CONAMA 2026

Aportaciones del seguimiento ambiental de minas al catálogo de quirópteros de la Comunidad de Madrid

Edita: Fundación Conama

Año: 2026

Este documento está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional.

Personas autoras de la presente comunicación técnica

Autor Principal de la comunicación: Carlos Iglesias Merchán. Universidad Politécnica de Madrid y Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (Ecopás).

Otros Autores: Raquel Sánchez Torres. Brinzal y Universidad Politécnica de Madrid.

Roberto de la Peña Leiva. Biólogo experto en quirópteros.

Raúl Alonso. Brinzal.

Índice

1. Introducción 1
2. Zona de estudio y método de inventario de quirópteros 2
3. Resultados 5
4. Conclusiones 8
5. Agradecimientos 9
6. Bibliografía 9

1. Introducción

Esta comunicación presenta los resultados de un trabajo de seguimiento acústico aplicado a la elaboración de un inventario de quirópteros en el humedal de La Chanta, una antigua cantera de calizas ubicada en el término municipal de Corpa (Comunidad de Madrid). En la actualidad, La Chanta es un humedal protegido, de reconocido interés ambiental y que forma parte del Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid (Figura 1). Reconocimiento que se alcanzó en el año 2023, a tenor de la evolución del espacio tras las labores de restauración y conservación del mismo. Dicha inclusión en el catálogo regional de humedales atiende a su interés desde las perspectivas faunística, geológica, hidrológica y educativa (BOCM, 2023) y, en la práctica, implica la protección legal de 1,15 ha de superficie de humedal, así como de un ámbito adicional de 18,4 ha correspondiente a su zona de protección.

La restauración de este antiguo espacio minero se desarrolló entre los años 2020 y 2021, y contempló diversas medidas orientadas a promover la conservación de la biodiversidad en La Chanta. Como parte de las actuaciones orientadas al fomento de la biodiversidad, se instalaron diferentes modelos de cajas-refugio específicamente diseñadas para quirópteros (murciélagos), que ampliaron la oferta de refugios naturales o artificiales. Las cajas refugio ofrecen cavidades alternativas que pueden ser utilizadas como refugios diurnos, lugares de descanso y potenciales emplazamientos para la reproducción. La utilización de distintos diseños y características estructurales también permite ampliar la disponibilidad de microhábitats, con el propósito de favorecer la presencia de diferentes especies, según sus diversos requerimientos ecológicos. Este tipo de medidas contribuyen a incrementar la heterogeneidad de los recursos disponibles para la fauna y a mejorar las condiciones de acogida del espacio restaurado.

La titularidad de los terrenos de La Chanta, situada en la Alcarria de Alcalá (Comunidad de Madrid), es de Holcim España (en adelante, Holcim). Holcim España es una compañía perteneciente al Grupo Holcim, dedicada a la producción y comercialización de materiales y soluciones para la construcción, principalmente cemento, hormigón, morteros y áridos. En un contexto de actividad estrechamente ligada al medio natural, con obvios efectos de transformación del territorio, la compañía trata de integrar la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad entre sus líneas estratégicas de actuación. De modo que, hoy en día, es común encontrar proyectos de restauración de minas de Holcim que van más allá de los objetivos básicos que contemplaban los clásicos proyectos de restauración de minas décadas atrás, promoviendo también la rehabilitación y restauración ecológica de los espacios mineros. Entre sus objetivos ambientales destaca la ambición de generar un impacto positivo medible en la biodiversidad de sus canteras para el año 2030 (Holcim, 2026).

En este enfoque, Holcim contempla la colaboración con entidades científicas y organizaciones especializadas. De hecho, La Chanta es un espacio gestionado por la organización

conservacionista Brinzal mediante un acuerdo de custodia del territorio y, en este marco general, se desarrollan numerosos proyectos de investigación con la participación de distintas universidades españolas. Por ejemplo, el “Proyecto de Investigación para la Monitorización de la Restauración de Canteras mediante Registros Sonoros” (RECRESO), desarrollado entre 2021 y 2024, y el "Proyecto de Investigación para el Seguimiento Acústico de la Biodiversidad y los Paisajes Sonoros en las canteras de La Chanta (Madrid) y Yepes-Ciruelos (Toledo)" (LACHAYEC), iniciado en 2026 y con una duración prevista de cuatro años, llevados a cabo por la Fundación Conde del Valle de Salazar (Universidad Politécnica de Madrid) y financiados por Holcim.



Figura 1. Fotografía aérea de La Chanta. Fuente: Google Earth (imagen Airbus, 2026).

2. Zona de estudio y método de inventario de quirópteros

Como ya se ha mencionado, la restauración de La Chanta incluyó modificaciones del relieve y, entre otras actuaciones, la restauración de la cubierta vegetal mediante la plantación y siembra de especies adaptadas a las condiciones locales. El diseño de estas intervenciones perseguía generar una diversidad de ambientes y hábitats que contribuyesen a incrementar

el valor ecológico del lugar y la elección de las especies y su distribución se realizó considerando las particularidades de cada sector del antiguo espacio minero, especialmente las características del suelo, la orientación y la inclinación del terreno, con el objetivo de adecuar la revegetación a las condiciones ambientales existentes (Cinclus, 2021).

En lugar de recuperar íntegramente la topografía original, la restauración estuvo condicionada, en buena medida, por la decisión de conservar determinadas estructuras del paisaje minero en las cuales se habían generado hábitats para la biodiversidad. Por ejemplo, se mantuvo parte del acopio de los materiales que se habían previsto utilizar para rellenar los huecos de extracción en el proyecto original de restauración de la antigua cantera. De esta manera, se pasó a conservar dos depresiones de grandes dimensiones que, por sus características, presentaban potencial para convertirse en zonas de acumulación temporal de agua. Una de ellas se localizaba en el emplazamiento de la antigua planta de transformación y constituía un hueco de gran extensión, que denominamos laguna grande o humedal principal. La otra correspondía al principal frente de extracción de caliza, cuya conservación permitía, además de mantener un elemento de interés geológico, disponer de una segunda zona de acumulación estacional de agua, de menor tamaño, denominada laguna pequeña (Figura 1). Así se logró una configuración final del terreno que combina áreas deprimidas susceptibles de albergar humedales con sectores elevados que aportan heterogeneidad topográfica al conjunto. De hecho, la conservación de los acopios en su ubicación original configura una superficie elevada a modo de meseta o altiplano con una diferencia de cota de 34 m respecto a algunos puntos de la colindante laguna grande.

Para llevar a cabo el seguimiento acústico de la restauración ecológica de la cantera La Chanta se ha realizado una combinación de métodos y herramientas clásicas de acústica ambiental, basado en el empleo de sonómetros, para la medición de niveles de presión sonora en puntos de muestreo atendido, con otras herramientas más frecuentes en ecología acústica. En este segundo caso se englobarían las grabadoras autónomas de sonido ambiente y herramientas informáticas de análisis de grandes volúmenes de archivos de audio. Con la finalidad de elaborar un catálogo de especies de murciélagos presentes en La Chanta, a partir del registro de señales de ecolocación de murciélagos, se decidió ubicar una grabadora programable del modelo Song Meter Mini Bat de la empresa Wildlife Acoustics (www.wildlifeacoustics.com), que utiliza un micrófono ultrasónico que registra sonidos hasta una frecuencia de 250 kHz. El período de muestreo al que se refieren los datos recogidos en esta comunicación abarca desde el mes de junio de 2021 hasta diciembre del año 2025. La grabadora se configuró de manera que registrara varios períodos de 5 minutos en continuo (un número de dos o tres períodos por cada hora, según el año) y, en esas franjas de activación, solo salva archivos (de distinta duración) si se captan ultrasonidos, manteniéndose esta pauta mensual hasta el agotamiento de sus baterías. Como resultado se obtienen miles de archivos de audio que se pueden explorar con diferentes programas informáticos. En este caso se han utilizado diferentes versiones del programa Kaleidoscope Pro (también de la empresa Wildlife Acoustics, Inc.) a partir de la versión 5.6.

Como es sabido, los murciélagos utilizan un sofisticado sistema de orientación y detección de presas denominado ecolocación, basado en la emisión de pulsos sonoros de alta frecuencia (ultrasonidos). La frecuencia de emisión de las señales de los murciélagos europeos se encuentra, habitualmente, en un rango comprendido entre los 10 y más de 150 kHz y, por tanto, en buena medida resultan inaudibles para el oído humano (García Oliva, 2026). Aunque pueden registrarse mediante detectores de ultrasonidos y analizarse con diferentes programas informáticos. Estas señales rebotan al encontrar obstáculos, como vegetación o posibles presas, y sus ecos son recibidos e interpretados por el animal, y de esta manera determinan la distancia, posición y características de los elementos de su entorno. Los murciélagos utilizan una amplia variedad de tipos de señales específicas de cada especie que difieren en su estructura de frecuencia, duración y nivel de presión sonora (Schnitzler y Kalko, 2001).

Las características de las llamadas de ecolocación constituyen una herramienta de gran utilidad para la identificación de las distintas especies de murciélagos, sin embargo, esta identificación no siempre resulta sencilla. Para mejorar la precisión de estas identificaciones, se han ido desarrollando bibliotecas y catálogos de referencia que recopilan grabaciones previamente asignadas a especies conocidas, así como herramientas informáticas capaces de analizar automáticamente los parámetros acústicos y comparar las señales registradas con dichos patrones. Además, permiten agilizar el procesamiento de grandes volúmenes de grabaciones y facilitar la identificación taxonómica. No obstante, sus resultados deben interpretarse con cautela y, siempre que sea posible, contrastarse mediante revisión experta, especialmente en aquellos grupos de especies cuyas llamadas presentan características difíciles de distinguir (Rydell et al., 2017).

Según el mapa de distribución de especies de murciélagos de España (SECEMU, 2023), la zona de La Chanta se sitúa en la cuadrícula 30TVK3 en la cuadrícula UTM (“Universal Transverse Mercator”) de 50×50 km del territorio peninsular español y podría coincidir con el área de distribución de las siguientes especies:

- *Cnephaeus serotinus* (Murciélago hortelano)
- *Hypsugo savii* (Murciélago montañero)
- *Miniopterus schreibersii* (Murciélago de cueva)
- *Myotis daubent*onii (Murciélago ratonero ribereño)
- *Myotis emarginatus* (Murciélago ratonero pardo)
- *Myotis escalerai* (Murciélago ratonero ibérico)
- *Myotis myotis* (Murciélago ratonero grande)
- *Pipistrellus kuhlii* (Murciélago de borde claro)

- *Pipistrellus pipistrellus* (Murciélago enano)
- *Pipistrellus pygmaeus* (Murciélago de Cabrera)
- *Plecotus austriacus* (Orejudo gris)
- *Rhinolophus ferrumequinum* (Murciélago grande de herradura)
- *Rhinolophus hipposideros* (Murciélago pequeño de herradura)
- *Tadarida teniotis* (Murciélago rabudo)

Otra fuente bibliográfica que ofrece información sobre distribución geográfica de murciélagos es el Atlas y Libro Rojo de mamíferos terrestres de España (M. de Medio Ambiente-SECEMU, 2007), en el que se emplea una retícula UTM de 10×10 km de lado. El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MIRECO) ofrece, en formato “shape” (para su empleo en sistemas de información geográfica), la malla 10x10 km de lado que se emplea para la confección del Inventario Español de Especies Terrestres (IEET), que tiene como objetivo satisfacer las necesidades y requerimientos del Real Decreto 556/2011 (BOE, 2011), para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (IEPNB), y es la misma que se utilizó en el Atlas y Libro Rojo de mamíferos terrestres de España (M. de Medio Ambiente-SECEMU, 2007). De esta manera, se pudo comprobar que ninguna de las especies anteriores se citaba en la cuadrícula 30TVK77, correspondiente a la cuadrícula UTM de 10x10 km en la que se ubica La Chanta, según la información recopilada en el Atlas y Libro Rojo de mamíferos terrestres de España (M. de Medio Ambiente-SECEMU, 2007).

3. Resultados

A partir de los archivos de audio almacenados registrados en la mencionada estación de muestro, se obtuvo una primera lista de especies identificadas automáticamente por el programa informático Kaleidoscope Pro compuesta por hasta 18 especies de murciélagos. Estas predicciones, se compararon con la anterior lista de 14 especies de murciélagos citadas en la cuadrícula de 50×50 km en la que se ubica la zona de estudio.

Como consecuencia de esta comparación se redujo el primer listado bibliográfico a las siguientes 11 especies potencialmente presentes en La Chanta, a tenor de las predicciones automáticas.

- *Cnephaeus serotinus* (Murciélago hortelano)
- *Hypsugo savii* (Murciélago montañero)
- *Miniopterus schreibersii* (Murciélago de cueva)
- *Myotis daubent*onii (Murciélago ratonero ribereño)

- *Pipistrellus kuhlii* (Murciélago de borde claro)
- *Pipistrellus pipistrellus* (Murciélago enano)
- *Pipistrellus pygmaeus* (Murciélago de Cabrera)
- *Plecotus austriacus* (Orejudo gris)
- *Rhinolophus ferrumequinum* (Murciélago grande de herradura)
- *Rhinolophus hipposideros* (Murciélago pequeño de herradura)
- *Tadarida teniotis* (Murciélago rabudo)

Además, se produjo la identificación automática de hasta 8 nuevas especies de murciélagos, de las que no constaba cita previa en la cuadrícula de 50×50 km en las fuentes consultadas, que se citan a continuación:

- *Cnephaeus isabellinus (*Murciélago hortelano mediterráneo*)*
- *Myotis capaccinii (*Murciélago ratonero patudo*)*
- *Nyctalus lasiopterus (*Nóctulo grande*)*
- *Nyctalus leisleri (*Nóctulo pequeño*)*
- *Nyctalus noctula (*Nóctulo mediano o nóctulo común*)*
- *Pipistrellus nathusii (*Murciélago de Nathusius*)*
- *Pipistrellus pygmaeus (*Murciélago de Cabrera*)*
- *Plecotus auritus (*Orejudo dorado*)*

Por lo que en esta fase se generaba un listado de 19 posibles especies automáticamente identificadas a partir de las grabaciones de ultrasonidos, pero solo 11 de ellas eran coincidentes con el mapa de distribución de especies de murciélagos de España (SECEMU, 2023) y 8 podrían considerarse nuevas citas en la cuadrícula de 50×50 km del referido mapa.

Sin embargo, varias de las predicciones del programa informático presentaban serias dudas de identificación y algunas se consideran ausentes en el ámbito de la Comunidad de Madrid desde hace décadas. Por este motivo, se procedió a filtrar los resultados de las predicciones y a la revisión experta del listado de especies potencialmente presentes en las grabaciones de ultrasonidos de La Chanta.

Esta labor de validación experta de los registros de audio dio lugar a una significativa reducción en el número de especies respecto a las predicciones automáticas iniciales. De las 18 especies potencialmente identificadas en los archivos de ultrasonidos se pasó a considerar

9 especies confirmadas (con relativas dudas en el caso *Plecotus austriacus*). Por otro lado, los pulsos atribuidos automáticamente a otras 2 especies (*Myotis daubentonii* y *Myotis capaccinii*) se considera arriesgado diferenciarlas a ese nivel y, actualmente, a partir de los registros de La Chanta se opta por confirmar simplemente la presencia de ejemplares pertenecientes al grupo fónico de los ratoneros pequeños. Es decir, un 50% de las especies identificadas automáticamente se consideraron erróneas a partir de la validación experta de los archivos de ultrasonidos (Figura 2).

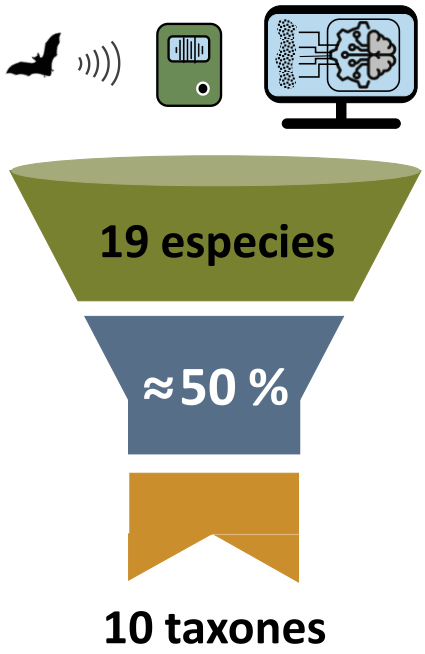


Figura 2. Esquema sintético de las fases de trabajo y precisión resultante de la identificación automática de murciélagos en el caso de estudio.

El siguiente listado constituye el catálogo de especies de murciélagos que se considera que tienen presencia confirmada en La Chanta mediante seguimiento acústico:

- *Cnephaeus serotinus* (Murciélago hortelano)
- *Hypsugo savii* (murciélago montañero)
- *Myotis sp* (grupo fónico asignado a murciélagos ratoneros pequeños)
- *Nyctalus lasiopterus* (Nóctulo grande)
- *Pipistrellus kuhlii* (Murciélago de borde claro)
- *Pipistrellus pipistrellus* (Murciélago enano)
- *Pipistrellus pygmaeus* (Murciélago de cabrera)

- *Plecotus sp*. - probablemente *P. austriacus* (orejudo gris)
- *Rhinolophus hipposideros* (Murciélago pequeño de herradura)
- *Tadarida teniotis* (Murciélago rabudo)

Por otro lado, ya durante el primer año de muestreos se obtuvieron registros de la mayoría de las especies de murciélagos consideradas presentes en La Chanta. Solo en el caso del murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) no se obtuvieron registros hasta el segundo año de seguimiento. Esta circunstancia redunda en la conveniencia de señalar la importancia de prestar atención a la duración de los trabajos de seguimiento ambiental en, por ejemplo, los proyectos de restauración ecológica. Dado la conveniencia de evaluar adecuadamente y poder documentar la eficacia de las medidas de restauración, o de mitigación de impacto ambiental en otros casos, en relación a los objetivos de dichos proyectos (Gann et al. 2019).

4. Conclusiones

A partir de los trabajos de seguimiento acústico de La Chanta, ha sido posible identificar la presencia de al menos 10 especies de murciélagos en una retícula UTM de 10x10 km en la que no se habían documentado citas, hasta el momento, en las habituales referencias de consulta. Si bien el centro peninsular se ha considerado, hasta no hace mucho tiempo, una de las zonas peor documentadas en relación a los quirópteros (de Paz, 2015). Por otro lado, este trabajo vuelve a poner de manifiesto la necesidad de recurrir a la validación experta y evitar el uso automático y no supervisado de nuevas herramientas de inteligencia artificial (IA) para la elaboración de inventarios faunísticos confiables (Iglesias Merchán y Sánchez Torres, 2026). Esta precaución resulta especialmente importante ante la creciente popularización de herramientas de IA debido, entre otros motivos, al considerable ahorro de tiempo que ofrecen en términos de horas trabajo de campo y gabinete pero, sobre todo, por la tendencia a confiar en las predicciones de herramientas basadas en nuevas tecnologías, por su rapidez, sofisticación o capacidad para tratar grandes cantidades de datos en una época en la que impera un ritmo frenético de trabajo y en la que, a veces, llega a darse más valor al hecho de disponer de un dato que a la validez del mismo (Bayraktarov et al. 2019; Russo y Voigt, 2016).

Este trabajo, permite ampliar las zonas muestreadas con herramientas acústicas en la Comunidad de Madrid y, lo que es más importante, documentar la presencia y registrar la actividad de un considerable número de especies de murciélagos en La Chanta. Circunstancia que se añade al amplio conocimiento que se va obteniendo poco a poco de la fauna, flora y otros valores ambientales y culturales de este espacio natural, no hace tanto tiempo sometido a una intensa presión antrópica y hoy convertido en un espacio protegido de reconocido interés a escala regional, fruto de una exitosa rehabilitación y un continuo esfuerzo de conservación y seguimiento ambiental de diferentes actores implicados en su puesta en valor.

Los resultados han sido enviados para formar parte del proyecto de revisión del estado de conservación de los quirópteros de la Comunidad de Madrid, que la Asociación Española para la Conservación y el Estudio de los Murciélagos (SECEMU) está llevando a cabo. Si bien las especies halladas en La Chanta ya se encontraban citadas en la Comunidad de Madrid, el presente trabajo aporta una actualización relevante en la distribución conocida de algunas de ellas, gracias a los proyectos de investigación que se desarrollan en La Chanta, entre diferentes entidades públicas y privadas.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a HOLCIM España, propietaria de La Chanta y empresa que llevó a cabo el proyecto de restauración, por permitir el trabajo de campo y por su apoyo económico en la investigación. En particular agradecemos la constante ayuda y colaboración de Pilar Gegúndez, Laura Martín, José María Martínez y Mariano García. También agradecemos el apoyo de Luis Alberto Toledano, Pablo García Clemente e Iván García (Brinzal) y Ricardo Pérez (Ideas Medioambientales) por su ayuda durante el trabajo de campo y/o identificación de especies. Por último, también queremos agradecer el apoyo de la Fundación Conde del Valle de Salazar.

6. Bibliografía

[1] Bayraktarov, E. et al. (2019). Do big unstructured biodiversity data mean more knowledge?. Frontiers in Ecology and Evolution, 6, 239.

[2] BOE. (2011). Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, 112.

[3] BOCM. 2023. Acuerdo de 17 de mayo de 2023, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la segunda revisión del Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid 123: 108-151.

[4] Cinclus. 2021. Informe final de los trabajos de Restauración del Plan de Abandono de Labores de la Cantera “La Chanta” Nº 3257. T.M. Corpa. LafargeHolcim, Madrid, 2021.

[5] De Paz, O. et al. (2015). Distribución de Quirópteros (Mammalia, Chiroptera) en Madrid y Castilla La Mancha, España Central. Bol R Soc Esp Hist Nat Sec Biol, 109, 21-34.

[6] Gann, G. D. et al. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Restor. Ecol. S1-S46.

[7] García-Oliva, J. (2026). Manual para la identificación acústica de los quirópteros ibéricos. *Tundra Ediciones* , 296 pp.

[8] Iglesias Merchán, C., & Sánchez Torres, R. (2026). ¿Puede la IA sustituir al experto en fauna en la EIA?. Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, CONEIA 26. Toledo, 6 al 8 de mayo de 2026. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental.

[9] M. de Medio Ambiente-Secemu. (2007). Atlas y Libro Rojo de mamíferos terrestres de España. Eds.: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid, 588 pp.

[10] Russo, D., & Voigt, C. C. (2016). The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators*, 66, 598-602.

[11] Rydell, J. et al. (2017). Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological indicators*, 78, 416-420.

[12] Secemu Colaboradores 2023 – Mapas de distribución de especies de murciélagos de España en cuadrículas de 50×50 Km (datos 2001-2021). https://secemu.org/murcielagos/mapas-de-distribucion (ultimo acceso 2026/11/12).

[13] Schnitzler, H. U., & Kalko, E. K. (2001). Echolocation by insect-eating bats: we define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group. *Bioscience*, 51(7), 557-569.

CONAMA 2026