

“ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE VEGETACIÓN DE CANARIAS EN LAS ISLAS DE EL HIERRO Y EN LA ZONA SUR DE GRAN CANARIA”

2022 – C09

MEMORIA FINAL

DICIEMBRE 2022



Cumbres de El Hierro desde el pico de Malpaso.


GRAFCAN
MAPAS DE CANARIAS
Cartográfica de Canarias, S. A.







Tabla de contenido

1.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	4
1.1	Modelo de datos	4
1.1.1	Modelo de datos y Metodología	4
1.1.2	Esquema de trabajo	7
1.1.3	Topología	8
1.1.4	Metadatos	9
1.1.5	Análisis del mapa actual	9
1.1.6	Nuevos campos para la base de datos	16
1.2	Trabajo de campo.....	18
1.2.1	Introducción	18
1.2.2	Material necesario	18
1.2.3	Fase previa de formación	21
1.2.4	Fase previa de gabinete	21
1.2.5	Localización de parcelas.	22
1.2.6	Fichas de cada polígono	23
1.2.7	Recintos comprobados en campo	23
2.	METODOLOGÍA DE CONTROL DE CALIDAD	27
2.1	Marco Normativo de referencia.....	28
2.2	Software utilizado	29
2.3	Determinación de la arquitectura tecnológica	31
2.4	Metodología	32
2.4.1	Individualización de las unidades de vegetación.	32
2.4.2	Metodología de los trabajos de actualización de las unidades de vegetación.	33
2.4.3	Estructura y modelo de la información.	36
2.4.4	Caracterización de los dataset de información	37
2.4.5	Caracterización de las unidades de vegetación	37
2.4.6	Tablas de caracterización.	38
2.4.7	Histórico de la información	40
2.5	Características geométricas de las unidades de vegetación.....	40
2.6	Cartografía y sistemas de referencia.....	41
2.7	Control de Calidad de los datos.	41
2.8	Procedimientos de comprobación topológica de la información.....	43
3.	PLAN DE TRABAJO	45
3.1	Estructura de Descomposición del Trabajo.....	45
3.1.1	Organigrama	45
3.1.2	Esquema de trabajo	45



1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

1.1 Modelo de datos

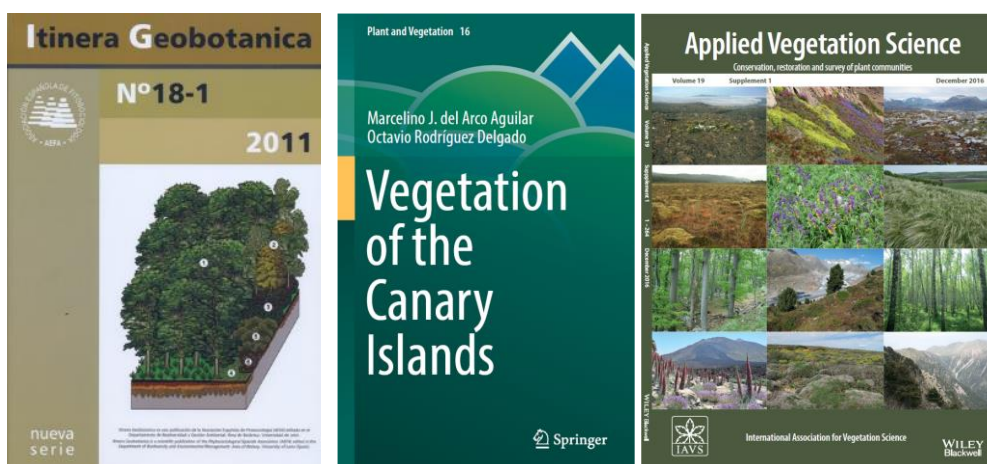
1.1.1 Modelo de datos y Metodología

Se siguen los requisitos para la elaboración cartográfica recogidos en el apartado 4 del Pliego de Prescripciones Técnicas.

El **flujo general de trabajo** estandarizado tiene como objetivo conseguir que la información geográfica de la capa de vegetación generada sea una "realidad gráfica" representada correctamente, desde su creación a su catalogación, mantenimiento y/o actualización hasta su publicación en un servicio web geográfico para su uso por cualquier actor que quiera utilizar dicha información geográfica.

La caracterización de la vegetación está basada en el reconocimiento de las unidades sobre el terreno y ortofotografías, con la utilización de **criterios fitosociológicos**, lo que da **coherencia** a la capa resultante con respecto al Mapa de Vegetación de Canarias y al Mapa de Hábitats Naturales de Interés Comunitario (2016). Por lo tanto, el sistema de clasificación de la vegetación corresponde con el fitosociológico de la escuela sigmatista, preferentemente a rango de asociación.

El Mapa de Vegetación actual, desarrollado por el Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de La Laguna durante los años 1998-2003 y sus actualizaciones puntuales en los años 2006, 2009 y 2017, se basó en los últimos conocimientos científicos disponibles. En el tiempo transcurrido desde entonces han surgido **hitos significativos en el ámbito de la ciencia de la vegetación** con especial incidencia en el territorio canario, como pueden ser los trabajos de Rivas-Martínez *et al.* (2011), Del Arco & Rodríguez (2018) y Mucina *et al.* (2016). Esta propuesta de actualización del Mapa de Vegetación de El Hierro y la zona sur de Gran Canaria incorpora dichas aportaciones científicas con el objetivo de poner al día tanto la nomenclatura como las unidades fitosociológicas, siempre validadas por el asesor científico.



Portadas de las publicaciones científicas más relevantes sobre vegetación del Archipiélago en los últimos años: Mapa de Series, geoserias y gopermaseries de vegetación de España (Rivas-Martínez *et al.* 2011), *Vegetation of the Canary Islands* (Del Arco Aguilar & Rodríguez Delgado, 2018) y *Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities* (Mucina *et al.*, 2016).



Se consideraron algunas de las tesis y publicaciones científicas más relevantes específicas de los territorios en estudio. En concreto, para la isla de El Hierro las tesis del año 2005:

Gaisberg, M. von. 2005. Die Vegetation der Fußstufe von El Hierro (Kanarische Inseln). Dissertationes Botanicae 395, J. Cramer, Berlin Stuttgart, 364 pp.

Stierstorfer, C. 2005. The Vascular Plant Vegetation in the Forest Belt of El Hierro (Canary Islands). Diss. Bot. 393. J. Cramer. Stuttgart. 375 pp. + láms.

Con respecto a la isla de Gran Canaria:

Naranjo Cigala, A., M. Salas Pascual & R. Almeida Pérez. 2001. La vegetación del Paisaje protegido de Las Cumbres (Gran Canaria, Islas Canarias): El matorral de leguminosas (Telino-Adenocarpion, Andryalo-Ericetalia, Pruno-Lauretea). Vieraea 29: 59–70.

Quintana Vega, G., M. Salas Pascual & E. Fernández Negrín. 2006. Contribución al estudio de las comunidades rupícolas de la vertiente norte de Gran Canaria (Islas Canarias). Lazaroa 27: 89–102.

Quintana-Vega, G., Salas-Pascual, M. & Fernández-Negrín, E. 2006. Contribución al estudio de las comunidades rupícolas de la vertiente norte de Gran Canaria (Islas Canarias). Lazaroa 27: 89-102.

Reyes-Betancort, A., Padrón Mederos, M.A., Rosana Guma, I. & Santos Guerra, A. & Navarro Déniz, J. 2009. Sobre la presencia de la Clase Thero-Salicornietea en las Islas Canarias. Lazaroa 30: 65-71. 2009.

Rodríguez Delgado, O. (ed.). 2003. Apuntes sobre Flora y Vegetación de Gran Canaria (Guía de la excursión geobotánica de las XIX Jornadas de Fitosociología y Simposio Internacional de la FIP 2003). Cabildo de Gran Canaria, Medio Ambiente y Aguas. 271 pp.

Salas-Pascual, M., Fernández-Negrín, E. & Quintana-Vega, G. 2009. *Salvio canariensis-Pterocephaletum dumetori* ass. nov. (Artemisio thusculae-Rumicion lunariae; Forskaoleo anfastifoliae-Rumicetalia lunariae; Pegano-Salsoletea) nueva asociación para la isla de Gran Canaria (Islas Canarias-España). In Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez Delgado (Eds.): Homenaje al Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife. Islas Canarias). Monografía LXXVIII. pp.245-253. ISBN: 978-84-88366-82-

Salas-Pascual, M., Hernández-Cordero A.I., Quintana-Vega, G. & Fernández-Negrín, E. 2018. Phytosociological review of psamophilous vegetation of the Canary Islands. Annali di Botanica (Roma) 8: 25-44.

Sosa Henríquez, P., A. Naranjo Cigala, M. Márquez García, A. Escandell Bermúdez & M.Á. González Pérez. 2007. Atlas de los palmerales de Gran Canaria. Obra social La Caja de Canarias. 197 pp.

De la revisión bibliográfica anterior, surgen algunas unidades de vegetación que pueden ser incorporadas al mapa de vegetación de Gran Canaria:

Salvio canariensis-Pterocephaletum dumetori Salas, E. Fernández & Quintana 2009

Ononido tournefortii-Cyperetum capitati Wildpret, Del Arco & Acebes in Del Arco, Acebes & Wildpret 1983



Launaeo arborescentis-Schizogynetum glaberrimae Salas, A. Hernández, Quintana & E. Fernández 2018

THERO-SALICORNIETEA Tüxen in Tüxen & Oberdorfer ex Gèhu & Gèhu-Frank 1984

THERO-SUAEDETALIA Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

Thero-Suaedion Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Cressetum villosae Rothmaler 1943 corr. Rivas-Martínez et al. 2002

Frankenio boissieri-Suaedetum spicatae Reyes, M.A. Padrón, Guma, A. Santos & J. Navarro 2009

La **ortofotografía** aérea utilizada fue la facilitada por GRAFCAN (237_OEM20_EH y 237_OEM20_GC) con máxima actualidad y resolución de 20 cm de lado de cada píxel. Como apoyo complementario también se usó Ortofoto Inteligencia Artificial 16 cm/píxel y la Ortofoto Infrarroja. Esta última permite una mejor interpretación de la distribución de determinadas comunidades vegetales, como puede ser el caso de los saladares de *Frankenio capitatae-Suaedetum verae*.



Comparativa de la zona costera de Juncalillo del Sur (Gran Canaria) entre la Ortofoto Infrarroja (izquierda) y la OrtoExpress (derecha): la presencia de los saladares de *Frankenio capitatae-Suaedetum verae* queda remarcada en rojo en la imagen de la izquierda. El recurso IDECAN permite la combinación de éstos y otros recursos para lograr una fotointerpretación óptima del territorio.

La base cartográfica se corresponde con la de GRAFCAN, con Sistema Geodésico de referencia ITR93, cuyos parámetros más significativos son: Elipsoide WGS84; Marco Geodésico de Referencia: REGCAN95 versión 2001.

Como capas adicionales de información se han utilizado la de **SIOSE 2014** y la de **IGR de poblaciones**. La primera es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2014), 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. La segunda, IGR de poblaciones (versión 1 beta 5, 2019), es una base de datos espacial del Instituto Geográfico Nacional (IGN) orientada a gestionar y mantener la localización y los aspectos geométricos de los asentamientos de población, pensada



para ser conforme con el marco normativo y proporcionar un marco de localización único y coordinado en el ámbito nacional.

Se utiliza soporte papel para los trabajos previos, de campo y laboratorio. El **soporte informático se utilizó tanto en el campo** (utilización de equipos informáticos tipo Tablet y/u ordenadores tipo *Surface Pro* con *software* tipo QGIS Mobile o QGIS con las bases cartográficas consultables y editables) **como en la fase de confección final de la cartografía**.

Las delimitaciones de unidades se corresponden con **polígonos** en el mapa. Su línea digitalizada no podrá separarse de la original en más de 2 mm en planimetría y cada elemento aparecerá identificado por un código que será único para cada polígono.

Para dar coherencia a la estructura de los datos se da **especial importancia a la topología** (ver apartado específico) de las capas cartográficas resultado. Los contornos del área deben cerrar perfectamente, haciendo coincidir el nodo inicial del primer tramo con el nodo final del último punto. Las líneas de los polígonos adyacentes deben apoyarse de tal manera que éstas sean las mismas, generando vértices en los nodos de unión. La capa resultante será válida de acuerdo con las especificaciones del estándar de implementación OGC 06-103r4.

Cada polígono queda delimitado por la **unidad de vegetación dominante** en el mismo, identificándose ésta, en general, con una asociación vegetal. A veces se adiciona información de otras comunidades, en general de menor biomasa y/o representación.

Las situaciones de mosaico, es decir aquellas en que sobre el terreno se presentan varias unidades de vegetación sin que ninguna de ellas alcance una superficie superior a la mínima, se resuelven como tales mediante la identificación del polígono por el sumatorio de sus unidades más características.

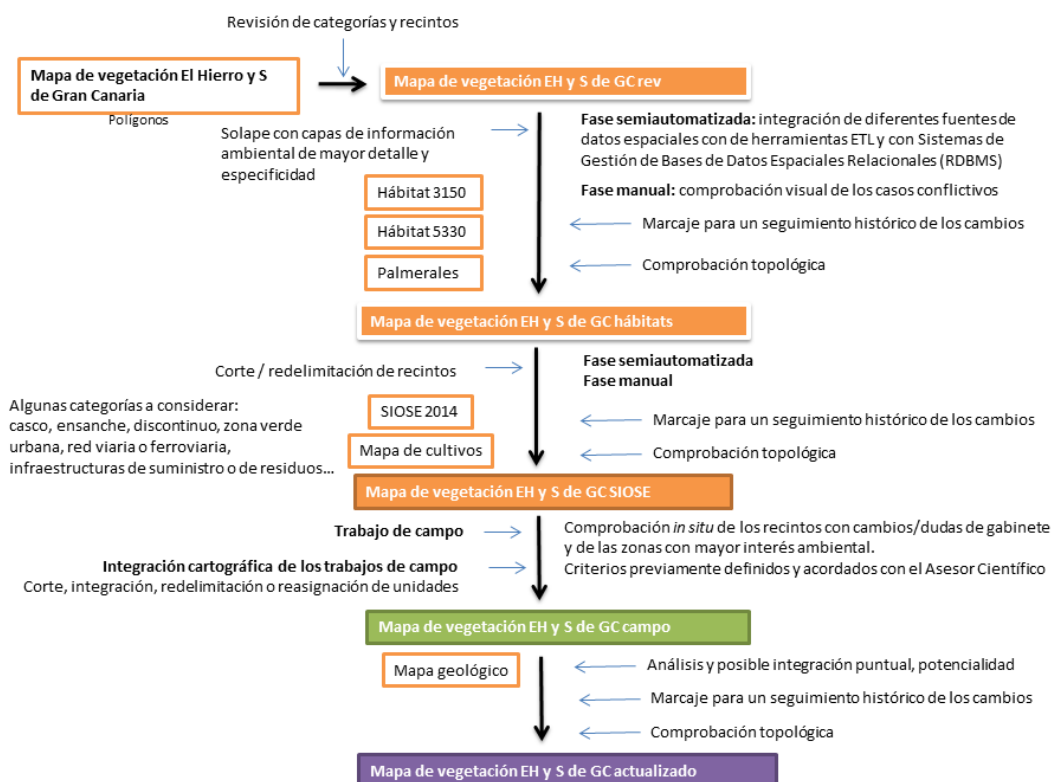
La tarea de campo es fundamental debido a la extensión, diversidad y dificultad de observación de algunos de los lugares.

Para el trabajo de gabinete se creó una **paleta** para la correcta visualización de los mapas, con combinación de trama y color, en la que todas las unidades quedaron identificadas.

Para cada uno de los polígonos se presentó una base de datos asociada con la información de los campos de atributos especificados en el apartado 4.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas. En este sentido tendrán especial importancia (ver apartado específico) los relacionados con la **trazabilidad**.

1.1.2 Esquema de trabajo

Se ha definido, con el visto bueno de la Dirección Técnica del Contrato, un flujo de trabajo a partir de las capas de información temática existentes, incorporando aquellas operaciones que dan coherencia y robustez a la capa de información generada. Dicho esquema se expone a continuación en un gráfico:



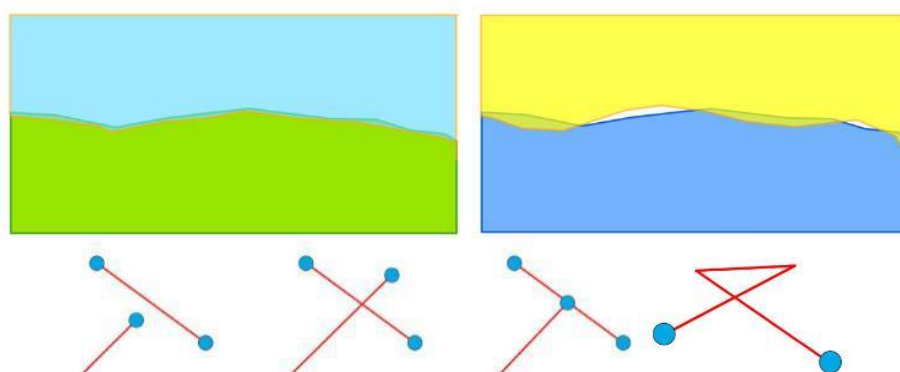
Flujo general de trabajo a partir de la capa del Mapa de Vegetación de Canarias en El Hierro y Sur de Gran Canaria.

1.1.3 Topología

Como se describió con anterioridad, se da especial importancia a la **coherencia, estructura y calidad** de la cartografía de la vegetación. Para ello, la topología es la base fundamental para poder digitalizar elementos y capas de una forma organizada y relacionada. Permite optimizar los pesos de las capas, manejar adecuadamente los análisis de redes y asegurar que todos los elementos guardan una integridad espacial correcta. Es uno de los conceptos clave a tener en cuenta en la creación de cartografía para obtener resultados de calidad.

Permite la correcta coherencia relacional y geométrica entre los elementos cartográficos. Por ejemplo, que los polígonos se encuentran cerrados, los elementos no solapen unos sobre otros, no existan huecos vacíos en las inmediaciones de dos elementos contiguos, etc. Conlleva la utilización de herramientas destinadas a favorecer el correcto uso y gestión de los elementos para evitar la aparición de errores, como son las de *snap* y *streaming*.

Si se utilizan capas cartográficas que presentan errores topológicos, estos se heredan a las cartografías secundarias que se generan (límites imprecisos, solapamiento de elementos o líneas no cerradas). Son errores frecuentes que se deben evitar, ya que pueden generar fallos en la cartografía como los siguientes:



Ejemplos de solapamiento y de *slivers* para polígonos (fila superior) y de subtrazo, sobretazo (arcos colgantes), trazo correcto y cruce para polilíneas y polígonos.

Por tanto, las unidades de vegetación de las islas de El Hierro y el Sur de Gran Canaria se organizan espacialmente formando una cobertura topológicamente correcta, esto es, sin huecos ni solapes entre polígonos y con vértices coincidentes entre los bordes compartidos.

1.1.4 Metadatos

Adicionalmente se elaboran **metadatos** de todas las capas a entregar con el objetivo de que cualquier usuario tenga conocimiento de la información geográfica documentada que gestiona y mantiene GRAFCAN y el Gobierno de Canarias. Para ello se determinará la descripción estructurada sobre las características de los datos, en la que se incluyen elementos tales como: detalles acerca del contenido, la calidad de este, las fechas asociadas, la extensión geográfica que cubre, su política de distribución, las restricciones de seguridad y legales que puedan existir, frecuencia de actualización, etc.

1.1.5 Análisis del mapa actual

Actualizar la cobertura de vegetación implica reconocer los cambios territoriales ocurridos en las islas de El Hierro y el Sur de Gran Canaria durante los últimos 20 años. Muchos de estos cambios son detectables sin acudir a campo gracias al uso de los recursos y tecnologías actuales; para detectar otros, en cambio, se hace indispensable recorrer el territorio de manera pormenorizada.

Se realizó un primer filtro cartográfico para detectar y localizar los principales cambios, lo que permite minimizar las salidas de campo, optimizando los tiempos y los recursos disponibles.

En una primera aproximación, se observaron desfases entre los polígonos cartografiados en el Mapa de Vegetación de Canarias y la realidad cartográfica visible en las últimas ortofotos disponibles, atribuibles a diferentes causas. La mayoría se deben a una disminución de la extensión de los hábitats naturales por presencia de nuevas infraestructuras o urbanizaciones, pero también es posible (ver los siguientes ejemplos) encontrar progresiones o regresiones del hábitat, por lo que habría que redefinir los polígonos que pretenden contenerlos. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estos desfases detectados y la solución propuesta, siempre apoyada en un riguroso trabajo de campo.

Las siguientes imágenes muestran algunas zonas representativas donde se han detectado este tipo de desfases. Las líneas rojas o los polígonos de color representan las geometrías asociadas

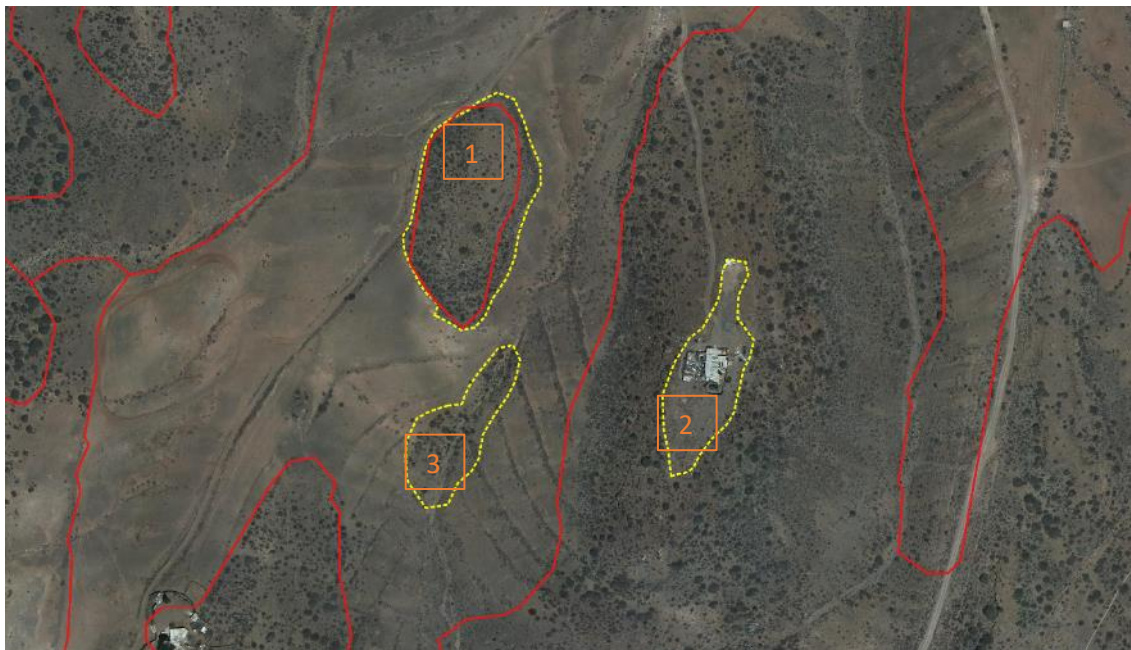
a la capa del actual Mapa de Vegetación de El Hierro y Sur de Gran Canaria y, los punteados amarillos, la corrección.



El desarrollo urbanístico de la zona de Playa Meloneras (Gran Canaria) de los últimos años queda reflejado en las ortofotografías. En la superior, distribución de las unidades de vegetación actual del Mapa de Vegetación (2006): la zona con cruces corresponde a "Caseríos, áreas urbanas, industriales y de servicios" y la amarilla al barrillar de *Mesembryanthemum crystallini*. Como puede observarse, gran parte del ámbito del herbazal ha sido urbanizado entre 2006 y 2021. Abajo: redelimitación (polígono punteado de amarillo) del recinto de "Caseríos, áreas urbanas, industriales y de servicios (código 602000)" basados en la OrtoExpress de 2021. Zona sur de la isla de Gran Canaria.



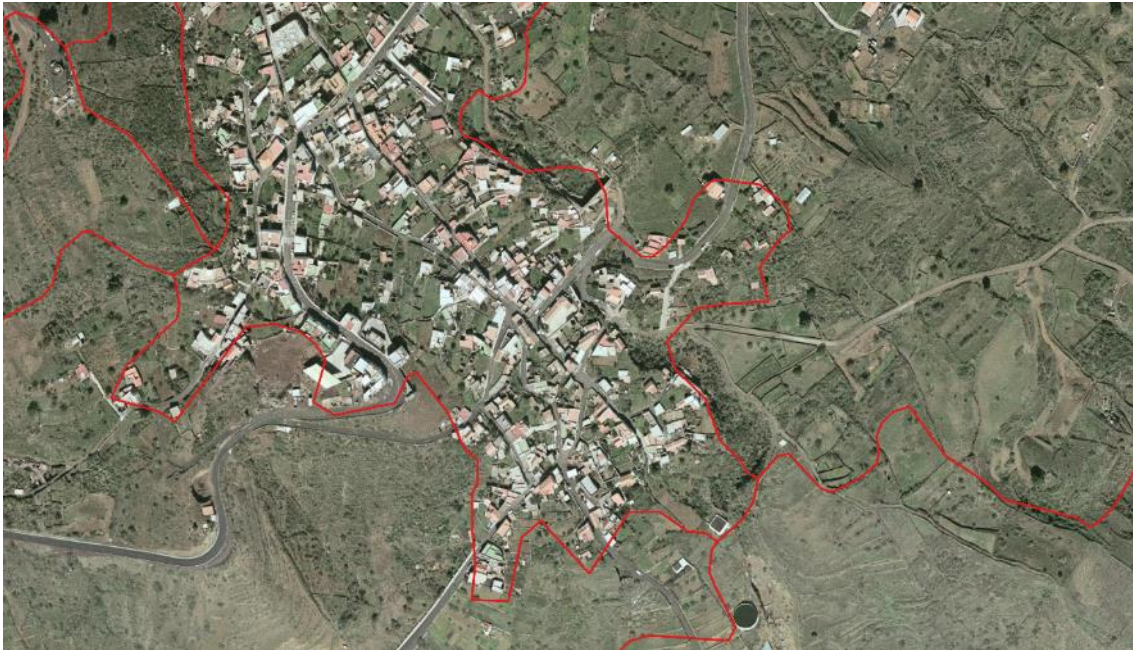
Ortofotografías de la zona del Llano de Los Caserones (Gran Canaria). Arriba, Ortofoto histórica del periodo 2004-2006 con la delimitación del Mapa de Vegetación (2006), donde los polígonos rojos alrededor de las construcciones delimitan la vegetación de la zona en ese momento: "Caseríos, áreas urbanas, industriales y de servicios" y "Pastizal de chirate (*Iflogo spicatae-Stipetum capensis*)". Abajo, Ortofoto Express (2021) de la misma zona con la propuesta de redelimitación a "Cultivos". Zona sur de la isla de Gran Canaria.



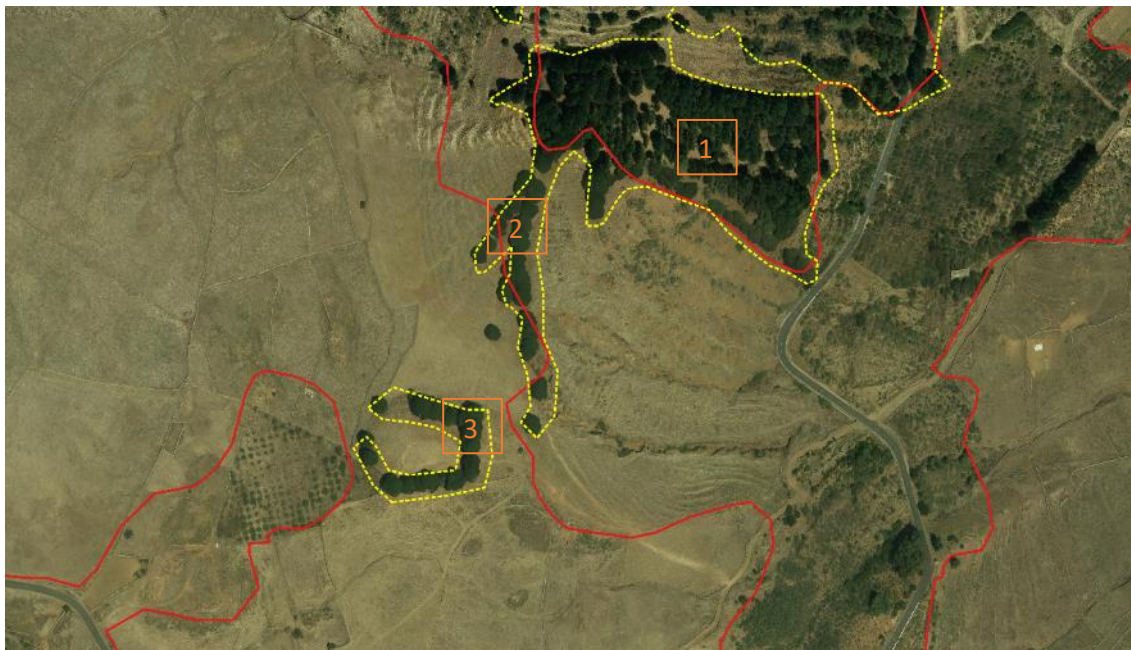
Redelimitación propuesta en la zona del Lomo de Los Jaboneros (Gran Canaria). El polígono punteado amarillo en 1 se redefiniría mejorando la digitalización de los bordes para incluir zonas de tabaibal dulce grancanario (*Euphorbietum balsamiferae*) que quedaron fuera en el Mapa de Vegetación (2006). Las zonas 2 y 3 no aparecen en la cartografía de vegetación de 2006: para la 2, no ha sido necesario trabajo de campo, ya que puede fotointerpretarse la presencia de una zona antropizada; en cambio, para la zona 3, se ha confirmado en campo el tipo de vegetación actual. Zona sur de la isla de Gran Canaria.



En el Mapa de Hábitats de Interés Comunitario (2016) la zona del *camping* Villalar en la desembocadura del Barranco del Asno (Tasartico, Gran Canaria) aparece como Hábitat 5330 (Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos, en color rojo en la imagen superior) debido a que en el Mapa de Vegetación (2006) está definido como tabaibal dulce (*Euphorbietum balsamiferae*) y balera (*Plocametum pendulae*). Se ha eliminado este tipo de formaciones del área ocupada por el *camping* (polígono punteado de amarillo) para asignarle un código relacionado con la intervención antrópica del territorio (Áreas urbanas, rurales y de servicios). Zona sur de la isla de Gran Canaria.



Ortofotografías de la zona urbana de Taibique (El Pinar, El Hierro). Arriba, Ortofoto histórica del periodo 2004-2006 con la delimitación del Mapa de Vegetación (2006), donde los polígonos rojos alrededor de las construcciones delimitan la unidad de la zona en ese momento: "Caseríos, áreas urbanas, industriales y de servicios". Abajo, Ortofoto Express (2021) de la misma zona con la propuesta de redelimitación (polígono amarillo punteado). Isla de El Hierro.



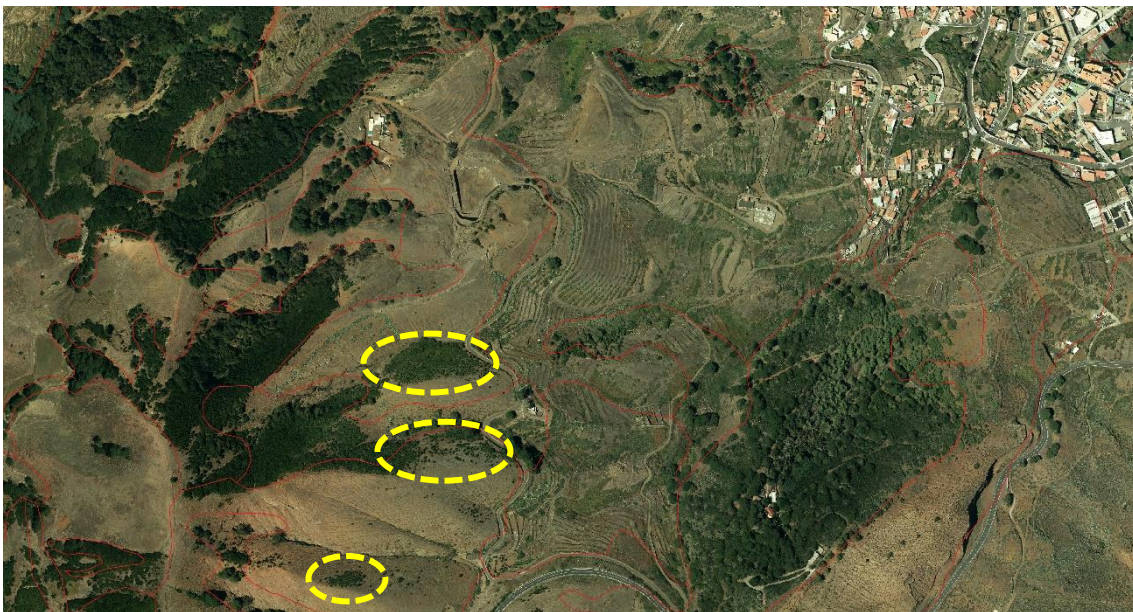
Redelimitación propuesta en la zona La Montaña de Afosa (El Hierro). El polígono punteado amarillo en 1 se ha redefinido mejorando la digitalización de los bordes para incluir zonas de "Plantaciones de *Pinus radiata*" que quedaron fuera en el Mapa de Vegetación (2006). Las zonas 2 y 3 no aparecen en la cartografía de vegetación de 2006: para ambas ha sido necesario trabajo de campo, ya que por fotointerpretación se ve claramente que se trata de formaciones boscosas diferentes de la matriz general del herbazal subnitrofilo de cardo de medianías (*Echio plantaginei-Galactition tomentosae*) que caracteriza la Meseta de Nizdafa. Isla de El Hierro.



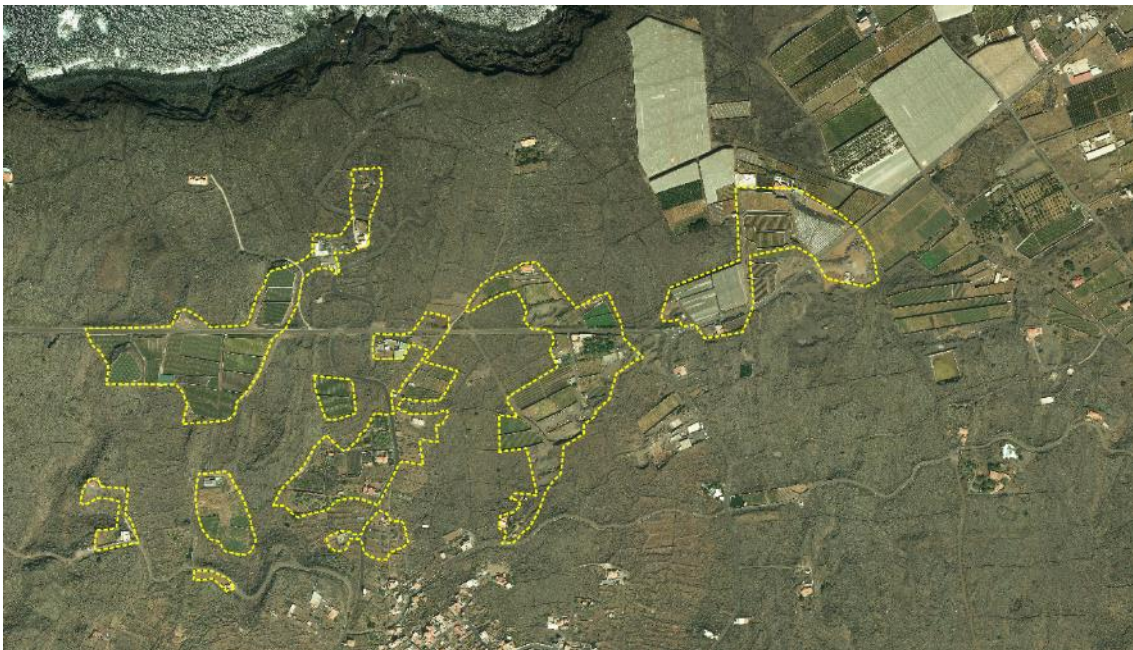
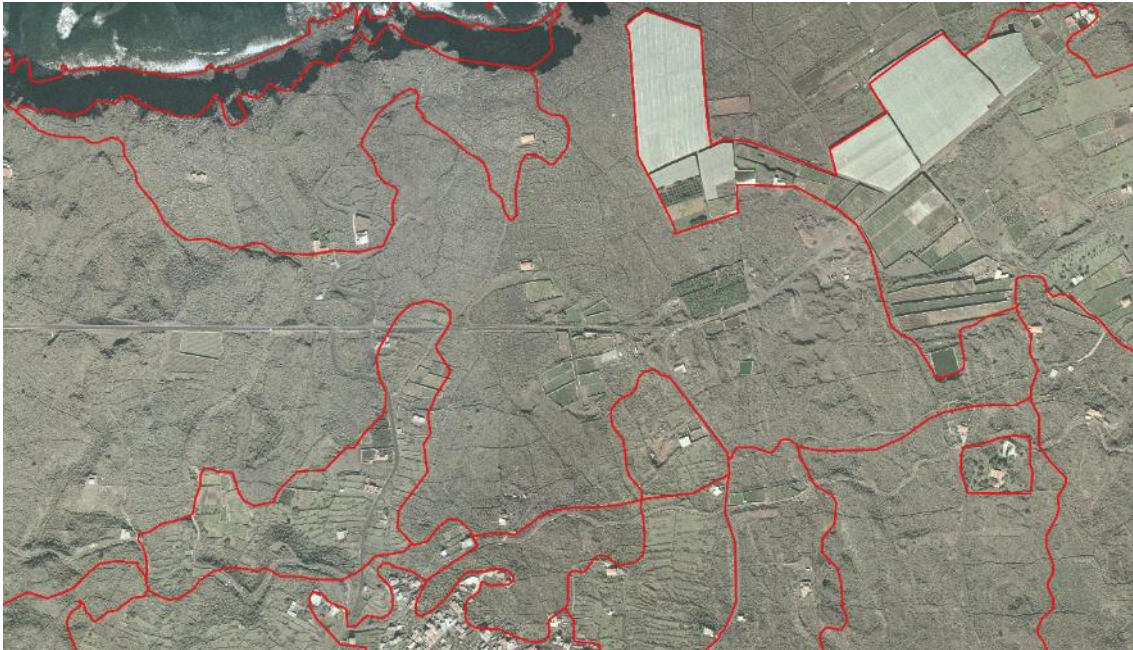
La zona de cultivos de Las Lapillas (El Lajjal, El Hierro) se ha incrementado con respecto a la delimitación del Mapa de Vegetación (2006), representado en la imagen superior por líneas rojas. La redefinición del polígono de la unidad "Cultivos" propuesta se representa en color amarillo punteado. Isla de El Hierro.



El Mapa de Vegetación de 2006 muestra en la zona de La Caldera (Valverde, El Hierro) la presencia de las unidades “*Echio aculeati-Micromerietum hyssopifoliae* facies de *Micromeria hyssopifolia*” y un herbazal subnitrófilo de medianías junto a un hinojal. Esta información ha sido actualizada sustituyéndola por la presencia de la balsa perteneciente a la Central Hidroeléctrica de Gorona del Viento.



Las elipses amarillas marcan zonas de progresión del monteverde (*Myrica fayae-Ericetum arboreae*) en la zona de Tífirabe, sobre Valverde (El Hierro). La disminución de la presión antrópica, como aprovechamientos forestales y ganado, permite el avance de formaciones arbustivas e incluso arbóreas.



Ortofotografías de la zona de Los Llanitos y Charco Azul (Valle de Frontera, El Hierro). Arriba, Ortofoto histórica del periodo 2004-2006 con la delimitación del Mapa de Vegetación (2006), donde los polígonos rojos alrededor de las construcciones delimitan la vegetación de la zona en ese momento, en su mayoría "Cultivos". Abajo, Ortofoto Express (2021) de la misma zona con la propuesta de redelimitación a "Cultivos". Isla de El Hierro.

Tras este primer filtro cartográfico, se definen, en coordinación con el asesor científico y bajo la supervisión de la Dirección Técnica del contrato, aquellas zonas que deben visitarse en las salidas de campo, optimizando los tiempos y los recursos disponibles.

1.1.6 Nuevos campos para la base de datos

A la hora del trabajo de campo se recogen específicamente los datos que sirven para completar los nuevos campos propuestos para la base de datos, como son:



Campos
Trazabilidad
Progresión/regresión del hábitat respecto a 2016

Para ello se considera importante la **trazabilidad** de los cambios cartográficos, evitando posibles pérdidas de información entre el Mapa de Vegetación actual y la actualización.

En primer lugar, es necesario precisar que todo cambio en el mapa, tanto propuesto por fuentes internas como externas, ha sido sometido a un filtro. Dicho filtro está relacionado con el mantenimiento de la coherencia global del mapa y de los criterios que en su día se establecieron para su elaboración. Entre los citados criterios, hay que destacar el tamaño mínimo de los polígonos.

Por tanto, salvo excepciones para hábitats raros y puntuales, no se han admitido modificaciones que impliquen la realización de nuevos polígonos por debajo de esa superficie. Una vez que el cambio se ha considerado conveniente, se ha rellenado en la nueva propuesta (nuevo polígono) el campo correspondiente a la trazabilidad. Para el campo "Trazabilidad" se estableció un listado codificado de posibles causas del cambio: urbanización, error detectado en campo, subdivisión, nuevo hábitat, etc.

La mayor parte de los cambios cartográficos corresponden con la creación de nuevas infraestructuras y desarrollos urbanísticos, es decir, a cambios de usos del suelo claramente identificables en la ortofoto.

También se han considerado los cambios detectados en campo. En este bloque se agrupan aquellas aportaciones consistentes en errores de interpretación de polígonos de vegetación concretos.

Un último aspecto queda englobado en "mejor información disponible". En este epígrafe se recogen aquellos cambios que tienen su origen en un mejor conocimiento científico-técnico de la distribución de especies y de hábitats.

1.1.6.1 Trazabilidad

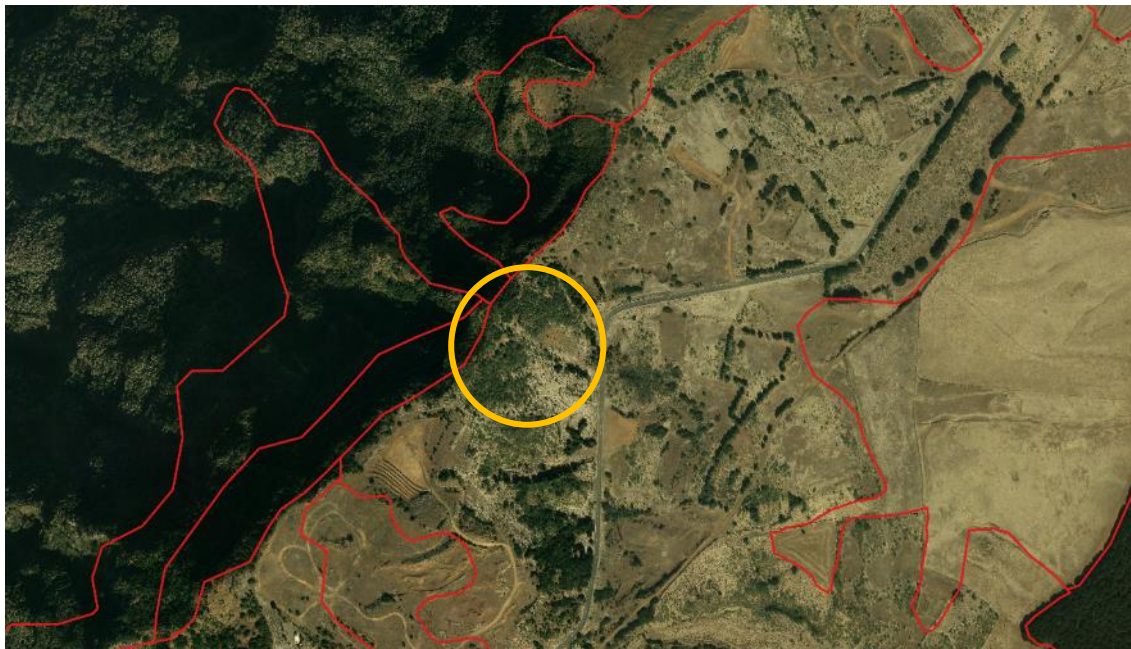
Tal y como se describe con anterioridad, en este campo se incluye la naturaleza de los cambios observados entre el Mapa de Vegetación actual y la nueva capa cartográfica: nuevas infraestructuras, desarrollo urbanístico, cambio detectado en campo, mejor información disponible, redelimitación del polígono por aumento de la superficie...

Esta distinción permite realizar una trazabilidad más sencilla sobre los distintos objetos geográficos que componen el mapa de vegetación, facilitando la consulta y seguimiento de los distintos elementos.

1.1.6.2 Progresión/regresión del hábitat.

Se valoran los cambios superficiales en los Hábitats de Interés Comunitario debido a su importancia en la gestión territorial y diversidad biológica. Por ejemplo, la localización del hábitat 5330 en la zona de mayor presión antrópica de las Islas orientales (urbanizaciones, infraestructuras, etc.) genera que se puedan producir regresiones en la mancha superficial del hábitat. También existen condiciones ambientales que pueden favorecer su progresión en espacios con menor presión humana asociados a los cambios en el comportamiento de las

precipitaciones, temperaturas que pueden favorecer la extensión de estas formaciones de matorral arbustivo de clara adaptación a una situación de aridez en aumento. Otras formaciones progresan como *Myrico fayae-Ericetum arboreae* que puede verse favorecida por el abandono de terrenos agrícolas.



El círculo marca una zona en La Mareta (próxima a la Hoya de Fileba, El Hierro) donde ha aumentado la superficie de *Myrico fayae-Ericetum arboreae*. La revisión cartográfica en campo del área ha sido prioritaria en la planificación de los trabajos, para poder abordar la actualización del Mapa de Vegetación (y por consiguiente de los Hábitats Naturales de Interés Comunitario) en ese ámbito.

1.2 Trabajo de campo

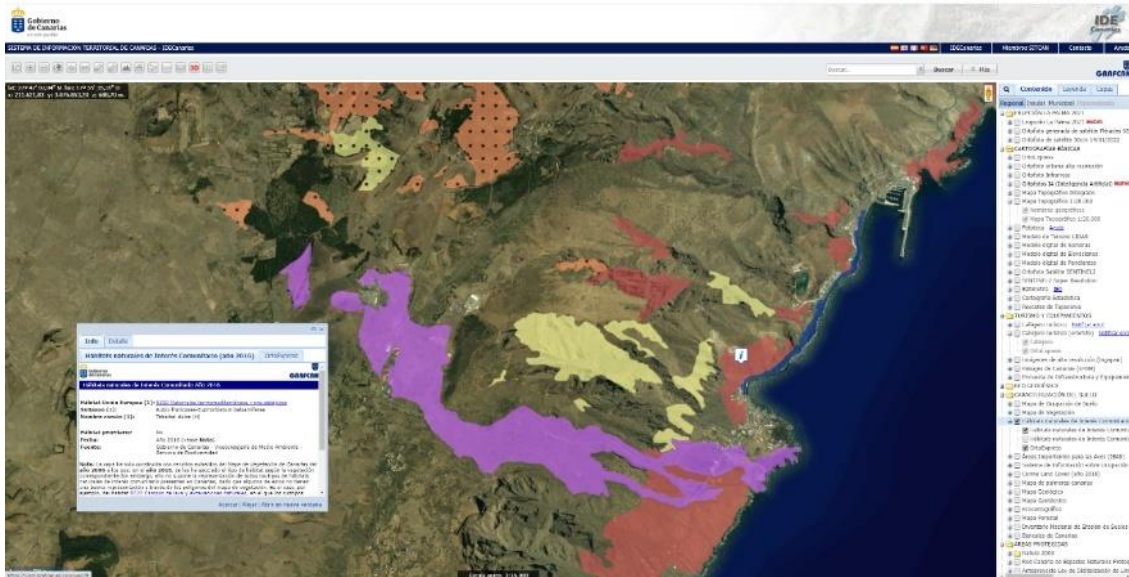
1.2.1 Introducción

A continuación, se presenta la relación de elementos y acciones que se han tenido en cuenta para la obtención de los datos de campo. Los métodos guardan un equilibrio en la calidad de los datos, manteniendo una relación razonable entre el objetivo propuesto y el coste en recursos (temporales, humanos y técnicos).

1.2.2 Material necesario

Para realizar el trabajo de campo se ha dotado a cada equipo del material que se detalla a continuación:

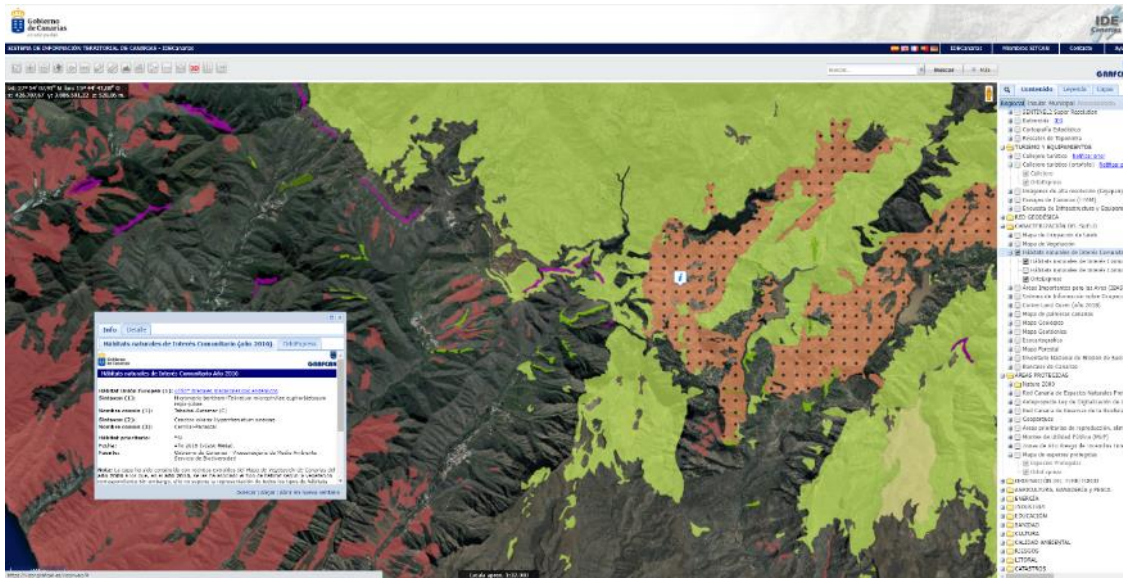
- Vehículo todoterreno.
- Mapa de carreteras actualizado.
- Mapa topográfico (Escala 1/5000 ó 1/25000).
- Mapa de Vegetación de Canarias, Mapa de Hábitats de Interés Comunitario, Mapa de Especies Protegidas y Mapa de Zonas Especiales de Conservación (ZEC).



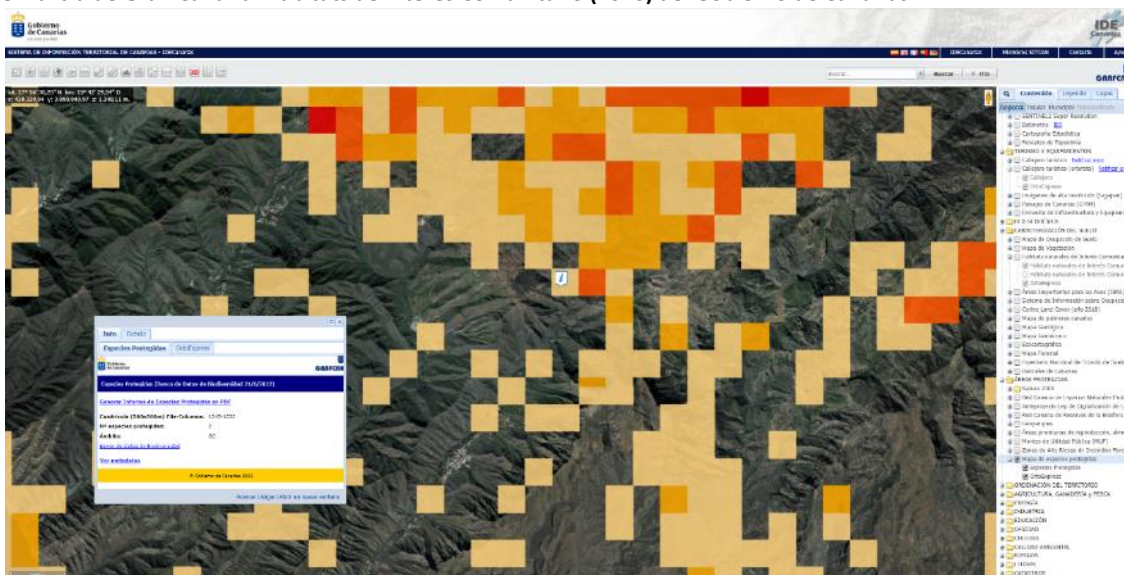
Ejemplo de utilización de la información disponible en el IDE Canarias (GRAFCAN) para la localización de los HNIC en la isla de El Hierro. Hábitats de Interés Comunitario (2016) del Gobierno de Canarias.



Ejemplo de utilización de la información disponible en el IDE Canarias (GRAFCAN) para la localización de especies protegidas en la isla de El Hierro con referencia en el Banco de Datos de Biodiversidad del Gobierno de Canarias.

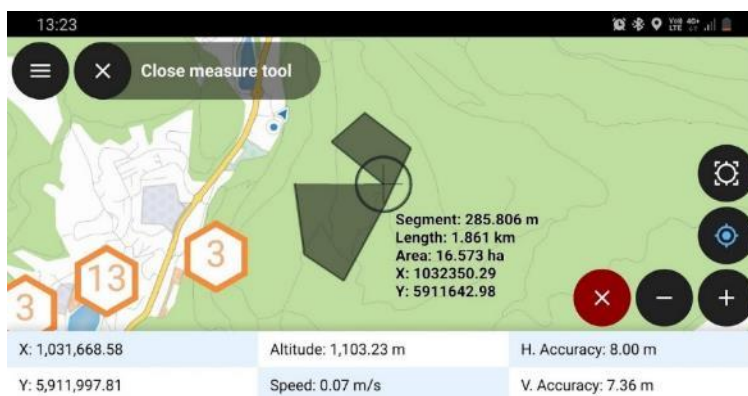


Ejemplo de utilización de la información disponible en el IDE Canarias (GRAFCAN) para la localización de los HNIC en la isla de Gran Canaria. Hábitats de Interés Comunitario (2016) del Gobierno de Canarias.



Ejemplo de utilización de la información disponible en el IDE Canarias (GRAFCAN) para la localización de especies protegidas en la isla de Gran Canaria con referencia en el Banco de Datos de Biodiversidad del Gobierno de Canarias.

- Ortofotografía de localización (Escala 1/5.000 o más detallado).
- Croquis y ortofotografías de acceso.
- Fotografías de referencia.
- Tableta digital con *software* de digitalización (tipo *QGIS mobile*) o portátil tipo *Surface Pro* convertible en Tablet.



Captura de pantalla de QField para trabajo de campo.

- Permisos para la actividad (e.g. del gestor del Espacio Natural Protegido)
- Manual de campo con la explicación de todos los parámetros a evaluar y rellenar en la correspondiente ficha.
- Ficha en formato digital y en papel.
- GPS.
- Prismáticos.
- Brújula centesimal.
- Altímetro.
- Cámara de fotos.
- Lápiz y libreta de campo.
- Claves y guías de campo (e.g. Schonfelder, Peter e Ingrid, 2018)
- Material de recambio: baterías y memorias suplementarias.

1.2.3 Fase previa de formación

Se realizaron unas jornadas específicas de formación para los técnicos que llevaron a cabo las labores de campo. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron jornadas de puesta en común con el objetivo de unificar criterios de muestreo y solventar dudas de metodología, materiales, toma de datos...

1.2.4 Fase previa de gabinete

Previo al trabajo de campo se desarrolló una fase de gabinete que consistió principalmente en:

- Planificación de los trabajos y distribución de zonas geográficas para cada equipo de trabajo de campo.



Distribución de los Hábitats de Interés Comunitario en la desembocadura del Barranco de Venegera (Gran Canaria). Entre ellos destacan 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos (en color rojo) y 92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*). Isla de Gran Canaria.

- Priorización de las visitas en función de la fecha de entrega.
- Preparación de la documentación gráfica (fotos, fichas, etc.) y cartográfica necesaria para la realización de los trabajos.
- Preparación de aparatos de medición, herramientas necesarias para la revisión o reposición, y material necesario para la toma de muestras.
- Diseño para dichos trabajos, detallando forma, número y distribución de las unidades de muestreo.
- Esto permitió la organización del trabajo de campo describiendo la organización del equipo humano de inventario, procedimientos de transporte y provisiones para apoyo logístico.
- Se definieron las instrucciones de campo incluyendo detalles para la localización de sitios de medición en las parcelas de muestreo y otros recursos a considerar.

1.2.5 Localización de parcelas.

El trabajo de campo puede verse imposibilitado o muy ralentizado si no se dispone de una localización precisa y croquis de acceso de las diferentes zonas. Para evitar tales contratiempos se diseñaron, previamente a la salida de campo, fichas que incorporan la localización de la parcela sobre un mapa topográfico de referencia y sobre ortofotos. Además, se indica la forma de acceso más directa tras el estudio previo del mapa topográfico y de la fotointerpretación.

En el trabajo previo de fotointerpretación se distinguieron diferentes tipos de zonas en función de su dificultad de acceso (tiempo estimado, distancia a sendero o pista, pendiente del terreno...).

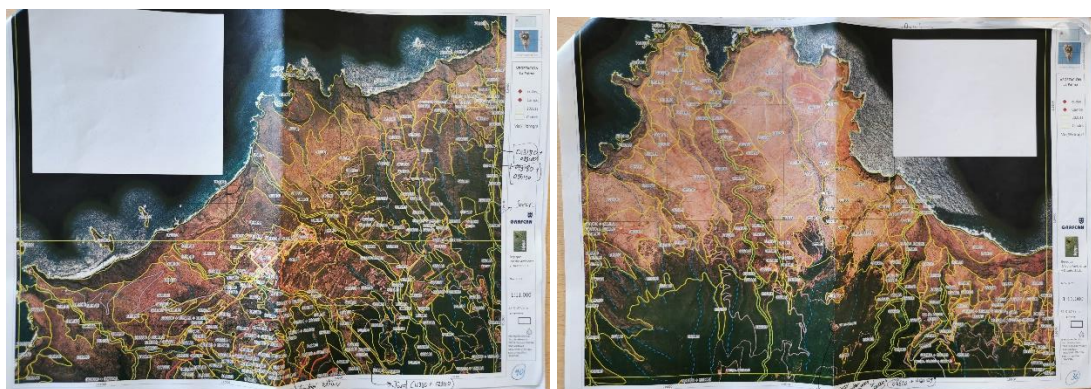


La zona comprendida entre la Punta de Agache y Las Coloradas, en el norte de El Hierro, tiene muy pocos accesos y su recorrido debe realizarse a pie, por lo que el esfuerzo en el trabajo de campo se ha priorizado a las zonas más interesantes florísticamente.

1.2.6 Fichas de cada polígono

Se rellenaron los datos de cada polígono, prestando especial importancia a los datos de reconocimiento de la comunidad vegetal, anotándose también las especies más significativas, las principales alteraciones y amenazas.

Se elaboraron las cartografías correspondientes tanto en formato analógico (sobre ortofoto en papel) como en formato digital, utilizando una Tablet con el *software* apropiado (tipo *QGis mobile*).

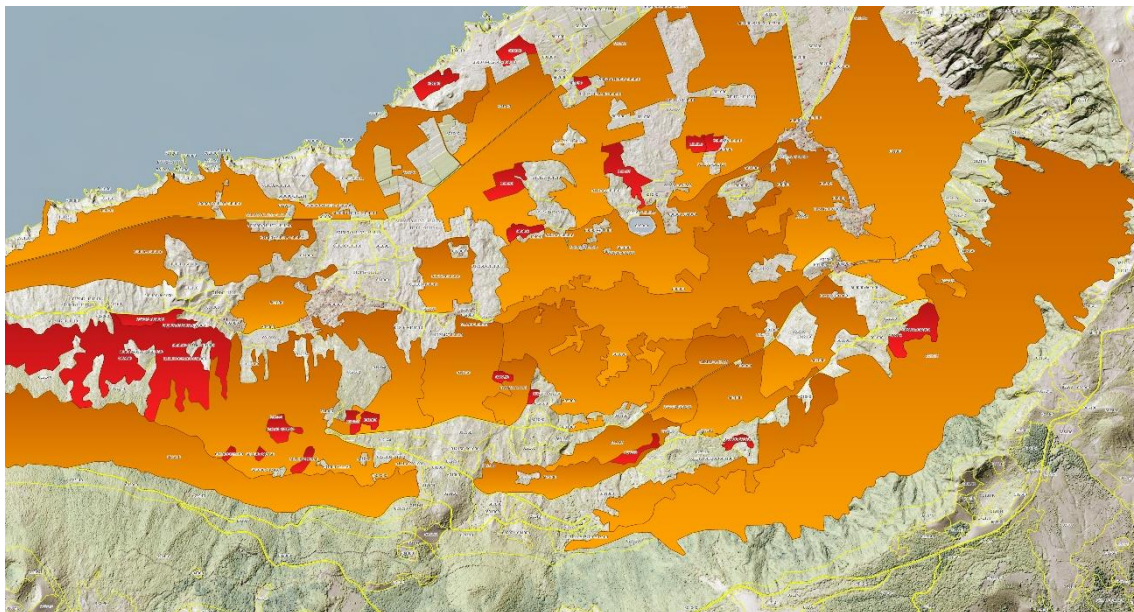


Ejemplos de las ortofotos sobre papel en tamaño A3 para los trabajos de campo.

Se realizaron fotografías generales de diferentes ángulos y perspectivas de los polígonos más representativos, así como de detalle de las especies más características de cada comunidad biológica.

1.2.7 Recintos comprobados en campo

En la campaña de campo se comprobaron aquellos polígonos que presentaban dudas en cuanto a la fotointerpretación en gabinete. Se corroboró *in situ* la asignación correcta del tipo de vegetación o se procedió a su eliminación, reasignación de tipo de vegetación, redelimitación del polígono o adición a recintos próximos.



Ejemplo de localización de los polígonos comprobados en campo en Frontera, en la isla de El Hierro: en rojo, los comprobados en toda su extensión; en naranja, aquellos recintos de gran superficie recorridos al menos parcialmente.

A continuación, se muestran algunas imágenes obtenidas durante las visitas de campo de las principales unidades de vegetación cartografiadas.

El Hierro:



A la izquierda, aspecto de un tabaibal amargo de *Artemisio-Rumicetum_Euphorbietum lamarckii* y un sabinar de *Rubio-Juniperetum* al SE de Mña Tembárgena. A la derecha, pastizales de *Bromo-Hirschfeldietum*, *Artemisio-Rumicetum* y un sabinar de *Rubio-Juniperetum* en una zona de antiguos cultivos de tagasastes en los alrededores de la Ermita Los Reyes, La Dehesa.



A la izquierda, pinar de *Bystropogono ferrensis-Pinetum canariensis* en los alrededores de la Montaña del Julian; a la derecha, comunidad de *Rumex lunaria* en la Montaña del Tesoro, sobre Tamaduste.



A la izquierda, complejo de vegetación sobre malpaíses de costa (líquenes, pioneras *Aeonio-Euphorbion*) en El Lajial; a la derecha, cultivos de viñas sobre picón y complejo de malpaíses recientes (*Xanthorietum*, *Ramalinetum*, etc.), bajo la Montaña del Tesoro.



A la izquierda, cultivos en malpaís sobre las Puntas de Gutiérrez; a la derecha, *Euphorbietum lamarckii* y sabinas aisladas en los alrededores de la Ermita Los Reyes, La Dehesa.



Iramal de *Euphorbio-Schizogynetum sericeae* facies de *Schizogyne sericea* en los alrededores de Tecorón (izquierda) y en los Llanos de la Irama (La Restinga).

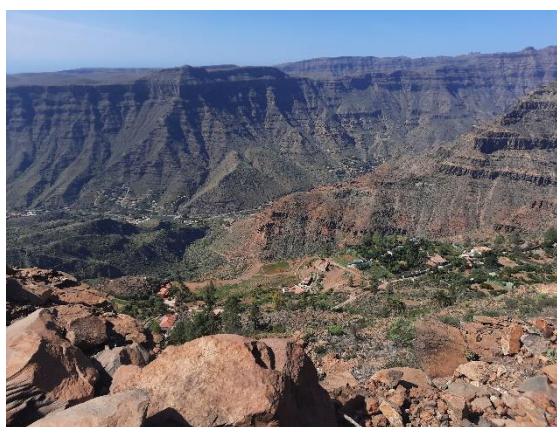


A la izquierda, comunidad sobre gleras y tabaibal amargo de *Euphorbietum lamarckii* en la zona superior, bajo la Montaña de La Tosca; a la derecha, cultivos de higueras pastizal de *Echio-Galactition* y pinar de *Bystropogono-Pinetum* en La Asomada-Montaña La Empalizada (proximidades de Taibique).



A la izquierda, cultivos de piñas y mangos en El Golfo, Frontera; a la derecha, matorral de *Artemiso-Rumicetum* y *Polycarpo-Nicotianetum* en una piconera en los alrededores de Valverde.

Gran Canaria:



A la izquierda, zona de cultivos con presencia de especies exóticas en las proximidades de la carretera GC-604 (Lomo de la Cebada); a la derecha, aspecto general del Barranco de Arguinegún en las proximidades del canal de Chira.



A la izquierda, explotación ganadera en el fondo del Barranco de Tirajana, imagen sacada desde la pista que bordea el barranco a la altura de Los Lomitos (Cueva de la Tiridirinda); a la derecha, reducto de cardonal grancanario (*Aeonio percarnei-Euphorbietum canariensis*) en la ladera del Barranco de Tirajana, a la altura de Cañada de Cardones.



A la izquierda, Balera (*Plocametum pendulae*) con presencia de tabaibas en el Barranquillo del Ancón; a la derecha, palmeral asociado a zona antrópica en el Barranco de Tirajana, bajo la Cañada del Sao.



A la izquierda, zona antropizada con presencia de herbazal en la zona de La Goleta, próxima a la Montaña del Canónigo; a la derecha, zona de cultivo en las proximidades de El Arquillo en San Bartolomé de Tirajana.



A la izquierda, tabaibal amargo de *Aeonio percarnei-Euphorbietum canariensis facies de Euphorbia regis-jubae* en el Barranco de Tirajana, en las proximidades del Pozo de Amelia; a la derecha, en la rambla de fondo de barranco en el mismo lugar presenta una balera (*Plocamentum pendulae*).

2. METODOLOGÍA DE CONTROL DE CALIDAD

El control de datos que se aplicó en la elaboración del trabajo consistió en la correcta calidad de la base de datos obtenida en los inventarios de campo y su utilización para la elaboración de la cartografía temática.

Con este proceso, se intenta obtener una base de datos sólida que permita evaluar la consistencia de la información contenida.



Para la obtención de datos en el ámbito del inventario, se parte de la premisa de que la persona encargada de la recopilación de la información está técnicamente formada y tiene experiencia en la materia, en este caso, no sólo en el conocimiento del medio biótico, principalmente flora y vegetación, además deben ser técnicos con experiencia en la recopilación de datos y su correcta implementación en la correspondiente base de datos.

Se realizó un análisis bibliográfico exhaustivo preliminar de las unidades de vegetación de las islas del Sur de Gran Canaria y El Hierro. Se hizo uso de herramientas suficientes, potentes y eficientes para el inventario de formaciones vegetales eficientes para su correcto análisis.

2.1 Marco Normativo de referencia

Para la determinación de la metodología propuesta para el tratamiento de la información geográfica y su control de calidad para la elaboración de los trabajos propuestos en el presente pliego, se ha tenido en cuenta la siguiente legislación sectorial y documentos normativos de referencia:

Legislación comunitaria.

- Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, por la que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.
- Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).
- Directiva 92/43/CE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Legislación estatal.

- Ley 2/2018, de 23 de mayo, por la que se modifica la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España.
- Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre.
- Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Otros documentos de referencia.

- ISO 19110:2005 Información Geográfica - Metodología para la catalogación de objetos.
- ISO 19115:2003 Información Geográfica - Metadatos.
- ISO 19113:2002 Información Geográfica - Principios de calidad.
- ISO 19114:2003 Información Geográfica - Procedimientos de evaluación de calidad.
- ISO 19131:2007 Información Geográfica - Especificaciones de productos de datos.
- ISO 19138:2006 Información Geográfica - Medidas de calidad de datos.
- ISO 19117:2005 Información Geográfica - Representación Gráfica.
- UNE 66916:2003 Sistemas de Gestión de la Calidad en los Proyectos.

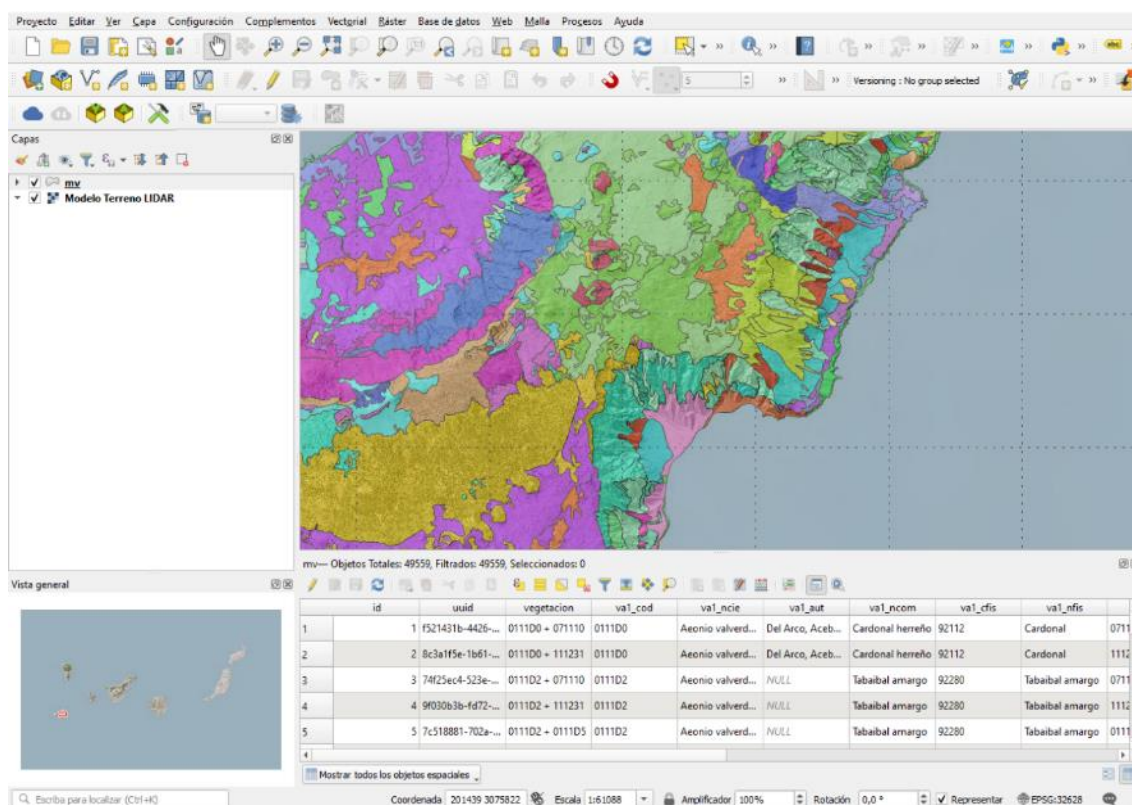
2.2 Software utilizado

Desde la perspectiva de la empresa BEJEQUE MEDIO AMBIENTE se ha apostado por la utilización de software libre para la realización de este proyecto, junto a la integración de otros softwares de licencia privada, facilitando la utilización y consulta de la información por parte de los técnicos asociados al proyecto.

En la actualidad, el desarrollo tecnológico ha facilitado la existencia de diversos programas que cumplen perfectamente con las expectativas puestas en este proyecto y donde la curva de aprendizaje es considerable, lo que implica que no se deban generar esfuerzos de tiempo notable.

Después de realizar un análisis de necesidades del proyecto, se ha decidido utilizar como SIG de escritorio principal el **QGIS**, debido a que se trata de una aplicación de escritorio reconocida y de amplia utilización tanto en las administraciones, como en las empresas privadas, lo que facilitará su utilización.

A su vez, tiene la ventaja de tratarse de un software multiplataforma, lo que facilitará que los usuarios no se encuentren vinculados a su utilización en un único Sistema Operativo, sino que puede integrarse en cualquier equipo informático y tipo de usuario (Windows, Linux y/o Mac).



Proyecto de QGIS con el Mapa de Vegetación de El Hierro.

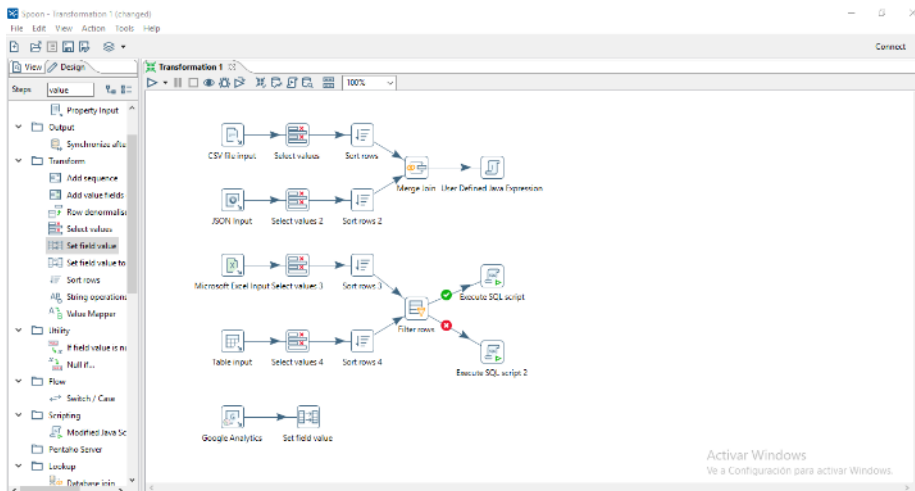
En cuanto a la versión se trabajará sobre QGIS 3.24 (Tisler), última versión lanzada y que incorpora múltiples mejoras respecto a versiones anteriores.

Aunque no se descartó la utilización de otros programas SIG, que permitieron facilitar la realización de determinadas tareas.



Alguno de los programas complementarios que se han utilizado para el desarrollo de las tareas definidas son:

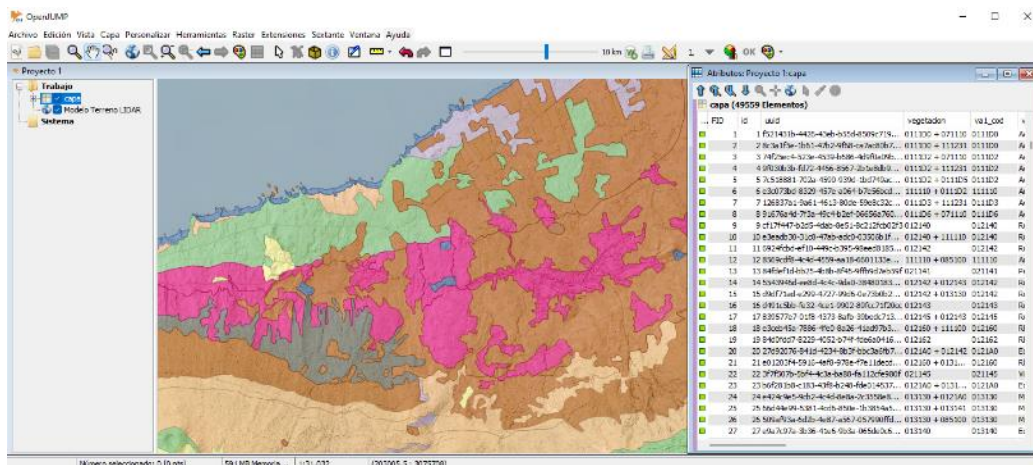
- a) **Pentaho Kettle.** Se trata de una herramienta ETL, que incorpora herramientas de análisis espacial y que permite el desarrollo de geoprocetos de manera automatizada. Igual que el Geokettle, permite tanto la extracción de datos, transformación, limpieza y modificación de su estructura.



- b) **PostgreSQL/PostGIS.** La integración entre el Sistema de Administración de Bases de Datos PostgreSQL con la extensión PostGIS, permite el desarrollo de una Base de Datos Espacial, lo que para la presente licitación se ha convertido en el núcleo del Sistema de Información Geográfica, añadiendo al motor del PostgreSQL tres características básicas:

- Tipos de datos espaciales.
- Índices espaciales.
- Funciones espaciales.

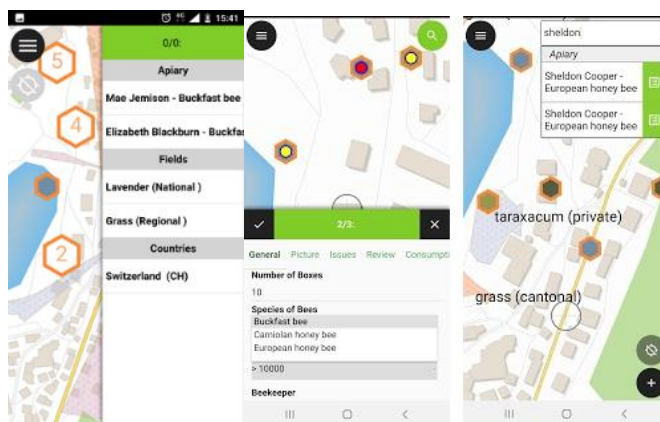
- c) **OpenJump.** Se trata de un software SIG de código abierto, que destaca por su especialización en la edición de geometrías y la edición de los atributos, esto le ha permitido desarrollar una serie de herramientas de análisis vectorial para análisis topológico y operaciones de superposición muy potentes. En el presente proyecto se ha usado fundamentalmente para labores de control de calidad de la información y análisis topológico.



- d) **QField.** Se trata de una aplicación para dispositivos móviles que permite la consulta y modificación de la información geográfica, generada mediante proyectos de QGIS, en



dispositivos móviles (tablets y móviles), lo cual es muy útil durante los procesos de trabajo de campo para consulta de toda la información por parte de los técnicos encargados.



2.3 Determinación de la arquitectura tecnológica

En función de las necesidades específicas del proyecto planteado, se ha propuesto una arquitectura tecnológica que dé soporte al modelo de información y sistemas de información incluyendo, si es necesario, opciones para su mejora. Para esta actividad se tienen en cuenta especialmente los requisitos de carácter tecnológico, aunque es necesario considerar el catálogo completo de requisitos para entender las necesidades de los procesos y proponer los entornos tecnológicos que mejor se adapten a las mismas.

Desde nuestro punto de vista, la arquitectura tecnológica para el desarrollo del SIG, se fundamenta en la utilización de una Base de Datos Geográfica RDBMS, que funciona como almacenamiento de datos, normalización de la información y análisis previstos.

Como motor de la Base de Datos Geográfica y para la gestión de toda la información geográfica del proyecto, tanto las fuentes externas, como la cartografía generada en campo, se implementó una Base de Datos Espacial montada en PostgreSQL+PostGIS.



Como base tecnológica para el desarrollo de la Base de Datos Geográfica se utilizó PostgreSQL 14, con la extensión PostGIS 3 como núcleo del Sistema de Información Geográfica, lo que permitió estructurar la información y los análisis espaciales, mediante la programación de consultas, vistas y disparadores SQL. Esto facilitó que determinados análisis espaciales pudieran ser realizados directamente en la Base de Datos, sin necesidad de definir geoprocursos manuales.



2.4 Metodología

Para el desarrollo de los trabajos necesarios para el cumplimiento de los objetivos propios del presente proyecto, la metodología propuesta se ha basado en la utilización de las herramientas SIG disponibles, facilitando tanto las labores de toma de datos en campo, como los posteriores trabajos de gabinete que concretaron la actualización del Mapa de Vegetación de El Hierro y la zona sur de Gran Canaria.

La metodología propuesta define que el Mapa de Vegetación está compuesto por zonas de unidades de vegetación, que topológicamente son simples y que no se pueden solapar ni generar huecos entre sí.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, toda la información espacial generada se almacena mediante una **Base de Datos Geográfica (BDG)**, entendiéndose esta como una colección de datos organizados de tal manera que sirvan para su integración en aplicaciones de sistemas de información geográfica, y que permiten el almacenamiento estructurado de los datos, de acuerdo a criterios espaciales, tipos de consultas y gestión de la información geográfica, definidos en función de los objetivos perseguidos.

2.4.1 Individualización de las unidades de vegetación.

En función de los criterios establecidos, las distintas unidades que definen el mapa de vegetación se encuentran conformados por recintos geométricos con una serie de atributos que permiten su caracterización.

Esta individualización de los elementos geográficos cumple con los siguientes criterios:

- a) Cada objeto geográfico generado para la caracterización de las unidades de vegetación se encuentra definido como un Identificador Único Universal (UUID). Los identificadores únicos de cada tipo de objeto geográfico y que son únicos en el contexto de la base de datos geográfica utilizada para el presente servicio. El UUID se encuentra conformado por 32 dígitos divididos en cinco grupos, y conformados por valores alfanuméricos.
- b) Las unidades de vegetación tienen que ser elementos únicos a lo largo del ciclo de vida del objeto geográfico, de forma que represente la temporalidad. De esta forma, el código cumple con las siguientes características, según especificaciones del pliego técnico:
 - a. Las unidades de vegetación no pueden ser eliminadas, sino que se generan versiones según los criterios definidos, a excepción de cambios por causa mayor que exijan una redelimitación completa de algún área.
 - b. No pueden ser reutilizados cuando desaparece una unidad de vegetación.
 - c. La modificación de la geometría de la unidad vegetal, que no participe de agregaciones de otros elementos o constituya una división de la geometría existente, genera una nueva versión.
 - d. La modificación de va1_cod, va2_cod, va3_cod o potencial genera una nueva versión del elemento.
 - e. En caso de agregaciones de unidades de vegetación, la unidad de vegetación resultante recibió el código de una de las unidades de vegetación que han sido agregadas.



- f. En caso de división, una de las unidades de vegetación resultante recibió el código de la unidad de vegetación dividida y para el resto se crearon códigos nuevos.
- c) Temporalidad de la información por medio de atributos de fecha de alta/baja y de referencia, para mantener un histórico de las unidades de vegetación, en función de las operaciones de edición realizadas.

El identificador único (UUID) está asociado al recinto desde su creación hasta su desaparición o transformación, realizada mediante procesos de división o agregación. Cada una de las versiones generadas en función de los cambios realizados en los procesos de modificación se delimitó temporalmente en función de los campos *lifespanFrom* y *lifespanTo*, de forma que quede reflejada la escala temporal del ciclo de vida del elemento modificado.

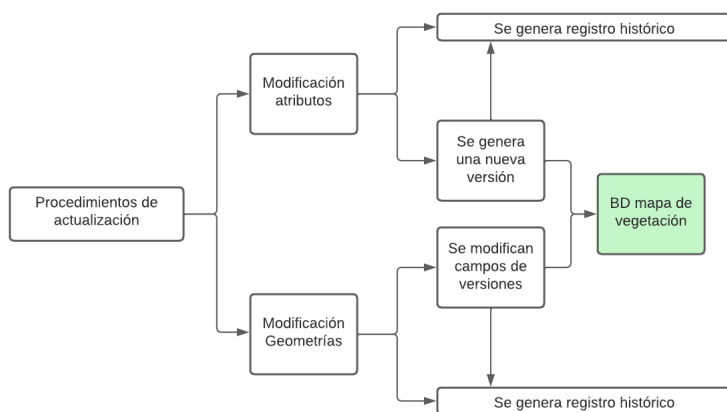
Para un momento temporal concreto, no puede existir más de una versión vigente de un objeto espacial. Así mismo, en el periodo de tiempo asociado al ciclo de vida de un objeto no pueden existir periodos de tiempo en los que no exista una versión vigente.

Esta distinción permite realizar una trazabilidad más sencilla sobre los distintos objetos geográficos que componen el mapa de vegetación, facilitando la consulta y seguimiento de los distintos elementos.

Para ayudar en la identificación de los cambios realizados sobre cada uno de los elementos geográficos que componen el mapa de vegetación, se ha definido la utilización de una tabla que, mediante la definición de un histórico, facilite la consulta de las modificaciones realizadas sobre cada uno de los elementos, con sus respectivas versiones, y que es automatizada mediante la utilización de diversos *trigger* y funciones desarrolladas para este fin.

2.4.2 Metodología de los trabajos de actualización de las unidades de vegetación.

En función de los criterios de individualización establecidos anteriormente, el procedimiento de actualización de la información de manera esquematizada es la siguiente:



Las tareas que se realizaron para la actualización de las unidades vegetación de los ámbitos de estudio se pueden agrupar en dos grandes procedimientos:

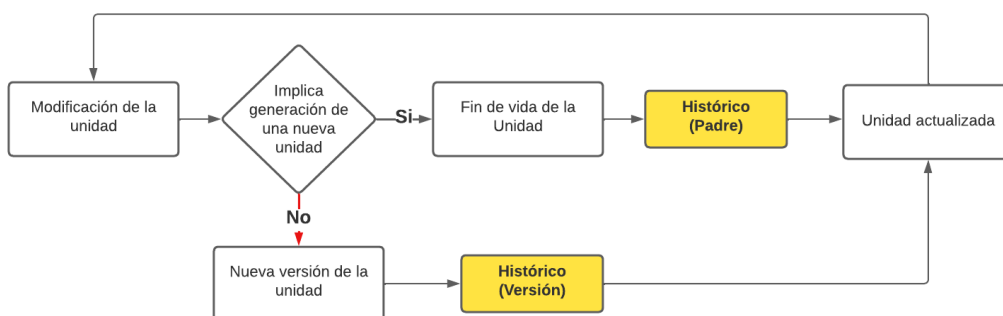
- a) Procedimientos de modificación de los atributos del elemento.
- b) Procedimientos de modificación de la geometría del elemento.



Estos procedimientos no son excluyentes entre sí, ya que, durante una misma actualización de una unidad de vegetación, puede ser necesario la aplicación de ambos procedimientos.

En ambos casos existen una serie de criterios que van a implicar el final del ciclo de vida de una unidad, o su continuidad. Esta distinción permite generar una nueva unidad, que definimos como Hijo/s, que mantendrá un UUID único a lo largo de su ciclo de vida. En este caso, el registro padre se almacena en un histórico que permite observar su evolución a lo largo de los trabajos.

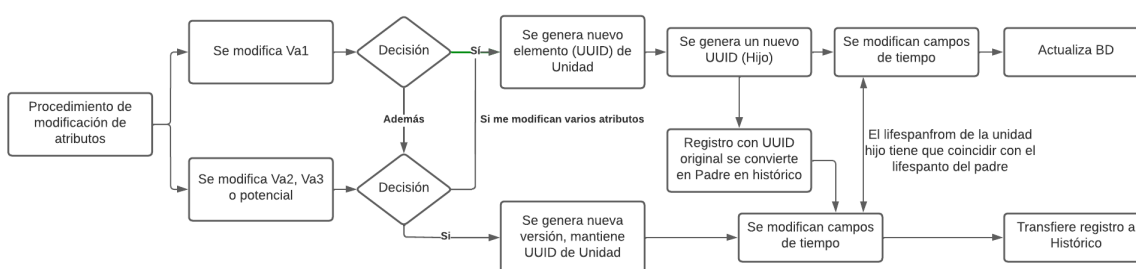
En el caso que las modificaciones impliquen simplemente una modificación de sus atributos, donde se mantenga la unidad de vegetación, se genera simplemente una versión, cuya evolución se puede observar en un registro de versiones.



Procedimientos de modificación de los atributos de una Unidad de Vegetación.

La modificación de los atributos del elemento se corresponde al caso de revisión de alguno de los campos que permiten la caracterización de las unidades de vegetación, que son Vegetación Principal (va1_cod), vegetación secundaria (va2_cod), vegetación terciaria (va3_cod) o vegetación potencial. Estas modificaciones podrían implicar también alguna modificación respecto a la geometría, lo que implicaría la concatenación de ambos procedimientos.

El esquema conceptual de este procedimiento se puede observar en la siguiente figura:



Como se indica en el esquema es importante distinguir aquellos casos que impliquen la generación una versión o una nueva unidad. El fin del ciclo de vida de una unidad de vegetación viene definida por la modificación de la vegetación principal y/o la modificación de varios campos de caracterización de la vegetación (va).

En estos casos, se generará un nuevo UUID, y se indicará en el campo *parent*, el UUID de la unidad que han partido. De esta forma es posible consultar en todo momento cual es el origen de la información y cuál ha sido su transformación.

Cualquiera de estos cambios afecta a los campos *lifespanFrom* y *lifespanTo*, donde se indica el momento temporal de inicio y modificación de la unidad.

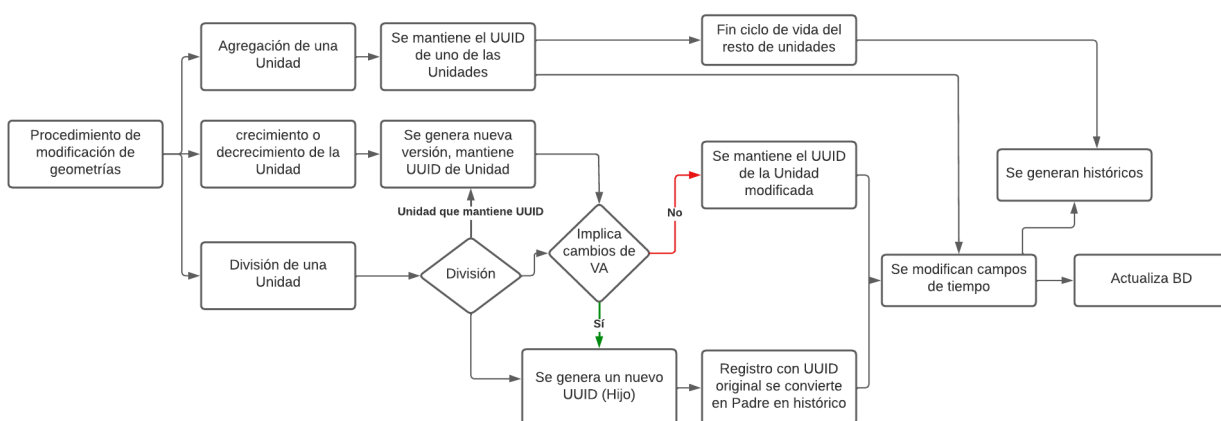
Procedimientos de modificación de la geometría de una Unidad de Vegetación

Los procedimientos de modificación de la geometría pueden implicar principalmente tres casuísticas:

- a) Una modificación por crecimiento o decrecimiento de la Unidad de Vegetación.
- b) Una modificación por agregación de la Unidad de Vegetación
- c) Una modificación por la división de la Unidad de vegetación.

En todos los casos es necesario entender el comportamiento topológico de las Unidades de Vegetación, ya que las modificaciones de geometrías pueden tener implicaciones en los elementos próximos, que podrían afectar a su ciclo de vida.

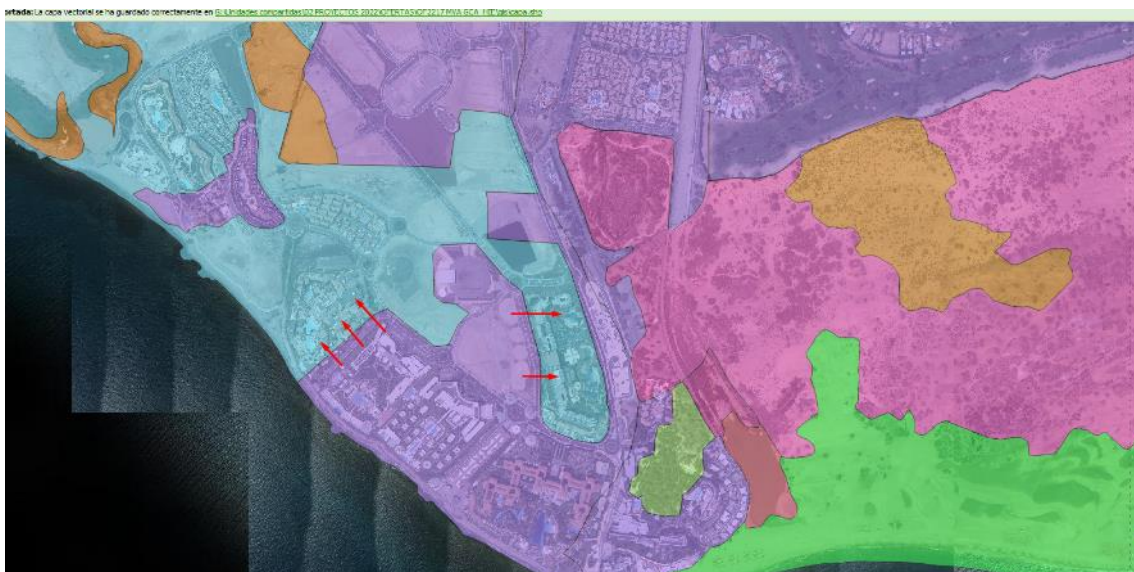
El procedimiento de modificación de geometrías se puede resumir en el siguiente esquema conceptual:



El caso más sencillo es la agregación de varias unidades de vegetación, que son vecinas y comparten los mismos campos de caracterización. En estos casos no se genera un UUID Padre, sino que, al no ser una modificación de sus características, se agrupan todos los elementos en un único elemento, suponiendo el fin de vida del resto, que se mantienen en el histórico.

En el caso del crecimiento o decrecimiento de la geometría de una Unidad, al no tratarse de una modificación de las características de la unidad, se mantiene como una versión de los elementos modificados, sin que implique generar un nuevo identificador único.

Un ejemplo de estos casos se puede observar en la siguiente figura, donde el ajuste del recinto que caracteriza las zonas urbanas implica un decrecimiento y/o crecimiento de algunos de sus límites. Esta modificación no implica un cambio de la Unidad, sino una mejora de su delimitación, por lo que no es necesario generar un nuevo UUID para los elementos modificados



La división de una unidad lleva implícito una modificación de las características de alguno de los elementos resultantes. En estos casos, se mantiene el UUID del elemento resultante, siempre que mantenga sus características, y el resto son considerados como UUID Hijos.

En la siguiente figura se puede observar un ejemplo, donde es necesario dividir varias unidades para caracterizar una infraestructura viaria. En estos casos, solo mantendrá el UUID original uno de los elementos resultantes con las mismas características, y el resto son considerados como nuevos elementos.

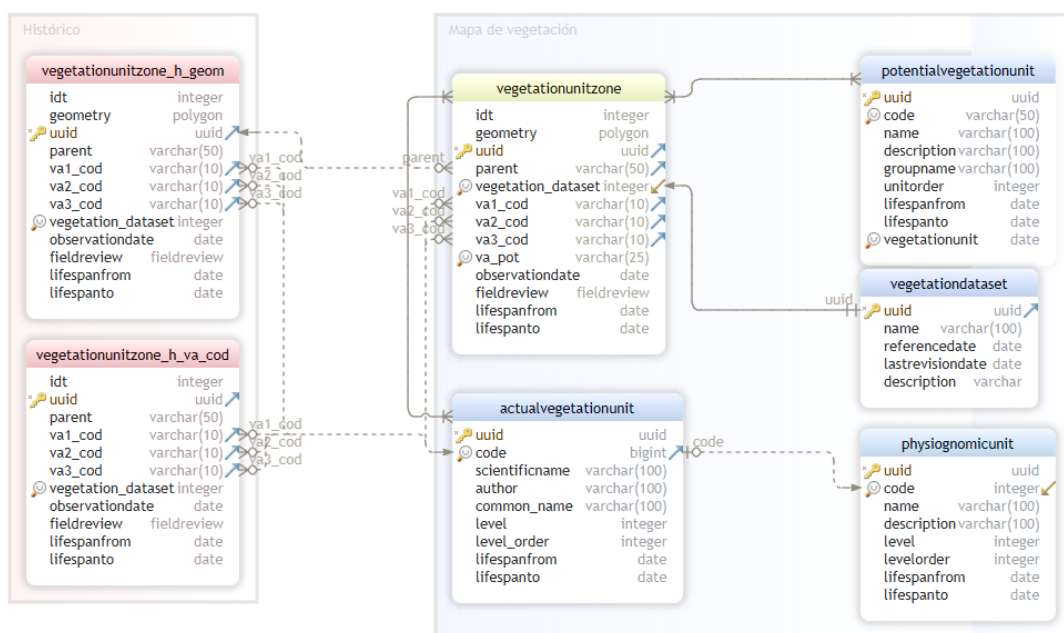


2.4.3 Estructura y modelo de la información.

El modelo de datos básico determinado ha sido detallado en el pliego de condiciones técnicas y cuyo contenido mínimo ha sido asumido.

El elemento central del modelo de datos planteado es el objeto espacial “*Unidades de vegetación*” que representa, mediante información georreferenciada, la localización y forma geométrica de las unidades de vegetación que caracterizan el territorio, y que cubren la totalidad del ámbito territorial definido en el proyecto.

En función de las características descritas en el pliego de condiciones técnicas y en función de nuestra experiencia en trabajos previos, el modelo de datos para este servicio ha sido el siguiente:



Las entidades que componen la base de datos serán las siguientes:

2.4.4 Caracterización de los dataset de información

La caracterización de cada uno de los ámbitos territoriales utilizados para la actualización del mapa de vegetación se encuentra definida en la tabla denominada *vegetationDataSet*. Esta tabla permite identificar cada uno de los parámetros genéricos de la información generada.

Idx	Field Name	Data Type
*	uuid	uuid
	name	varchar(100)
	referencedate	date
	lastrevisiondate	date
	description	varchar
Indexes		
	pk_vegetationdate_uuid	ON uuid
Foreign Keys		
	fk_vegetationdataset_vegetationunitzone	(uuid) → <u>vegetationunitzone</u> (vegetation_dataset)

Los principales campos que permiten la caracterización de los dataset son los siguientes:

- *referenceDate*. Este campo contiene la fecha de referencia de las fuentes de información utilizadas durante los procesos de actualización
- *lastRevisionDate*. Este campo contiene la fecha más reciente de actualización de la información contenida en el Dataset
- *Description*. Se denomina cada uno de los dataset utilizados en función de la información fuente utilizada.

2.4.5 Caracterización de las unidades de vegetación

Las unidades de vegetación que son objeto de la presente actualización se encuentran definidas en la tabla denominada *vegetacionUnitZone*. Esta tabla contiene no solo los atributos alfanuméricos que permiten la definición de las unidades de vegetación, sino su delimitación geográfica, que es definida mediante un campo *geom*.



El formato de estas tablas se encuentra definido por el pliego técnico y consta de tres tablas independientes, que permiten completar la información de las unidades de vegetación por medio de su vinculación.

Las tablas que componen esta caracterización son las siguientes:

1. Tabla *actualvegetationunit*

Idx	Field Name	Data Type
*	uuid	uuid
	code	bigint
	scientificname	varchar(100)
	author	varchar(100)
	common_name	varchar(100)
	level	integer
	level_order	integer
	lifespanfrom	date
	lifespanto	date
Indexes		
	pk_actualvegetationunit_uuid	ON uuid
	unq_actualvegetationunit_code	ON code
Foreign Keys		
	fk_actualvegetationunit_vegetationunitzone	() → <u>vegetationunitzone</u>
	fk_actualvegetationunit_vegetationunitzone_0	() → <u>vegetationunitzone</u>
	fk_actualvegetationunit_vegetationunitzone_1	() → <u>vegetationunitzone</u>
	fk_actualvegetationunit_physiognomicunit	(code) → <u>physiognomicunit</u>
Referring Foreign Keys		
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit	(code) ← <u>vegetationunitzone(va1_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_0	(code) ← <u>vegetationunitzone(va2_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_1	(code) ← <u>vegetationunitzone(va3_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_geom(va1_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_0	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_geom(va2_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_1	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_geom(va3_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_2	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_va_cod(va1_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_3	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_va_cod(va2_cod)</u>
	fk_vegetationunitzone_actualvegetationunit_4	(code) ← <u>vegetationunitzone_h_va_cod(va3_cod)</u>

2. Tabla *physiognomicunit*:

Idx	Field Name	Data Type
*	uuid	uuid
	code	integer
	name	varchar(100)
	description	varchar(100)
	level	integer
	levelorder	integer
	lifespanfrom	date
	lifespanto	date
Indexes		
	pk_physiognomicunit_uuid	ON uuid
	unq_physiognomicunit_code	ON code
Referring Foreign Keys		
	fk_actualvegetationunit_physiognomicunit	(code) ← <u>actualvegetationunit</u>

3. Tabla *potentialvegetationunit*:

Idx	Field Name	Data Type
*	uuid	uuid
	code	varchar(50)
	name	varchar(100)



description	varchar(100)
groupname	varchar(100)
unitorder	integer
lifespanfrom	date
lifespanto	date
vegetationunit	date
Indexes	
pk_potencialvegetationnit_uuid	ON uuid
unq_potencialvegetationnit_vegetationunit	ON vegetationunit
unq_potencialvegetationunit_code	ON code
Foreign Keys	
fk_potencialvegetationunit_vegetationunitzone	() → <u>vegetationunitzone</u>

2.4.7 Histórico de la información

Con el objetivo de mantener un histórico de todas las modificaciones realizadas sobre la tabla de unidades de vegetación, objeto prioritario de este servicio, fue sobre el que se realizaron un mayor número de modificaciones.

Esta tabla ha sido completada automáticamente mediante la utilización de disparadores (*trigger*), definidos en el RDBMS y que facilitan que cualquier modificación realizada sobre la capa de origen se vea reflejada en esta tabla.

Los registros del histórico se dividen en función de los criterios establecidos en los procedimientos de actualización en:

- Registros de cambio de versión de las unidades, que no implican un fin en el ciclo de vida del elemento
- Registros de final de ciclo de vida de la unidad geográfica, que implica la generación de nuevas unidades.

De esta forma se asegura el mantenimiento de un histórico de versiones, centralizado y que permite tener un seguimiento de cada una de las versiones que van siendo generadas durante los procesos de actualización.

2.5 Características geométricas de las unidades de vegetación

a. Unidad mínima cartografiada (UMC).

Para la determinación de la Unidad Mínima Cartografiada (UMC) se toma de referencia el actual Mapa de Vegetación de Gran Canaria y El Hierro, siendo su polígono de menor área de 12 m² (una pequeña baja en la costa E de El Hierro), salvo casos específicos donde para permitir la continuidad de la información actualizada sea necesario mantener superficies menores. De manera general, al igual que en la confección del Mapa de Vegetación original, la unidad mínima de cartografiado la constituye una superficie equivalente a 5.625 m² (aprox. 0,5 ha).

b. Tolerancias geométricas.

Las coordenadas de las geometrías resultantes deben mantener la definición original del mapa topográfico 1:5000 permitiendo una tolerancia máxima XY de 0,001 m. Toda relación topológica 2D dentro de la base de datos debe quedar garantizada dentro de esta tolerancia de 0,001 m.



2.6 Cartografía y sistemas de referencia.

La cartografía base utilizada para la realización de la presente actualización es la realizada y suministrada por la empresa Cartográfica de Canarias S.A (GRAFCAN), que haya sido publicada en la fecha más reciente, y a la que se pueda tener acceso.

La base cartográfica utilizada durante los trabajos detallados ha sido la cartografía oficial desarrollada por el Gobierno de Canarias, que emplea el sistema geodésico de Referencia ITRF93 y cuyos parámetros más significativos son:

Parámetro	Valores
Elipsoide	WGS84. Semieje mayor: a = 6.378.137,0 m. Aplanamiento: f = 1/298,257223563
Datum	Geocéntrico
Marco geodésico de referencia	REGCAN95 (versión 2001)
Orígenes de coordenadas geodésicas	Latitudes referidas al Ecuador y consideradas positivas al norte. Longitudes referidas al meridiano de Greenwich y consideradas positivas al este y negativas al oeste del mismo.
Origen de altitudes	Las altitudes están referidas al nivel medio del mar definido por el mareógrafo o escala de mareas del puerto determinado para cada una de las islas.
Sistema cartográfico de representación	UTM
Huso	28N (extendido)
Sistema de referencia EPSG	EPSG:32628

La cartografía temática que se ha elaborado para el desarrollo de los trabajos, se realiza a su vez en función de este Sistema Geodésico de Referencia, en cumplimiento con lo especificado por el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

2.7 Control de Calidad de los datos.

La Real Academia Española define en la tercera acepción del término calidad: *“Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas. Control de la calidad de un producto”*. Como consecuencia de ello la calidad de la información es de alguna manera una medida que, aplicada a la información geoespacial, permite evaluar el grado de confianza con la que se puede utilizar para un uso determinado.

En función de las determinaciones reflejadas en el pliego técnico, la información geográfica cumple con unas reglas topológicas básicas, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La extensión de la cobertura debe cubrir la totalidad del territorio insular del ámbito.
- No existencia de huecos entre recintos.
- No existencia de solapes entre recintos.
- Vértices coincidentes entre los bordes compartidos por cualquiera de dos polígonos adyacentes.
- Códigos identificativos únicos en geometría e históricos.

Estos criterios se encuentran acordes con las determinaciones establecidas en la Norma ISO 19157:2013 *“Geographic Information – Data Quality”* y que son usados como base para el desarrollo de la metodología destinada al control de calidad de la información geográfica.



En esta se indican los elementos que son de aplicación de la calidad del conjunto de datos: la compleción (presencia o ausencia de fenómenos, sus atributos y relaciones) tanto por falta (omisión) como por exceso (comisión); la consistencia lógica (grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de datos); la exactitud posicional (exactitud de la posición de los fenómenos representados); y la exactitud temática (exactitud de los atributos y de las clasificaciones de fenómenos).

Cada uno de estos elementos puede ser medido y cuantificado tal y como se recoge en la siguiente tabla:

Elemento	Medida	Procedimiento de evaluación
<p>1. Compleción:</p> <p>1.1. Comisión: Datos excedentes presentes en el conjunto de datos</p> <p>1.2. Omisión: Datos ausentes de un conjunto de datos</p>	<p>Para las dos subelementos, la presencia o ausencia de elementos en la cartografía respecto a los que deberían estar presentes no puede superar el 10%.</p>	<p>Comprobación por medio de fuentes externas (siempre que se pueda oficiales) de una zona que represente un 10% del área en cada uno de los sectores de trabajo definidos.</p>
<p>2. Consistencia lógica:</p> <p>2.1. Consistencia conceptual: Adherencia a las reglas del modelo conceptual. Este error no debe de existir.</p>	<p>Las relaciones entre los elementos de la base de datos deben cumplir con las normas del modelo conceptual. Este tipo de error debe ser inferior al 5%.</p>	<p>Comprobación por medio de fuentes externas (siempre que se pueda oficiales) de una zona que represente un 10% del área en cada uno de los sectores de trabajo definidos.</p>
<p>2.2. Consistencia de dominio: Adherencia de los valores a su dominio. La definición y las restricciones del modelo de datos impiden que se pueda producir este error.</p> <p>2.3. Consistencia de formato: Grado en el que los datos se almacenan de acuerdo con la estructura física del conjunto. La definición y las restricciones del modelo de datos impiden que se pueda producir este error.</p> <p>2.4. Consistencia topológica: Grado de corrección de las relaciones topológicas entre objetos</p>	<p>Las relaciones entre los elementos de la base de datos deben cumplir con unas normas topológicas establecidas. Este tipo de error debe ser inferior al 5%.</p> <p>Los tipos de error aplicados a áreas (A) líneas (L) y puntos (P) son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dangle: La longitud mínima permitida para un arco colgante será de 0,1 metros. (L) - Snap: La distancia mínima dentro de la cual se unirán (coincidirán) dos nodos para formar uno sólo será de 0,001 metros. (L, A) - Superposiciones de vértices. (P, L, A) - Gaps o huecos 	<p>Comprobación automática de todas las normas topológicas establecidas.</p>
<p>3. Exactitud posicional:</p> <p>3.1. Exactitud posicional absoluta: Proximidad entre los valores de coordenadas de la base de datos y los valores verdaderos o aceptados como tales.</p>	<p>El cálculo del error posicional se obtiene midiendo la distancia entre un punto claramente identificable en la base de datos y un patrón. En coordenadas (x, y) como máximo el 10% de los puntos identificados pueden mostrar un error superior a los 2 m</p>	<p>Comprobación directa de 20 puntos en cada uno de los sectores de trabajo definidos.</p>
<p>4. Exactitud temática:</p> <p>4.1. Corrección de las clasificaciones: Comparación de las clases asignadas a los objetos geográficos o a sus atributos, frente a un universo discurso.</p> <p>4.2. Corrección de atributo no cuantitativo: medida de si un</p>	<p>Para las tres subelementos, la medida del error en la clasificación de los elementos y sus atributos se basa en la comparación de estos con los que debería tener según el modelo de datos y las normas de captura. Para cada subelemento el error máximo admisible es del 5%.</p>	<p>Comprobación de la clasificación y sus atributos de todos los elementos presentes de una zona que represente un 10% del área de trabajo.</p>



Elemento	Medida	Procedimiento de evaluación
4.3. Exactitud de atributos cuantitativos: Proximidad del valor de un atributo cuantitativo al valor verdadero o aceptado como tal.		

2.8 Procedimientos de comprobación topológica de la información

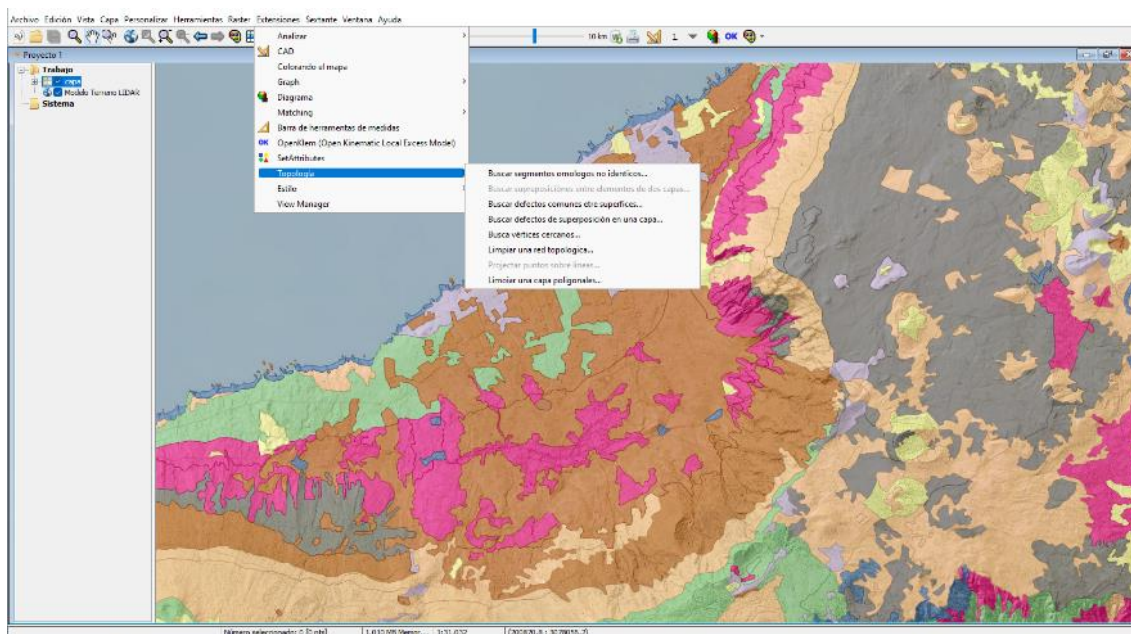
Para la comprobación de la topología de la información geográfica del presente proyecto, se han usado varios niveles de comprobación topológica que permiten la verificación de la información durante la duración de los trabajos.

El primer nivel de comprobación topológica se realiza en la propia Base de Datos, de forma que se encuentra implícita en los trabajos de edición de la información. Estos procedimientos se basan en el diseño de una serie de funciones en el propio RDBMS, que mediante disparadores o *triggers* comprueban los datos según se vayan modificando, lo que permite establecer notificaciones a los técnicos encargados para la revisión de la información según la van añadiendo.

Esta primera comprobación facilita buscar incoherencias entre los atributos que se van añadiendo y las tablas de referencias.

El siguiente nivel de comprobación topológica de la información, se basa en la utilización de *software* GIS, que contienen herramientas propias para esta finalidad. Se utilizó en un primer momento las herramientas incluidas en el propio QGIS, para detectar errores topológicos.

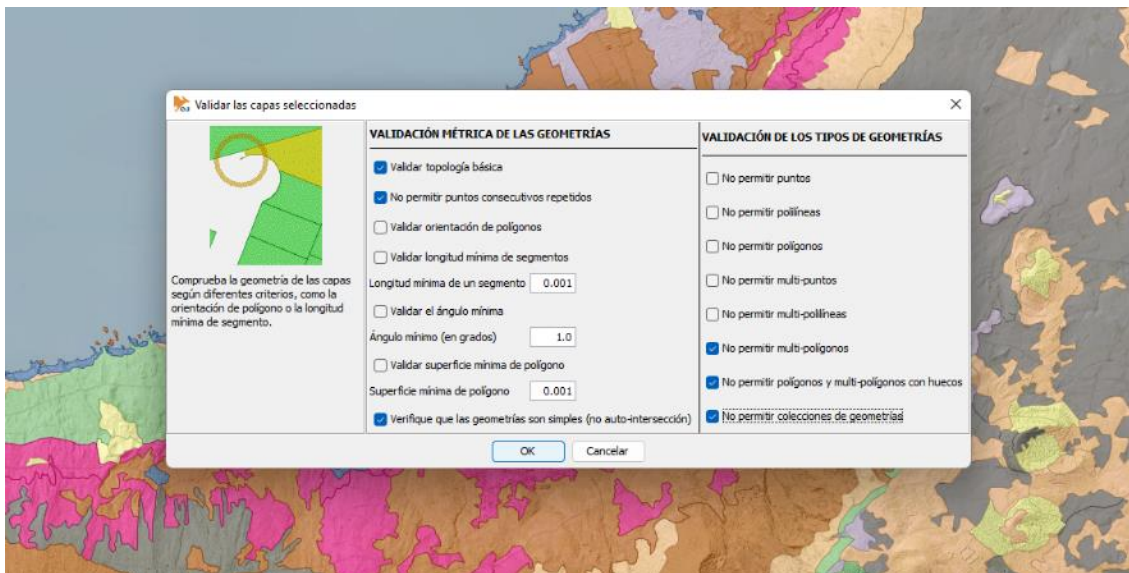
En función de experiencias con otros proyectos similares, a su vez se utilizó además el *software* GIS *OpenJump* ya que tiene un conjunto de herramientas de control de Calidad más completas.



Además se han aplicado estas reglas de validación topológica que pueden ser modificadas en función de las necesidades del trabajo:



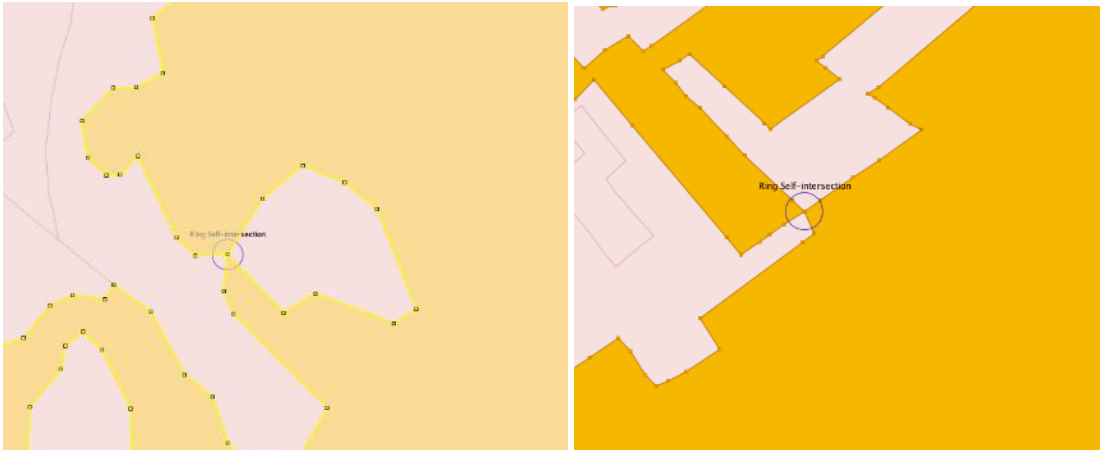
- a) Validación métrica de las geometrías:
 - Validar topología básica.
 - No permitir puntos consecutivos repetidos.
 - Validar orientación de polígonos.
 - Validar superficie mínima de polígonos (0.001m)
- b) Validación de los tipos de geometrías:
 - No permitir multi polígonos.



A partir de esta operación se puede obtener un resultado similar a la siguiente figura, donde se muestra el tipo de error y el identificador (FID) del polígono sobre el que se debe actuar

FID	ERROR	SOURCE_FID
59303	Ring Self-Intersection	1000
59304	Geometría no simple	1000
59305	Ring Self-Intersection	2384
59306	Geometría no simple	2384
59307	Ring Self-Intersection	2396
59308	Geometría no simple	2396
59309	Ring Self-Intersection	2397
59310	Geometría no simple	2397
59311	Ring Self-Intersection	6052
59312	Geometría no simple	6052
59313	Ring Self-Intersection	6130
59314	Geometría no simple	6130
59315	Ring Self-Intersection	6366
59316	Geometría no simple	6366
59317	Ring Self-Intersection	7860
59318	Geometría no simple	7860
59319	Ring Self-Intersection	7865
59320	Geometría no simple	7865
59321	Ring Self-Intersection	9010
59322	Geometría no simple	9010
59323	Ring Self-Intersection	9331
59324	Geometría no simple	9331
59325	Ring Self-Intersection	9535
59326	Geometría no simple	9535
59327	Ring Self-Intersection	9800
59328	Geometría no simple	9800
59329	Ring Self-Intersection	9850
59330	Geometría no simple	9850
59331	Ring Self-Intersection	9975
59332	Geometría no simple	9975
59333	Ring Self-Intersection	10236
59334	Geometría no simple	10236
59335	Clase de geometría...	10522

Dentro de los errores que puede detectar se indican las intersecciones de nodos con anillos, que se deben corregir para que la geometría no de errores, mediante la redelimitación de las geometrías. En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos:

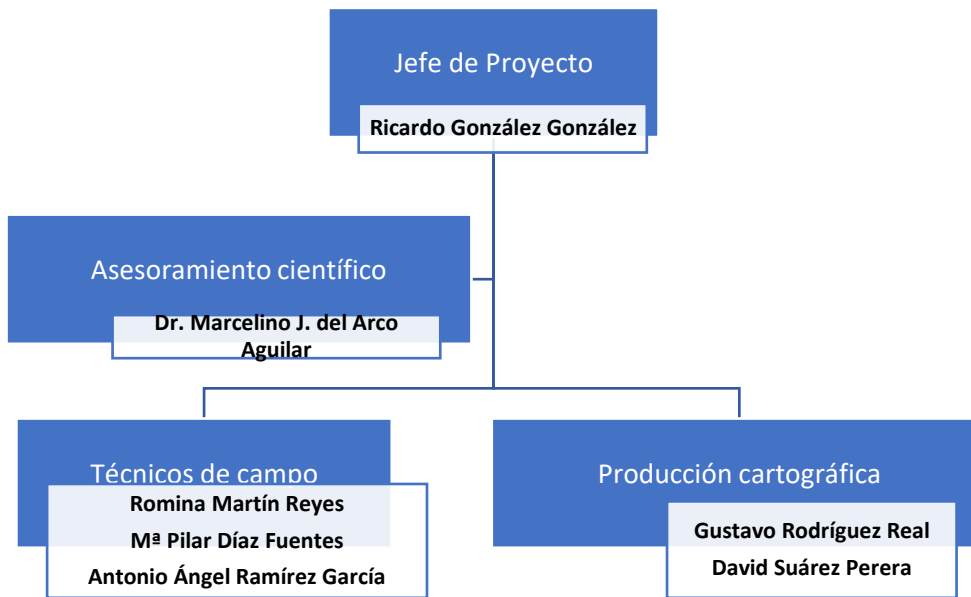


Ejemplo de errores de nodos con anillos (*Ring self intersection*).

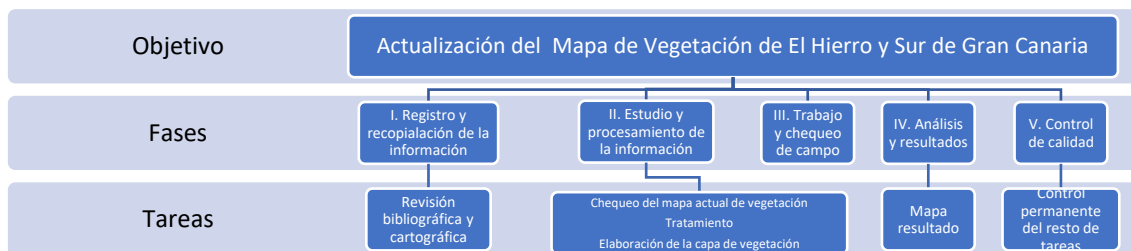
3. PLAN DE TRABAJO

3.1 Estructura de Descomposición del Trabajo

3.1.1 Organigrama



3.1.2 Esquema de trabajo



Los administradores mancomunados

Ricardo González González

Romina Martín Reyes