



Islas Canarias
Del 15 al 19 de noviembre de 2021

istac

INSTITUTO CANARIO
DE ESTADÍSTICA

Tecnologías de la Información Geográfica
TecnologiasIG

SISTEMA AUTOMÁTICO DE DEMARCACIÓN DE ENTIDADES Y NÚCLEOS DE POBLACIÓN

Jesús Alberto González Yanes

Instituto Canario de Estadística, ISTAC
jgonyanp@gobiernodecanarias.org

Noelia Martín Morales

Instituto Canario de Estadística, ISTAC
nmarmor@gobiernodecanarias.org

Rafael Betancor Villalba

Instituto Canario de Estadística, ISTAC
rbetvilb@gobiernodecanarias.org

David Suárez Perera

Técnico Sistemas de Información Geográfica
dsuarez@tecnologiasig.com

PALABRAS CLAVE

Entidades y núcleos de población, Cartografía, Padrón Municipal de Habitantes, Georreferenciación, Automatización de análisis espacial

Introducción

La Ley 4/1997 que modifica la Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local (L.7/1985) y el Reglamento de Población y Demarcación Territorial de las Entidades Locales (R.D.2612/1996) mejoró la comunicación entre los ayuntamientos y el INE, en lo referente a la transferencia de la información relativa con los Padrones Municipales de Habitantes (PMH), mediante la transferencia de datos alfanuméricos, facilitando la comprobación para la detección de errores, aunque no dispone de una cartografía actualizada con la misma frecuencia.

La aplicación de la delimitación manual de los núcleos de población siempre ha tenido una componente subjetiva, donde los técnicos encargados han de ser capaces de identificar las diversas variaciones que pueden existir en la distribución territorial de la población, manteniendo unos criterios homogéneos, lo que no es fácil de aplicar.

Desde el ISTAC se dispone del PMH No Anonimizado georreferenciado e incorporado en el Registro Integrado de Población. En función de la geolocalización de cada una de

las personas empadronadas, se han detectado algunos problemas en los atributos que codifican las entidades y los núcleos de población, lo que dificulta una explotación territorial de esta información.

También se dispone del PMH Anonimizado (coherente con las Cifras Oficiales de Población), donde dichos problemas están corregidos, pero sin información suficiente para ser georreferenciados.

Se ha conseguido establecer una relación entre ambos ficheros, y así aprovechar lo mejor de cada uno, el no anonimizado nos permite georreferenciar, mientras que el anonimizado nos permite estudiar cómo agrupar aquellos puntos que pertenecen a una misma entidad o a un mismo núcleo.

Esto ha permitido diseñar un sistema automatizado, que mediante la aplicación de técnicas de análisis espacial facilite la detección de las agrupaciones territoriales de la población y su correspondencia con las delimitaciones previas de los núcleos, identificando los núcleos donde es necesario realizar una actualización de su delimitación o la detección de sectores territoriales donde se pueden dar las condiciones para la generación de nuevos núcleos poblacionales.

El sistema cuenta con una Base de Datos Territorial, donde se integra toda la información relacionada con los PMH y se determinan una serie de relaciones espaciales con otras fuentes de información (EIEL, Secciones censales, IGN, Catastro, Corine Land Cover), que facilitan el desarrollo de propuestas para la delimitación territorial de los núcleos y entidades de población, y aportando una solución para el desarrollo de un sistema que facilite la actualización de esta información cartográfica de una manera sencilla.

Objetivos

Este proyecto se enmarca en las necesidades propias del ISTAC para mantener una delimitación actualizada de los núcleos de población, con el objetivo de definir unas áreas territoriales que faciliten la interpretación de las distintas variables contenidas por el Padrón Municipal de Habitantes.

El objetivo del estudio es el diseño e implementación de un procedimiento semiautomatizado mediante la utilización de geoprocetos que permita la delimitación de los núcleos y entidades de población, a partir de la información que es suministrada inicialmente por los Padrones Municipales de Habitantes, y que pueda ser aplicado a distintas series temporales.

Esta delimitación se encuentra orientada principalmente a una finalidad estadística, fundamentalmente para su representación espacial, sin carácter normativo, independientemente de las delimitaciones que han sido realizadas por las Administraciones Locales, en cuanto que tienen las competencias territoriales para esta delimitación territorial.

Metodología

Para el desarrollo del proyecto ha sido necesario definir una metodología que permita la generación de una delimitación territorial de los núcleos de población en función de la información suministrada por el Padrón Municipal de Habitantes (PMH).

La definición conceptual de núcleos y entidades de población ha sido desarrollada por la **Resolución de 16 de marzo de 2015**, de la Subsecretaría, por la que se publica la resolución de 30 de enero de 2015, de la presidencia del Instituto Nacional de Estadística y de la Dirección General de Coordinación de Competencias con las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales, sobre instrucciones técnicas a los ayuntamientos sobre gestión del padrón municipal.

En esta resolución se indica como Entidad singular de población “*cualquier área habitable del término municipal, habitada o, excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro del mismo, y que es conocida por una denominación específica que la identifica sin posibilidad de confusión.*”

Un área se considerará habitable cuando existan en la misma vivienda habitadas o en condiciones de serlo. Así las urbanizaciones y zonas residenciales de temporada podrán tener la consideración de entidades singulares de población, aun cuando sólo estén habitadas en ciertos períodos del año.

Un área se considerará claramente diferenciada cuando las edificaciones y viviendas pertenecientes a la misma puedan ser perfectamente identificadas sobre el terreno y el conjunto de las mismas sea conocido por una denominación”.

A su vez, se indica que una entidad singular de población se encontrará constituida por núcleos de población y/o diseminados, que se definen como:

1.1 Núcleo de población: Se considerará como núcleo de población al conjunto de al menos diez edificaciones, que están formando calles, plazas y otras vías urbanas.

Excepcionalmente el número de edificaciones podrá ser inferior a 10 siempre que la población supere los 50 habitantes.

Se incluirán en el núcleo aquellas edificaciones que, estando aisladas, disten menos de 200 metros de los límites exteriores del mencionado conjunto, si bien en la determinación de dicha distancia han de excluirse los terrenos ocupados por instalaciones industriales, comerciales, cementerios, parques, jardines, zonas deportivas, canales o ríos que puedan ser cruzados por puentes, aparcamientos, otras infraestructuras de transporte, etc.

1.2 Diseminado: Lo constituyen las edificaciones o viviendas de una entidad singular de población que no pueden ser incluidas en el concepto de núcleo.

En una entidad singular de población sólo puede existir una unidad poblacional como diseminado.

En función de esta definición conceptual de un núcleo de población, se ha establecido, que uno de los criterios básicos a la hora de definir el procedimiento que será utilizado, es que se realizará ingeniería inversa para la generación de los núcleos de población, partiendo desde la información contenida en el Padrón Municipal de Habitantes, fundamentalmente de la codificación de núcleos de población a los que han sido asignados los habitantes empadronados del municipio.

Este proyecto se ha organizado en tres fases consecutivas que ha permitido ir desarrollando un esquema procedimental que funcionará como un flujo lineal: la primera, orientada a la verificación de la información geolocalizada del PMH; a continuación, un procedimiento de identificación de las áreas preliminares de las áreas definidas como

núcleos de población en base a la información del PMH y para finalizar una delimitación de estas áreas en función a criterios territoriales.

Verificación de la información geolocalizada del Padrón Municipal de Habitantes (PMH).

Gracias a la utilización del PMH No Anonimizado georreferenciado e incorporado en el Registro Integrado de Población del ISTAC, se han identificado determinados problemas relacionados con la geolocalización de cada una de las personas empadronadas, fundamentalmente en lo relacionado con la codificación de los atributos de codificación de los núcleos de explotación.

Esto implica que es necesario realizar un procedimiento de verificación de la geolocalización y que implicaría la rectificación de estos códigos en función de su localización.

Aunque la casuística de los errores en la codificación de los núcleos de población es amplia, los casos más característicos se pueden resumir en los siguientes:

- a) Puntos incoherentes dentro de núcleos de población existentes. Este es uno de los principales problemas identificados, tal y como se muestra en la Ilustración 1, donde se puede observar como dentro de un núcleo de población aparecen cuatro puntos del PMH con una asignación de núcleo distinta

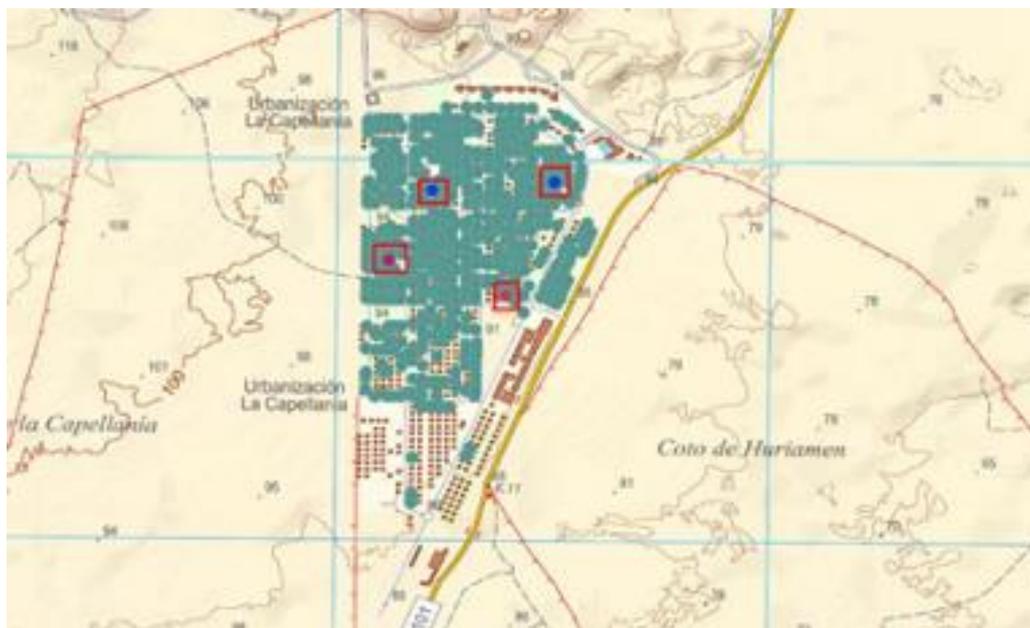


Ilustración 1: Problemas de puntos aislados

- b) Puntos próximos a límites entre núcleos difusos. Este es uno de los problemas más complejos de los identificados, ya que puede implicar que el modelo genere una delimitación incorrecta.

El problema radica en el desconocimiento de los límites exactos, lo que genera que no exista una uniformidad en la asignación del núcleo, lo que dificulta su identificación, como puede observarse en la Ilustración 2.

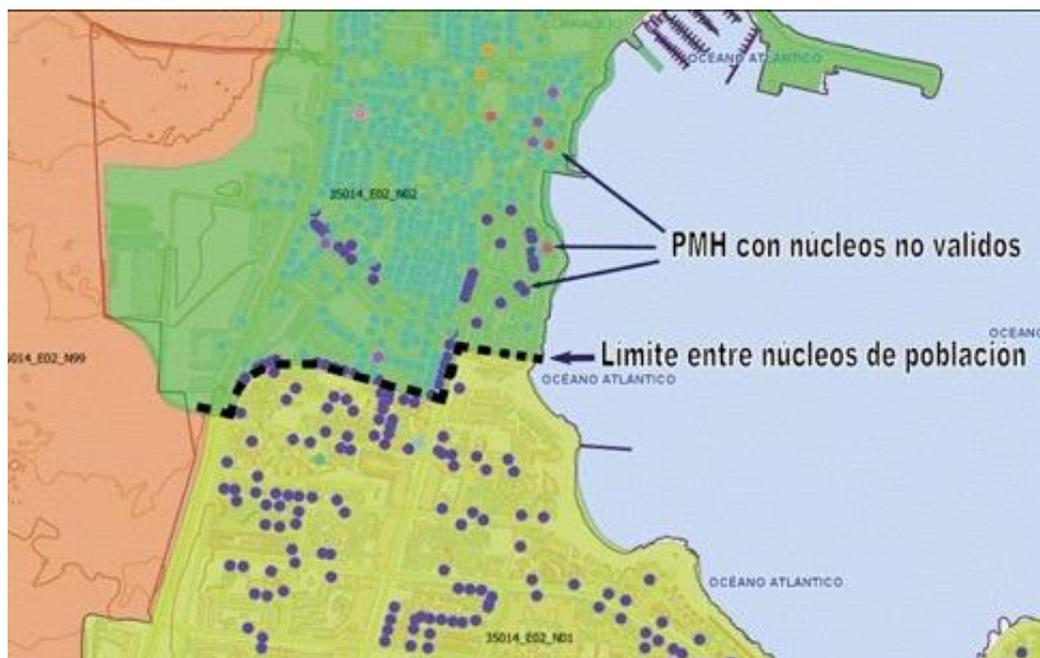


Ilustración 2: Problemas de límites de núcleos difusos

- c) Agrupaciones de puntos distantes al núcleo que podrían ser definidos como un nuevo núcleo, de forma que cumpliría con las condiciones necesarias para ser identificado como un núcleo nuevo (véase Ilustración 3).

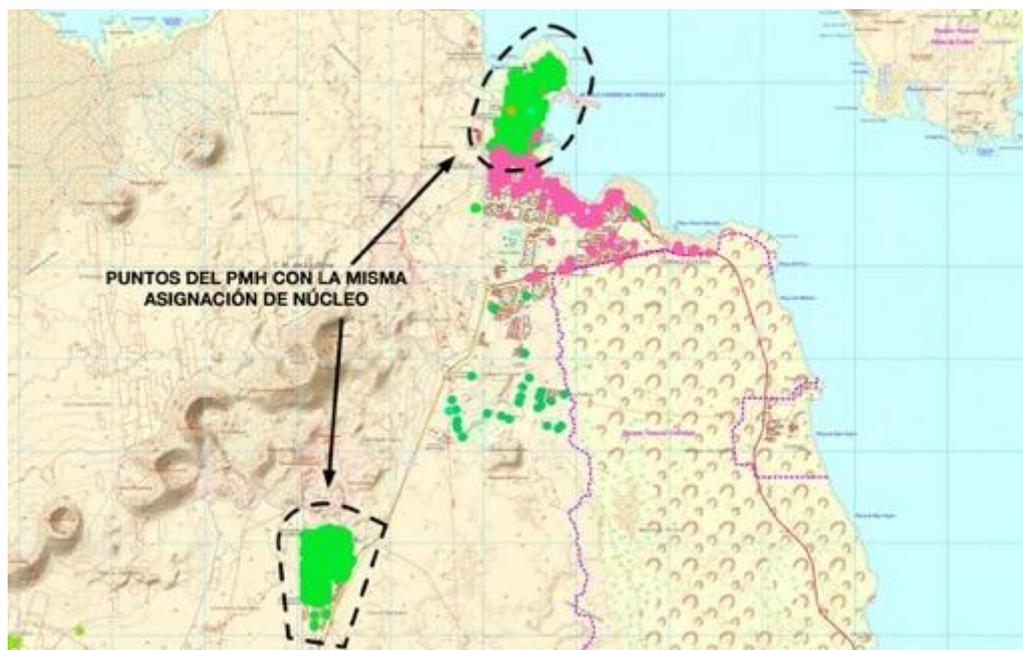


Ilustración 3: Identificación de agrupaciones de puntos del PMH con el mismo núcleo, pero distantes entre sí.

Para la verificación de los códigos de los núcleos del PMH se ha generado una capa de información de referencia, con una delimitación preliminar de los núcleos de población donde se han integrado los recintos provenientes de la EIEL y la delimitación generada por el ISTAC en el año 2000. Como se puede observar en la Ilustración 4, ambas delimitaciones cuentan con recintos que varían en su extensión y morfología.



Ilustración 4: Comparación entre la delimitación de los núcleos de la EIEL y la del ISTAC

Esto es debido a que la delimitación de los núcleos de población elaborada por la EIEL se encuentra más actualizada, por su propia naturaleza, aunque existen diferencias respecto a las delimitaciones de algunos núcleos.

Esta versión de referencia de las delimitaciones de los núcleos servirá de base para realizar las primeras comprobaciones de los códigos de núcleos del PMH.

Identificación de las áreas preliminares de las áreas definidas como núcleos de población en base a la información del PMH.

La metodología utilizada para comprobar y validar los núcleos reflejados en la geolocalización del PMH se puede resumir en el esquema metodológico definido en la Ilustración 5.

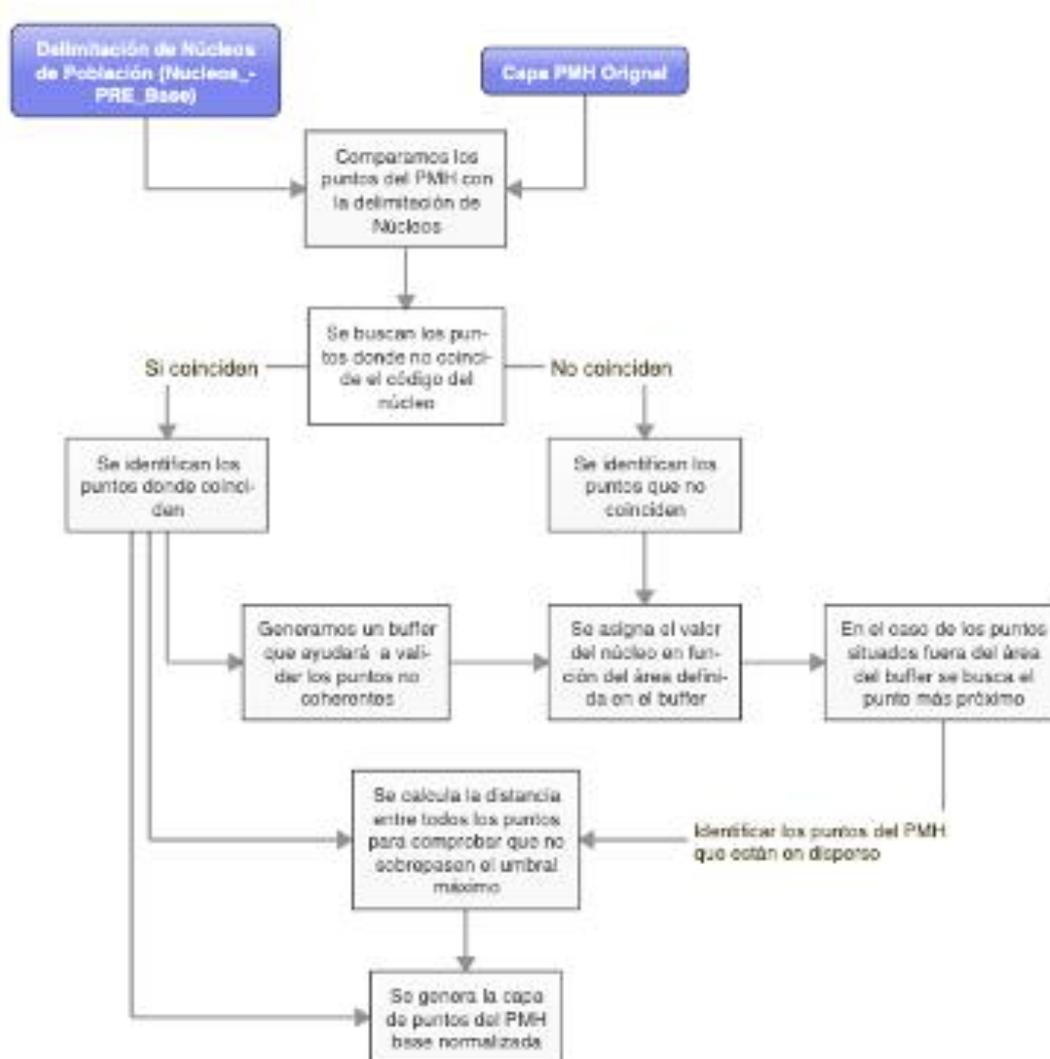


Ilustración 5: Esquema metodológico para la comprobación y validación de los puntos del PMH.

Esta metodología parte de la premisa de que los puntos del PMH deberán ser un reflejo de la delimitación de entidades y núcleos existente en la actualidad, y cuyas diferencias fundamentales deberían deberse a los procesos urbanísticos propios de cada municipio.

Con esto se asegura que la modificación de las delimitaciones de los núcleos no afecte los límites coincidentes entre núcleos de población (véase Ilustración 6), donde la delimitación previa de los núcleos de población se apoya sobre el eje de un viario, mientras que la asignación de los puntos del PMH se han utilizado ambos lados.



Ilustración 6: Puntos del PMH en bordes coincidentes entre núcleos.

En estos casos, si se realizara una delimitación basada exclusivamente en esta información, se generarían unas delimitaciones complejas, que podrían ir variando inclusive durante los distintos periodos temporales.

Esta comprobación de los puntos del PMH se valida posteriormente mediante dos análisis clúster, donde se identifica en un primer momento las grandes agrupaciones de puntos, independientemente de su división territorial, y otra agrupación del PMH en función de su clasificación en Entidades/núcleos. Estos dos análisis permitirán clasificar los puntos del PMH en:

- a) Áreas del PMH consolidadas, donde existe una coincidencia entre el clúster de grandes agrupaciones y el clúster de núcleos completamente situados en su interior.
- b) Áreas de expansión de núcleos, que se corresponderá con aquellos espacios donde el primer clúster indica la existencia de una agrupación de puntos, y que no han sido clasificados por ningún núcleo.
- c) Áreas de retroceso, que se corresponden con aquellas áreas de núcleos que no se encuentran cubiertos por ninguno del clúster, y donde no existe población, por lo que se podría convertir en un área diseminada (N99).

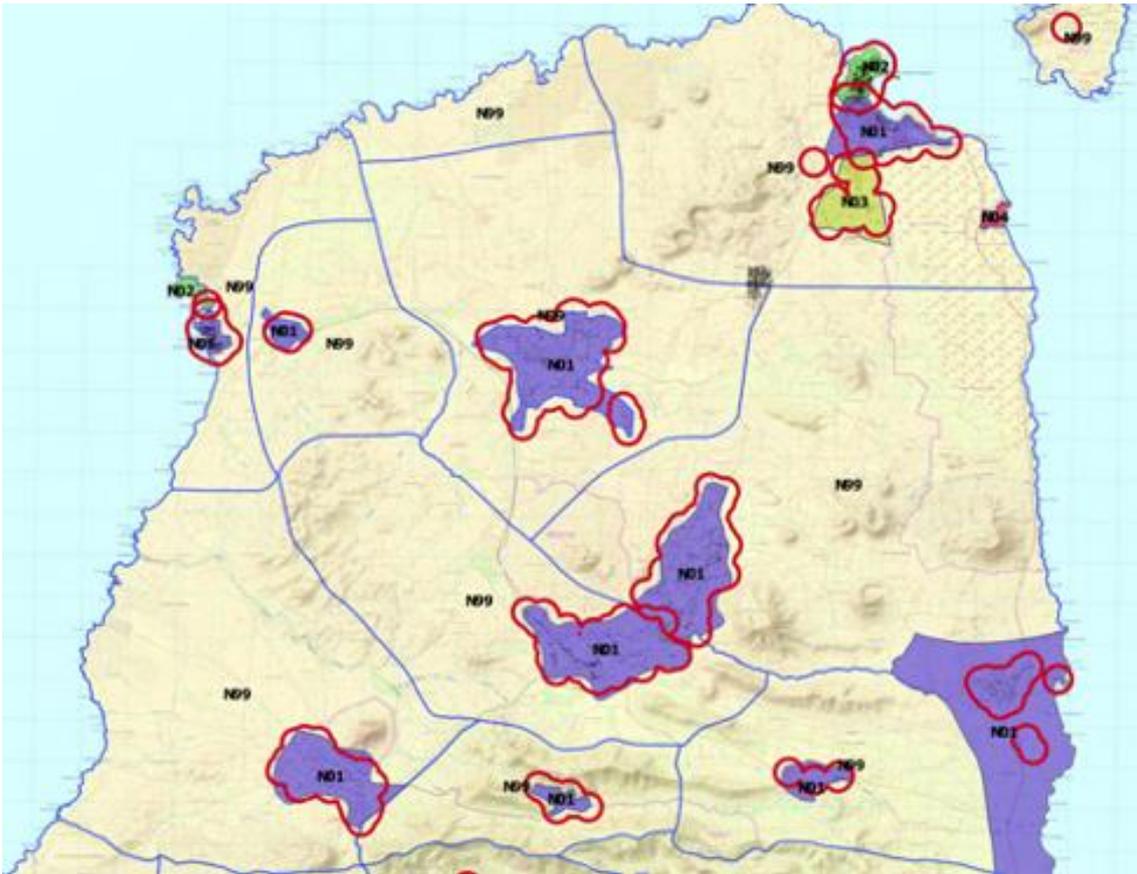


Ilustración 7: Áreas de influencia de los puntos PMH que han sido validados

Los puntos donde existen incoherencias respecto a los polígonos previos de los núcleos se agrupan en función de alguno de los siguientes casos:

- a) Si el punto se encuentra situado dentro de alguno de los recintos de núcleos previos, se le asigna el núcleo al que pertenecería espacialmente.
- b) Si el punto se encuentra fuera de alguno de los recintos de núcleos, en disperso, se analiza su situación respecto a:
 - Si se encuentra dentro de alguna de las áreas de influencia definidas, lo que indicaría su proximidad.
 - Se realiza un análisis clúster mediante DBSCAN para identificar si existen agrupaciones de puntos en el disperso y que podrían afectar a la ampliación de los núcleos.

En función de estos criterios, se ha realizado una agrupación preliminar de los núcleos de población en función de la información contenida en los PMH, donde se ha definido un área provisional de cada una de las delimitaciones (véase Ilustración 8).

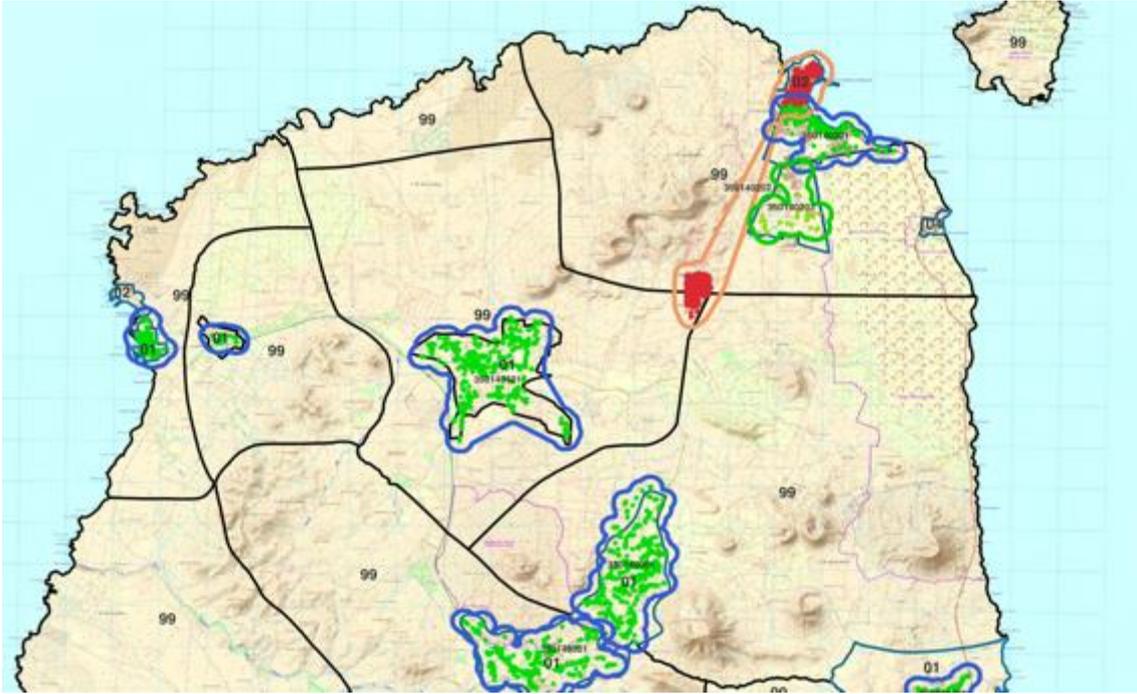


Ilustración 8: Resultado final del proceso de revisión del PMH

Como se puede observar en esta delimitación provisional, existen áreas de contacto coincidentes entre los núcleos que deberán ser afinados por medio de los procedimientos de delimitación territorial.

En algunos casos, aparecen núcleos divididos territorialmente, donde debido a las distancias no es posible unificarlos en un único recinto, como se puede observar en la Ilustración 8. La solución aplicada para estos casos es muy compleja, ya que la generación de un nuevo núcleo tendría que ser consensuada con las entidades locales, e implicaría una modificación de los datos del PMH.

Preparación de la delimitación preliminar de los núcleos de población.

Uno de los principales problemas planteados a la hora de definir la delimitación de los núcleos de población ha sido convertir los elementos puntuales del PMH en recintos con la suficiente coherencia territorial que permitan representar espacialmente los datos vinculados del PMH y cualquier otra información vinculada a los núcleos.

Si esta delimitación se realizara en función de los puntos del PMH, a partir de un área de influencia, se generarían recintos que no se ajustarían a una delimitación territorial de los núcleos urbanos.

Por lo tanto, para que el sistema automatizado de delimitación de los núcleos de población funcione, es necesario utilizar algunas otras fuentes de información, que permitan al sistema apoyarse para definir los recintos.

Para la selección de la información de apoyo se ha realizado un análisis preliminar donde se ha identificado las distintas ventajas e inconvenientes de cada una de estas fuentes, de forma que la información de apoyo utilizada será la cartografía catastral, Cartociudad y los datos suministrados por el CORINE.

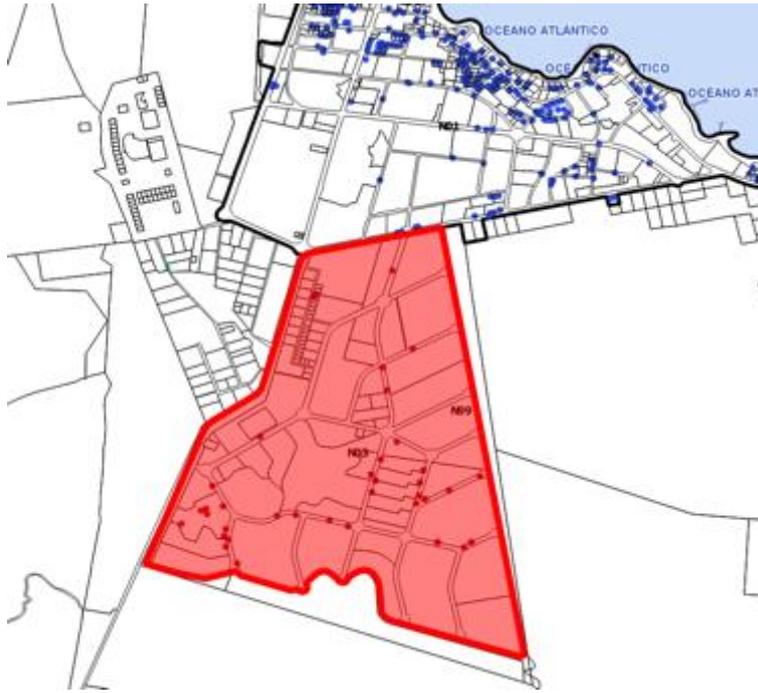


Ilustración 10. Detalle del PMH y las Parcelas Catastrales en el núcleo de Geafond

Al mismo tiempo, debido al alto número de registros del PMH es necesario buscar alguna fórmula que permita su agrupación, por lo que se necesitaría una unidad mayor que permita realizar agrupaciones.

Para buscar esta unidad mayor se planteó la utilización de otra capa de información contenida en la cartografía catastral INSPIRE, y es la zona Catastral (CadastralZoning). Esta es definida como *las manzanas en suelo urbano* (véase Ilustración 11) y a los *polígonos en suelo rústico*.



Ilustración 11: Manzanas en suelo urbano definidas por la Cartografía Catastral

A su vez estos recintos se compararon con la información proveniente de Cartociudad, principalmente con la delimitación de las manzanas (véase Ilustración 12) y aunque la información proviene de la misma fuente (D.G. Catastro), se identificaron algunas diferencias que permitían tener una información más completa de esta última, como se puede observar en las siguientes ilustraciones:



Ilustración 12: Manzanas definidas por Cartociudad

La integración entre estas dos fuentes de información permitirá tener una división territorial que facilitará que los puntos definidos por el PMH puedan asociarse a los recintos de las parcelas.

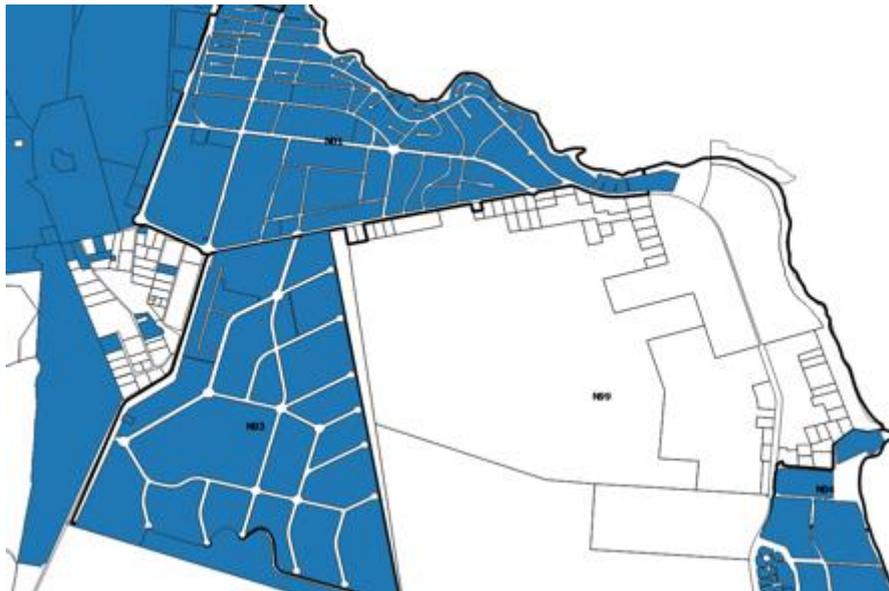


Ilustración 13: Detalle de la delimitación territorial Manzanas/Parcelas

La siguiente fuente de información utilizada como apoyo para la delimitación de los núcleos es el mapa de ocupación del Suelo generado por el proyecto europeo CORINE Land Cover y elaborado por la Agencia Europa del Medio Ambiente, con el objetivo principal de obtener una base de datos de ocupación del suelo a escala 1:100.000. Esta base de datos ha definido como unidad mínima para ser incorporado aquellos recintos con una superficie superior a 25 hectáreas.

Se ha considerado la utilización de esta fuente de información por la posibilidad de tener información histórica, lo que permitiría reflejar los cambios temporales del territorio, cuestión que se adaptaría a la necesidad del proyecto de generar un histórico de la información del PMH.



Ilustración 14: Series temporales de la información utilizada

Como se puede observar en la siguiente ilustración, la integración entre estas fuentes de información permitirá obtener una delimitación territorial de los núcleos

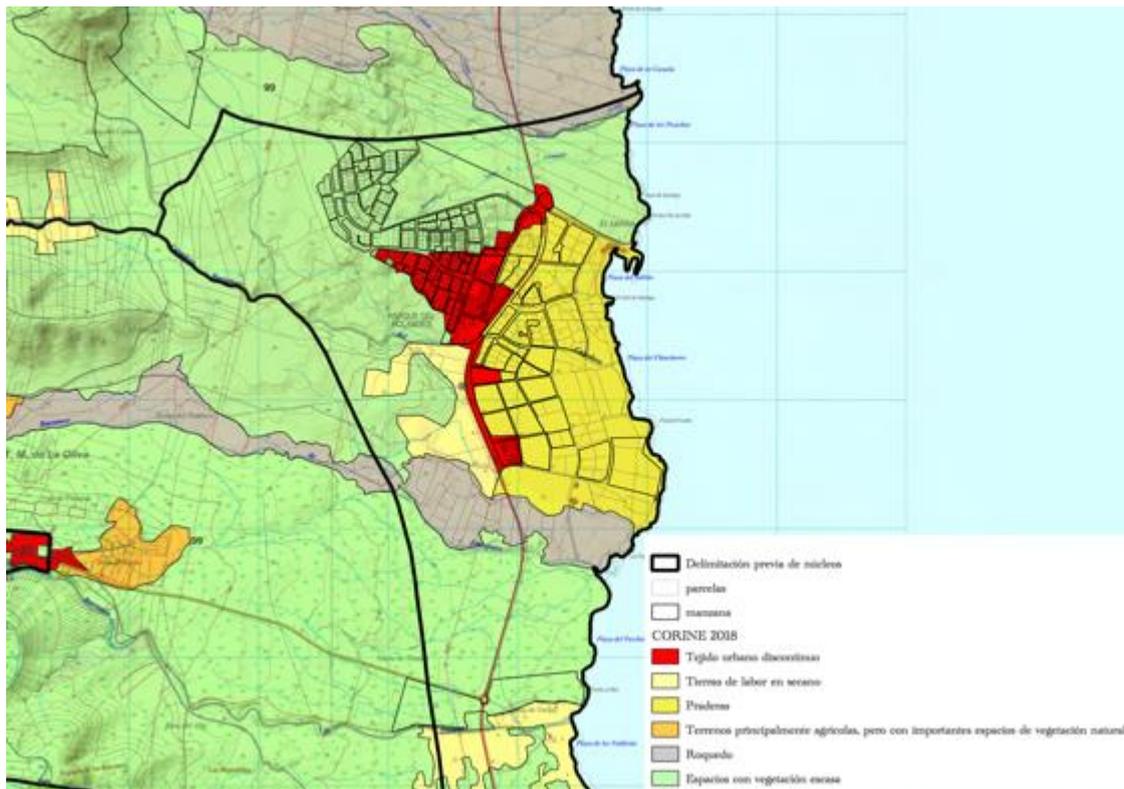


Ilustración 15: Integración Corine/Manzanas/Parcelas

A partir de la integración se ha diseñado un algoritmo que permita generar una delimitación de los núcleos de población de manera automatizada que, partiendo de la información previa de los núcleos de población, el PMH y la división o mosaico territorial permita generar unos recintos actualizados de los núcleos de población y como último producto su trasposición a las mallas estadísticas

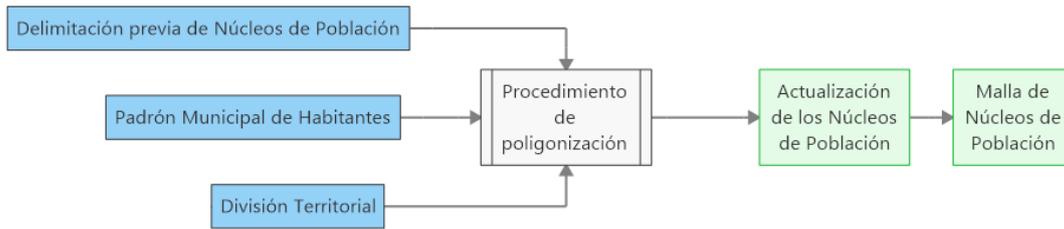


Ilustración 16: Esquema planteado del algoritmo de poligonización

Este algoritmo ha sido diseñado para que funcione mediante dos acercamientos principales, en función de la casuística que ha sido observada, y que son los siguientes:

- a) Una delimitación previa, generada a partir de la información exclusiva del PMH y las parcelas catastrales
- b) Una delimitación a mayor escala donde a partir de la ocupación del suelo predominante de determina su pertenencia a un núcleo de población.

A grandes rasgos, el procedimiento del algoritmo lo que realizará es generar una asignación de la información catastral, en función de la delimitación de Entidades/núcleos de población que existe en la actualidad, que será validada con la información que ha sido verificada de los PMH.

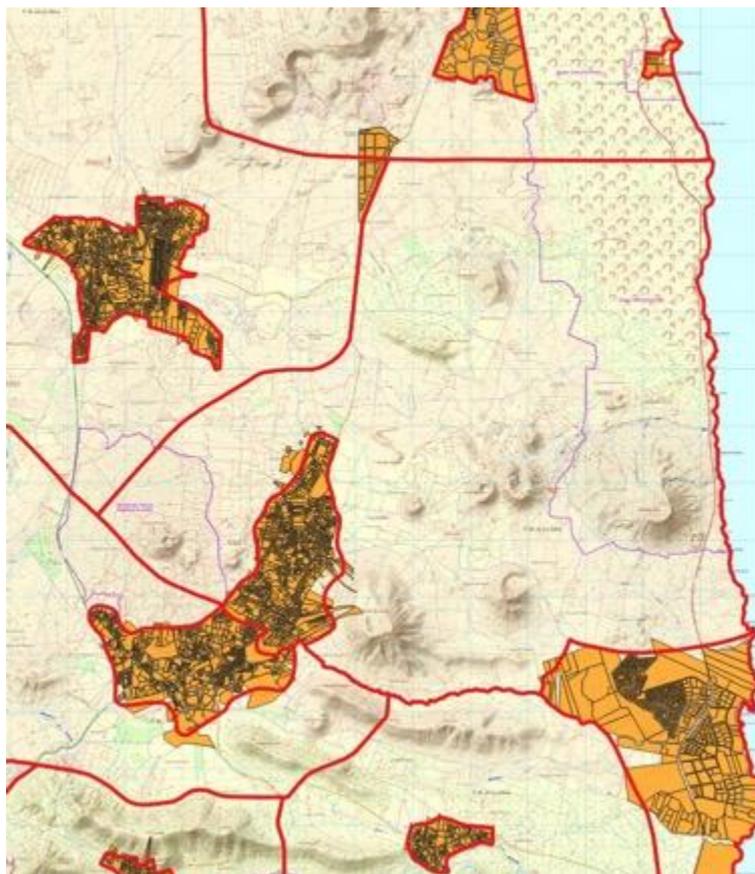


Ilustración 17: Asignación de las parcelas catastrales a los núcleos de población.

Esta asignación permitirá definir unas áreas en bruto de los núcleos de población (véase Ilustración 17), donde fundamentalmente se podrán observar las posibles actualizaciones de los límites. A partir de esta capa en bruto se procederá a generar una envolvente que

determinará cual es el nuevo área que podría abarcar el recinto del núcleo (véase Ilustración 18).

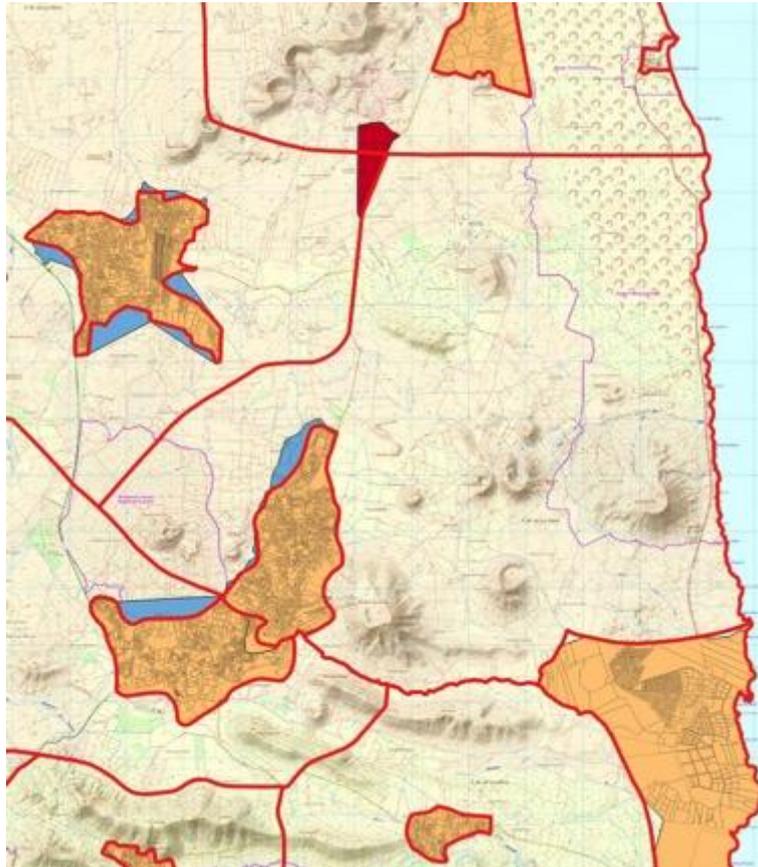


Ilustración 18: Envoltentes de las nuevas delimitaciones de núcleos

Como se puede observar en la ilustración anterior, esto generará dos tipos de nuevas áreas:

- a) Áreas de ampliación del núcleo, representadas en color azul.
- b) Áreas nuevas, representadas en color rojo.

El factor determinante a la hora de incluir estas nuevas áreas dentro de esta delimitación previa es la existencia de puntos del PMH con suficiente población como para considerar dichas áreas como parte de un núcleo de población.

A partir de esta delimitación en bruto se realiza un último análisis en función de la información de la ocupación del suelo proveniente del CORINE Land Cover, donde se relacionan estas grandes áreas respecto a usos urbanos consolidados, de forma que se pueda generar una delimitación más precisa de los núcleos, tal y como se muestra en la Ilustración 19.



Ilustración 19: Comparación entre la delimitación de núcleos existente y la actualizada por el procedimiento automatizado.

Como se observa en la ilustración anterior, fundamentalmente este análisis con la información de la ocupación del suelo generará un ajuste fino, donde el límite de los núcleos se encontrará determinado por el tipo de uso.

Resultados

El resultado final de este procedimiento automatizado es una capa geográfica, con una serie de delimitaciones territoriales, correspondientes con los núcleos de población y sus dispersos, con una codificación del núcleo acorde a los valores iniciales del PMH, tal y como se puede observar en la Ilustración 20.

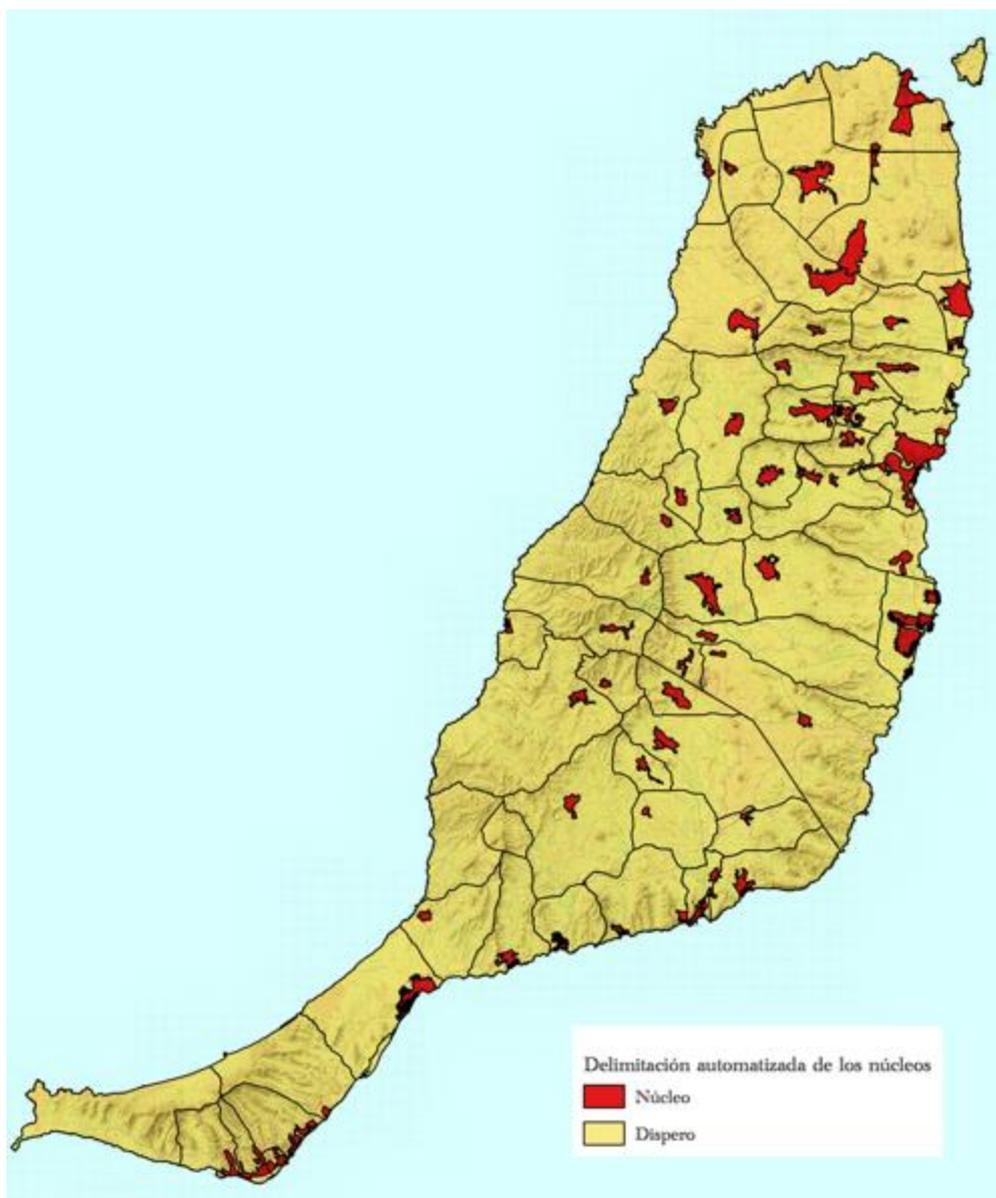


Ilustración 20: Resultado final de la delimitación de núcleos automatizados.

Uno de los resultados esperados de este sistema automatizado de núcleos ha sido poder definir una delimitación, que en muchos casos es inexistente en la actualidad, y que se corresponde con los núcleos de población que han sido definidos sin su área de diseminado (véase Ilustración 21).

A partir de la delimitación del núcleo de población del sistema automatizado, se puede definir con mayor precisión un recinto de un área que cumpliría con los criterios normativos definidos para ser considerado como núcleo de población, respecto al área de diseminado (véase Ilustración 22)



Ilustración 21: Delimitación de núcleo de población actual

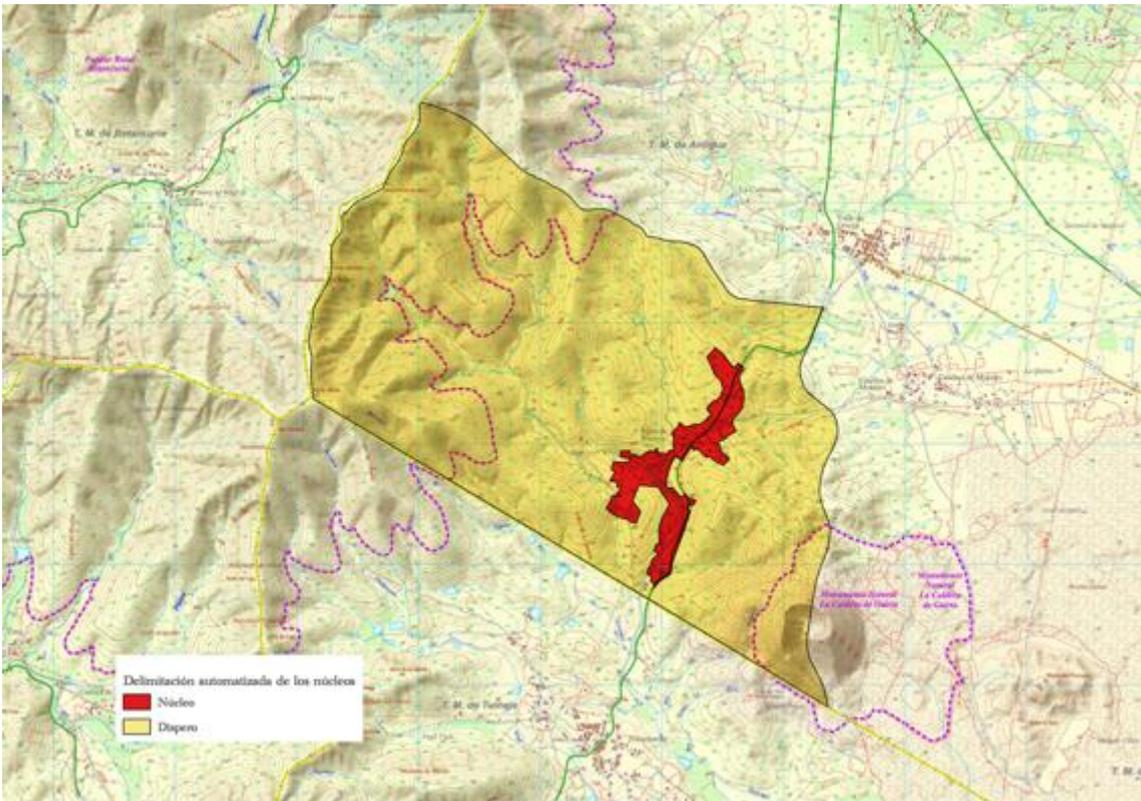


Ilustración 22: Delimitación del núcleo de población mediante el Sistema Automatizado.

Conclusión

Como se ha podido observar, durante todos los procedimientos necesarios para obtener una delimitación automatizada de los núcleos de población, es necesario partir de una información inicial, que permita validar cualquier sectorización territorial.

En el caso del presente estudio, la información de partida ha sido la codificación de los núcleos de población suministrada por el Padrón Municipal, aunque por lo que se ha visto, es necesario realizar una comprobación de su asignación, tanto por medio de la utilización de delimitaciones previas, como por la proximidad a otros puntos, mediante análisis de clúster.

A su vez, se ha determinado que para que el Sistema Automático de Demarcación sea capaz de generar una delimitación lo más precisa posible de los núcleos de población es necesario recurrir a otra fuente, para lo cual se ha optado por recurrir a la delimitación de los usos del suelo. De esta forma, se pone en relación el Padrón Municipal de Habitantes con la ocupación del suelo, lo que facilita a la hora de generar una delimitación de un área, tener una variable jerarquizada, en función del grado de urbanización, y las áreas donde las agrupaciones de parcelas permitan definir los núcleos de población.

Principales referencias bibliográficas

Statham, T., Wolf, L., & Fox, S. (2020). APPLICATIONS OF GRIDDED POPULATION DATASETS: DELINEATING URBAN AREAS.

Alonso-Sarría, F., & Valdivieso Ros, C. (2019). CARTOGRAFÍA DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA MEDIANTE TÉCNICAS DE MASH-UP. *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 24, 59–75. <https://doi.org/10.21138/gf.620>

Teresa, M., Borrego, G., Antonio, J., & Calmaestra, N. (2017). NORMALIZACIÓN DE LA TOPONIMIA DE LOS ASENTAMIENTOS DE POBLACIÓN Y ACTIVIDAD EN ANDALUCÍA: EL PROYECTO ITACA STANDARDIZATION OF THE TOPONYMY OF POPULATION AND ACTIVITY SETTLEMENTS IN ANDALUSIA : THE ITACA PROJECT. *Boletín de La Real Sociedad Geográfica*, 2017, 127–144.

Luaces, M. R., Pérez-Urria Lage, I., & Trillo Pérez, D. (2008). ALGORITMO PARA LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE ENTIDADES DE POBLACIÓN. *Jornadas IDEE, Noviembre*, 5-7, 1–11.

Daniel Arribas-Bel, M.-À. Garcia-López, Elisabet Viladecans-Marsal (2019): BUILDING(S AND) CITIES: DELINEATING URBAN AREAS WITH A MACHINE LEARNING ALGORITHM. *Journal of Urban Economics*, ISSN 0094-1190, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2019.103217>.