	-5,923948	88,656	2010	
0.00.00	0.00.00	Mas cercana 20 21	37,287451	-5,923946	88,928	2010	
0.00.00	0.00.00	Mas cercana 20 21	37,287451	-5,923946	88,792	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287451	-5,923946	88,617	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287451	-5,923949	88,382	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287452	-5,923946	88,506	2010	
0.00.00	0.00.00	Mas cercana 20 21	37,287452	-5,923948	87,824	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 20 21 SEVILLA	37,287454	-5,923946	88,862	2010	
0.00.00	0.00.00	RTCM 18 19 SEVILLA	37,292406	-5,942368	97,339	2010	
0.00.00	0.00.00	Red automatica MAX	37,292637	-5,942201	86,92	2010	

Figura 19. Clasificación de registros por localización

Así se consigue que los registros seleccionados sean los pertenecientes a la clase 1, que más tarde se relacionará con ferrocarriles.

Se realiza este mismo procedimiento en cada año y en la capa de carreteras. En este caso se clasificará con el número 2 y se utilizará una zona de influencia de 35 metros.

A través de un área de influencia realizada a los puntos, para apreciar de manera más visual los patrones que siguen, se distinguen patrones lineales que se identificarán con viales. (Véase Figura 20)



Figura 20. Registros siguiendo un patrón lineal

Para el nombramiento de estas zonas de influencia se utiliza la capa de viales descargada de la página: callejerodeandalucia.es, y se utiliza la herramienta unión basándose en localización espacial.

Esta herramienta une todos los atributos de la línea (viales) más cercana mostrando la distancia entre el área de influencia y el vial. Aunque surge un problema, algunos puntos aislados no tienen porque mostrar la construcción de una carretera, por lo tanto, previamente se seleccionan los patrones lineales que muestren la construcción de un nuevo vial y se eliminan el resto de áreas de influencia. Para ello en primer lugar, se utiliza la herramienta de administración de datos-entidades: De multipartes a partes simples. Con ello se consigue una clase de entidad que contiene entidades de parte simple generadas al separar entidades multiparte de entrada.

Ahora se puede seleccionar aquellas áreas de influencia que muestran un patrón lineal, con la comprobación previa a través de las diferentes ortofotos para verificar la hipótesis de que se trata de la construcción de una obra lineal. Se utiliza la selección por línea, se abre la tabla de atributos, se invierten los seleccionados y se elimina la selección. Así nos quedamos únicamente con las conexiones que muestran patrones lineales en viales urbanos.

A continuación, se seleccionan por localización los puntos que se encuentran en las áreas de influencia no eliminadas – a través de la selección por atributo se elimina de la selección aquellos registros que ya estén clasificados con los números 1 o 2 - y a éstos se les clasifica con el número 3 (viales).

Para continuar con la clasificación, se utiliza el archivo de asentamientos urbanos. Para la distribución de los años 2008 y 2009 se utilizará la información de DEA100, que como se ha dicho anteriormente pertenece al año 2008. Para las conexiones posteriores se utiliza el DERA, ya que, aunque éste trate del año 2016, a través de la comparación visual con ortofotos se aprecia que a partir del año 2010 comienzan a aparecer registros en zonas que todavía no estaban reflejadas en el DEA100, pero ya si se incluían en el DERA.

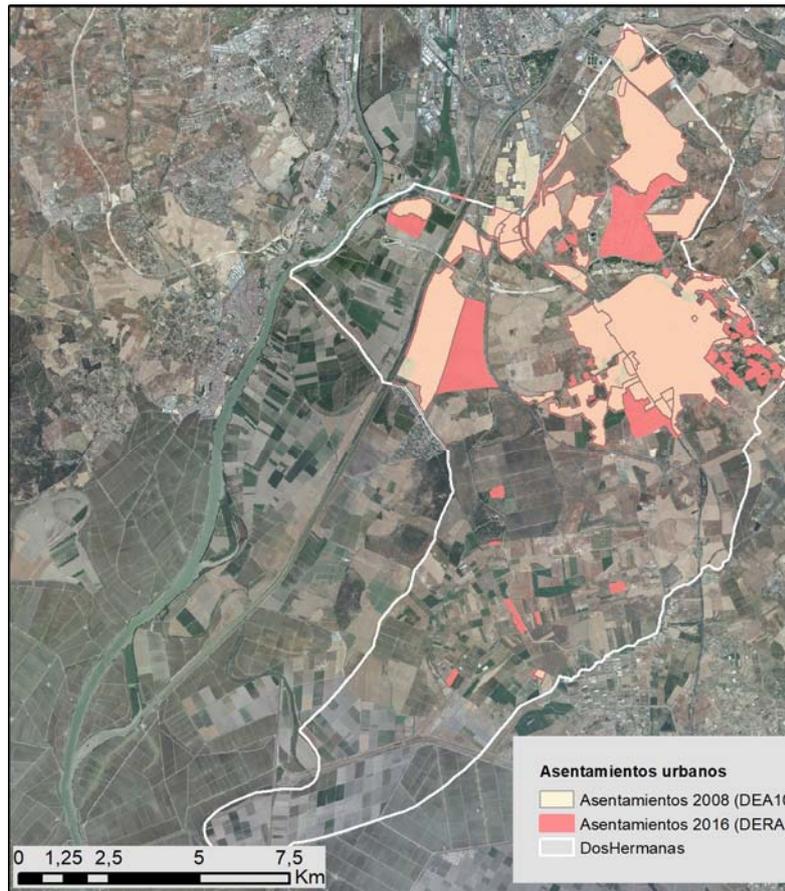


Figura 21. Diferencias DERA 2008 y 2016 (Dos Hermanas), en naranja oscuro se muestran las zonas con crecimiento

Para la clasificación se utiliza la herramienta unión y en la ventana de diálogo se selecciona la opción: Unir datos desde otra capa basándose en localización espacial. Así se crea una nueva capa con los registros del año en cuestión con los atributos de ambas.

Utilizando la herramienta unión por atributos, se seleccionan los registros que no estén clasificados y se encuentren en la capa DERA:

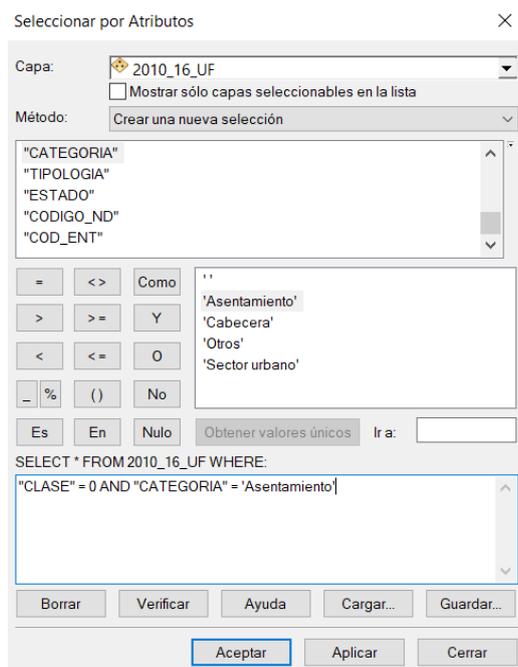


Figura 22. Selección por atributos

Así se seleccionarán los puntos que no estén clasificados y se puedan clasificar mediante la información de la capa DERA o según el DEA100 en el caso de los años 2008 y 2009.

La clasificación llevada a cabo se observa en la *Tabla 3*:

Tabla 3. Clasificación DERA años 2008-2016

Categoría DERA	Clasificación
Asentamiento	4
Sector urbano	5
Otros	6

Una vez clasificados automáticamente los puntos que se han podido mediante la información de estas capas, se realiza la unión de todas las capas. Es necesario que todas las capas contengan los mismos campos y en el mismo orden para ello se utiliza el programa QGIS. Anteriormente se crea un campo YEAR y se introduce con la calculadora de campo el año en cada capa.

A través de la herramienta de Geoalgoritmos de QGIS > herramientas de tabla vectorial > Rehacer campos, se realizan estas operaciones. Por último, se hace clic en Vectorial > Herramientas de gestión de datos > Combinar capas vectoriales, y se obtiene un archivo Shapefile (.shp) con todos los puntos de los años 2008-2016.

Por último, se establecen las relaciones de cada número con su definición correspondiente a través de una tabla Excel creada. Para ello se utiliza la herramienta unión en las propiedades de la capa.

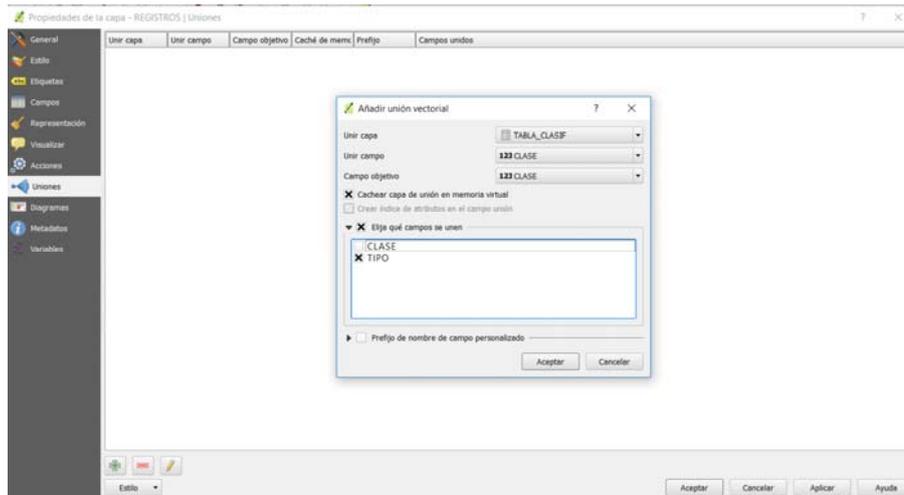


Figura 23. Relación de archivo shape con tabla Excel (QGIS)

La tabla de clasificación queda como se muestra en la *Tabla 4*:

Tabla 4. Clasificación

CLASE	TIPO
0	
1	FFCC
2	CARRETERA
3	VIAL
4	ASENTAMIENTOS
5	SECTOR URBANO
6	OTROS

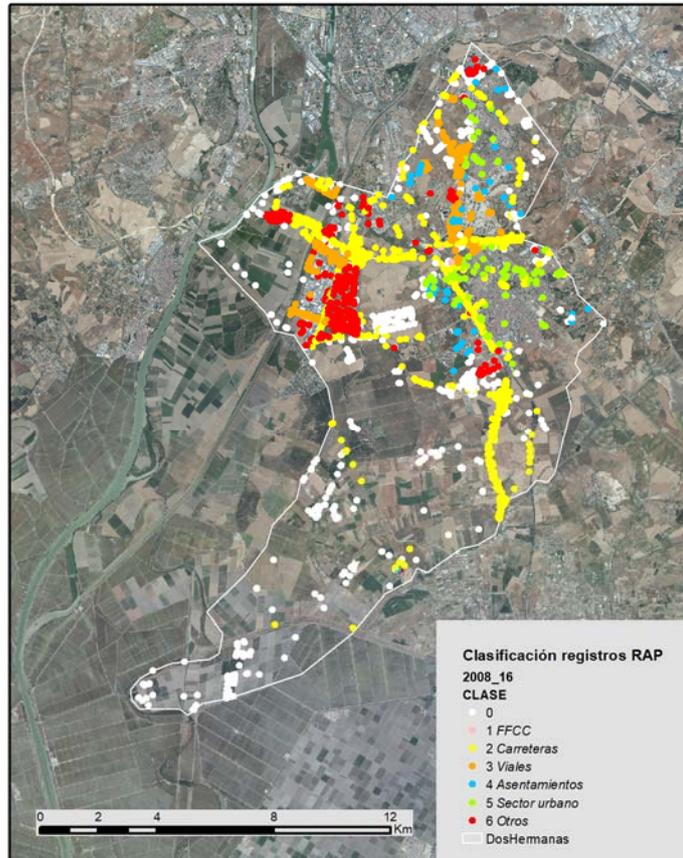


Figura 24. Clasificación conexiones RAP 2008-2016 (Dos Hermanas)

3.1.2.2 SIOSE

SIOSE es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España a escala de referencia 1:25.000, integrando la información disponible de las comunidades autónomas y la Administración General del Estado. (Ministerio de Fomento, s.f.)

Se estudia si sería útil esta clasificación para el objetivo que nos ocupa. La clasificación de los usos del suelo pertenece al año 2011, por lo que pueden aparecer cambios en años posteriores.

La clasificación es muy detallada, por lo que se piensa en llevar a cabo una agrupación, la cual se muestra en la *Tabla 5*:

Tabla 5. Clasificación conexiones GPS

USO_SUELO	COD_OCUPA	DESC_OCUPA
ZONAS AGRICOLAS	117	AGRICOLA/RESIDENCIAL
	113	AGRICOLA/GANADERO
	403	INVERNADERO DE ESTRUCTURA PERMANENTE
	404	INVERNADERO DE ESTRUCTURA ITINERANTE O TEMPORAL
	405	CULTIVO HERBACEO DISTINTO DE ARROZ
	410	MOSAICO
	416	OLIVAR
	417	VINEDO
	421	ARROZALES
	431	CITRICOS
	460	FRUTALES DE CASCARA
	961	FRUTALES DE HUESO
	988	OLIVAR - CITRICO
	997	OTROS CULTIVOS LENOSOS
	BOSQUE	520
530		FORMACION ARBOLADA DENSA: EUCALIPTOS
540		FORMACION ARBOLADA DENSA: OTRAS FRONDOSAS
640		MATORRAL DENSO ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
730		MATORRAL DISPERSO ARBOLADO: EUCALIPTOS
740		MATORRAL DISPERSO ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
825		PASTIZAL ARBOLADO: CONIFERAS. DISPERSO
830		PASTIZAL ARBOLADO: EUCALIPTOS
840		PASTIZAL ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
911		MATORRAL DENSO
915		MATORRAL DISPERSO CON PASTIZAL
917		MATORRAL DISPERSO CON PASTO Y ROCA O SUELO
921		PASTIZAL CONTINUO
925		PASTIZAL CON CLAROS (ROCA, SUELO)
945	SUELO DESNUDO	
1007	ZONAS TALADAS	
AGUA	210	MARISMA CON VEGETACION
	315	RIOS Y CAUCES NATURALES: BOSQUE GALERIA
	317	RIOS Y CAUCES NAT: OTRAS FORMAS RIPARIAS
	318	CURSOS DE AGUA NATURALES: LAMINA DE AGUA
	341	EMBALSES
	345	BALSA DE RIEGO O GANADERA
	346	BALSA INDUSTRIAL O MINERA
	2008	LAMINA DE AGUA ARTIFICIAL
POLIGONO INDUSTRIAL	118	COMPLEJO INDUSTRIAL
	119	POLIGONO INDUSTRIAL ORDENADO
	120	POLIGONO INDUSTRIAL SIN ORDENAR
CASCO	101	CASCO
COMERCIAL Y OFICINAS	122	COMERCIAL Y OFICINAS
COMPLEJO HOTELERO	124	COMPLEJO HOTELERO

COMPLEJO COMERCIAL Y/O DE OCIO	125	COMPLEJO COMERCIAL Y/O DE OCIO
PUERTO INDUSTRIAL	128	PUERTO INDUSTRIAL
COMPLEJO ADMINISTRATIVO INSTITUCIONAL	130	COMPLEJO ADMINISTRATIVO INSTITUCIONAL
RED VIARIA	131	RED VIARIA
CEMENTERIO	132	CEMENTERIO
RED FERROVIARIA	133	RED FERROVIARIA
COMPLEJO CULTURAL	136	COMPLEJO CULTURAL
HIPÓDROMOS	139	HIPÓDROMOS
RECINTO FERIAL	143	RECINTO FERIAL
OTRAS INSTALACIONES DEPORTIVAS	144	OTRAS INSTALACIONES DEPORTIVAS
INSTALACIONES SOLARES	146	INSTALACIONES SOLARES
INSTALACIONES ELECTRICAS	150	INSTALACIONES ELECTRICAS
ZONAS MINERAS	151	ZONAS MINERAS
ESCOMBRERAS Y VERTEDEROS	153	ESCOMBRERAS Y VERTEDEROS
INSTALACIONES DE CONDUCCION DE AGUA	154	INSTALACIONES DE CONDUCCION DE AGUA
PARQUES	158	PARQUES
TELECOMUNICACIONES	159	TELECOMUNICACIONES
INFRAESTRUCTURA TECNICA	160	INFRAESTRUCTURA TECNICA
DESGUACES Y CHATARRERIA	164	DESGUACES Y CHATARRERIA
INDUSTRIA AISLADA	168	INDUSTRIA AISLADA
COMPLEJO SANITARIO	169	COMPLEJO SANITARIO
COMPLEJO EDUCACIONAL	170	COMPLEJO EDUCACIONAL
COMPLEJO RELIGIOSO	171	COMPLEJO RELIGIOSO
POLIDEPORTIVOS	173	POLIDEPORTIVOS
INSTALACIONES CONDUCTORAS DE ENERGIA: GASODUCTO/ OLEODUCTO	174	INSTALACIONES CONDUCTORAS DE ENERGIA: GASODUCTO/ OLEODUCTO
INSTALACIONES MILITARES	176	INSTALACIONES MILITARES
PARQUES, PLAZAS, JARDINES, PASEOS MARITIMOS	177	PARQUES, PLAZAS, JARDINES, PASEOS MARITIMOS
VIA DE COMUNICACIÓN NO ASFALTADA	182	VIA DE COMUNICACIÓN NO ASFALTADA
ENSANCHE	2000	ENSANCHE
DISCONTINUO	2002	DISCONTINUO
VIAL, APARCAMIENTO O ZONA PEATONAL SIN VEGETACION	2004	VIAL, APARCAMIENTO O ZONA PEATONAL SIN VEGETACION
ZONA VERDE AJARDINADA	2005	ZONA VERDE AJARDINADA
ZONA DE EXTRACCION O VERTIDO	2007	ZONA DE EXTRACCION O VERTIDO

Quedando la clasificación como se muestra en la Figura 25:

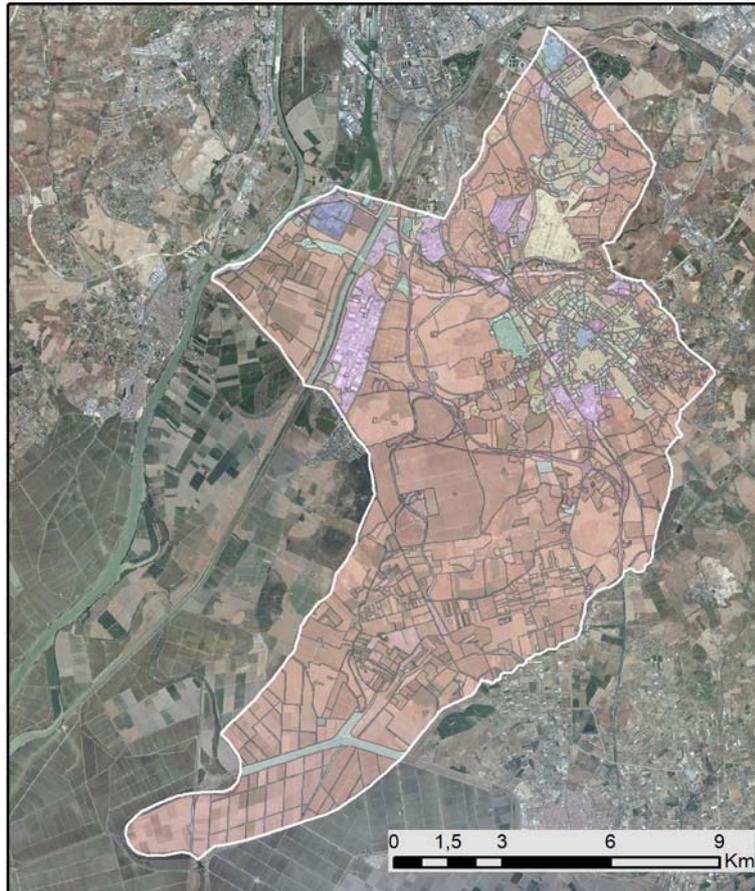


Figura 25. SIOSE (Dos Hermanas)

3.2 Polígonos de crecimiento urbano

El método llevado a continuación se resume en la Figura 26:



Figura 26. Metodología crecimiento urbano

3.2.1 Comparación urbanización 2008-2016 (QGIS)

En primer lugar, se crea una capa poligonal en la que aparezca el crecimiento respecto del año 2008. Para ello se utilizará el DEA100 (año 2008) y el DERA (año 2016).

Se realiza a través de la herramienta Diferencia Simétrica, la cual consiste en la creación de una capa con la información que no coincida en ambas capas, es decir, la diferencia entre los asentamientos de los años 2008 y 2016.

Observando el resultado obtenido, se deduce que esta operación no es suficiente para mostrar las nuevas construcciones, por lo que se mejora a través de la comparación visual con ortofotos.

Se emplea la ortofoto correspondiente al año 2008 obtenida del Instituto Geográfico Nacional, como se ha explicado previamente. Debido a que la ortofoto de máxima actualidad corresponde al año 2014, esta no será de gran utilidad ya que se pierde la información de los dos años posteriores, por lo que para este trabajo se utilizará el programa QGIS ya que incorpora en él el servicio Google Maps, el cual muestra la imagen de máxima actualización. Dependiendo del municipio puede tratarse de finales de 2015, 2016, o incluso, 2017.

Se crea una nueva capa de archivo shape de tipo poligonal con la información necesaria para identificar cada polígono. Se le proporcionará los siguientes campos dónde se recogerá esta información, ID, muy importante para las operaciones que se realizarán a posteriori; CATEGORIA; ESTADO y EXT_INT.

El campo CATEGORIA se divide en:

- Urbanización: grandes obras en zonas que no se encontraban urbanizadas.



Figura 27. Ejemplo urbanización Jerez (San Valentín-San Juan de Dios)

- Manzana, construcción en espacios limitados por calles.

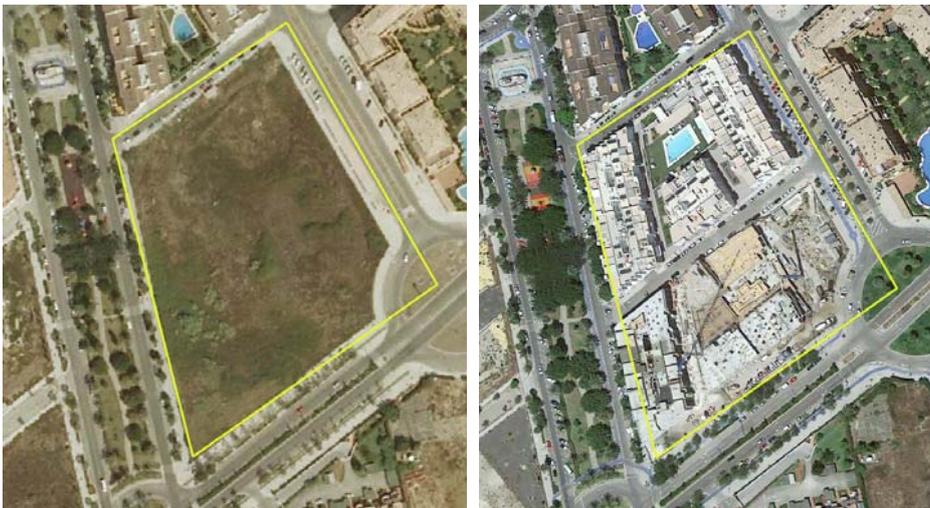


Figura 28. Ejemplo manzana Marbella

- Parcelado, construcciones individuales ya sean edificios o chalets.



Figura 29. Ejemplo parcelado Granada

- Servicio / Equipamiento, construcciones que no sean viviendas



Figura 30. Ejemplo Servicio/Equipamiento Algeciras

Además, se incluye la información del estado de la obra en 2016: consolidado, en consolidación o trazado.

También se diferencia entre el crecimiento exterior e interior del núcleo urbano. Para ello se utiliza la capa del DERA Asentamiento. Las construcciones realizadas fuera de los polígonos de asentamiento serán consideradas como externas, y viceversa.

Para esta clasificación se utiliza la selección por localización.

3.2.2 Concurrencia RAP y polígonos de crecimiento

Una vez obtenida la capa poligonal de cada municipio, volvemos al programa ArcGIS.

Hacemos clic Analysis Tools > Estadísticas > Tabular intersección. En la ventana de diálogo que sale seleccionamos como zona de entrada la capa poligonal de crecimiento, campo de zona ID y entidades de clase de entrada los diferentes años.

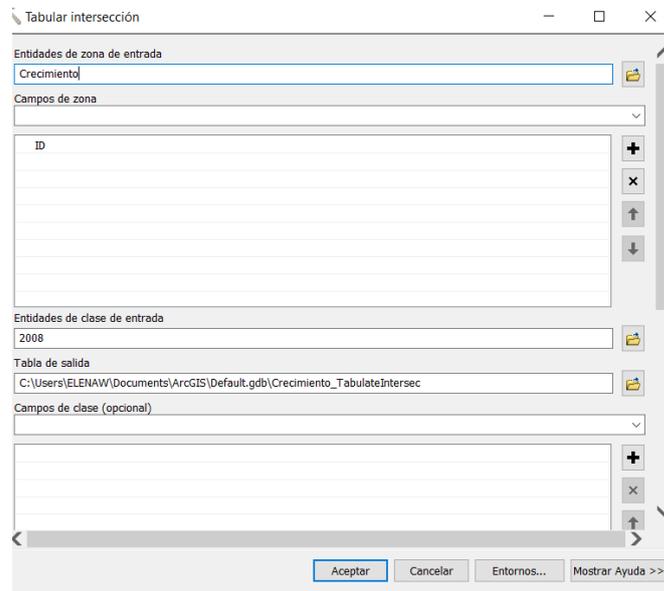


Figura 31. Tabular intersección

Con esta herramienta se obtiene una tabla para cada año con el número de conexiones RAP que hay en cada polígono. Es muy importante para este paso como se ha dicho previamente tener enumerados los polígonos a través del campo ID, para obtener el conteo en cada uno.

A través de la herramienta unión se va uniendo cada tabla con la capa poligonal de crecimiento. Esta unión es ficticia, es decir, podemos verla en los atributos de la capa, pero no se está guardando a información en ella. Para ello se crea un campo para cada año, en el que utilizando la calculadora de campos atribuimos la información del campo en el que se encuentra el conteo de las conexiones RAP.

Para dividir la capa para realizar el estudio del crecimiento externo e interno separadamente se hace clic Analysis Tools > Extraer > Dividir, y se selecciona el campo de división.

Se extrae la información de la tabla de atributos como archivo de texto, el cuál se importa a Excel, donde se sacarán las conclusiones.

3.3 Valoración metodología

El método llevado a cabo para la realización de este estudio conlleva un error asociado derivado de:

- Error datos de partida: El uso de las ortofotos usadas para los polígonos de crecimiento puede llevar cierto error asociado derivado de la no exactitud de las fechas.
- Error humano: El proceso de comparación de urbanización entre las ortofotos se lleva a cabo de manera visual por lo que podría conllevar un error. Para analizarlo se realiza un testeo aleatorio de 20 polígonos en diferentes municipios. En la muestra escogida no aparece ningún error.

➤ Error inexistencia datos RAP:

- Hay usuarios que se conectan a otros servicios.
- De los usuarios que la usan, existe un porcentaje que no almacena su localización, y, por tanto, esta conexión no ha podido ser usada en este estudio.

La RAP nos facilita los datos almacenados a principios del año 2017(Tabla 6) de los que se extrae los porcentajes detallados (Figura 32).

Tabla 6. Tipo de solución

Solución	Enero	Febrero	Marzo
Solución de Red VRS	2.078	2.206	3.439
Solución de Red MAX	1.410	2.147	3.098
Solución de Red iMax	1.113	1.678	1.870
Estación más cercana	2.185	6.143	4.708
Estación seleccionada	1.237	1.841	1.711

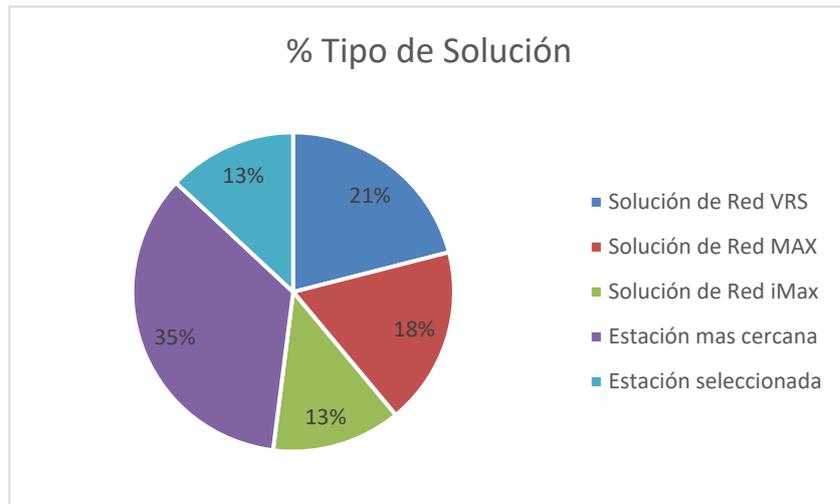


Figura 32. Tipo de solución

De los datos anteriores se desprende que el 13 % de las conexiones no devuelven su localización.

4 RESULTADOS

EL análisis ha sido realizado a municipios de diferentes tamaños para comparar los resultados obtenidos en cada uno de ellos y comprobar si el propósito de estudio es válido tanto en ciudades grandes como en pueblos pequeños. Como se ha dicho previamente la comparación para la construcción de los polígonos de crecimiento se realiza a través de la ortofoto de 2008 y el servicio Google Maps disponible en QGIS.

Este servicio dependiendo del municipio tiene diferentes actualizaciones, por lo tanto, a continuación, se muestra la Tabla 7 con la fecha de cada uno.

Tabla 7. Actualización servicio Google Maps por municipio

Municipio	Actualización Google Maps
La Guardia de Jaén	18/05/2017
Palos de la Frontera	6/11/2016
Aljaraque	6/11/2016
Linares	4/09/2016
Motril	27/08/2015
Algeciras	10/9/2015
Dos Hermanas	23/07/2016
Marbella	28/07/2016
Jerez	21/06/2016
Granada	15/06/2017
Córdoba	14/6/2016
Málaga	29/03/2016

4.1 Por municipios

En primer lugar, se sacan los resultados de cada municipio, englobando todos los tipos de construcciones que se han mencionado anteriormente: urbanización, manzana, aparcelado y servicios.

4.1.1 La Guardia de Jaén

Es un municipio de la provincial de Jaén. Con una población de 4.895 habitantes, en 2008 era de 3.928, por lo que ha tenido un gran crecimiento en los años de estudio.

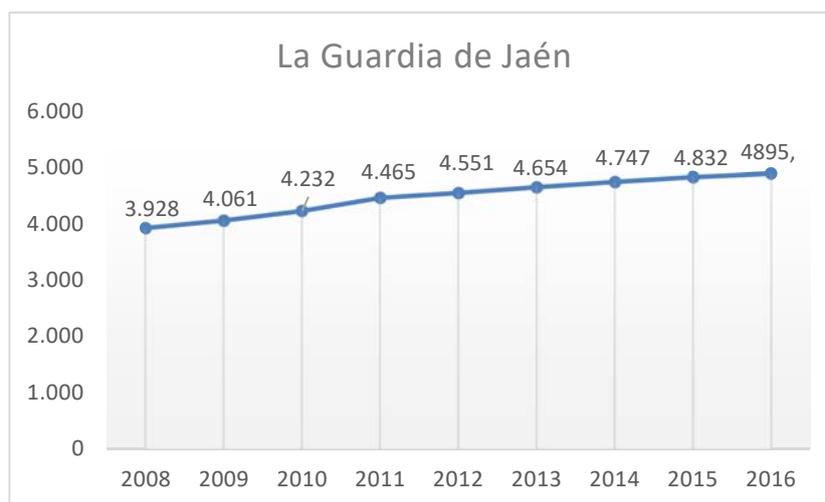


Figura 33. Evolución de la población La Guardia de Jaén (2008-2016)

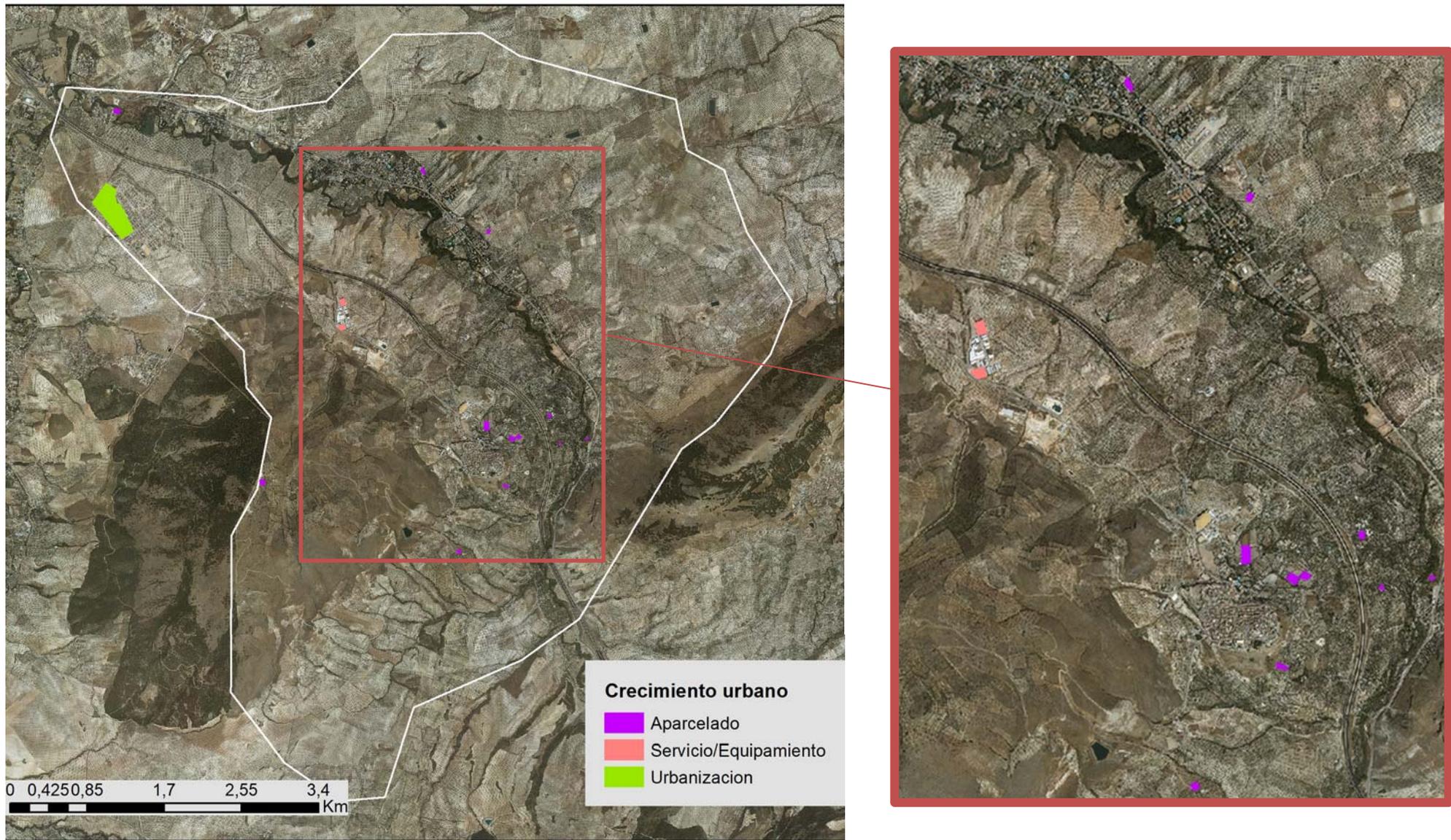


Figura 34. Crecimiento La Guardia de Jaén (2008-2016)

A pesar de ser una población pequeña, existe bastante movimiento en la construcción en este período de tiempo. Se estudiaron otros municipios con población similar como Almensilla (5.919) y se descartó debido a que no aparecía ninguna nueva construcción. La mayor urbanización de La Guardia de Jaén puede ser debida al gran crecimiento de la población en estos años.

Respecto a la relación de estas obras con las conexiones RAP, no se obtienen buenos resultados en general. Aunque, estos son diferentes si se tienen en cuenta únicamente las grandes obras (urbanización) y las construcciones de servicios o equipamientos, alcanzando un resultado del 100% de acierto.

Tabla 8. RAP: La Guardia de Jaén

id	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2016	I/E	Si/No
1	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
2	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	7	0	INT	SI
3	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
4	Urbanización	En consolidación	6	34	3	4	0	0	0	INT	SI
5	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	2	INT	SI
6	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	INT	SI
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
8	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
11	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
12	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
13	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO

Separando las construcciones dentro del núcleo urbano y exteriores a él, se obtienen los siguientes resultados:

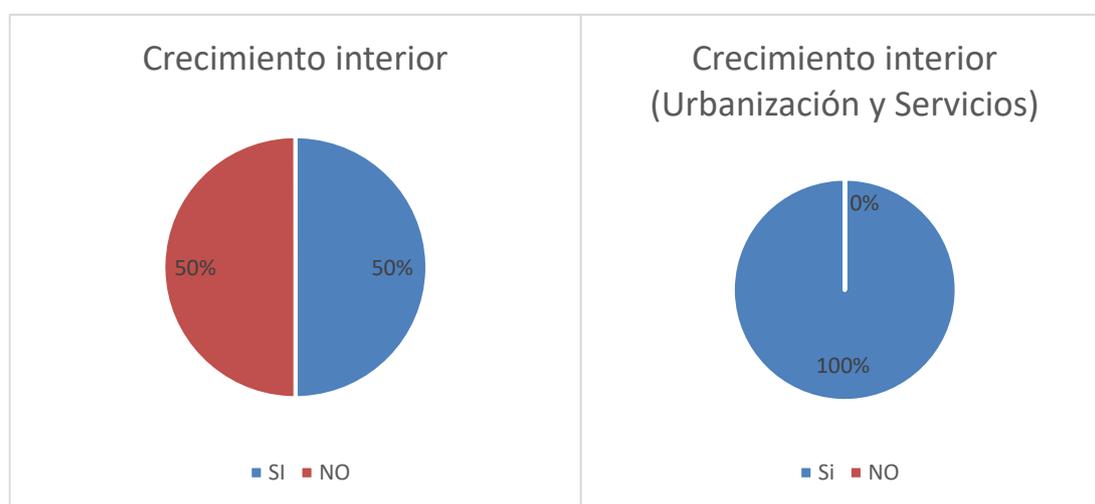


Figura 35. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Respecto al crecimiento exterior, no existen conexiones que predigan estas construcciones.

4.1.2 Palos de la Frontera

Es un municipio de la provincia de Huelva, con una población de 10.785 (2016). En 2008 tenía 8.964 habitantes. Por lo que también ha sufrido un aumento de la población considerable en estos años.

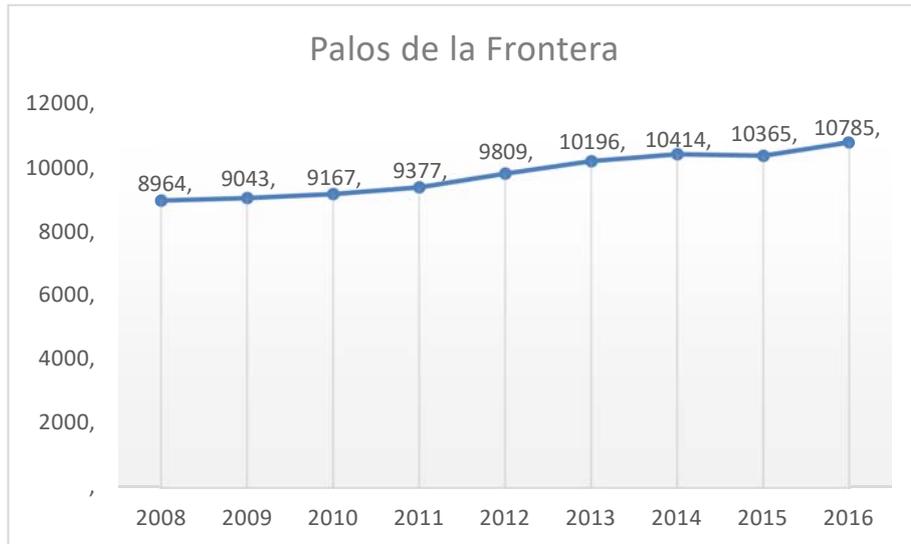


Figura 36. Evolución de la población Palos de la Frontera (2008-2016)

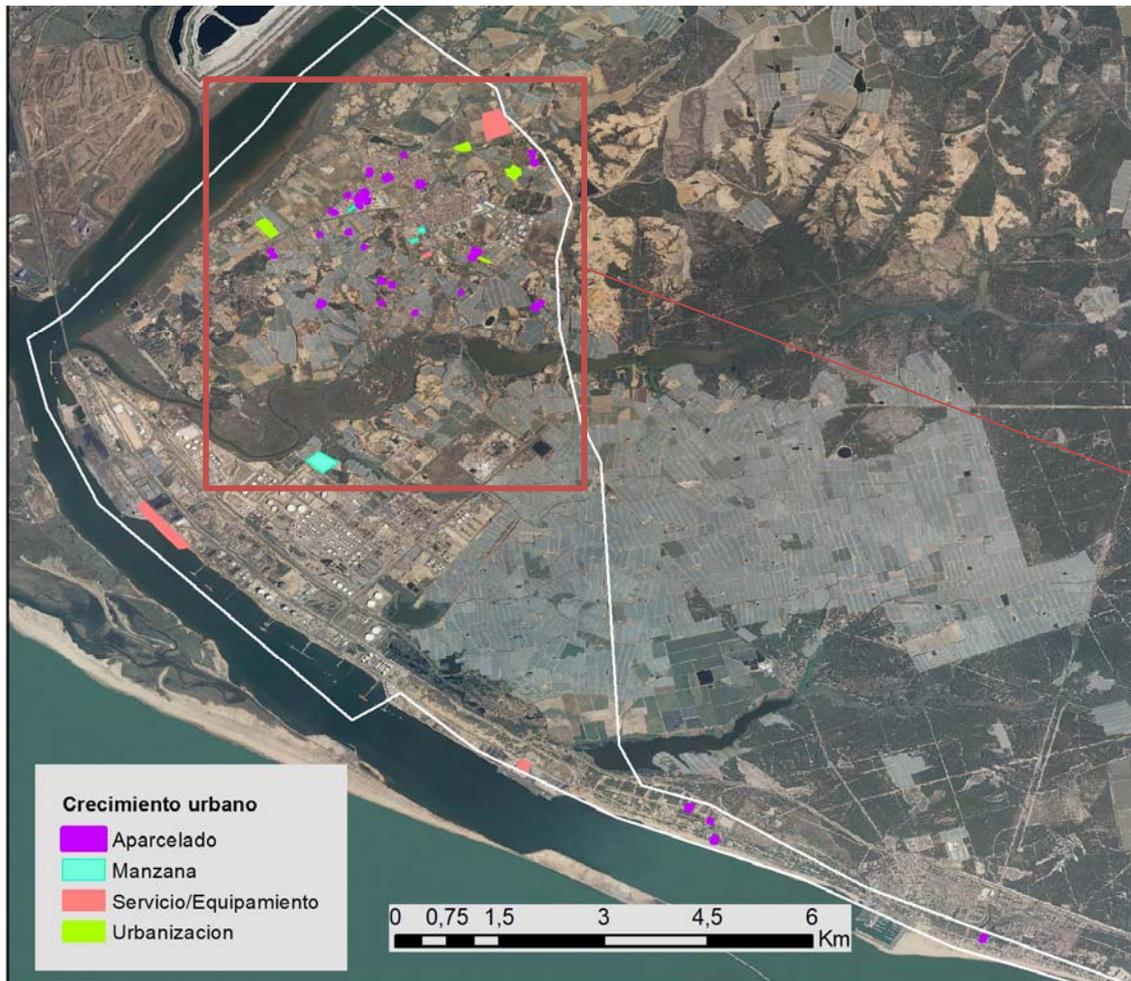


Figura 37. Crecimiento Palos de la Frontera (2008-2016)

Respecto al crecimiento interior, son en su mayoría aparcelados, excepto la construcción de un servicio/equipamiento y algunas manzanas.

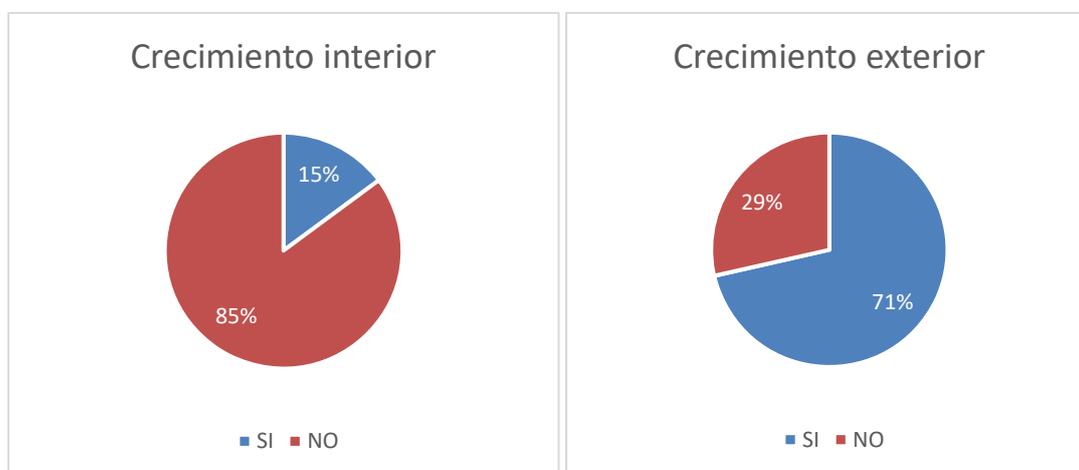


Figura 38. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Los resultados generales de crecimiento interior son bastante desfavorables. Esto puede deberse en algunos casos a que las localizaciones de los nuevos edificios estén claramente diferenciadas, por lo que no se utilizan conexiones GPS para guiar su posicionamiento. Se puede ver un ejemplo en la Figura 39:



Figura 39. Diferencia construcción aparcelada 2008-2016

En cambio, en este caso, es el crecimiento exterior el que presenta unos mejores resultados. Un 71% de las construcciones se podrían haber predicho a través de las conexiones almacenadas en la RAP.

4.1.3 Aljaraque

Aljaraque es un municipio de la provincia de Huelva. En 2008 tenía una población de 17.194 respecto a los 20.745 habitantes de 2016.

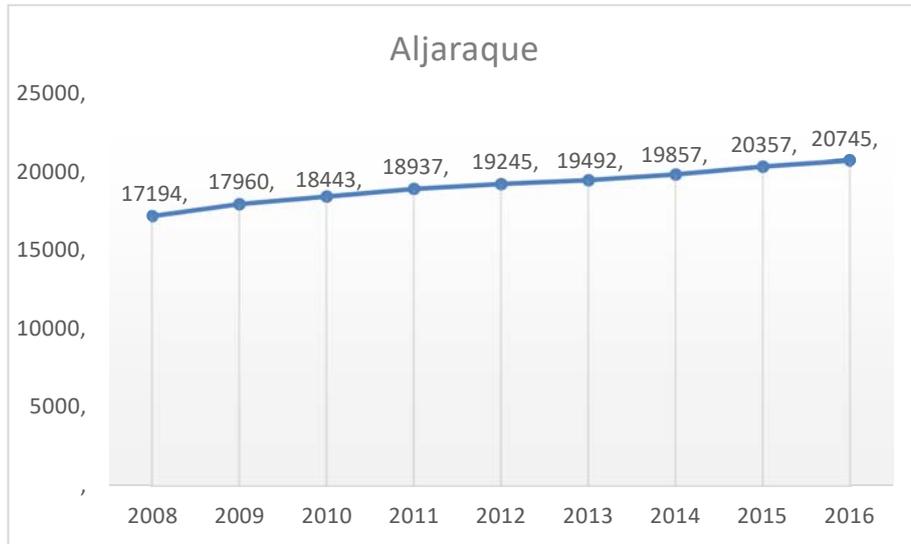


Figura 40. Evolución de la población Aljaraque (2008-2016)

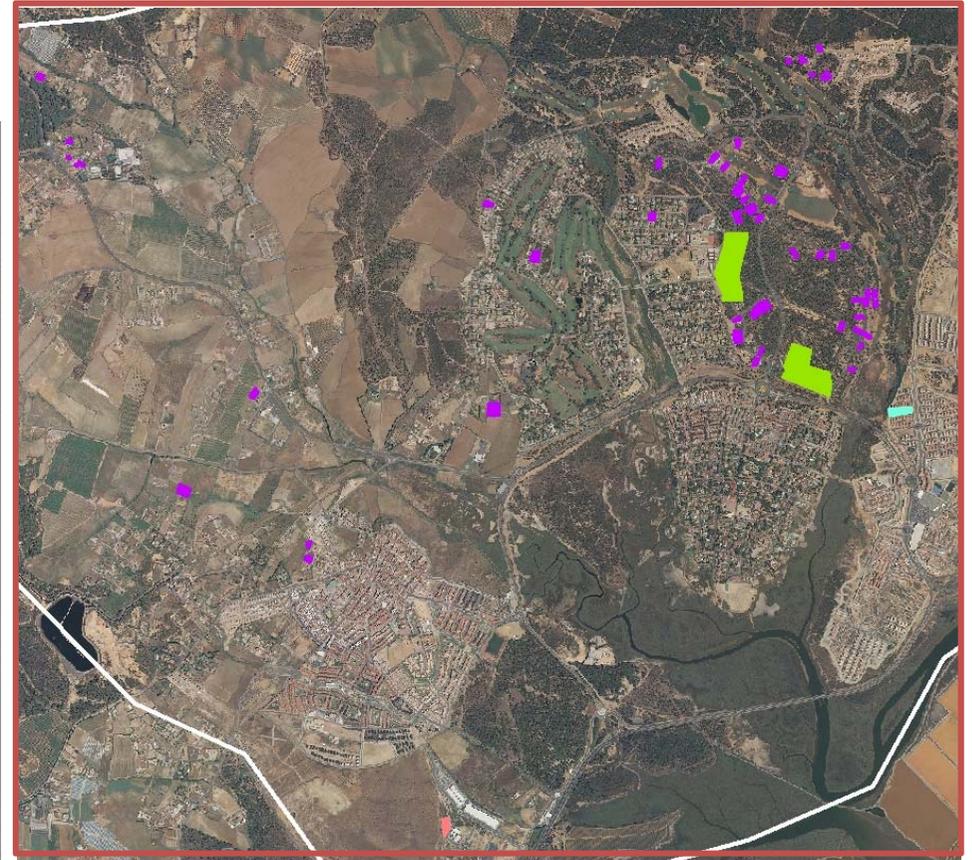
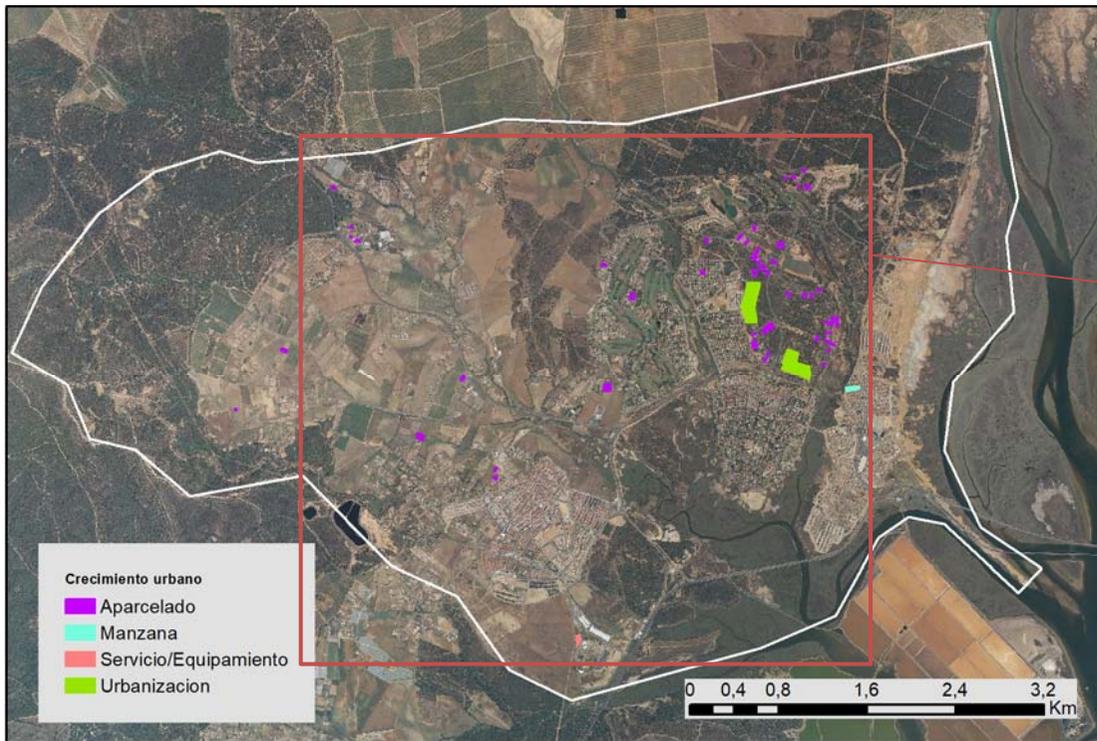


Figura 41. Crecimiento Aljaraque (2008-2016)

Se analizan las conexiones RAP que interseccionan con las construcciones realizadas en el período analizado:

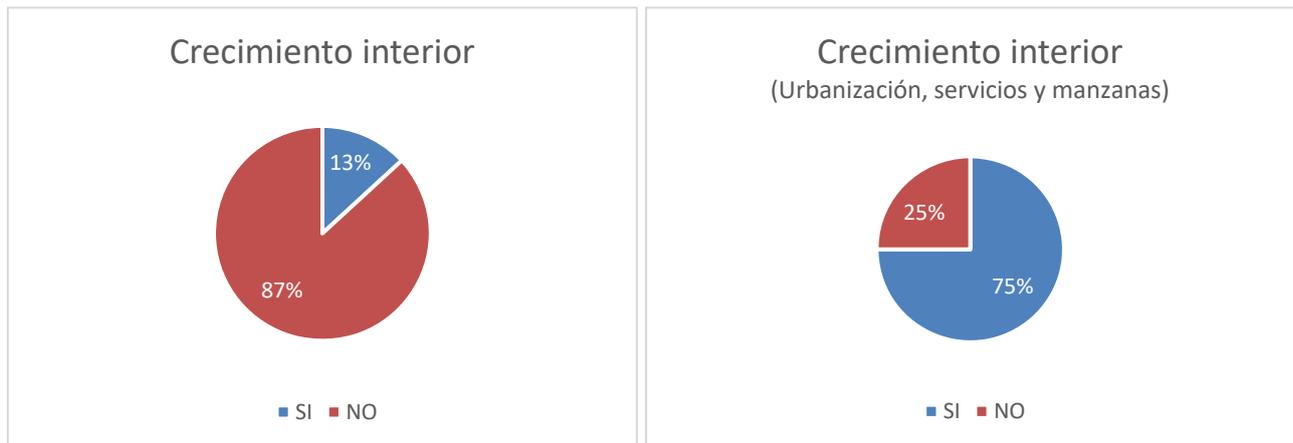


Figura 42. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

El crecimiento interior no teniendo en cuenta las construcciones más pequeñas (aparcelado) tiene un 75% de coincidencia, en cambio, si se analiza el crecimiento interior general, se obtienen resultados bastante desfavorables.

4.1.4 Linares

Linares es un municipio de la provincia de Jaén, con una población de 59,737 en 2016 frente a los 61,340 habitantes en 2008. Por lo tanto, experimenta una disminución de la población en el período estudiado.

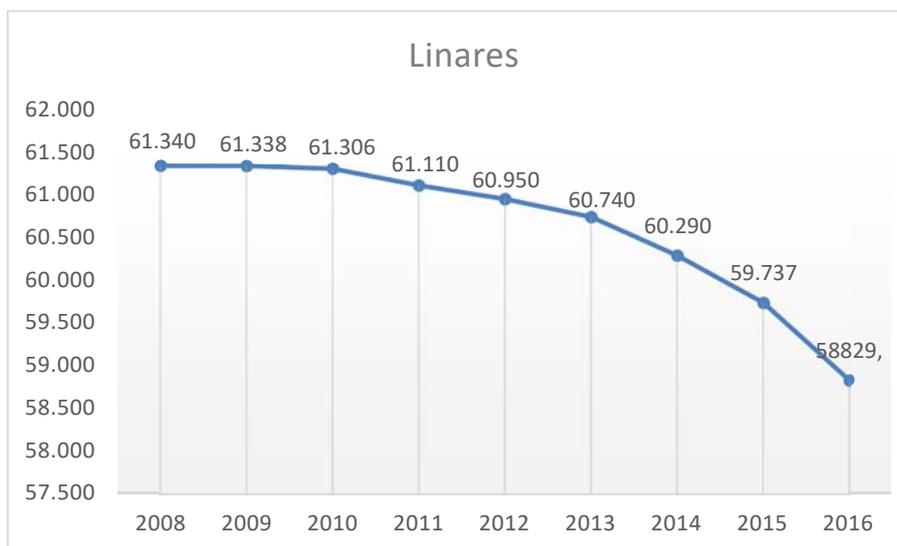


Figura 43. Evolución de la población Linares (2008-2016)

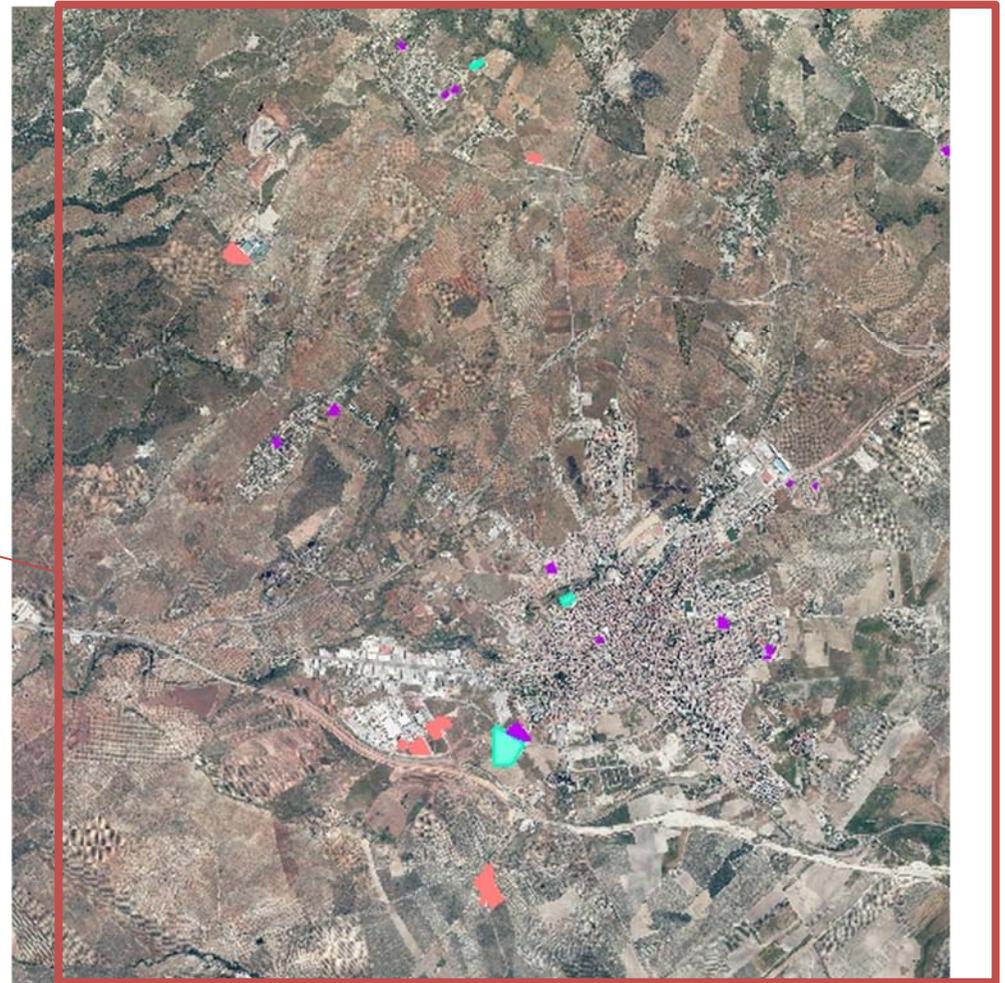
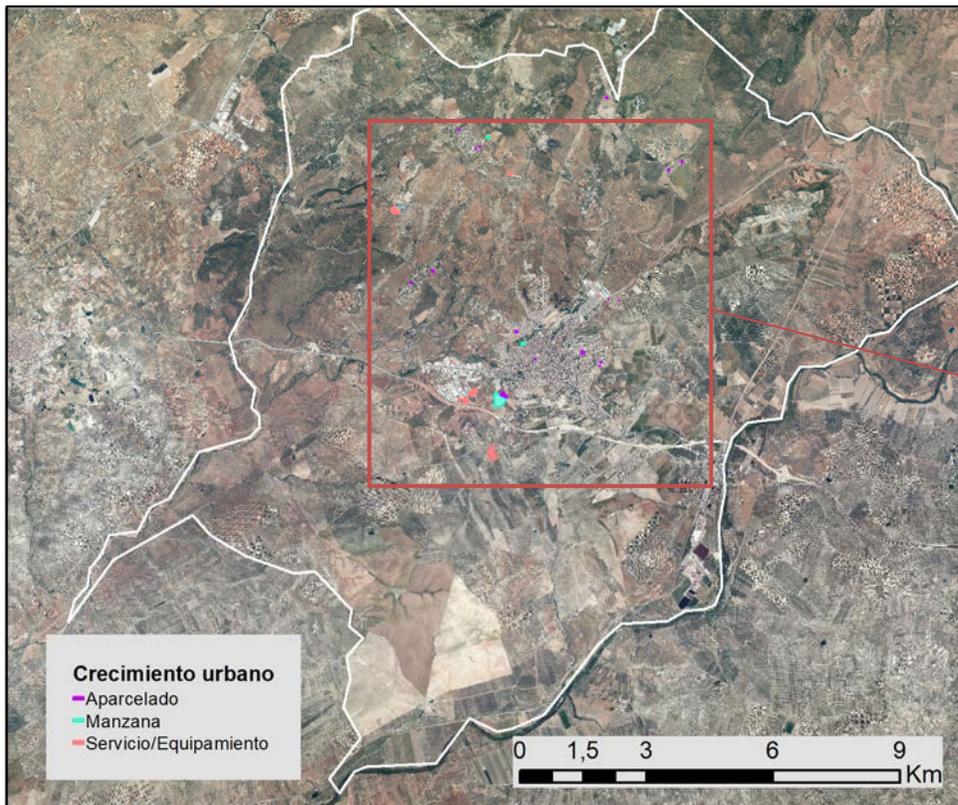


Figura 44. Crecimiento Linares (2008-2016)

Linares, a pesar de tener el doble de población que Aljaraque, el municipio anterior, tiene bastante menos construcciones en el período estudiado, lo que podría deberse a la disminución de su población.

Tabla 11. RAP Linares

id	CATEGORIA	ESTADO	2010	2011	2012	2014	2015	2016	EXT/INT	SI/NO
2	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	5	0	0	0	EXT	SI
11	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
13	Servicio/Equipamiento	Consolidado	1	3	0	0	0	0	EXT	SI
1	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
3	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
5	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
6	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
8	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
9	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
12	Servicio/Equipamiento	Consolidado	8	5	0	0	1	0	INT	SI
14	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
15	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
16	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
17	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	2	2	0	INT	SI
18	Manzana	Consolidado	2	0	0	1	1	0	INT	SI
19	Aparcelado	Consolidado	0	1	0	0	0	0	INT	SI
20	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
21	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
22	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
23	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
24	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	INT	NO
25	Manzana	Consolidado	2	0	0	5	0	0	INT	SI
26	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
27	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
28	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	1	INT	SI

En este municipio no existen grandes obras de urbanización, lo que también puede deberse a la tendencia negativa de la evolución de la población.

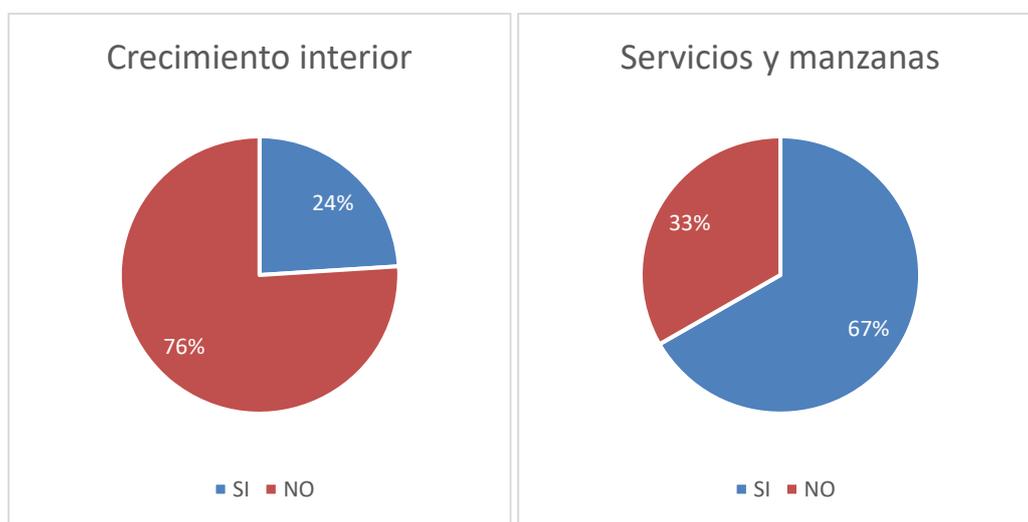


Figura 45. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Al igual que los anteriores municipios, el crecimiento interior no se predice con gran exactitud, aunque aumenta ligeramente respecto a los dos anteriores. En este caso, se analiza el acierto de la construcción de edificios destinados a servicios y manzanas, tanto en la zona urbana como fuera de ésta. El resultado es bastante mejor que el general, con un 67% de acierto.

4.1.5 Motril

Motril es un municipio de la provincia de Granada. Tiene una población de 60.368 en 2016 y 59.163 en 2008. Se elige este municipio para compararlo con el anterior, ya que ambos tienen una población similar, pero en el caso de Linares la tendencia de la población es a descender y Motril, dependiendo del tramo del período como vemos en la Figura 46:

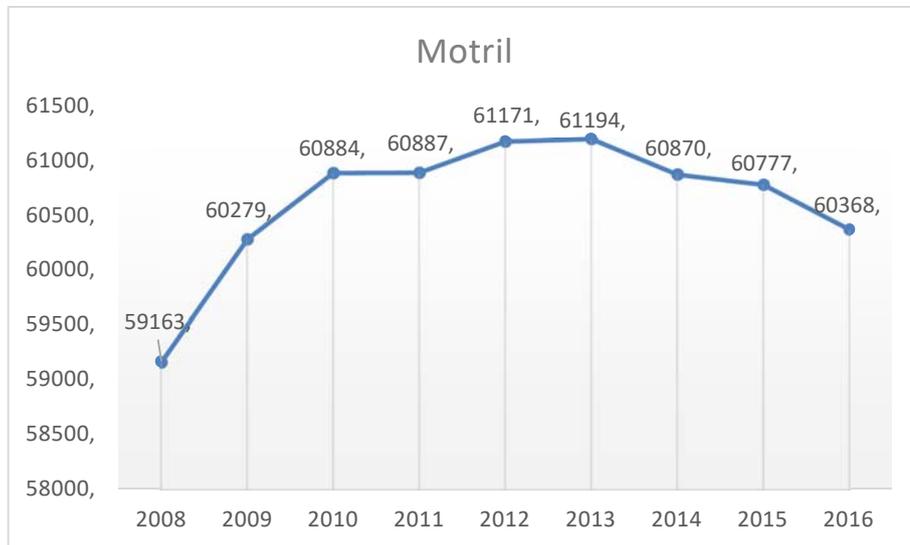


Figura 46. Evolución de la población Motril (2016-2008)



Figura 47. Crecimiento Motril (2008-2016)

Tabla 12. RAP Motril

id	Categoría	Estado	2010	2012	2013	2014	2015	2016	EXT/INT	SI/NO
17	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	5	0	EXT	SI
23	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	1	2	4	0	EXT	SI
25	Servicio/Equipamiento	En consolidacion	0	0	0	63	0	0	EXT	SI
30	Servicio/Equipamiento	En consolidacion	0	0	0	0	1	0	EXT	SI
31	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
32	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
1	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
12	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	4	EXT	SI
18	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	3	0	0	0	0	INT	SI
19	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	9	11	0	INT	SI
20	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	3	20	10	INT	SI
21	Urbanizacion	Consolidado	11	0	0	0	0	2	INT	SI
22	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	5	INT	SI
24	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
26	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
27	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
29	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
2	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
5	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
11	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
14	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	INT	NO
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	4	0	0	0	INT	SI
16	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	2	INT	SI

Se observa que en este municipio si aparecen varias obras grandes (urbanización), todas reflejadas en las conexiones RAP. También aparecen construcciones de servicios/equipamientos.

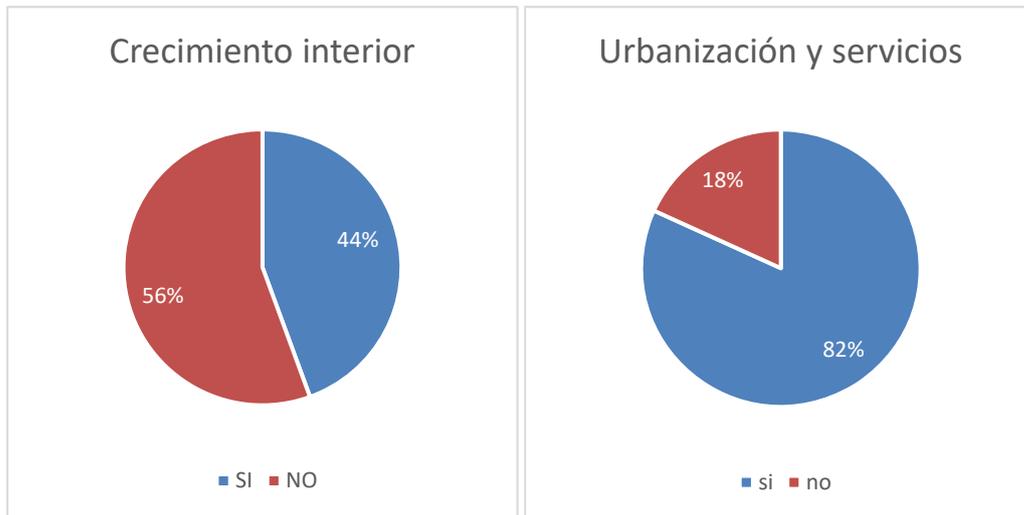


Figura 48. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Respecto a los resultados obtenidos, la predicción del crecimiento interior mejora. Teniendo en cuenta las obras de urbanización y servicios (interior y exterior) se alcanzan unas conclusiones muy positivas, ya que solo un 18% de las construcciones no serían registradas.

4.1.6 Algeciras

Algeciras es un municipio de la provincia de Cádiz. En 2008 tenía una población de 115.33 habitantes que ascendió a 120.601 en 2016. En la Figura 49 puede verse la evolución:



Figura 49. Corrección diferencial con bases fijas y móviles

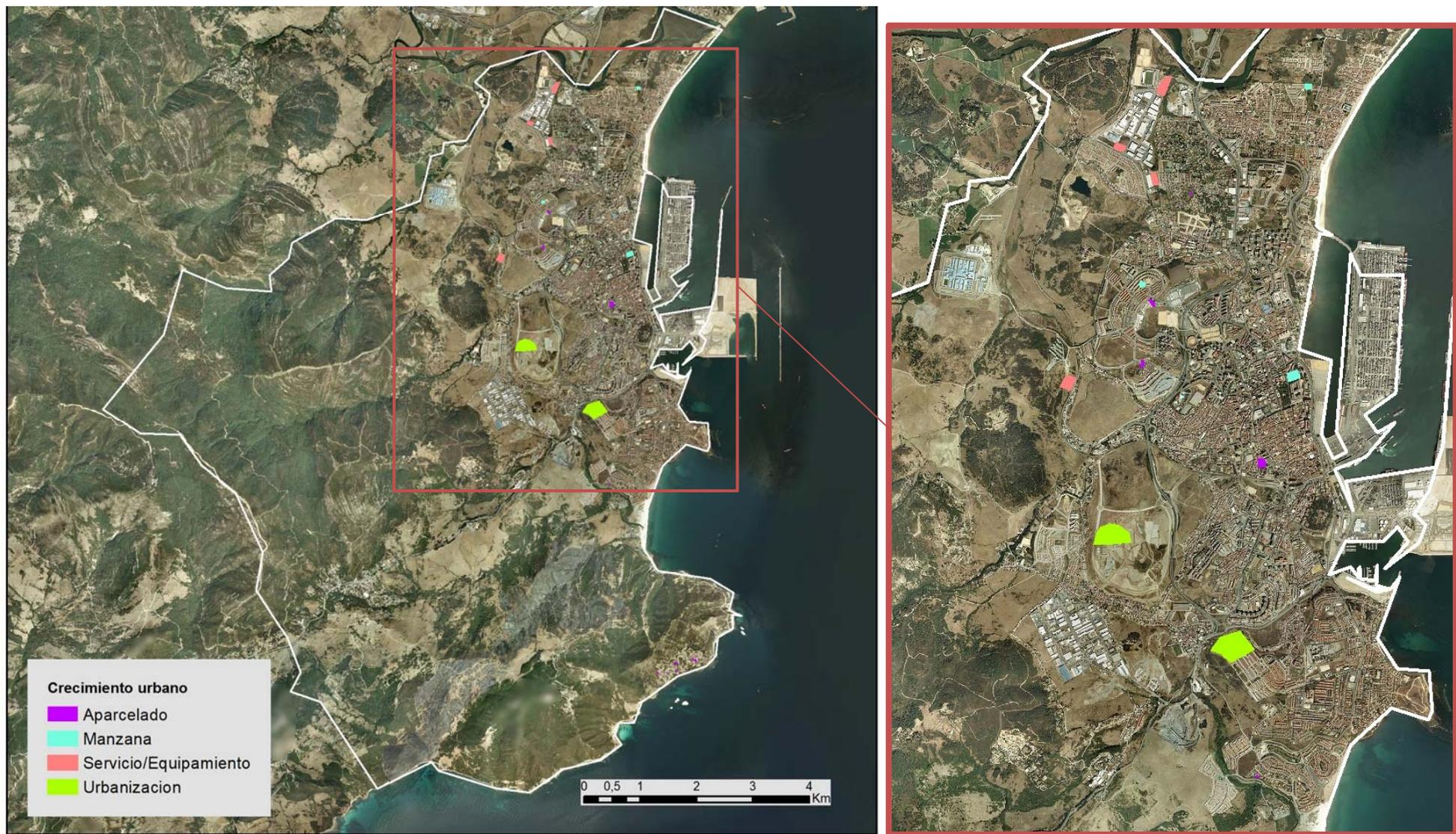


Figura 50. Crecimiento Algeciras (2008-2016)

Como se ve en la Figura 50 y en la tabla siguiente donde aparecen con más detalle todas las obras realizadas en el municipio, únicamente existe crecimiento interior en el periodo estudiado.

Tabla 13. RAP Algeciras

id	CATEGORIA	ESTADO	2009	2010	2011	2012	2013	2015	2016	SI/NO
1	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	NO
2	Servicio/Equipamiento	Consolidado	6	0	0	0	0	0	0	SI
3	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	1	0	0	1	0	2	SI
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
5	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	2	0	0	1	0	0	SI
6	Manzana	Consolidado	0	13	0	0	0	0	0	SI
7	Aparcelado	Consolidado	2	0	0	0	0	0	0	SI
8	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	2	0	1	SI
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
10	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
11	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
12	Urbanizacion	En consolidacion	0	4	0	3	0	10	43	SI
13	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	1	2	12	0	0	SI
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	SI
16	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	SI
17	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	3	SI
18	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
19	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO
20	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	NO
21	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	NO

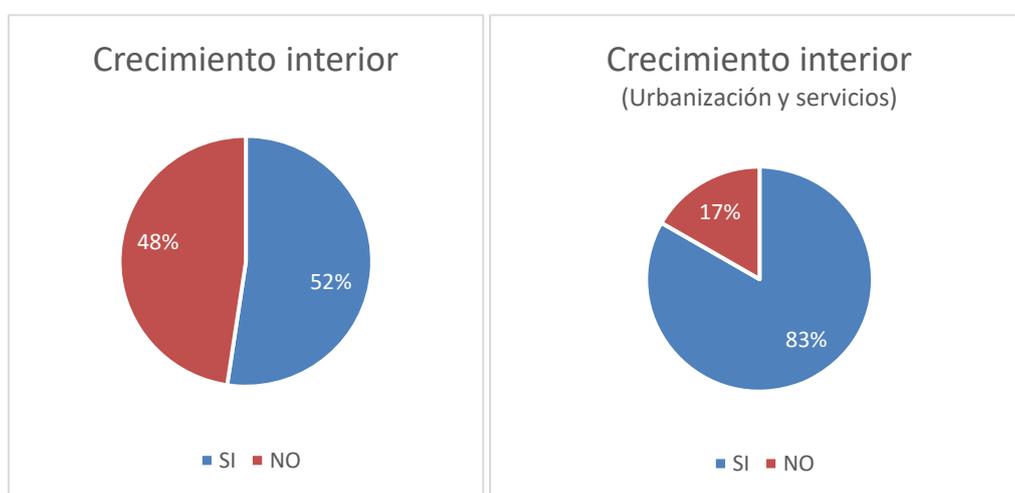


Figura 51. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Se observa que se podría llevar un control de más de la mitad las construcciones interiores. Este porcentaje aumenta hasta un 83% si nos centramos únicamente en grandes obras de urbanización o edificios destinados a servicios.

4.1.7 Dos Hermanas

Dos Hermanas es un municipio de la provincia de Sevilla. En 2008 tenía una población de 120.323 la cual asciende a 131.855, un aumento de más de 10.000 personas.

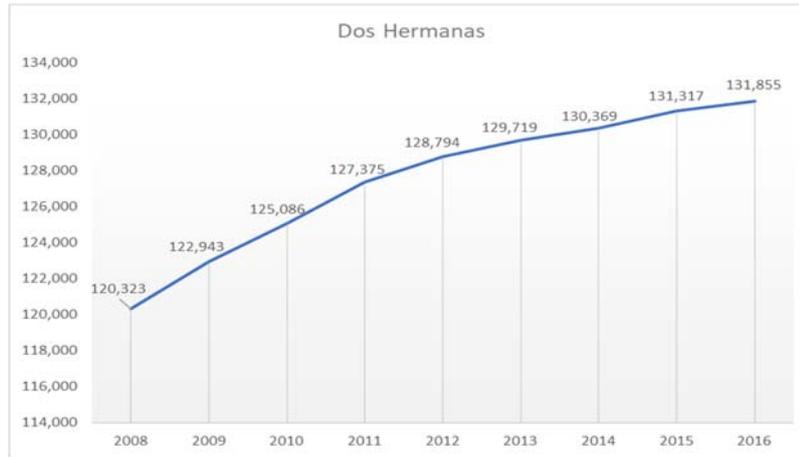


Figura 52. Evolución población Dos Hermanas (2008-2016)

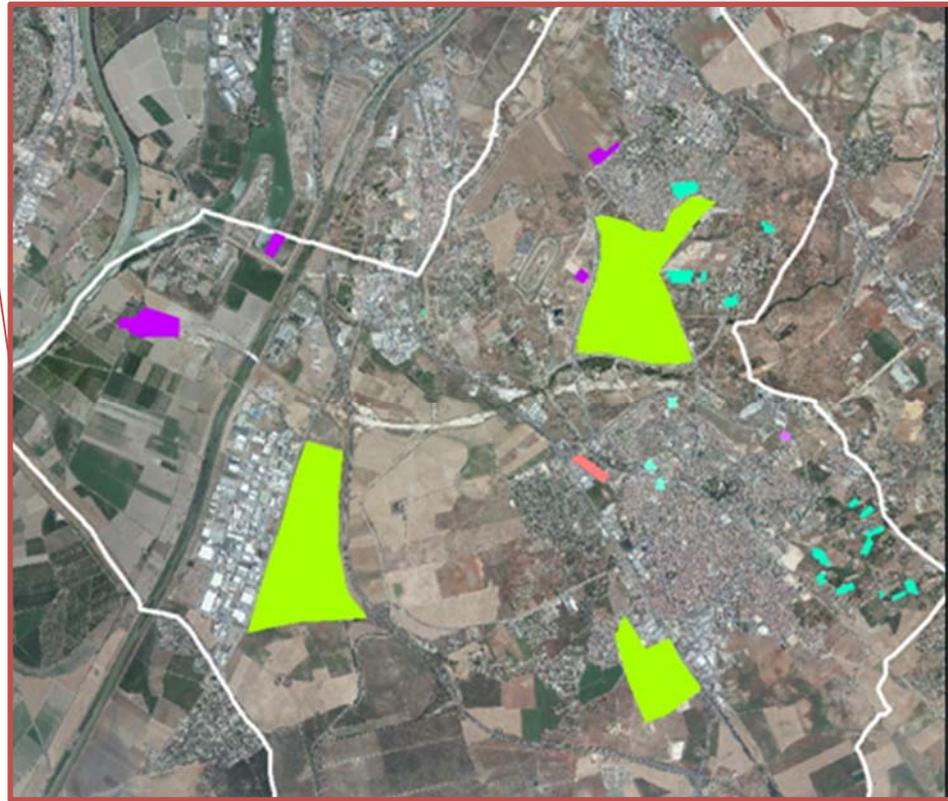
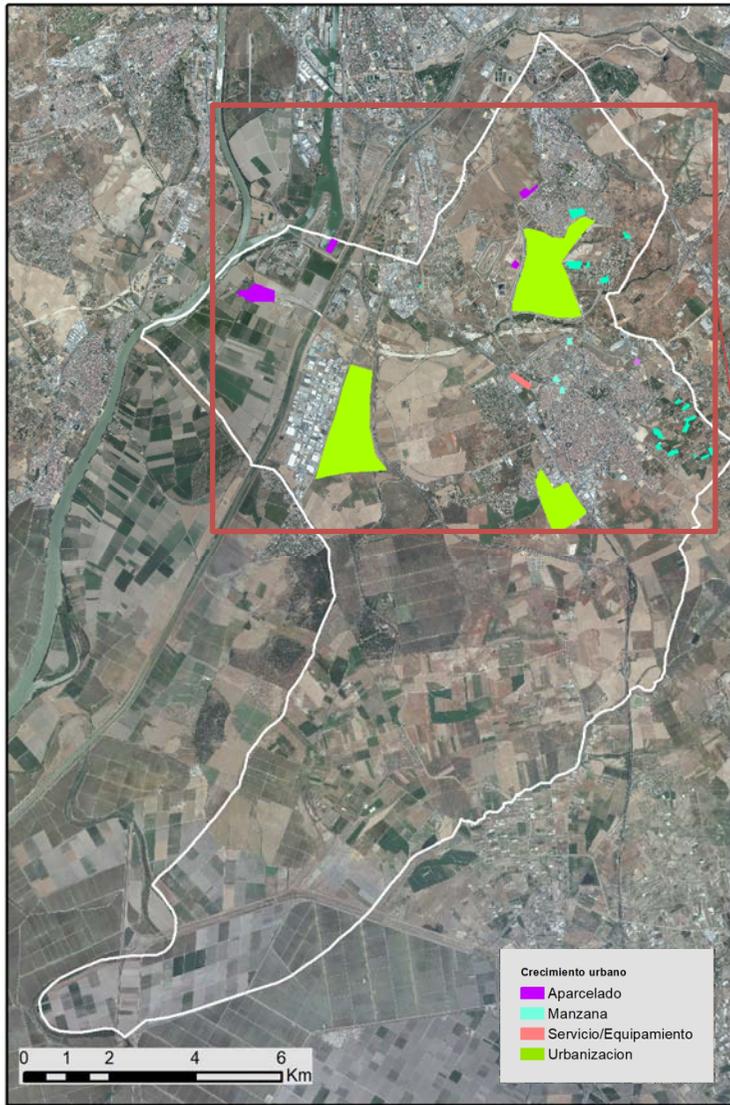


Figura 53. Crecimiento Dos Hermanas (2008-2016)

El gran crecimiento de la población puede ser la causa de las grandes obras de urbanización que desarrolla el municipio en estos años, como puede verse en la Figura 53.

Tabla 14. RAP Dos Hermanas

ID	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	EXT/INT	SI/NO
17	Servicio/Equipamient	Trazado	0	0	62	0	0	0	0	0	0	EXT	SI
18	Servicio/Equipamient	Consolidado	0	0	0	20	0	0	0	0	0	EXT	SI
20	Servicio/Equipamient	Consolidado	0	0	1	28	0	0	0	3	0	EXT	SI
21	Servicio/Equipamient	Trazado	0	24	108	22	0	0	0	0	0	EXT	SI
22	Aparcelado	Trazado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
23	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
3	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	11	1	0	43	0	1	0	INT	SI
2	Urbanizacion	Trazado	0	5	18	131	122	0	0	94	38	INT	SI
8	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
12	Aparcelado	Trazado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
13	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
14	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	5	0	INT	SI
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
16	Aparcelado	En consolidacion	0	0	1	0	0	1	0	0	0	INT	SI
1	Urbanizacion	En consolidacion	0	11	1	6	0	1	0	3	6	INT	SI
5	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
6	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
19	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
24	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
25	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
11	Servicio/Equipamient	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
26	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	6	0	INT	SI
27	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	1	0	0	INT	SI
28	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
29	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	1	INT	SI

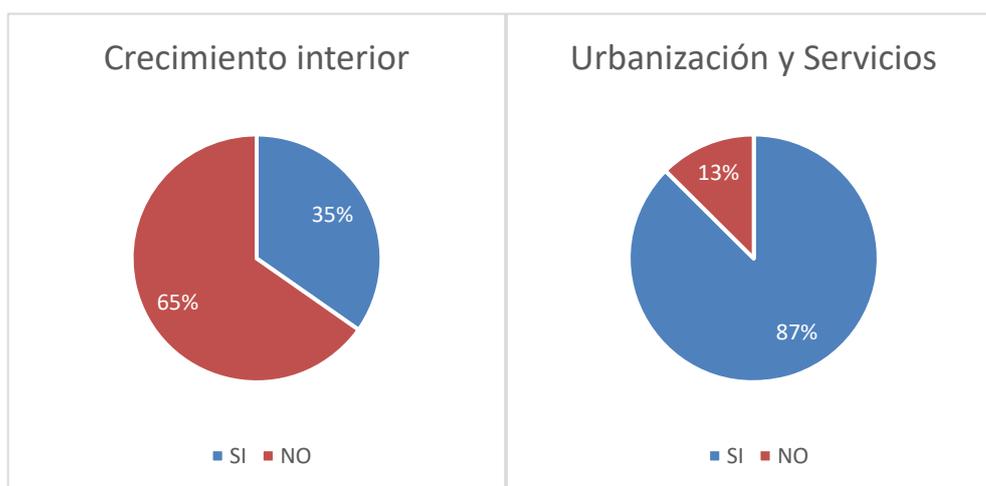


Figura 54. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

El crecimiento interior en general no es muy intuitivo con las conexiones RAP, esto puede deberse a que en su mayoría son obras pequeñas (aparceldos). Este resultado contrasta con la gran predicción de las grandes obras y servicios o equipamientos, con un solo 13% no coincidente con los puntos almacenados en la RAP.

4.1.8 Marbella

Marbella es un municipio de la provincia de Málaga, con una población de 140.744 habitantes (2016) respecto a los 130.549 de 2008. Ha tenido también un aumento considerable de la población en este período.

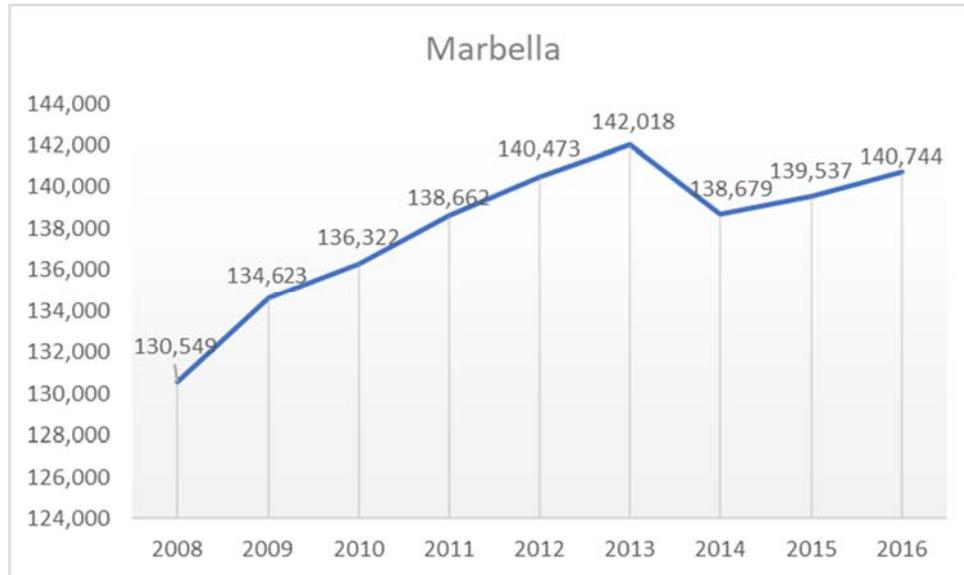


Figura 55. Evolución de la población Marbella (2008-2016)



Figura 56. Crecimiento Marbella (2008-2016)

A pesar de que en la Figura 56 pueda distinguirse polígonos de crecimiento aleatoriamente por el municipio, la gran mayoría se encuentra en territorio urbano ya que un gran porcentaje del territorio se encuentra urbanizado como puede distinguirse en la Figura 57:



Figura 57. Asentamiento urbano Marbella (DERA)

Tabla 15. RAP Marbella

id	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	SI/NO	EXT/INT
21	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
69	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	28	5	0	0	SI	EXT
92	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	EXT
1	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	1	2	0	0	0	SI	INT
2	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	3	0	0	0	SI	INT
3	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	INT
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
5	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	SI	INT
6	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	INT
8	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
9	Urbanizacion	Trazado	0	0	29	7	0	0	0	1	9	SI	INT
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	1	0	0	0	0	0	1	SI	INT
11	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	8	0	0	0	0	SI	INT
12	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
13	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	SI	INT
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	SI	INT
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	3	0	0	0	0	SI	INT
16	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
17	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
18	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
19	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	1	3	0	0	0	0	SI	INT
20	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	4	0	0	0	0	0	SI	INT
22	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
23	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
24	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT

25	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
26	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
27	Urbanizacion	Consolidado	0	18	0	19	1	0	0	0	2	SI	INT
28	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	2	0	0	0	SI	INT
29	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	1	0	0	SI	INT
30	Aparcelado	Consolidado	0	6	0	0	0	0	0	0	1	SI	INT
31	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
32	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
33	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
34	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
35	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
36	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
37	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
38	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
39	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	5	1	2	SI	INT
40	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
41	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
42	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
43	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	2	0	0	0	SI	INT
44	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	2	0	0	0	0	0	SI	INT
45	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
46	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	2	0	0	0	SI	INT
47	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
48	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
49	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
50	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
51	Servicio/ Equipamiento	Consolidado	0	0	0	50	27	18	33	0	0	SI	INT
52	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
53	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
54	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
55	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
56	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
57	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	3	0	0	0	SI	INT
58	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
59	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	3	2	0	0	0	1	SI	INT
60	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	INT
61	Aparcelado	Consolidado	0	4	0	0	0	1	0	0	1	SI	INT
62	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
63	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	2	0	0	0	0	SI	INT
64	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	1	1	0	0	SI	INT
65	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
66	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	3	2	0	0	0	SI	INT
67	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT

68	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	4	0	0	0	0	SI	INT
70	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
71	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
72	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	1	0	SI	INT
73	Urbanizacion	Trazado	0	0	0	0	0	0	0	35	87	SI	INT
74	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	19	0	12	SI	INT
75	Aparcelado	Consolidado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	SI	INT
76	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
77	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
78	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
79	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
80	Aparcelaado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
81	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
82	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	2	0	0	SI	INT
83	Urbanizacion	Trazado	0	0	0	7	0	0	0	0	1	SI	INT
84	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
85	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	2	0	0	1	0	2	2	SI	INT
86	Servicio/ Equipamiento	Consolidado	10	77	188	131	0	0	0	0	0	SI	INT
87	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
88	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	1	0	5	2	SI	INT
89	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
90	Urbanizacion	En consolidacion	0	2	0	1	0	0	0	14	4	SI	INT
91	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
93	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	SI	INT
94	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
95	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	3	0	0	9	3	0	SI	INT
96	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	36	SI	INT
97	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
98	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	SI	INT
99	Aparcelado	Consolidado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	SI	INT
100	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
101	Servicio/ Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
102	Manzana	EN consolidacion	0	0	70	0	0	0	0	0	1	SI	INT
103	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
104	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
105	Servicio/ Equipamiento	En consolidacion	0	6	6	0	0	0	0	0	0	SI	INT
106	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
107	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
108	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
109	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
110	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	1	3	2	SI	INT
111	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
112	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SI	INT

113	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	3	0	0	0	0	0	SI	INT
114	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	16	0	1	4	SI	INT
115	Servicio/ Equipamiento	Consolidado	0	0	5	0	0	0	5	0	0	SI	INT
116	Manzana	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	SI	INT

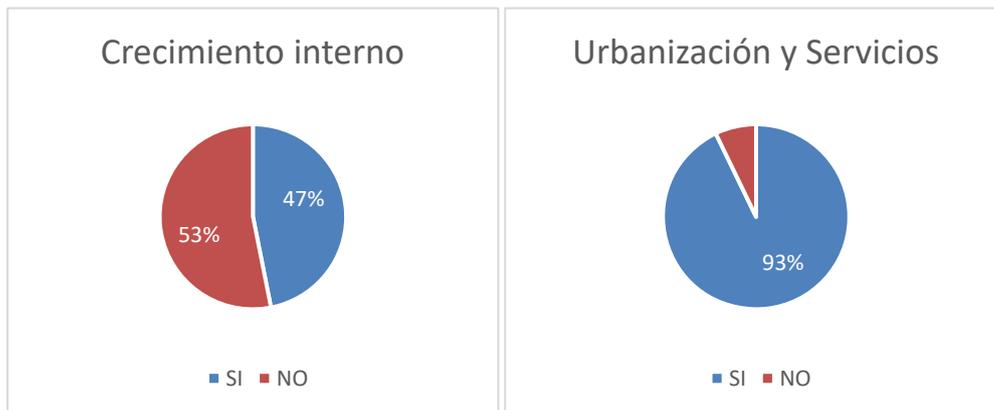


Figura 58. Coincidencia conexiones RAP con los polígonos de crecimiento

Se realizan un gran número de obras en el período estudiado en Marbella. Únicamente un 3% de ellas se dan fuera de la zona urbana. Casi la mitad del crecimiento urbano general se podría controlar, pero este resultado mejora enormemente si nos centramos en las grandes obras y servicios, ya que prácticamente todos se controlarían.

4.1.9 Jerez

Jerez es un municipio de la provincia de Cádiz. En 2008 tenía 205.364 habitantes, esta cifra aumentó hasta los 212.830 en 2016.

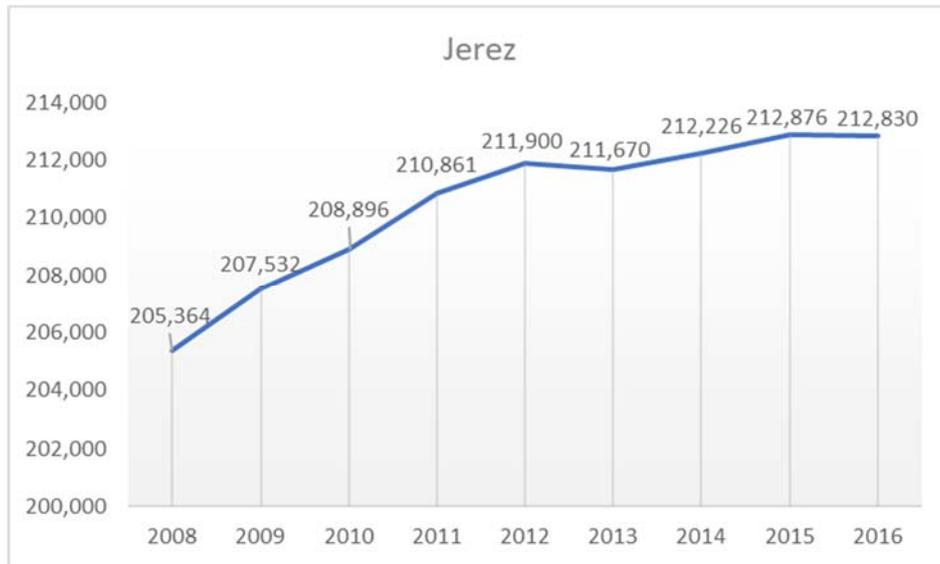


Figura 59. Evolución de la población Jerez (2008-2016)

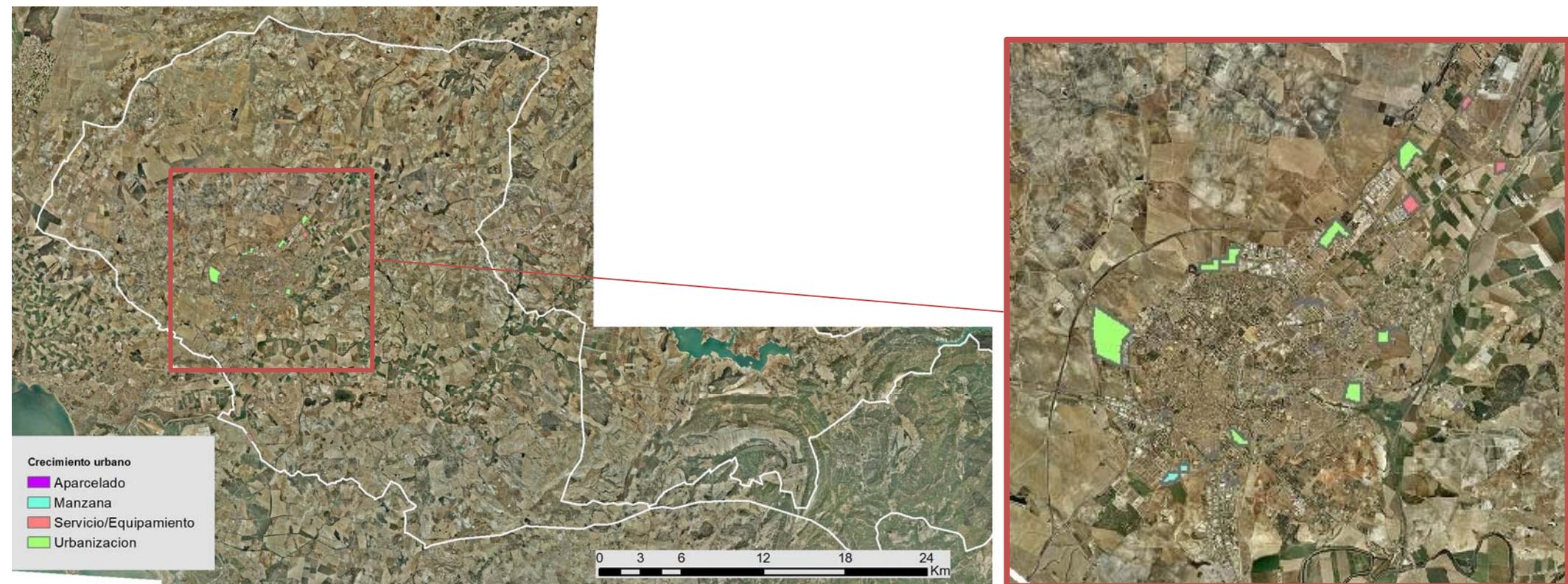


Figura 60. Crecimiento Jerez (2008-2016)

Tabla 16. RAP Jerez

id	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	2016	SI/NO	EXT/INT
1	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	9	0	0	0	0	0	0	SI	EXT
2	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	4	6	0	0	0	0	0	SI	EXT
3	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	1	0	0	0	0	0	0	SI	EXT
6	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	1	0	1	0	0	0	0	SI	EXT
7	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
10	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	38	0	0	0	0	0	SI	EXT
43	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
44	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
4	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
5	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	0	SI	INT
8	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	4	0	7	0	1	0	SI	INT
9	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	4	0	8	0	SI	INT
11	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
12	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
13	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
16	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
17	Urbanizacion	Consolidado	0	0	0	4	1	0	0	0	SI	INT
18	Urbanizacion	Consolidado	0	0	0	1	0	0	9	0	SI	INT
19	Urbanizacion	Trazado	0	0	0	13	0	1	0	0	SI	INT
20	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
21	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
22	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	1	0	0	0	0	SI	INT
23	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
24	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
25	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	10	0	0	0	0	SI	INT
26	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
27	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
28	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
29	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	3	SI	INT
30	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
31	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
32	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
33	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
34	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	1	0	SI	INT
35	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	56	0	0	0	0	SI	INT
36	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
37	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
38	Manzana	Consolidado	0	0	0	3	0	0	0	0	SI	INT
39	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
40	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	1	0	0	SI	INT
41	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	1	0	3	0	0	SI	INT
42	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	INT
45	Urbanizacion	En consolidacion	57	13	297	305	969	0	0	0	SI	INT
46	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
47	Manzana	Consolidado	2	0	0	2	0	0	0	0	SI	INT
48	Manzana	Consolidado	0	0	0	1	1	0	0	0	SI	INT
49	Urbanizacion	Consolidado	0	43	60	0	0	0	0	0	SI	INT

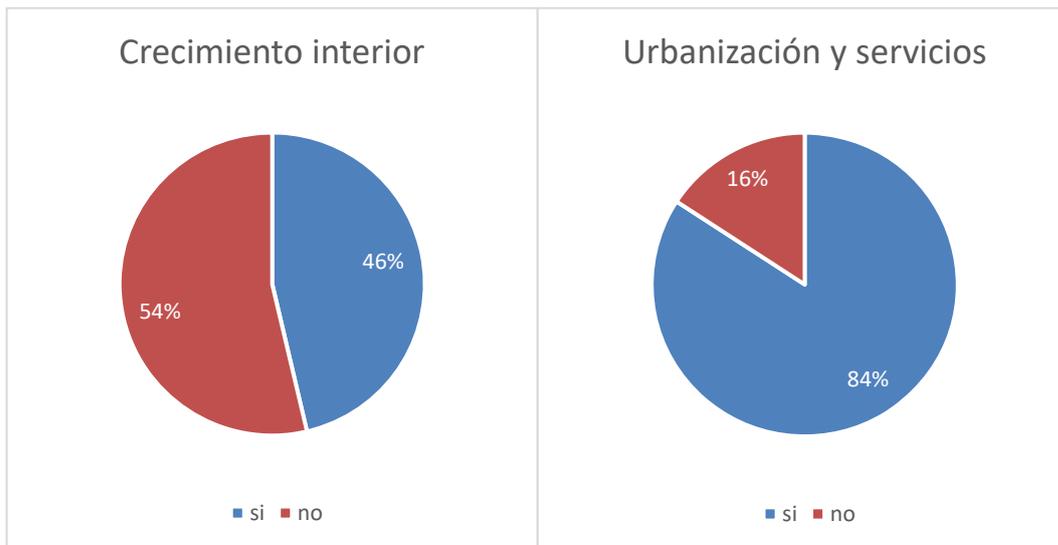


Figura 61. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento

Los resultados de grandes obras y servicios son bastante favorables, superando el 80%. Respecto al crecimiento interior en general se podría controlar prácticamente la mitad de las obras llevadas a cabo.

4.1.10 Granada

Granada es la capital de la provincia con el mismo nombre. Su población ha sufrido tanto crecidas como bajadas en el período en cuestión, experimentando en los últimos años una gran reducción como puede verse en la Figura 62:

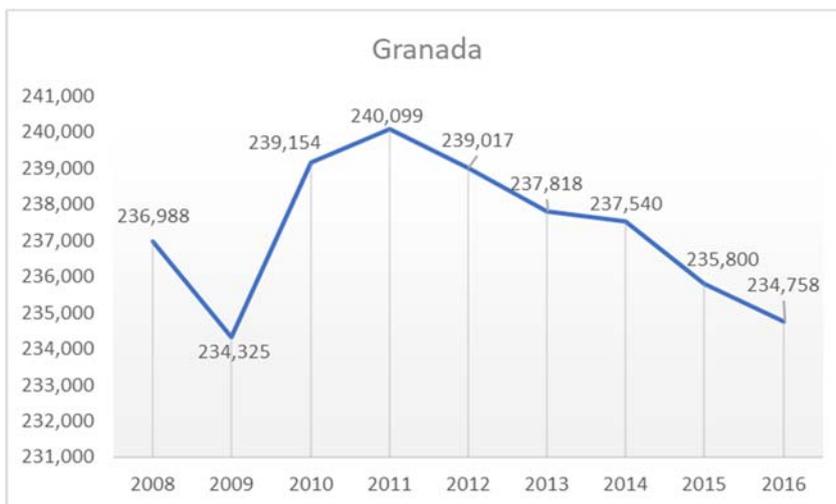


Figura 62. Evolución de la población Granada (2008-2016)

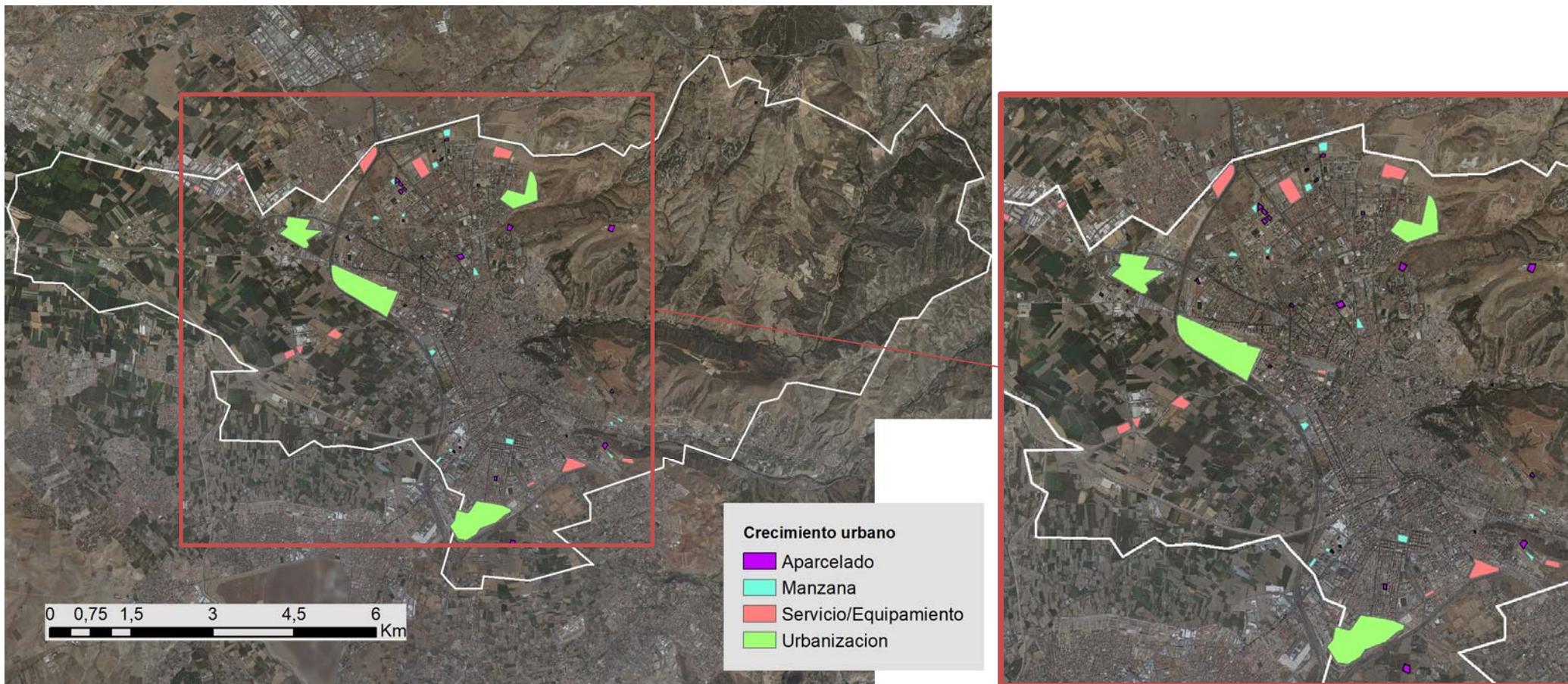


Figura 63. Crecimiento Granada (2008-2016)

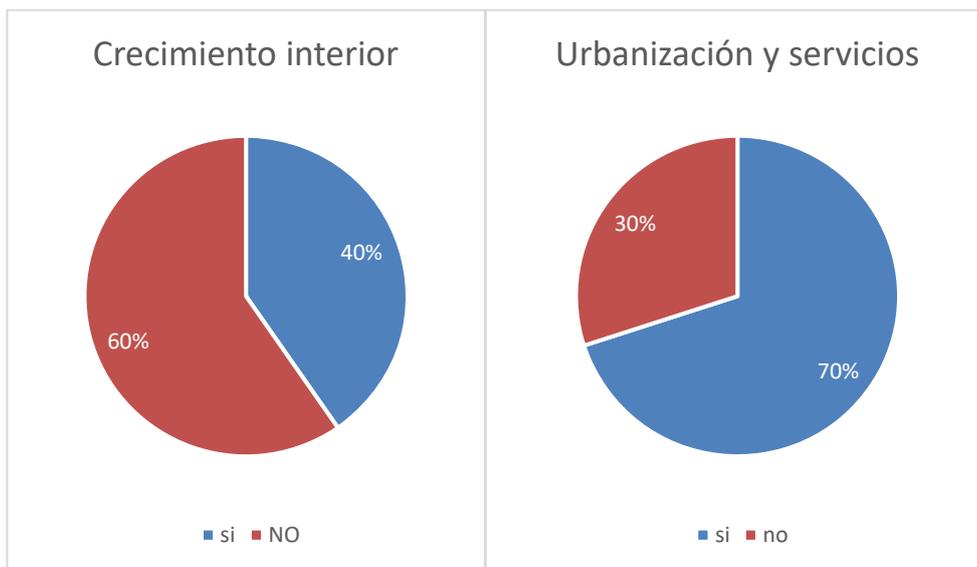


Figura 64. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento

Al igual que los municipios anteriores, aunque con resultados algo peores, el crecimiento interior en general es más difícil de controlar que las grandes obras y los equipamientos o servicios.

4.1.11 Córdoba

Córdoba, capital de la provincia, ha mantenido la población, aunque con ligeros cambios, bastante parecida: 326.609 en 2016 frente a los 325.453 habitantes de 2008.

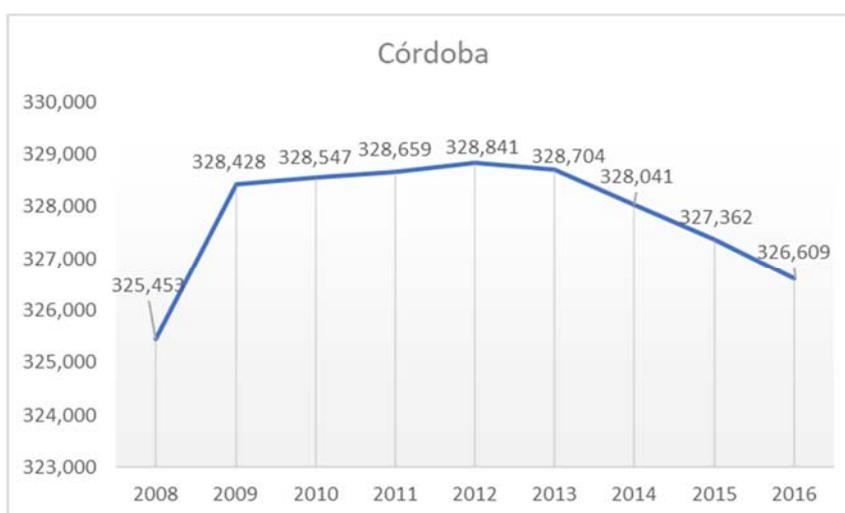


Figura 65. Evolución de la población Córdoba (2008-2016)

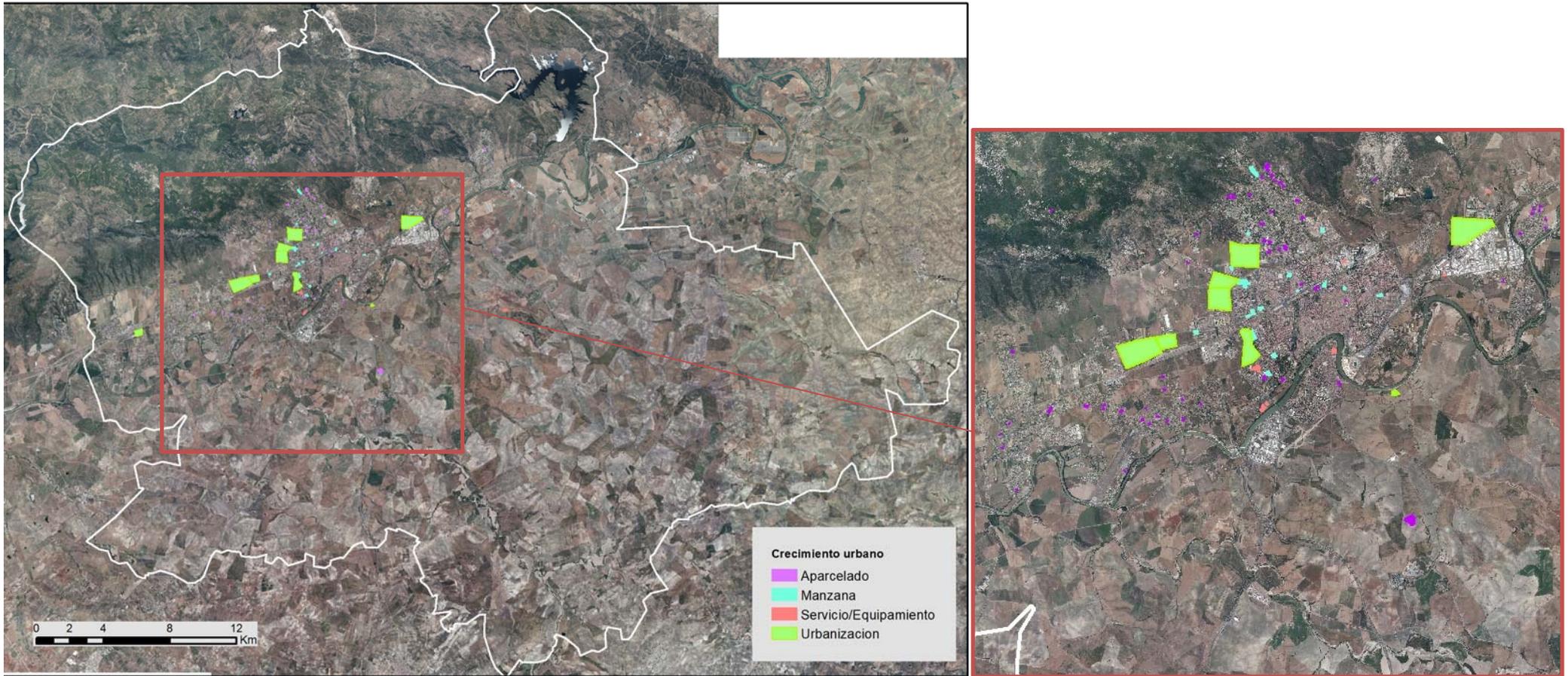


Figura 66. Crecimiento Córdoba (2008-2016)

Tabla 18. RAP Córdoba

id	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	EXT/INT	SI/NO
16	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	4	0	0	0	0	EXT	SI
66	Servicio/Equipamiento	Trazado	0	0	0	3	1	1	0	0	0	EXT	SI
88	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	6	11	0	0	0	0	0	EXT	SI
90	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EXT	NO
112	Aparcelado	Consolidado	0	0	8	0	0	0	0	0	0	EXT	SI
1	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
2	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
3	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	INT	SI
5	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
6	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
8	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	16	0	0	0	0	0	0	INT	SI
11	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	INT	SI
12	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
13	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
15	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
17	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
18	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
19	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
20	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	7	7	0	INT	SI
21	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
22	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
23	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
24	Manzana	En consolidacion	0	0	0	12	0	0	0	0	0	INT	SI
25	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
26	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
27	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
28	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
29	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
30	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
31	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
32	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
33	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
34	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
35	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
36	Urbanizacion	Trazado	0	0	4	9	2	6	1	1	13	INT	SI
37	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
38	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
39	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO

40	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
41	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	3	0	0	0	0	0	INT	SI
42	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
43	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
44	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
45	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	INT	SI
46	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
47	Urbanizacion	En consolidacion	0	2	3	1	0	0	0	0	9	INT	SI
48	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
49	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
50	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	2	6	1	4	0	0	0	INT	SI
51	Urbanizacion	Trazado	0	880	372	14	110	17	0	0	2	INT	SI
52	Aparcelado	Consolidado	0	0	9	0	0	0	0	0	0	INT	SI
53	Manzana	Consolidado	0	0	1	2	0	1	0	0	0	INT	SI
54	Manzana	Consolidado	0	0	4	0	0	0	0	0	0	INT	SI
55	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
56	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	INT	SI
57	Manzana	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	INT	SI
58	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
59	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
60	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
61	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
62	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
63	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	INT	SI
64	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
65	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
67	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
68	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
69	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
70	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
71	Manzana	Consolidado	0	0	10	0	0	0	0	0	0	INT	SI
72	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
73	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	38	2	0	0	1	1	1	INT	SI
74	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	1	2	0	0	0	0	INT	SI
75	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	1	0	1	0	0	0	5	INT	SI
76	Manzana	En consolidacion	0	0	3	21	0	0	0	0	0	INT	SI
77	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
78	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
79	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
80	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
81	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
82	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	2	0	0	0	0	0	0	0	INT	SI
83	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	INT	SI
84	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	7	0	0	0	0	0	INT	SI

85	Manzana	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
86	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	INT	SI
87	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
89	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	3	4	7	7	19	INT	SI
91	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
92	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
93	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
94	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
95	Aparcelado	Consolidado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	INT	SI
96	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
97	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
98	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
99	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
100	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
101	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
102	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
103	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
104	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
105	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
106	Aparcelado	En consolidación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
107	Urbanizacion	Trazado	0	32	2	3	4	0	0	0	0	INT	SI
108	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
109	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
110	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
111	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
113	Aparcelado	Consolidada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO
114	Aparcelado	Consolidada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INT	NO

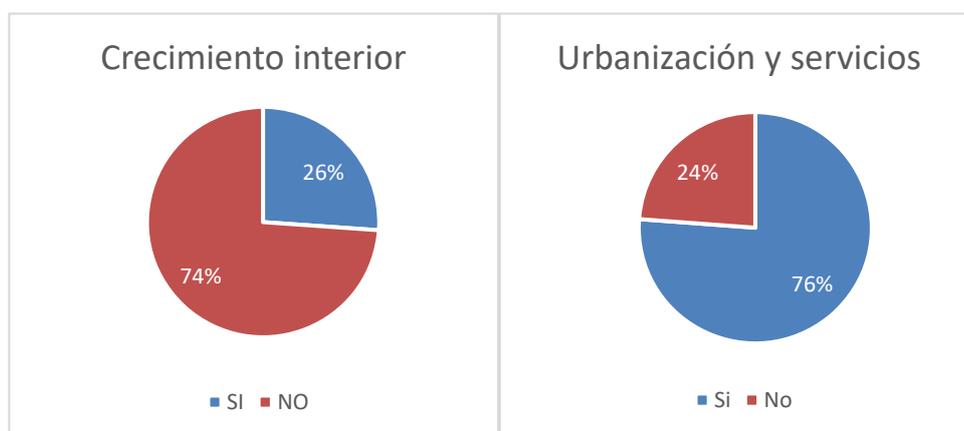


Figura 67. Coincidencia conexiones GPS y polígonos de crecimiento

Resultados similares se desprenden de este municipio, aunque el acierto en el crecimiento interior es bastante desfavorable. Esto podría deberse al gran número de obras calificadas como parcelados.

4.1.12 Málaga

Málaga capital de provincia, tampoco ha sufrido grandes cambios su población y tampoco ha destacado una tendencia clara a ascender o descender en este período como puede verse en la Figura 68.

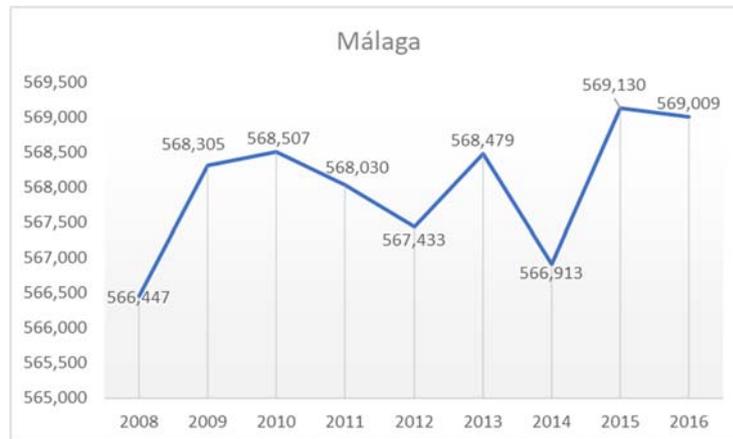


Figura 68. Evolución población Málaga (2008-2016)

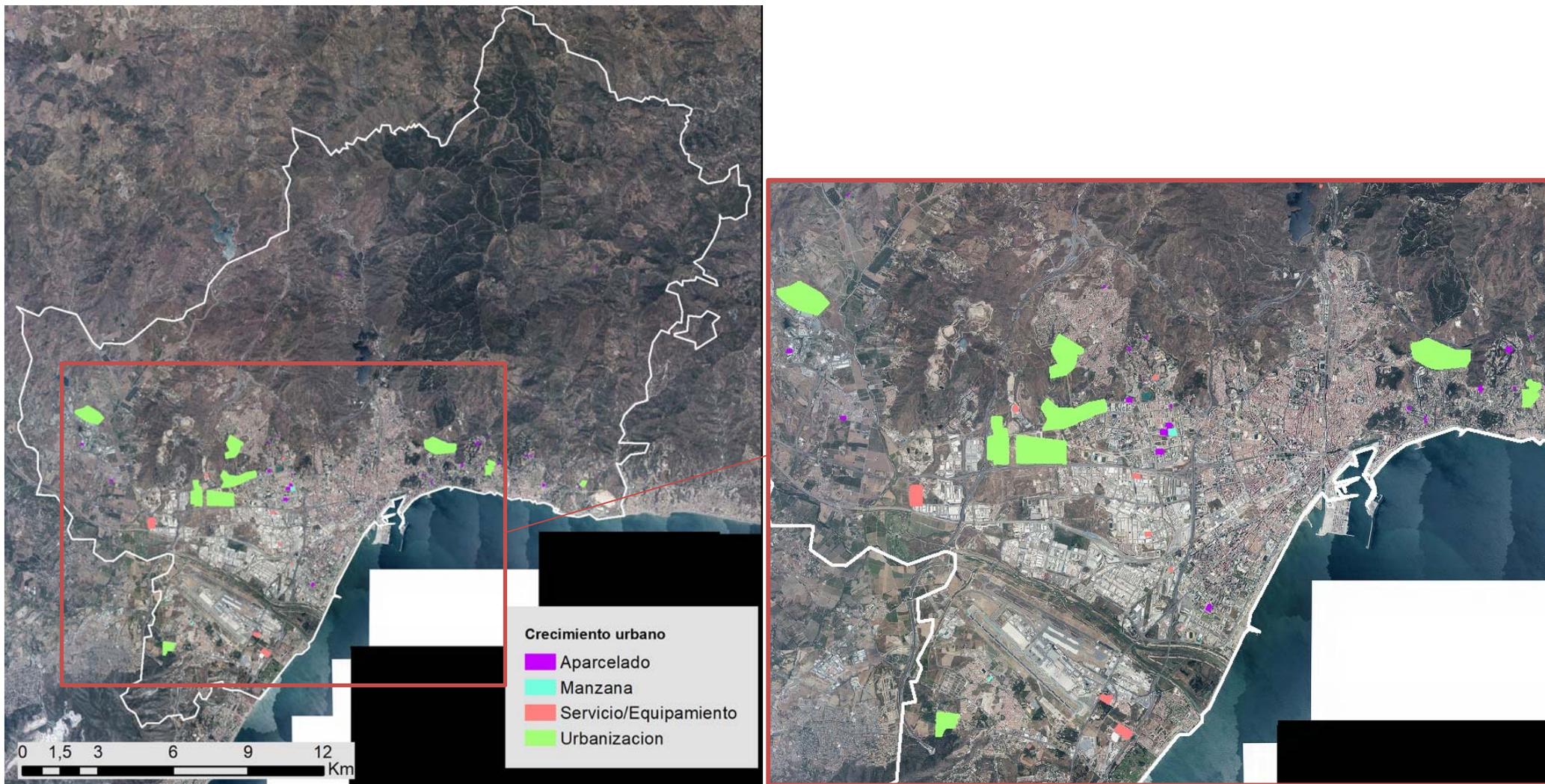


Figura 69. Crecimiento Málaga (2008-2016)

Tabla 19. RAP Málaga

id	CATEGORIA	ESTADO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	SI/NO	EXT/INT
4	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
6	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
7	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	EXT
8	Servicio/Equipamiento		0	8	0	0	0	0	0	0	0	SI	EXT
57	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	3	SI	EXT
1	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SI	INT
2	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SI	INT
3	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
5	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
9	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
10	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
11	Urbanizacion	Consolidado	0	6	6	5	0	1	0	0	6	SI	INT
12	Urbanizacion	En consolidacion	5	1	0	0	0	5	10	6	0	SI	INT
13	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
14	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
15	Urbanizacion	Trazado	677	1670	623	2	29	22	607	368	1718	SI	INT
16	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
17	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
18	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
19	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
20	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
21	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	13	0	0	0	0	0	SI	INT
22	Urbanizacion	En consolidacion	0	0	0	0	0	1	0	0	0	SI	INT
23	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
24	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
25	Urbanizacion	Consolidado	1	6	0	3	2	5	7	6	3	SI	INT
26	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	18	0	0	0	0	SI	INT
27	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
28	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
29	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
30	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
31	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
32	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	4	0	0	0	0	0	SI	INT
33	Aparcelado	En consolidacion	0	0	0	0	0	0	0	7	0	SI	INT
34	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SI	INT
35	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	4	20	0	0	0	0	SI	INT
36	Urbanizacion	En consolidacion	10	18	18	8	80	0	7	0	0	SI	INT
37	Urbanizacion	En consolidacion	0	25	4	3	5	0	0	0	0	SI	INT
38	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	SI	INT
39	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	19	0	0	0	0	0	0	SI	INT
40	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
41	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
42	Urbanizacion	En consolidacion	61	279	142	97	9	1	0	0	5	SI	INT
43	Urbanizacion	En consolidacion	348	773	40	55	7	5	94	0	11	SI	INT
44	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
45	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
46	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	2	0	0	0	0	1	SI	INT
47	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	1	4	0	18	3	SI	INT
48	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	1	0	6	0	0	0	0	0	SI	INT
49	Servicio/Equipamiento	Consolidado	43	3	1	0	0	0	0	0	0	SI	INT
50	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
51	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	2	0	0	0	0	SI	INT
52	Aparcelado	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
53	Manzana	Consolidado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	INT
54	Urbanizacion	En consolidacion	1	2	0	61	0	0	0	18	3	SI	INT
55	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	1	1	0	0	0	0	0	0	SI	INT
56	Servicio/Equipamiento	Consolidado	0	0	0	0	8	0	0	0	4	SI	INT

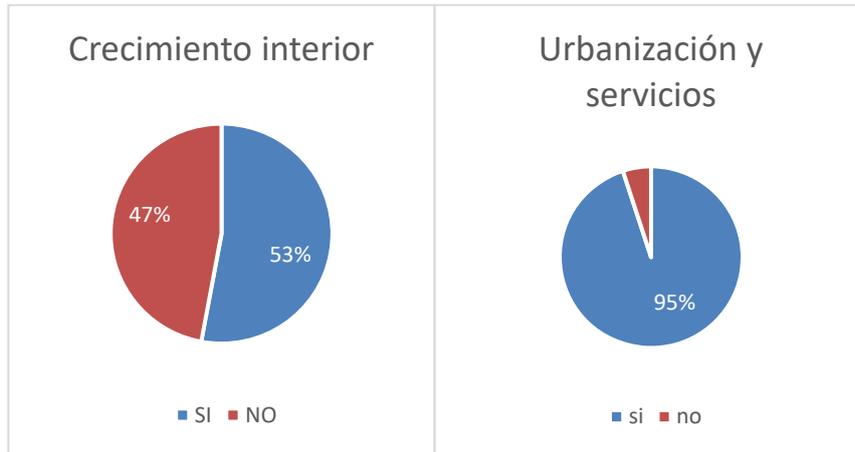


Figura 70. Coincidencia conexiones RAP y polígonos de crecimiento

Los resultados de Málaga del crecimiento interno superan el 50% de acierto. Y en este caso, el acierto de las grandes obras de urbanización y servicios se acerca al 100% con un 95% de coincidencia de conexiones RAP con los polígonos de crecimiento.

4.2 Por categorías

A continuación, se presenta los resultados obtenidos teniendo en cuenta todos los municipios según las categorías que se han utilizado para clasificar las obras de crecimiento:

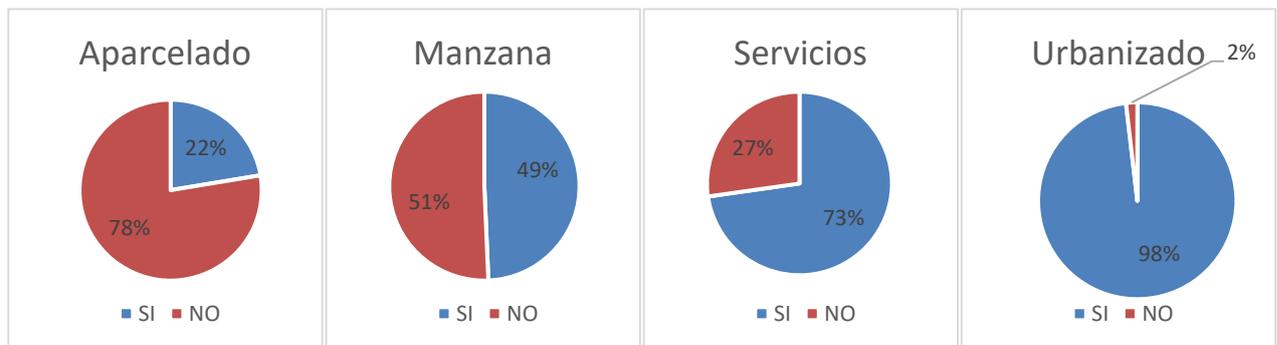


Figura 71. Coincidencia conexiones GPS y polígonos de crecimiento

Como puede observarse, el resultado del estudio es más favorable cuanto mayor sea la obra. La urbanización de una zona en un municipio se podría controlar y las construcciones de edificios destinados a servicios en su mayoría.

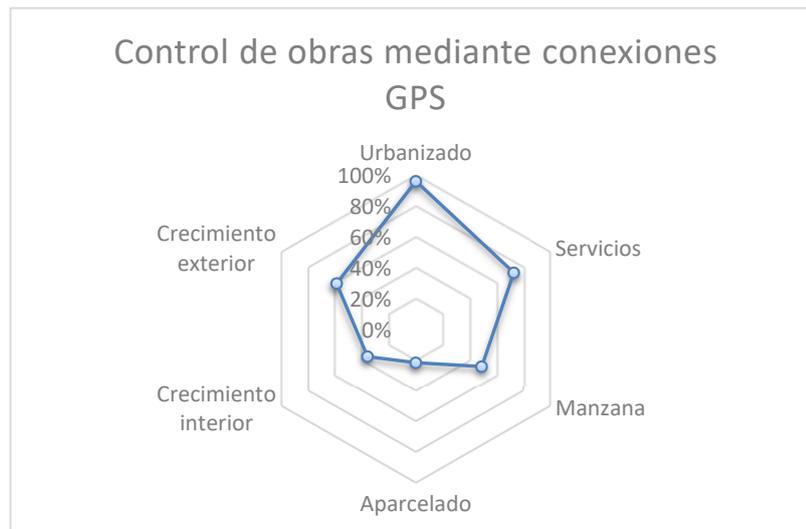


Figura 72. Control de obras mediante conexiones GPS

En el gráfico anterior se establece una comparación de las 4 categorías además de incluir el crecimiento interior y exterior en general. El crecimiento interior muestra un resultado bastante desfavorable debido a que 67% de los polígonos de crecimiento son aparcados, los cuales no se pueden controlar en su mayoría.

La explicación del menor acierto en construcciones como aparcados o manzanas, puede explicarse por su menor envergadura y planta de construcción diferenciada, como se ha ilustrado anteriormente en el municipio de Palos de la Frontera. Debido a estas características existe menor probabilidad de necesitar un replanteo GPS en contraste con las grandes obras de urbanización, las cuáles carecen de planta previa y son de gran tamaño. En relación a la construcción de equipamientos y servicios, además de ser de mayor tamaño, muchos de ellos se sitúan en el exterior del núcleo urbano, en polígonos industriales o a las afueras de la ciudad por lo que es necesario un replanteo para su situación.

5 DISCUSIÓN

5.1 Uso de la RAP para control de crecimiento urbano

5.1.1 Según categorías

Como se ha visto en el apartado anterior, cuando se realiza una gran obra de urbanización el acierto es casi del 100%. En 10 de los 12 municipios estudiados se han realizado estas obras, tanto en los municipios con más de 100.000 habitantes: Córdoba, Málaga, Algeciras, Dos Hermanas, Marbella, Granada y Jerez, como en municipios de 50.000 a 100.000 habitantes: Motril, municipio de 10.000 a 50.000 habitantes: Aljaraque, y municipios con menos de 10.000 habitantes: La Guardia de Jaén; en todos ellos existe un acierto de las conexiones RAP respecto a los polígonos de crecimiento, existiendo un total de 54 aciertos, de los 55 polígonos de crecimiento de grandes obras de urbanización, es decir, un solo polígono no presenta acierto.

Por lo tanto, según la categoría de urbanización no sería necesario realizar una discusión, ya que los resultados son siempre favorables independientemente del tipo de municipio o evolución de la población.

Con el resto de categorías se realiza una discusión para comprobar si los resultados siguen algún patrón. Para ello se seguirá el siguiente esquema:

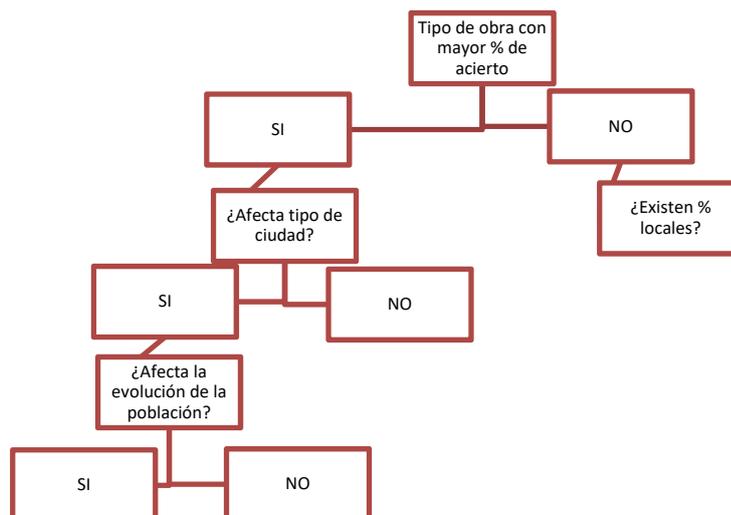


Figura 73. Esquema de discusión

Se comienza con los polígonos pertenecientes a la categoría de construcción de edificios destinados a servicios o equipamientos, con un total respecto al total de los municipios del 73% de acierto. Discutimos este resultado:

- ¿Afecta tipo de ciudad?

Tabla 20. Coeficiente de correlación (Servicios/habitantes)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	-0.161	1

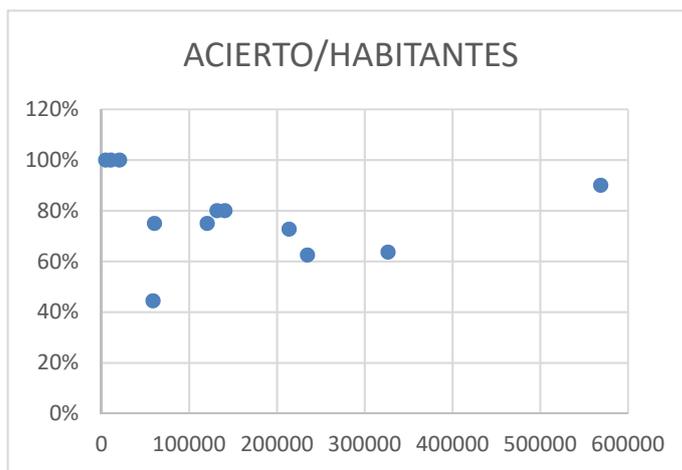


Figura 74. Diagrama de dispersión: Acierto Servicios/Habitantes

Como se ve en los resultados anteriores, está muy poco correlacionado con el número de habitantes en la ciudad. El coeficiente de correlación obtenido es muy cercano a 0 y en el diagrama de dispersión no se observa una clara línea de tendencia.

- ¿Afecta la evolución de la población?

Tabla 21. Coeficiente de correlación (Servicios/Evolución población)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0.281	1

Respecto a la evolución de la población también se obtiene un coeficiente de correlación muy bajo. Por lo tanto, tampoco afecta la evolución de la población en el acierto de la RAP

Aunque en términos generales se alcanza un 73% de acierto como se ha dicho previamente, existen porcentajes mayores en la mayoría de los municipios, a pesar de que éstos no puedan ser explicados según la población.

Tabla 22. Acierto Servicios por municipio

Municipio	Acierto
La Guardia de Jaén	100%
Palos de la Frontera	100%
Aljaraque	100%
Málaga	90%
Dos Hermanas	80%
Marbella	80%
Motril	75%
Algeciras	75%
Jerez	72,72%
Córdoba	63,64%
Granada	62,50%
Linares	44,44%

5.1.2 Según usos de suelo

Se realiza a continuación la misma discusión, pero en función del tipo del suelo. Para ello se utiliza la clasificación del DERA de usos de suelo, ayudándonos de las ortofotos de los diferentes años para verificar que es correcta. Se agrupan los diferentes usos obteniendo la categorización final que puede verse en la tabla siguiente. Se realiza a través de la herramienta de ArcGIS: unión por localización, y así se vincula esta información a los polígonos de crecimiento. Por último, se recogen los datos de acierto de cada uso en cada municipio obteniendo los resultados de la Tabla 23.

Tabla 23. Acierto categorías uso de suelo

Usos de suelo	% Acierto
Tejido urbano continuo	27.27
Tejido urbano discontinuo	32.04
Zonas industriales y comerciales	53.57
Instalaciones deportivas y recreativas	50
Zonas portuarias	66.67
Zonas en construcción	33.98
Zonas de extracción minera	100
Zonas verdes artificiales no agrícolas	-
Zonas agrícolas	45.70
Zonas forestales, vegetación natural y espacios abiertos	57.69

Aunque hay porcentajes altos, como las zonas de extracción minera o zonas portuarias, estos no son muy descriptivos ya que sólo se encuentran en un municipio. Se estudiarán dos usos de suelo para comprobar su correlación respecto al acierto de la RAP de los polígonos de crecimiento situados en ellos. Éstos serán: tejido urbano discontinuo y zonas forestales. Se eligen estos dos usos de suelo porque existen en la mayoría de municipios y ambos tienen un acierto relativamente alto respecto al resto.

Analizamos el uso de suelo de Tejido urbano discontinuo:

➤ ¿Afecta tipo de ciudad?

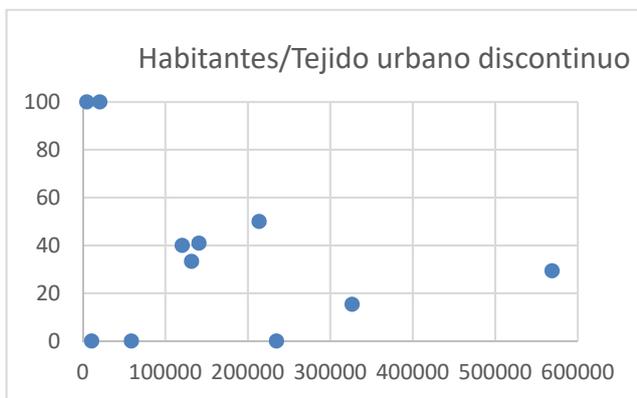


Tabla 24. Coeficiente de correlación (Tejido urbano discontinuo/habitantes)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	-0.303	1

Figura 75. Gráfico dispersión (Tejido urbano discontinuo/habitantes)

El resultado de correlación es muy bajo, por lo tanto, el número de habitantes en cada municipio no explica el acierto en el uso de suelo clasificado como tejido urbano discontinuo. Los resultados no están correlacionados.

➤ ¿Afecta la evolución de la población?

Tabla 25. Coeficiente correlación (Tejido urbano discontinuo/Evolución población)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0.272	1

La evolución de la población, es decir, su aumento o disminución, tampoco está correlacionada con el acierto en el tejido urbano discontinuo como se desprende del coeficiente de correlación obtenido.

Analizamos ahora el uso de suelo de zonas forestales.

➤ ¿Afecta tipo de ciudad?

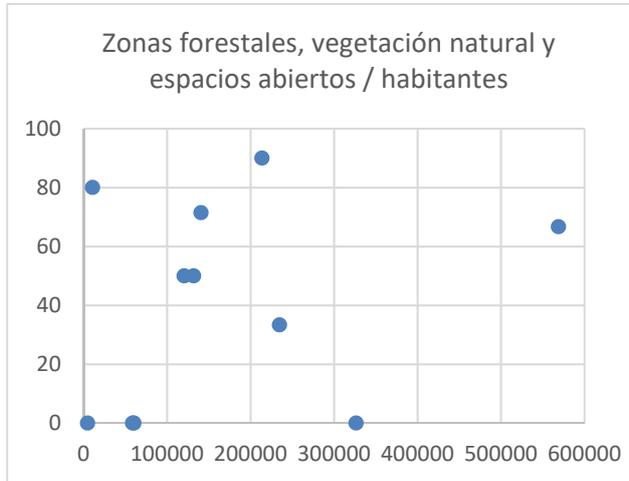


Figura 76. Gráfico dispersión (zonas forestales/habitantes)

Tabla 26. Coeficiente correlación (Zonas forestales / hab)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0.231	1

El coeficiente de correlación alcanza un valor muy bajo por lo que los resultados no están correlacionados. El acierto en este uso de suelo tampoco está relacionado con el número de habitantes de cada municipio. Por lo tanto, en el gráfico de dispersión tampoco se observa una clara línea de tendencia.

➤ ¿Afecta la evolución de la población?

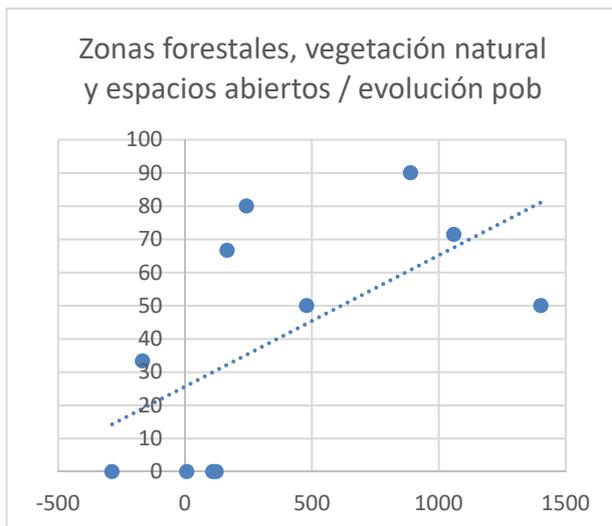


Figura 77. Gráfico dispersión (Zonas forestales / pte población)

Tabla 27. Coeficiente de correlación (Zonas forestales / pte población)

	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0.600	1

El coeficiente de correlación es algo mayor que en los casos anteriores, pero tampoco podría decirse que el acierto está directamente relacionado con la evolución de la población.

5.2 Uso de la RAP como Fuente de datos para actualizaciones cartográficas

Se plantea a continuación el uso de la RAP como fuente de datos para actualizaciones cartográficas. Los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) se realizan a través de una persona visualizando una ortofoto, por lo tanto, los registros almacenados de la RAP podrían ser de gran utilidad para la realización de estos archivos. Además, estos registros RAP se obtienen a tiempo real por lo que agilizaría el proceso de modelización de bases cartográficas, ya que las ortofotos como se ha dicho previamente se actualizan cada dos años aproximadamente

Para estudiar este uso se eligen algunos municipios de los ya estudiados y se comprueba el acierto de los registros respecto al crecimiento de los asentamientos entre el año 2008 y 2016.

El procedimiento se basa en obtener el crecimiento de asentamientos a través de la herramienta de ArcGIS: Diferencia simétrica, y una vez tenemos las áreas (importante que tengan diferente ID) repetimos el proceso que se utilizó para los polígonos de crecimiento. Se utiliza: Tabular intersección, obteniendo una tabla que incluye un conteo de los registros que se sitúan en cada área. Esta información se une al archivo shapefile.

A continuación, se muestra el municipio de Dos Hermanas con los polígonos de crecimiento. Los señalados con azul son los que coinciden con los registros RAP.

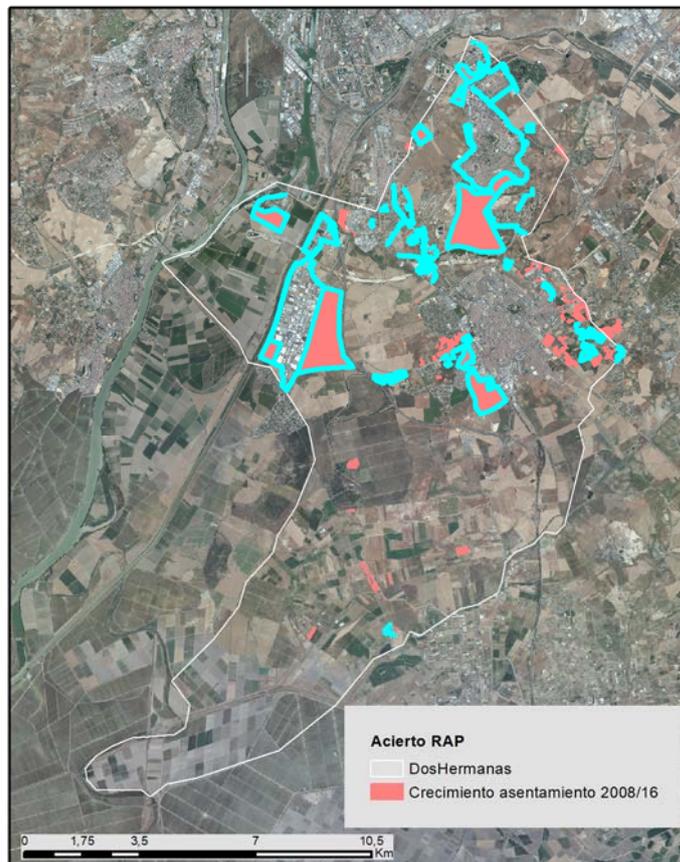


Figura 78. Crecimiento asentamiento RAP

En el siguiente ejemplo se observa asentamientos de crecimiento de Córdoba, al igual que con el municipio anterior los polígonos señalados con azul son los que acierta las conexiones RAP.

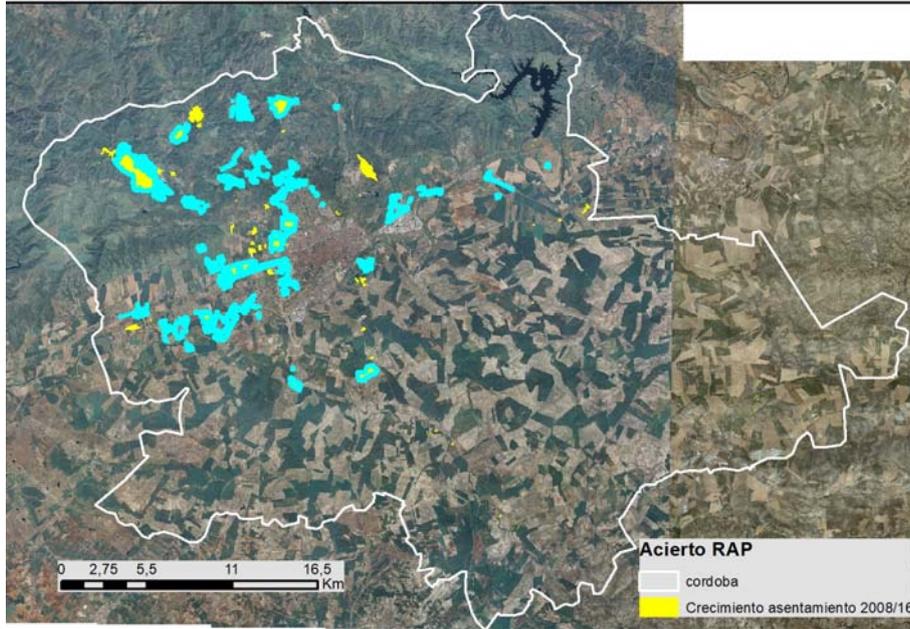


Figura 79. Corrección diferencial con bases fijas y móviles

Con los dos ejemplos anteriores se concluye que los registros serían de gran utilidad para la realización de los Datos Espaciales de Referencia ya que la mayoría de polígonos coinciden con las conexiones GPS almacenadas en la RAP y por lo tanto servirían de guía para la realización de las cartografías basadas en la evolución de asentamientos urbanos.

6 CONCLUSIONES

LAs conclusiones que se pueden extraer de este estudio son las siguientes:

- Los **estudios de crecimiento urbano** en extensiones significativas como Andalucía se han estado llevando a cabo **asíncronos**, dependiendo de estadísticas actualizadas de manera periódica, pero apoyados en cartografía actualizada cada cierto número de años.
- Existen datos procedentes de la Red Andaluza de Posicionamiento (**RAP**) útiles para mostrar la actividad del sector de la construcción.
- Estos datos RAP es posible obtenerlos a **tiempo real**, y presentan la ventaja de poder analizarse más rápido que estadísticas, creaciones de mapas a partir de ellas o análisis visual de ortofotos.
- El **estudio pormenorizado en 12 municipios** andaluces ha puesto de manifiesto que los datos RAP permiten llevar un perfecto control de las grandes obras de urbanización y cierta regulación del resto de obras, especialmente las destinadas a servicios o equipamientos.
- Este estudio ha mostrado **desactualizaciones** de asentamiento en datos espaciales oficiales como es el DERA, tras la comparación con ortofotos y el uso del servicio Google Maps (más actualizado).
- **DEA100 y DERA** son productos generados por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, útiles en estos estudios, aunque en éste en concreto han coincidido en fecha (2008 y 2016, respectivamente), su actualización no está establecida con una periodicidad constante.
- La frecuencia de obtención de **ortofotos**, así como el servicio **Google Maps** contribuye enormemente a la contrastación de datos, a pesar de ser información ráster y no delimitar los asentamientos poblacionales vectorialmente para definir el crecimiento urbano.
- Podemos decir que el empleo de la RAP para el control del crecimiento urbano es de gran utilidad independientemente del tipo de municipio para el control de **grandes obras de urbanización** y nueva planta. Esta utilidad va disminuyendo en función del tamaño de la obra y si existe planta previa. Asimismo, el acierto de las conexiones RAP coincide en un 73%, un resultado bastante fiable teniendo en cuenta que un 13% de los posicionamientos GPS que utilizan la RAP no son almacenados. Este porcentaje va disminuyendo hasta un 49% en las obras categorizadas como manzanas y un 22% los aparcados.

- Los datos de la RAP también serían de gran utilidad para la **realización y actualización de bases cartográficas** en las que se representan los asentamientos urbanos, como el DERA. Ya que supondría un avance respecto a la facilidad y agilidad de modelización de estos. La gran ventaja de los registros RAP es la posibilidad de obtenerlos a tiempo real, frente a las ortofotos o demás fuentes que se actualizan cada cierto período de tiempo.

REFERENCIAS

- Angel, S., Sheppard, S. C., & Civco, D. L. (2005). *The Dynamics of Global Urban Expansion*.
- Caravaca Barroso, I. (1999). *Efectos de la globalización en el sistema urbano andaluz*.
- Community Foundation International, G. (n.d.). *GCF. Aprende Libre*. Retrieved from https://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/curso/access_2010/disenar_busquedas_o_consultas/1.do
- Cuadrado Roura, J. (2010). *El sector de la construcción en España*.
- ELMUNDO. (2016). *España comienza 2016 como líder europeo en construcción*.
- Fernández-Tabales, A., & Cruz, E. (2013). *Análisis territorial del crecimiento y la crisis del sector de la construcción en España y la comunidad Autónoma de Andalucía*.
- IECA. (n.d.). *Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía*. Retrieved from <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- Ministerio de Fomento, . (n.d.). *SIOSE*. Retrieved from <http://www.siose.es/>
- Naredo Pérez, J. M. (2004). *Perspectivas de la vivienda*.
- Nations, U. (2014). *World Urbanization Prospects*.
- Páez, R., Torrecillas, C., Barbero, I., & Berrocoso, M. (2017). *Regional positioning services as economic and construction activity indicators: the case study of Andalusian Positioning Network (Southern Spain)*.
- Pozueta Echávarri, J. (2015). *Rasgos urbanísticos del crecimiento residencial asociado a la burbuja inmobiliaria, 1995-2006*.
- Romero, J. (2011). *Construcción residencial y gobierno del territorio en España. De la burbuja especulativa a la recesión. Causas y consecuencias*.
- Sánchez Díaz, F., & Torrecillas Lozano, C. (2004). *Diseño de la Red Andaluza de Posicionamiento*.
- Zoido, F. (1995). *Sistemas de asentamientos, ciudades medias y aglomeraciones urbanas en Andalucía*.

