



OVIHUEC.DAT

Caracterización de la gestión forestal e impulso socioeconómico en zonas de montaña mediante un rebaño comunal en un entorno digital

2.1.1.1

Hectáreas pastoreadas por animales en extensivo controlados con vallado virtual en Vilamòs y en Somiedo

Convocatoria de ayudas de la Fundación Biodiversidad, en régimen de concurrencia competitiva, para apoyo a proyectos transformadores para la promoción de la bioeconomía ligada al ámbito forestal y la contribución a la transición ecológica (regulada por la Orden TED/1014/2021, de 20 de septiembre, y por la Orden TED/408/2023, de 24 de abril, que modifica la anterior) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU para el ejercicio del 2023

Información del documento

Número de informe	2.1.1.1
Nombre del informe	Hectáreas pastoreadas por animales en extensivo controlados con vallado virtual en Vilamòs y en Somiedo
Descripción del informe	Este informe contiene el proceso completo de análisis de datos de los collares de geolocalización para conocer las hectáreas pastoreadas por el rebaño de Ovihuec.dat.
Objetivo	Objetivo 2 - Tecnológico
Actividad	Actividad 2.1 - Testeo de collares de geolocalización de conexión por LORA y collares de vallado virtual NOFENCE
Entidad coordinadora de la actividad	IRTA
Entidades participantes de la actividad	Fundación CTIC, Conselh Generau d'Aran
Palabras clave	Ganadería, tecnología, geolocalización, vallado virtual,
Autores	Neus Artigas Piñero, Antoni Dalmau Bueno, Juan Cañada
Colaboradores	Jorge Álvarez, Emilio Tereñes
Aprobado por	Antoni Dalmau Bueno

Advertencia:

Este documento es propiedad de los miembros que conforman el proyecto OVIHUEC.DAT. No está permitida su copia o distribución en ningún caso sin el consentimiento previo de los propietarios de este, quienes tienen los derechos de autor del presente escrito.

Parte de la convocatoria de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Sin embargo, las opiniones y visiones expresadas son de los autores del documento y no representan necesariamente las de los entes convocantes y financieros. Por lo tanto, ni la Unión Europea ni la entidad convocante pueden ser responsabilizadas por estas.



Índice

1. Introducción	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Estructura del informe	5
2. Visualización de datos en QGIS	5
3. Cálculo del área de la zona de pastoreo	7
4. Somiedo	11
Mapas de calor	14
5. Referencias bibliográficas	15



1. Introducción

1.1. Antecedentes

La heterogeneidad del paisaje es un elemento fundamental para la riqueza florística y faunística de un territorio. Zonas con ambientes diversos permiten la coexistencia de un mayor número de especies, mientras que la presencia simultánea de distintos hábitats genera procesos ecológicos que favorecen la biodiversidad (Fahrig et al., 2011). Diversos estudios han demostrado que la heterogeneidad es un factor crítico para determinar la riqueza de fauna de una región (Autari y de Lucio, 2001). Cuando el paisaje pierde esta diversidad estructural por culpa de la colonización vegetal y la invasión de especies generalistas, la biodiversidad disminuye de manera significativa (Bernáldez, 1991). Por este motivo, la conservación de ecosistemas sanos requiere mantener un mosaico de hábitats y distintas etapas sucesivas capaces de sostener las especies que, de manera natural, deberían ocupar el territorio (Kuuluvainen, 2004).

En las últimas décadas, el descenso poblacional en entornos de alta montaña y, de rebote, la disminución de las ganaderías en la región, provocaron un cambio profundo en la gestión agrícola y ganadera. Se pasó de un manejo tradicional a un modelo más moderno, basado en intensificar el uso de las zonas más fértiles y mejor comunicadas - los fondos de valle y los espacios próximos a los núcleos urbanos - mientras se abandonaban progresivamente los campos de cultivo de menor calidad y accesibilidad (Bosch, 2017; García-Ruiz y Lasanta, 1990). Este cambio en los usos del territorio tuvo consecuencias muy relevantes en el paisaje. De hecho, diversos estudios muestran que en los últimos 70 años cerca del 50% de la superficie ha sido modificada debido a la transformación de los usos del suelo, con una clara tendencia hacia la regeneración vegetal y un aumento notable de la cobertura de bosques y matorrales (Poyatos et al., 2003; Vicente-Serrano et al., 2004). Así pues, el paisaje evoluciona hacia una mayor simplificación y homogeneización, con una reducción clara de la fragmentación (Lasanta et al., 2019).

Esta pérdida de actividad ganadera ha desencadenado una serie de procesos ecológicos desfavorables: expansión de arbustos y bosques, acumulación de biomasa, disminución de la diversidad vegetal y, en general, una creciente homogeneización del paisaje (Biró et al., 2020). La reducción de áreas abiertas



limita los hábitats disponibles para numerosas especies de interés, desde mariposas y aves hasta fauna emblemática como el oso o el quebrantahuesos.

En este contexto, la ganadería extensiva juega un papel esencial. Los sistemas agrícolas y ganaderos tradicionales, y especialmente el pastoreo extensivo, promueven la heterogeneidad y la formación y preservación de superficies abiertas (Berkes et al., 2000). Un pastoreo de intensidad moderada puede ser una herramienta de gestión muy beneficiosa incluso en espacios protegidos (Freschi et al., 2015), hasta el punto de que muchos hábitats a escala global están recuperando prácticas tradicionales de pastoreo con finalidades de conservación o restauración (Biró et al., 2020). Mantener los prados subalpinos requiere, por tanto, una gestión activa basada en la recuperación de estos usos tradicionales: restaurar prados abandonados, reducir la expansión del matorral y del bosque, permitir la regeneración mediante rotaciones o diversificar los tipos de ganado (Ubach et al., 2023). Todo ello hace necesaria una planificación adecuada de la carga ganadera que determine cuántos animales, y de qué tipo, pueden aprovechar el entorno sin perjudicar su diversidad florística y faunística.

En este escenario de cambio territorial y de necesidad de una gestión más sostenible, disponer de información precisa sobre los patrones de movilidad y uso del espacio por parte del ganado extensivo se vuelve imprescindible. El uso de tecnologías de geolocalización, como los collares de cerrado virtual i los GPS, ofrece una oportunidad única para analizar de forma objetiva cómo el rebaño utiliza el territorio y qué superficies son realmente pastadas.

1.2. Objetivo

El objetivo principal de esta actividad es procesar y analizar los datos obtenidos mediante los collares de geolocalización con la herramienta SIG - concretamente QGIS - para delimitar las zonas de pastura del rebaño del proyecto OVIHUEC.DAT, entrenado con los collares de vallado virtual, durante todo el 2025 y calcular el área de pastura real.



1.3. Estructura del informe

La estructura de este informe se organiza en dos bloques principales, con el objetivo de reflejar de manera progresiva el proceso seguido desde la preparación de los datos hasta conocer la cantidad de hectáreas pastoreadas por el rebaño OVIHUEC.DAT. El primer bloque se centrará en el análisis de datos mediante el programa QGIS y, el segundo, en el cálculo del área de la zona pastada.

2. Visualización de datos en QGIS

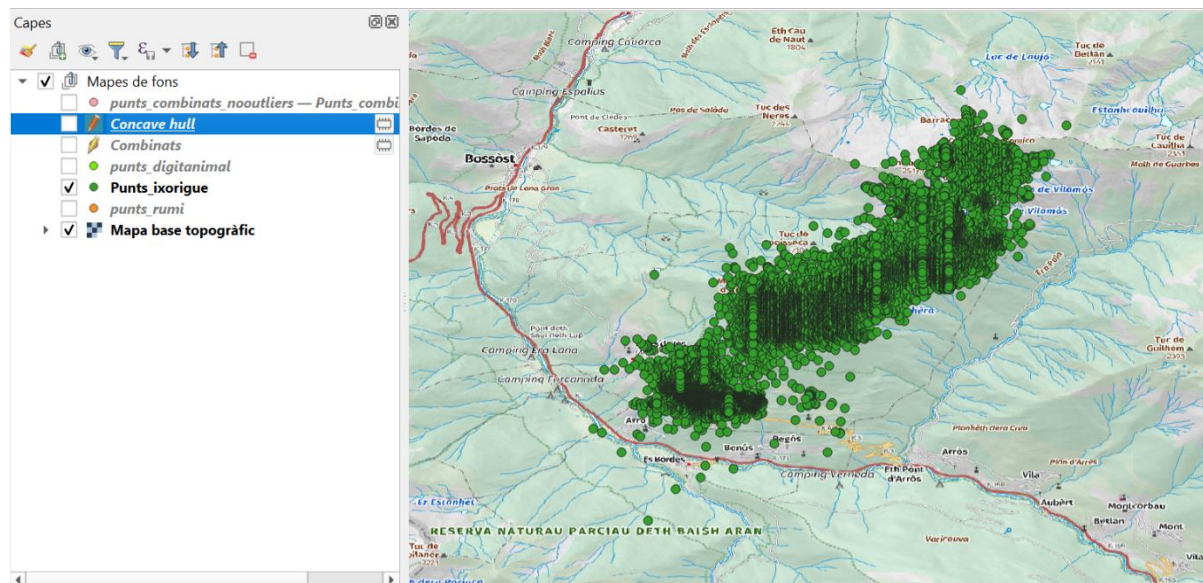
Los datos proceden de los collares de geolocalización colocados en el rebaño de ovejas del proyecto OVIHUEC.DAT, el mismo que ha sido entrenado con los collares de cerrado virtual. Se han colocado un total de 90 dispositivos de geolocalización distribuidos entre tres marcas: *Digitanimal*, *Rumi-Innogando* e *Ixorigue*, con 30 collares de cada una. Estos collares han estado activos en los animales desde enero de 2025 y gran parte han permanecido en funcionamiento hasta la actualidad (diciembre de 2025).

Se retiraron los collares de los animales que mostraban algún signo de malestar por el collar, como lesiones por rozadura, así como los animales que en otoño se encerraban en la nave para parir, para evitar que se dañasen por el contacto con los comederos metálicos. Una vez retirados, se procuraba que el collar permaneciera en la nave de Vilamòs, evitando cualquier manipulación que pudiera generar registros erróneos.

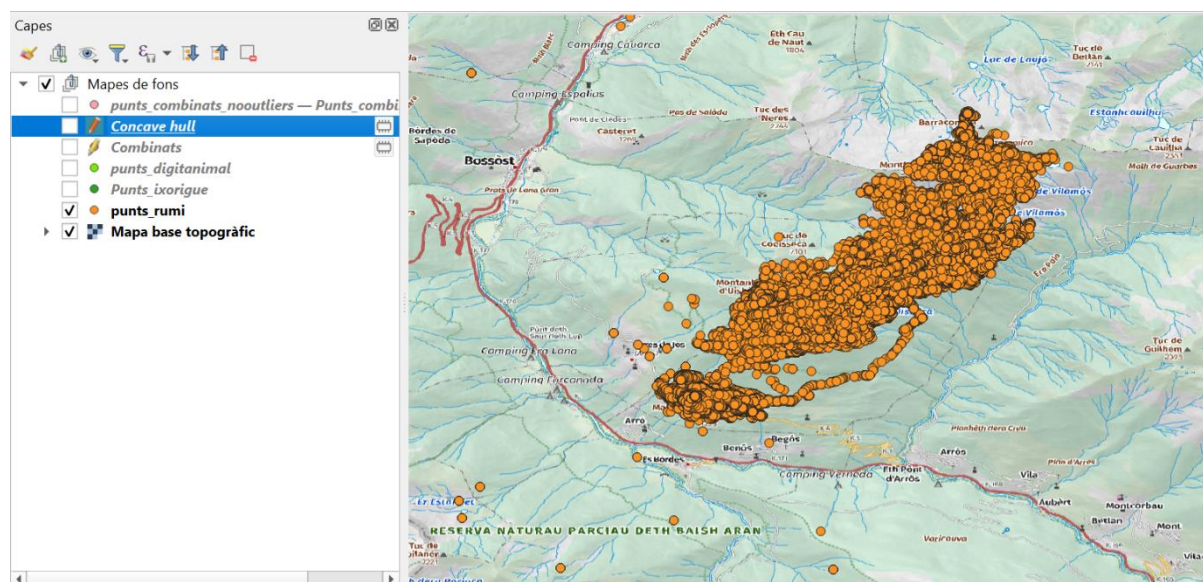
Los datos de los dispositivos se solicitaron a los técnicos de cada casa. Cuando trabajamos con datos de localización, lo habitual es recibirlos en archivo CSV. Estos archivos contienen filas con información de cada punto, y columnas con sus coordenadas de latitud y longitud, normalmente en grados decimales.

Para la visualización de las coordenadas en el mapa mediante el programa QGIS, se añade una capa de texto delimitado por cada CVS que tenemos. En este caso, un archivo por cada marca de collar: *Digitanimal*, *Rumi-innogando* e *Ixorigue*. Durante este proceso, es importante asegurarse que el delimitador que QGIS utiliza coincide con el de nuestro CVS; normalmente será la coma, pero puede ser - como en el caso de los datos de *Ixorigue* - que sea el punto y coma o cualquier otro tabulador. También será necesario definir la geometría de nuestros datos, siendo el más común coordenadas X/Y. Es fundamental asignar correctamente las columnas siendo X la

longitud y Y la latitud. Una vez introducidas todas las especificaciones, los puntos ya serán visibles encima del mapa o capa principal que habremos seleccionado previamente; en nuestro caso, el mapa base topográfico de Cataluña. En las siguientes imágenes, podemos visualizar los puntos de las tres marcas de collares de geolocalización:



Il·lustració 1: Puntos de coordenadas de las señales de los collares Ixorigue durante 2025.



Il·lustració 2: Puntos de coordenadas de las señales de los collares Rumi-Innogando durante 2025.

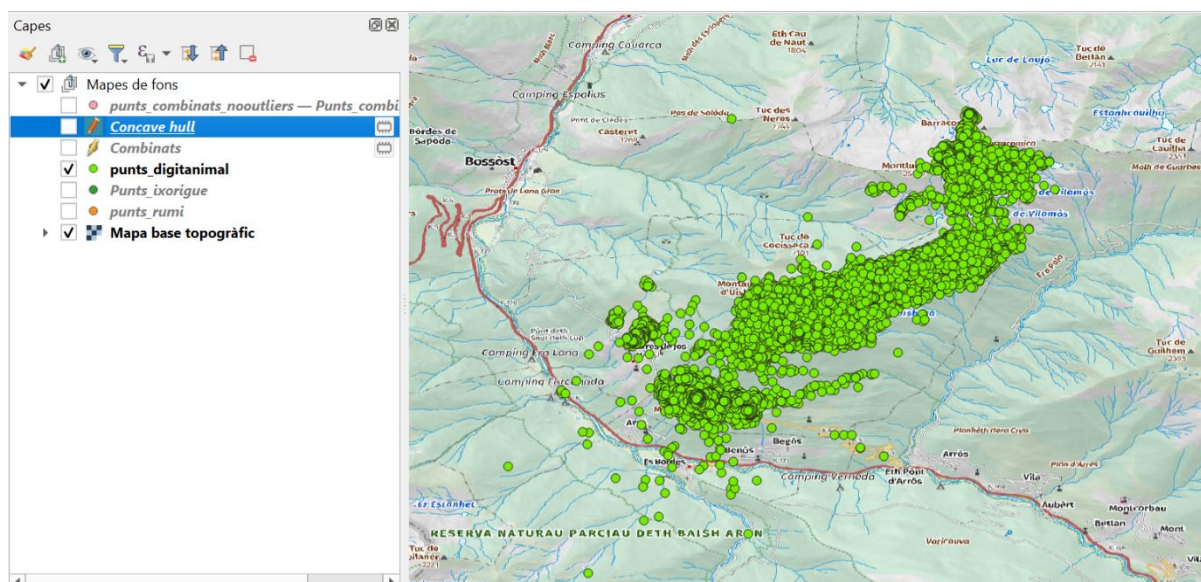


Ilustración 3: Puntos de coordenadas de las señales de los collares Digitalanimal durante 2025.

3. Cálculo del área de la zona de pastoreo

Las tres capas de puntos representan las localizaciones de los animales de las distintas marcas de collares. Para el cálculo del área de la zona pastada, será necesario fusionar las tres capas en una. Para hacer este procedimiento utilizaremos la herramienta de combinar capas vectoriales (Merge vector layers). Seleccionaremos las tres capas como entrada y elegiremos un nombre para la nueva capa que se creará; en nuestro caso la hemos nombrado “Combinats”. Al ejecutar la herramienta ya podremos visualizar todos los puntos en una única capa (ilustración 4).

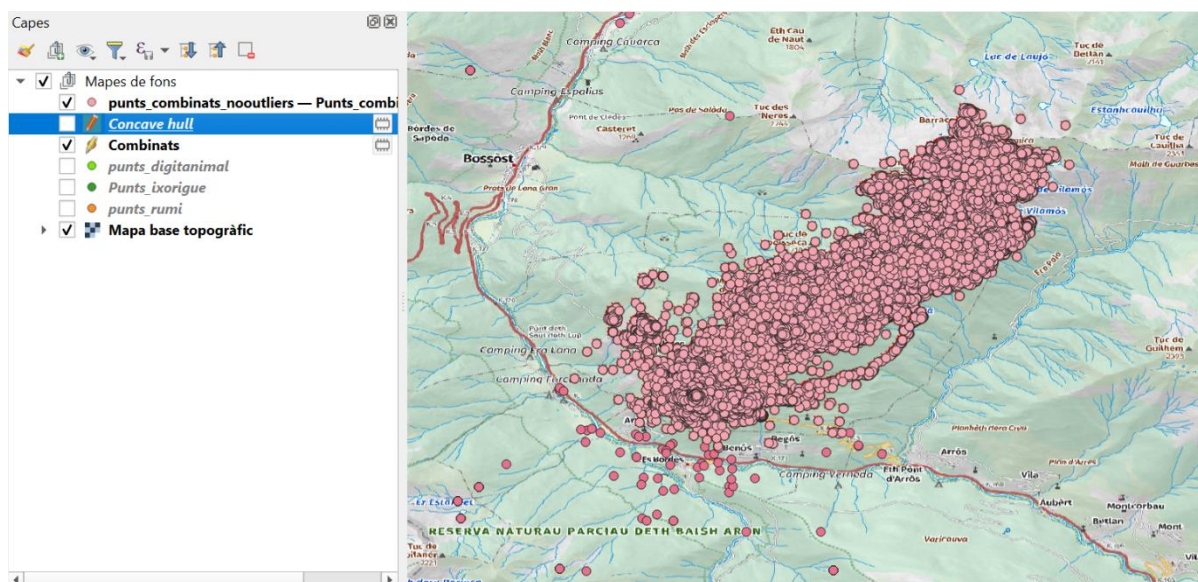


Ilustración 4: Puntos de coordenadas de las señales de los collares Digitanimal, Rumi-innogando e Ixorigué combinados.

Una vez consolidada la capa de puntos, es necesario depurar los datos. Algunos puntos pueden ubicarse fuera de la zona de interés, ya sea por errores de registro o por posiciones atípicas, y pueden distorsionar el resultado del cálculo de hectáreas pastadas. Por el conocimiento que tenemos de la ubicación por donde ha pasado el rebaño, seleccionaremos esos puntos que queremos que formen parte del cálculo y obviaremos aquellos que se sitúan fuera. Así pues, mediante las herramientas de selección que nos ofrece el QGIS, seleccionaremos esos datos que forman parte del área de interés y así asegurar que la capa contenga únicamente puntos válidos y representativos del área ocupada.

En la siguiente ilustración podemos observar los puntos seleccionados que finalmente se han utilizado en el cálculo del área:

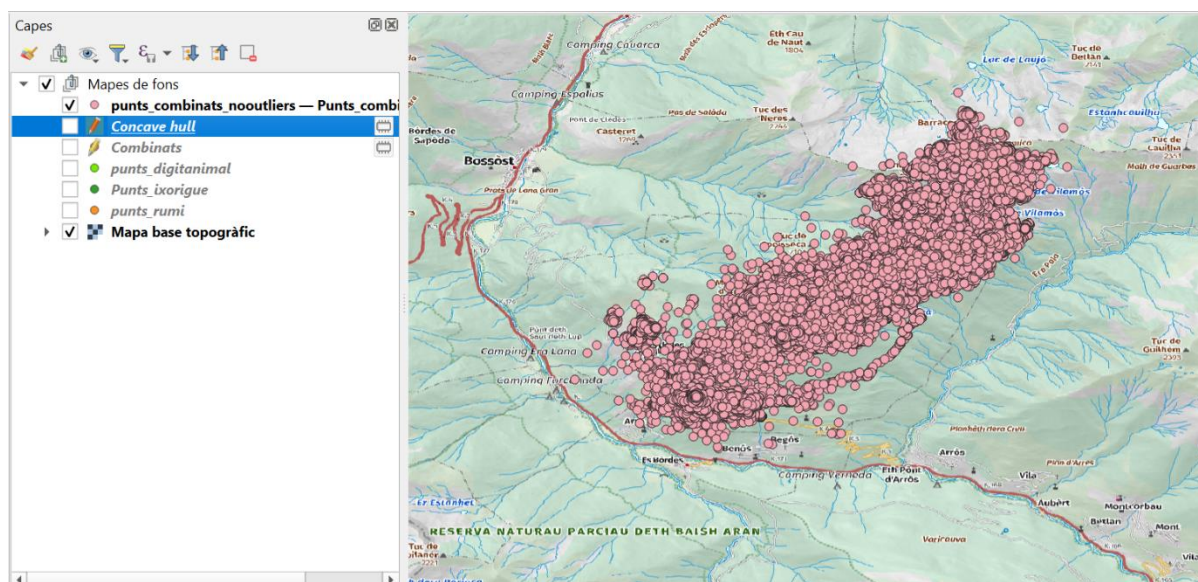
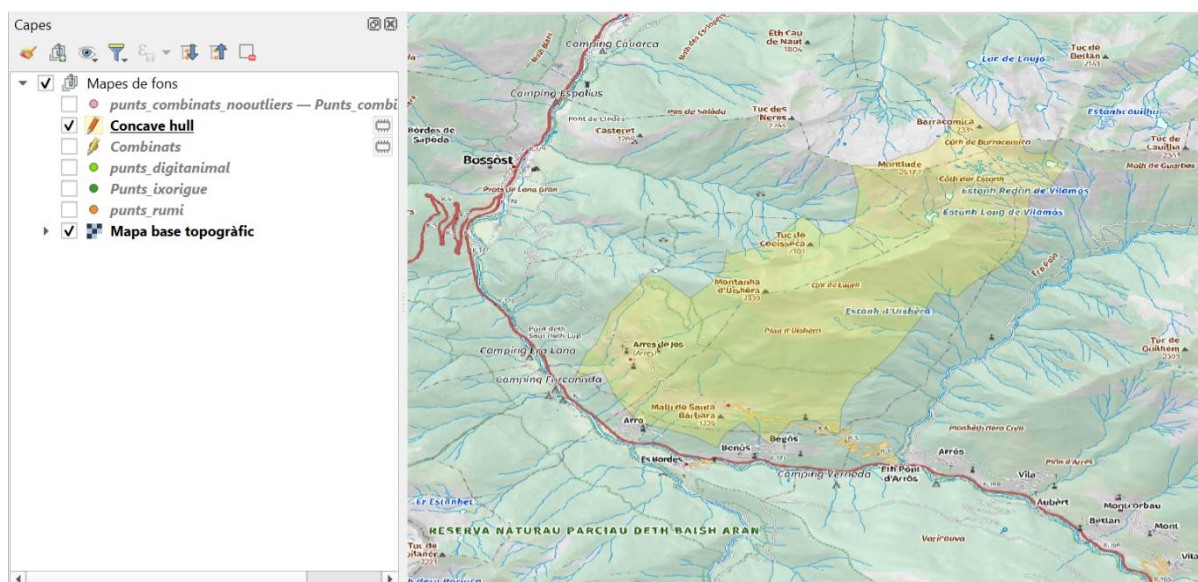


Ilustración 5: Puntos de coordenadas de las señales de los collares Digitalanimal, Rumi-innogando e Ixorigué combinados con puntos outliers eliminados.

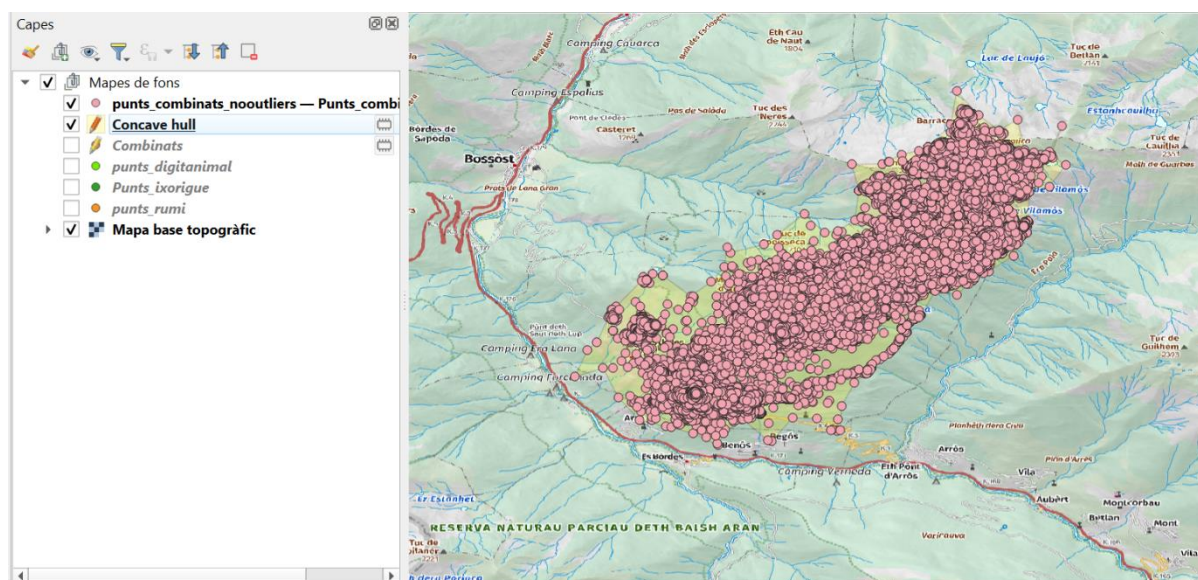
Para calcular el área que ocupan estos puntos, es necesario transformar la nube de puntos en una superficie continua mediante la herramienta *Convex Hull*. Esta genera un polígono capaz de envolver todos los puntos seleccionados.

Para nuestro caso de estudio, se ha configurado la tolerancia de simplificación a 0.1, para suavizar ligeramente los bordes del polígono sin comprometer la precisión de la forma. Es importante destacar que el *Convex Hull* no deja huecos entre puntos, lo que es adecuado para áreas de pastura ya que, aunque queden espacios pequeños entre los puntos, se entiende que todo el espacio dentro del polígono ha sido pastado, reflejando de manera más realista la ocupación del terreno.

Como podemos ver en la ilustración 6, al ejecutar la herramienta *Convex Hull*, se genera un polígono que representa la zona mínima ocupada por los puntos, incluyendo implícitamente los espacios intermedios de pastura.



Il·lustració 6: Polígon generat amb la ferramenta Convex Hull que representa el àrea de pastura del rebaño.



Il·lustració 7: En groc, el polígon generat amb la ferramenta Convex Hull que representa el àrea de pastura del rebaño y, en rosa els punts de coordenades dels dispositius.

Una vegada creat el polígon, es pot quantificar la superfície ocupada per aquest i així conèixer el àrea de pastura. Aquest càlcul es pot realitzar en la taula d'atributs de la capa, activant la calculadora de camps i inserint el codi $\$area / 10000$ per conèixer les hectàrees que ocupa el polígon (il·lustració 8).

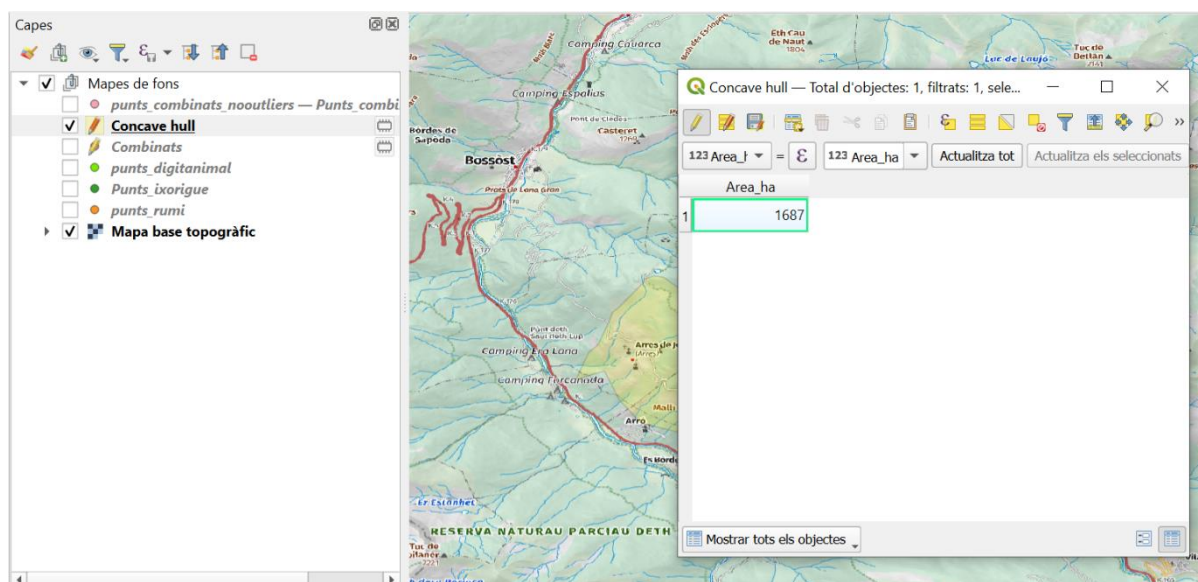


Ilustración 8: Cálculo del área del polígono mediante la herramienta calculadora de campos.

Gracias a la metodología descrita ha sido posible determinar con precisión la superficie pastada por el rebaño del proyecto OVIHUEC.DAT. Como resultado, se ha constatado que el área de pastoreo por el rebaño en Vilamòs durante el año 2025 ha sido de **1.697 hectáreas**; estas repartidas entre los pastos cercanos a la población y los pastos estivales situados a alta montaña.

4. Somiedo

Con respecto a los datos del valle de Somiedo, la metodología seguida ha sido similar: se han representado los datos¹ mediante la herramienta software QGIS, y se ha llevado a cabo el cálculo de la superficie de pastoreo mediante un algoritmo de contorno convexo.

En este caso, los datos de los collares vienen dados por las marcas *Nofence* y *Digitalanimal*, habiendo en el periodo mencionado un total de 130679 y 8077 muestras respectivamente, para un total de 138756 muestras. Las Ilustraciones 9 y 10 contienen los puntos del rastreo georreferenciado de los animales en el valle de Somiedo.

¹ Correspondientes al intervalo temporal entre el 1 de abril y el 2 de diciembre de 2025

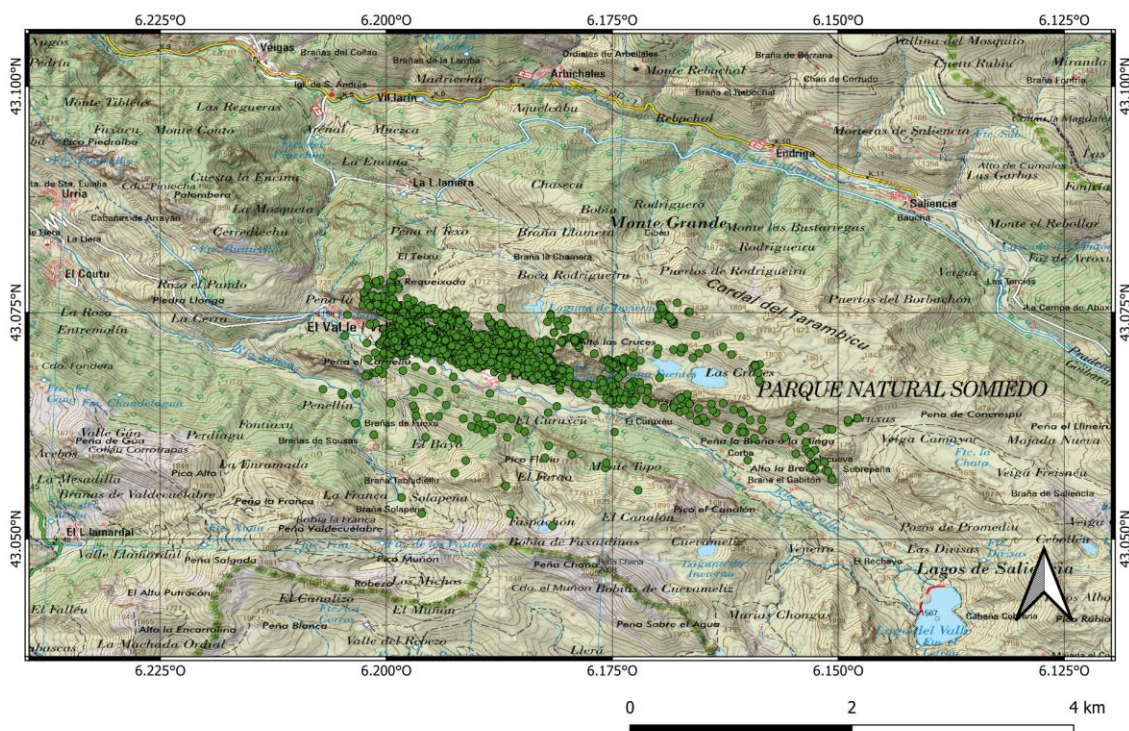


Ilustración 9. Puntos de coordenadas de las señales de los collares Digitanimal en Somiedo.

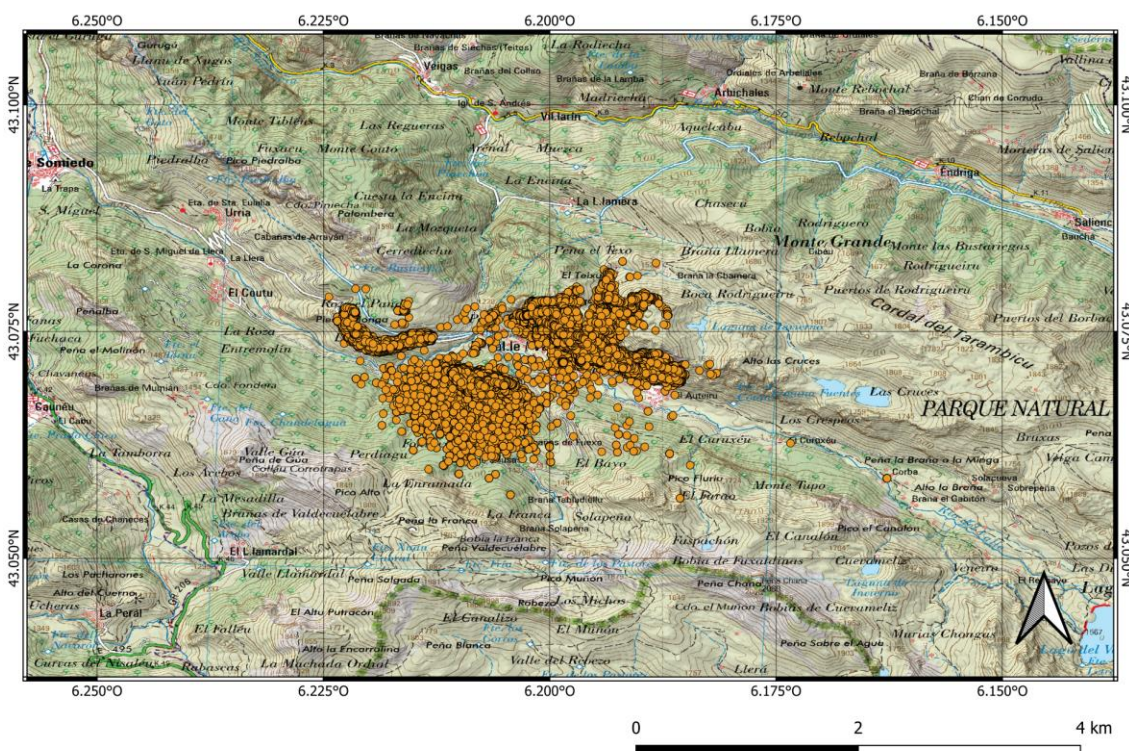


Ilustración 10. Puntos de coordenadas de las señales de los collares Nofence en Somiedo.

De igual manera que con los datos del Vall d'Arán, para calcular el área de pastoreo, se combinan ambas capas en una sola, se eliminan outliers, se ejecuta un algoritmo de contorno convexo que contiene los puntos y se calcula el área en hectáreas dividiendo entre 10000. En este caso, el valor es de **1542 hectáreas** pastoreadas en las fechas dadas.

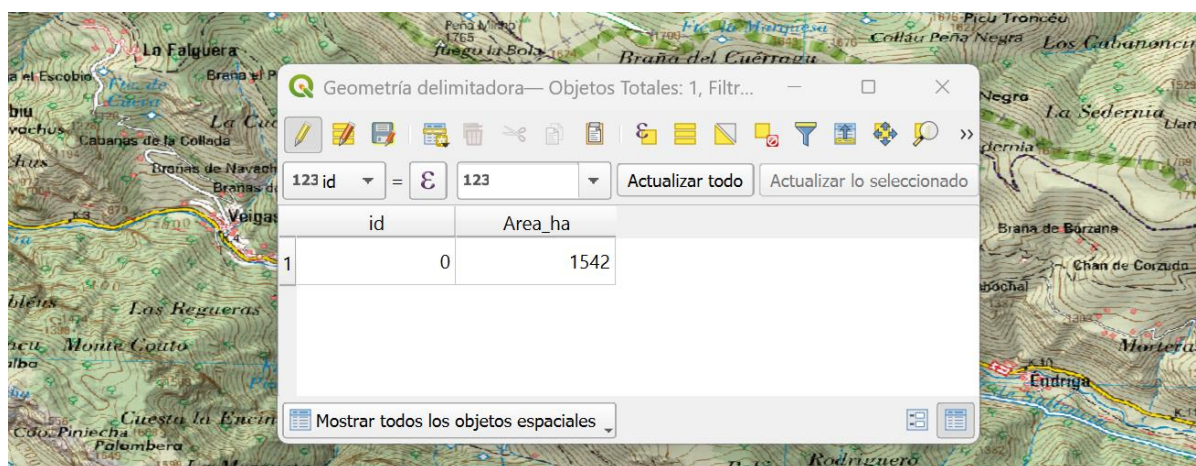


Ilustración 11. Cálculo de área de pastoreo en hectáreas.

La ilustración 12 muestra el área total pastoreado, junto con todas las muestras combinadas.

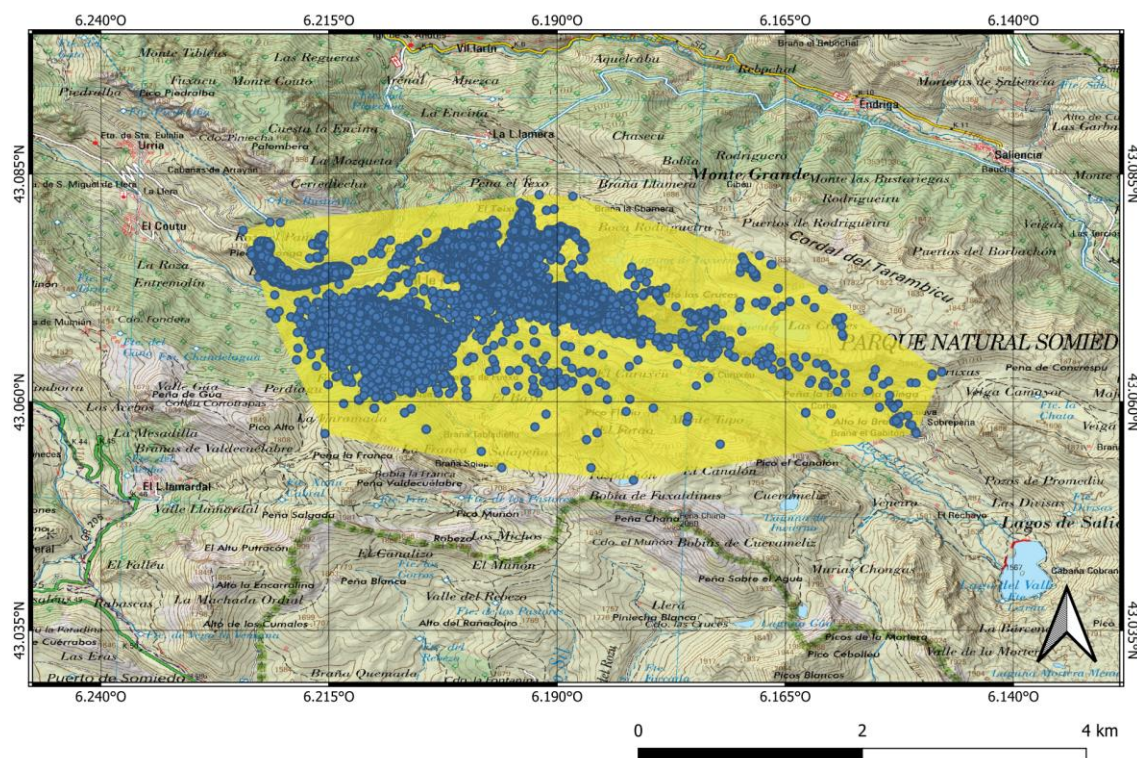


Ilustración 12. Área total calculado en amarillo, junto con las muestras de DigitalAnimal y Nofence combinadas.

Mapas de calor

Adicionalmente, se han representado los datos mediante mapas de calor, para visualizar de manera más intuitiva las zonas más transitadas por los animales. Esto se ha hecho tanto en QGIS sobre el mapa del concejo de Somiedo (Ilustración 13) como utilizando la librería de Python *Leaflet* (Ilustración 14), con la que se ha generado un archivo HTML interactivo sobre la cartografía de OpenStreetMap, en el cual se representa el mapa de calor a distintas escalas, pudiendo hacer zoom sobre el mismo.

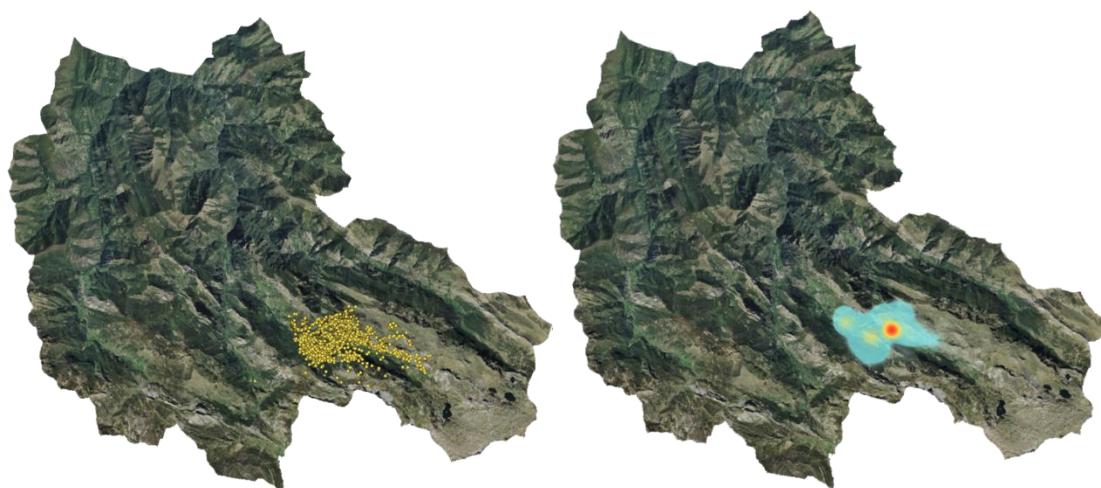


Ilustración 13. Datos (izda) y mapa de calor (dcha) sobre mapa del concejo de Somiedo.

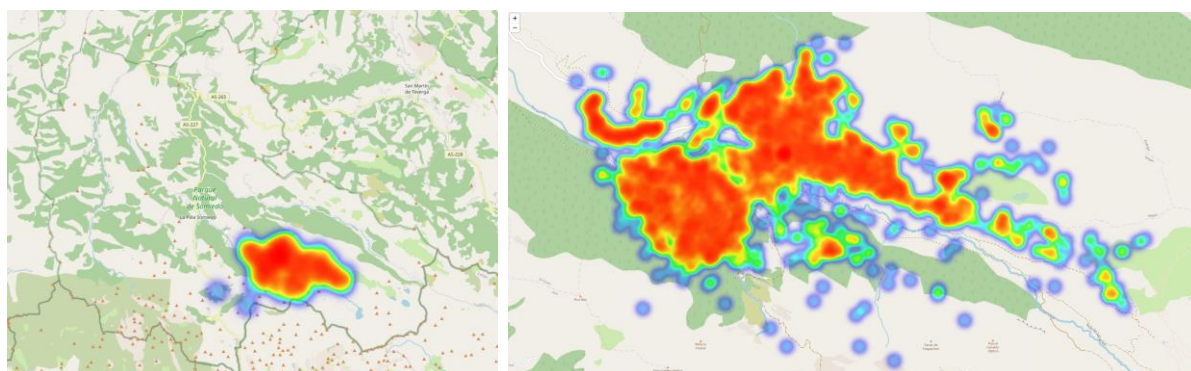


Ilustración 14. Mapa de calor interactivo sobre el territorio de Somiedo (izda), y ampliado a la región de interés (dcha).



5. Referencias bibliográficas

- Atauri, J.A. & de Lucio, J.V. (2001). The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. *Landscape Ecology* 16, 147-159
- Bernáldez, F.G. (1991). Ecological consequences of the abandonment of traditional land-use systems in central Spain. *Options Méditerranéennes*, 15, 23-29.
- Biró, M., Molnár, Z., Óllerer, K., Lengyel, A. et al (2020). Conservation and herding co-benefit from traditional extensive wetland grazing. *Agriculture Ecosystems & Environment* 300(2):106983.
- Bosch, J. M. (2017). Evolució dels nuclis de població petits del Pallars Sobirà. Universitat de Barcelona.
- Brekes, F., Colding, J. & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptative management. *Ecological Applications*, 10 (5), 1251-1262.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, FG., et al (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14: 101-112.
- Freschi, P., Musto, M., Paolino, R., & Cosentino, C. (2015). Grazing and biodiversity conservation: highlights on a Natura 2000 network site. *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*. pp 271-288
- García-Ruiz, J.M., Lasanta-Martínez, T. (1990) Land use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development* 10 (3), 267-279.
- Kuuluvainen, T. (2004). Principles of Ecological restoration of forested ecosystems: Finland as an example. *Restoration of Boreal and Temperate Forests*, 285-298.
- Lasanta, T., Nadal-Romero, E., & García-Ruiz, J.M. (2019). Clearing shrubland as a strategy to encourage extensive livestock farming in the mediterranean mountains. *Geographical Research Letters*. 45 (2), 487-513.
- Poyatos, R., Latron, J., Llorens, P. (2003). Land use and land cover change after agriculture abandonment - the case of Mediterranean mountain area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*. 23, 362-368.



- Ubach, A., Stefanescu, C., Ravera, F., Casas, C., Salvat, A., & Grau, O. (2023). Efectes de l'abandonament de la pastura sobre la biodiversitat de flora i papallones diürnes. Informe General.
- Vicente Serrano, S.M., Lasanta, T. and Romo, A., (2004): Analysis of the spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish central Pyrenees: the role of human management. *Environmental Management*. In press.
- Wagner, H.H., Wildi, O., & Ewald, K.C. (2000). Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape. *Landscape Ecology*, 15, 219-227.
- Poyatos, R., Latron, J., Llorens, P. (2003). Land use and land cover change after agriculture abandonment - the case of Mediterranean mountain area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*. 23, 362-368.