

## **Oportunidades para la recreación de hábitats para la avifauna rupícola en espacios mineros**

Zoë Rohrer Rodríguez (Universidad de Alcalá, FIRE), Salvador Rebollo de la Torre (Universidad de Alcalá), Pilar Gegúndez Cámara (LafargeHolcim), Navila Monteagudo (Universidad de Alcalá), Javier Garrido.

### **RESUMEN**

La morfología final creada por la actividad minera no siempre permite recuperar las características ecológicas originales. Para restaurar estos espacios mineros, una alternativa es recrear nuevos sistemas, con una estructura y funcionamiento diferentes al original. Dentro de las numerosas iniciativas de restauración, la mejora de hábitats para la fauna rupícola es una de las líneas de investigación menos exploradas, a pesar de que los ambientes rupícolas generados son ambientes singulares. El objetivo de este proyecto es explorar el potencial de los espacios mineros para albergar biodiversidad y pone de manifiesto la necesidad de cambiar las dinámicas de los proyectos de restauración tradicionales que prevén eliminar la oportunidad que pueden ofrecer los taludes finales para ciertas especies de aves.

Para ello, durante 2015 y 2016 se muestreó la comunidad reproductora de aves rupícolas en 28 canteras y graveras situadas en varias áreas de la Península Ibérica. Se estudiaron las especies presentes, el número de parejas reproductoras y las características de los lugares de nidificación a distintas escalas espaciales (desde el entorno de la explotación, a la ubicación concreta de los nidos).

Los primeros resultados del estudio muestran que estos espacios mineros ofrecen una elevada variedad de ambientes rupícolas. Estos ambientes rupícolas mostraron una elevada capacidad de atracción para las aves, detectándose una diversa comunidad de aves rupícolas, incluso en canteras activas. Algunas explotaciones mineras y algunas especies de aves presentaron centenares individuos reproductores en una sola cantera. Existieron relaciones entre la riqueza de especies de aves (y el número total de individuos) y algunas características de las explotaciones mineras como la longitud total de taludes o su altura media. Las especies mostraron claras preferencias de hábitat y colonizaron de manera diferente los distintos ambientes rupícolas dentro de la cantera.

La conclusión general es que los espacios mineros tienen una elevada capacidad para atraer avifauna rupícola, en algunos casos de forma masiva. Por ello, la gestión de la avifauna rupícola en estos espacios puede ser una oportunidad para recrear hábitats escasos localmente, tales como los rupícolas. Combinado con una reforestación selecta, las aves funcionan como un motor eficaz de dispersión de semillas. Las actuaciones para potenciar avifauna rupícola deberían estar incluidas dentro de un Plan de Restauración global, que considere la gestión de todo el espacio minero restaurado para potenciar la biodiversidad local.

## INTRODUCCIÓN

Los minerales son un recurso natural con múltiples usos. Muchos de los productos utilizados a diario (desde electrodomésticos, a cristal, cosméticos o pasta de dientes) son producidos, al menos parcialmente, mediante materiales extraídos en explotaciones mineras. Por ello, la demanda de minerales es constante y elevada (MMSD, 2002).

La extracción minera es un uso temporal del suelo, pero la morfología final creada por la actividad minera no siempre permite recuperar las características ecológicas existentes antes de la apertura de la cantera (Cooke et al., 2002).

Para restaurar estos espacios mineros, una alternativa es recrear nuevos sistemas, con una estructura y funcionamiento diferentes al inicial. Dentro de las numerosas iniciativas de restauración, la mejora de hábitats para la fauna rupícola (fauna cuyo hábitat son las paredes verticales de roca) es una de las líneas de investigación menos exploradas, a pesar de que los ambientes rupícolas generados en las canteras son ambientes singulares (CEMA, 2010).

De hecho, la importancia de los entornos rupícolas naturales y la necesidad de su protección son frecuentemente contempladas en los planes de gestión. Sin embargo, la importancia de las zonas de reproducción en entornos altamente antropizados, como es el caso de las canteras, es frecuentemente ignorada o infravalorada (Castillo et al. 2008), a pesar de que se conoce el uso de las canteras como refugio para la fauna rupícola.

La restauración de espacios afectados por actividades extractivas puede ser una oportunidad de mejora del medio en aquellas explotaciones mineras que se localicen en entornos previamente degradados por el hombre (Norriss, 1995; Lundholm et al., 2010). Así, en estos contextos, la restauración de una cantera puede ofrecer un hábitat de reproducción y refugio adicional para la fauna, incluso incrementando la biodiversidad local. Un ejemplo de estos refugios son las paredes de roca que surgen de las excavaciones en regiones donde la disponibilidad de roquedos naturales es escasa o se encuentran saturados por competidores (CEMA, 2010).

El objetivo de este proyecto es explorar un enfoque diferente a las rehabilitaciones mineras tradicionales, basándose en la mejora de hábitat rupícola en los taludes de las explotaciones, en lugar de realizar rellenos y suavizar el paisaje. En concreto, este proyecto se centra en la creación de hábitat para avifauna rupícola. Sin embargo, estas propuestas de creación de hábitat rupícola, deben ser parte de un plan de restauración global de toda la explotación. Este plan de restauración deberá incorporar además la

recreación y rehabilitación de otros tipos de hábitats dentro de las explotaciones, para gestionar e incrementar aún más la biodiversidad de los espacios rehabilitados.

Para llevar a cabo este proyecto, en abril de 2016 se firmó un convenio entre LafargeHolcim (empresa productora de materiales de construcción) y la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE). Este convenio, cuenta con la estrecha colaboración del Departamento de Ciencias de la Vida de la Universidad de Alcalá. Así, mediante esta triple alianza, el proyecto se nutre de las ventajas de cada una de las entidades: una empresa privada, una entidad del tercer sector y una institución académica. El convenio ha sido extraordinariamente productivo, ya que al resolver intereses comunes, se concilian diferentes visiones, perspectivas y ritmos de trabajo. Esta colaboración ha permitido a la Universidad contar con espacios donde experimentar e investigar. Además, se han podido realizar diferentes Trabajos de Fin de Máster y de Fin de Grado. A su vez, LafargeHolcim utiliza esta experiencia para aplicarla a su toma de decisiones y para fomentar su Compromiso de Biodiversidad con el apoyo de expertos del sector medioambiental.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para desarrollar este proyecto, se diseñaron tres fases:

En la primera fase, se realizó un estudio de las especies de aves rupícolas presentes en las canteras y graveras y sus abundancias durante el periodo reproductor. A partir de esto, se obtuvo información sobre las especies más frecuentes en las canteras y sus características, lo que permitió escoger aquellas especies de mayor interés.

En la segunda fase, se estudiará cuáles son las preferencias de hábitat de dichas especies. Es decir, cuáles son las características de las canteras que favorecen la colonización por parte de estas especies (tamaño de los agujeros, altura y longitud del talud, etc). Una vez comprendidos estos aspectos, se pretende diseñar y llevar a cabo actuaciones específicas para favorecer la presencia de ciertas especies rupícolas durante la restauración de las canteras y graveras.

En la tercera fase, se monitorizarán estas actuaciones para determinar su éxito o necesidad de mejora.

Se inició la primera fase en 2015, mediante muestreos en nueve explotaciones mineras en la zona centro de la Península Ibérica, durante la época de reproducción de la avifauna. En 2016, se amplió el número de explotaciones estudiadas a 28, incluyendo las 9 anteriores (Figura 1).



Figura 1 Distribución de la localización de las 9 canteras muestreadas en 2015 (azul) y las 28 canteras muestreadas en 2016 (azul y morado) en la Península Ibérica. (Fuente propia).

Las explotaciones se localizaron en diferentes áreas de la Península Ibérica, incluyendo las Comunidades Autónomas de Madrid, Castilla – La Mancha, Cataluña y Comunidad Valenciana. La geología, topografía, y materiales de cada explotación fueron diferentes según su localización geográfica.

El estudio tuvo lugar durante el periodo reproductivo de las aves, de mayo a julio.

Para cada cantera, se realizó un muestreo de toda la avifauna presente (tanto rupícola como no rupícola). Se diseñó para cada explotación un recorrido lento y continuo, abarcando toda la superficie de la explotación y todos los ambientes rupícolas presentes (taludes, acopios, caballones, escombreras e instalaciones). Se anotó el número y posición de todas las aves y las características de sus lugares de nidificación.

Mediante este procedimiento, se estimó la riqueza de todas especies de aves de cada cantera. Para las especies rupícolas, se realizó además un censo absoluto. Se calcularon individuos (no parejas) y se evitó el recuento doble de individuos, el conteo de pollos y de juveniles, que podrían incrementar el número de individuos.

Se estudiaron factores relacionados con la selección de hábitat de las especies rupícolas a diferentes escalas: a escala de paisaje, de explotación, de talud o acopio y de nido. Para el caso de los nidos, se realizaron medidas de variables tales como la altura de los taludes, la longitud de estos, la altura del nido sobre el suelo, y se caracterizaron las aperturas de los agujeros (Figura 2).

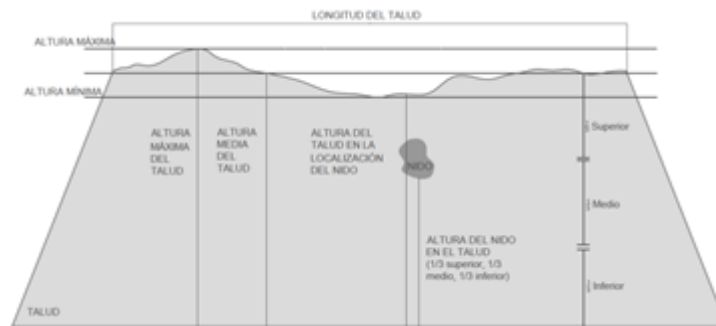


Figura 2 Ilustración esquemática de algunas de las variables evaluadas. (Fuente propia).

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

### Abundancia y riqueza de avifauna rupícola en las canteras.

Se determinó que efectivamente, estos ambientes rupícolas de las canteras mostraron una elevada capacidad de atracción para las aves, detectándose una diversa comunidad de aves rupícolas. Entre estas, por citar algunas, se encuentran diferentes aves rapaces nocturnas como el búho real y diurnas como el cernícalo vulgar, córvidos (como la grajilla), palomas (torcaz, zurita, y bravía), diversas especies de gorriones, incluido el gorrion chillón, las tres especies de collalbas presentes en la Península Ibérica, y otras aves como los aviones zapadores y abejarucos, que excavan sus nidos en los acopios y materiales arenosos presentes en las canteras (Figura 3).

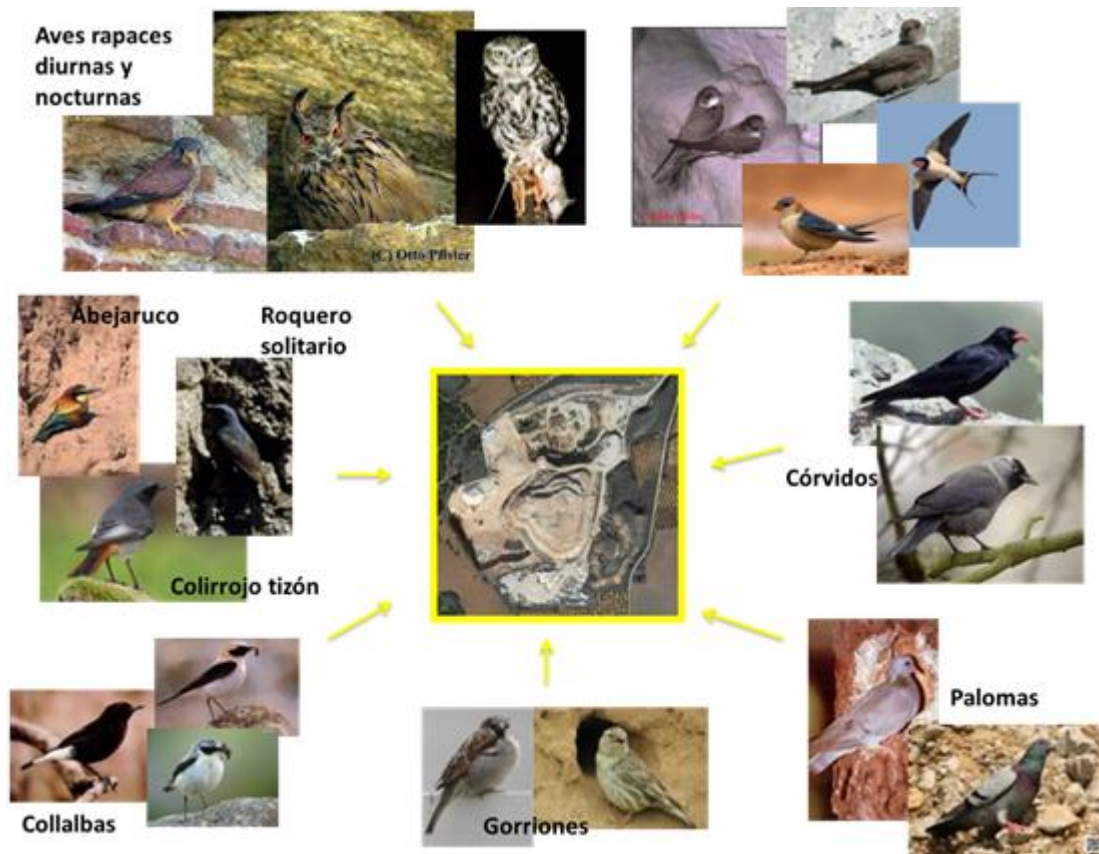


Figura 3. Esquema de diferentes grupos de avifauna rupícola observadas en canteras durante 2016.

Es interesante resaltar que fueron colonizadas tanto explotaciones activas como inactivas. Esto abre la oportunidad de realizar gestión de avifauna rupícola en áreas inactivas de las canteras, o para realizar pequeñas actuaciones temporales de fomento de biodiversidad en explotaciones activas. Siempre, por supuesto, manteniendo una detallada gestión y monitorización para asegurar el éxito de las actuaciones.

Independientemente de si se trataran de especies migratorias o no, los hábitats rupícolas tuvieron un uso temporal, relativamente corto, relacionado principalmente con el periodo reproductor y con la ubicación del nido. Los lugares de forrajeo se encontraban mayoritariamente fuera de los espacios rupícolas, pero aún se está analizando qué papel juegan los hábitats presentes en el espacio minero y los hábitats colindantes con las canteras, un aspecto clave para diseñar con éxito la mejora de las poblaciones de aves rupícolas en las canteras.

Existió una elevada variabilidad en la riqueza de especies (rupícolas y no rupícolas) en las canteras. La Figura 4 recoge cómo aumenta el número de especies de aves en cada cantera (28 canteras) en función del tiempo de censo. Se puede observar algunas canteras con una elevada riqueza de especies, y otras con una baja riqueza de especies



de aves. El número total de especies de aves tendió a estabilizarse a partir de los 200 minutos de censo, pero si se considera sólo las especies rupícolas, el tiempo necesario fue menor, en torno a 150 minutos (2 h y media).

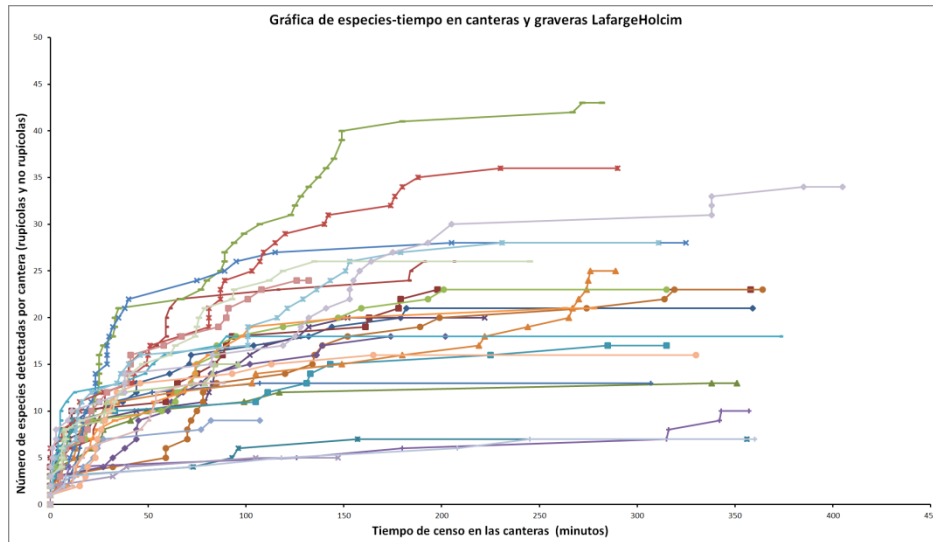


Figura 4. Relación del número de especies detectadas por cantera (rupícolas y no rupícolas) por tiempo de censo en minutos. Datos de 2016.

La riqueza de especies de aves de una misma cantera osciló entre 5 y 20 especies diferentes, con una variación gradual en el número de especies (Figura 5).

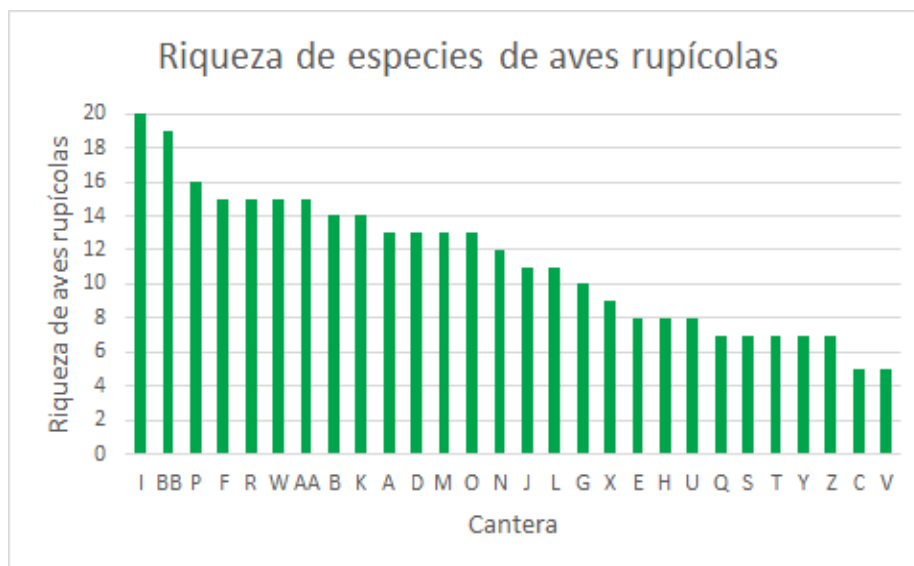


Figura 5. Riqueza de especies de aves rupícolas por cantera. Datos de 2016.

La abundancia total de individuos de las especies rupícolas por cantera de osciló entre pocas decenas de individuos a, como mínimo, varios centenares (más de 600 individuos). Estas son cifras mínimas porque es difícil detectar todos los individuos y no se contabilizaron los juveniles. Destacan algunas canteras por el elevado número de aves rupícolas reproductoras que presentan. En las 28 canteras muestreadas en 2016, se censó un total de aproximadamente 5.400 individuos (Figura 6).

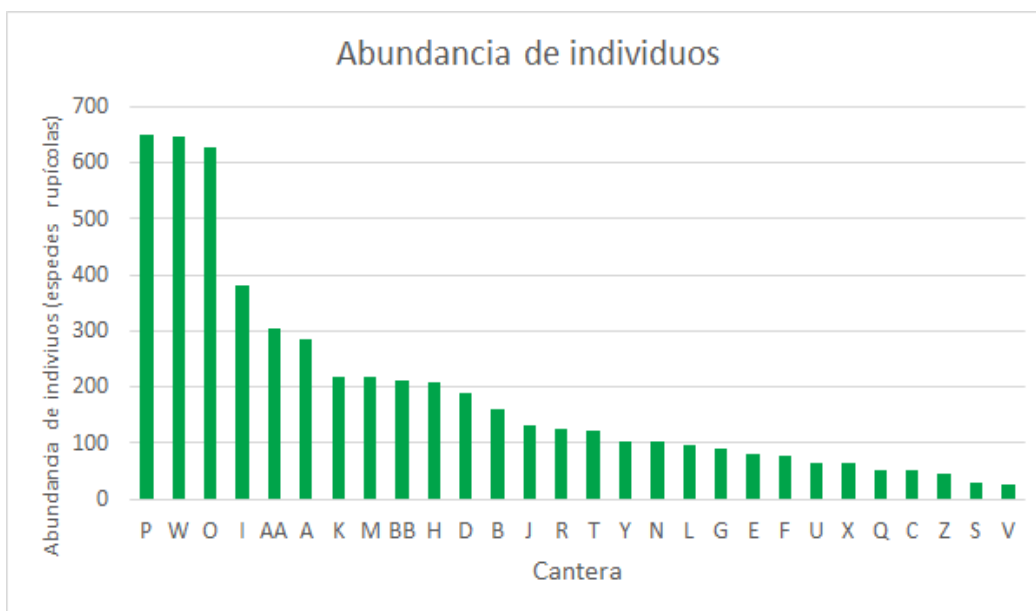


Figura 6. Abundancia de individuos de especies rupícolas por cantera. Datos de 2016.

Se identificaron un total de 33 especies con comportamiento rupícola en las canteras. El poder de atracción de las aves por parte de las canteras varió con la especie. Un grupo de 20 especies pueden considerarse frecuentes en las canteras, apareciendo en más del 20% de las canteras en un muestreo a escala nacional. Aquellas especies que aparecen en menos del 15% de las canteras pueden considerarse poco frecuentes o raras en las canteras, o específicas de ciertas áreas geográficas del país (Figura 7).



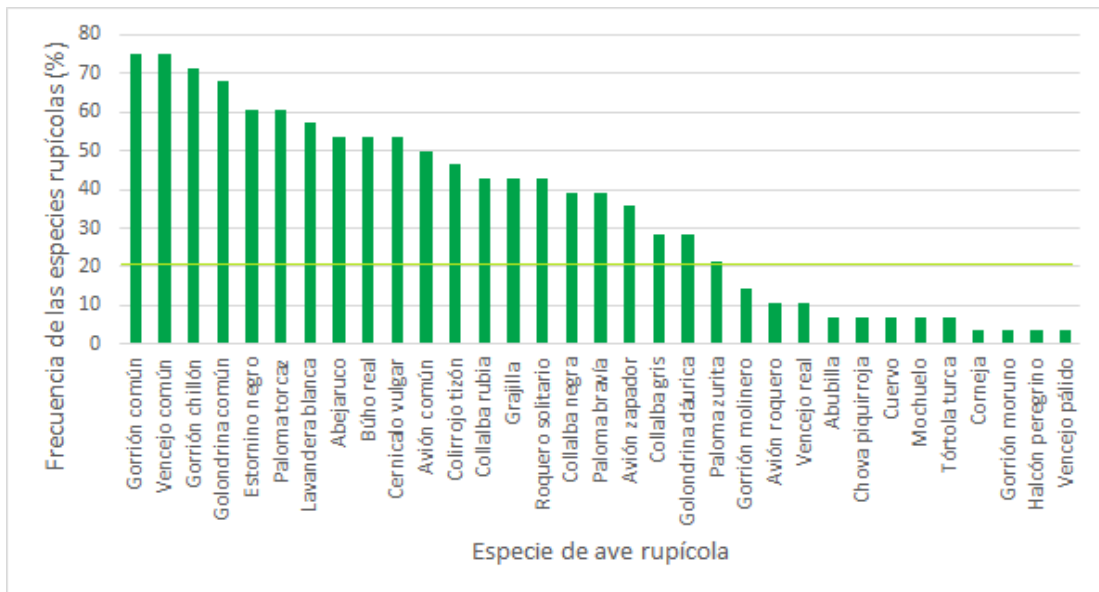


Figura 7. Frecuencia de las especies en las canteras (% de canteras ocupadas por la especie). Datos de 2016.

Algunas especies coloniales presentaron centenares de individuos reproductores en las canteras (Figura 8).

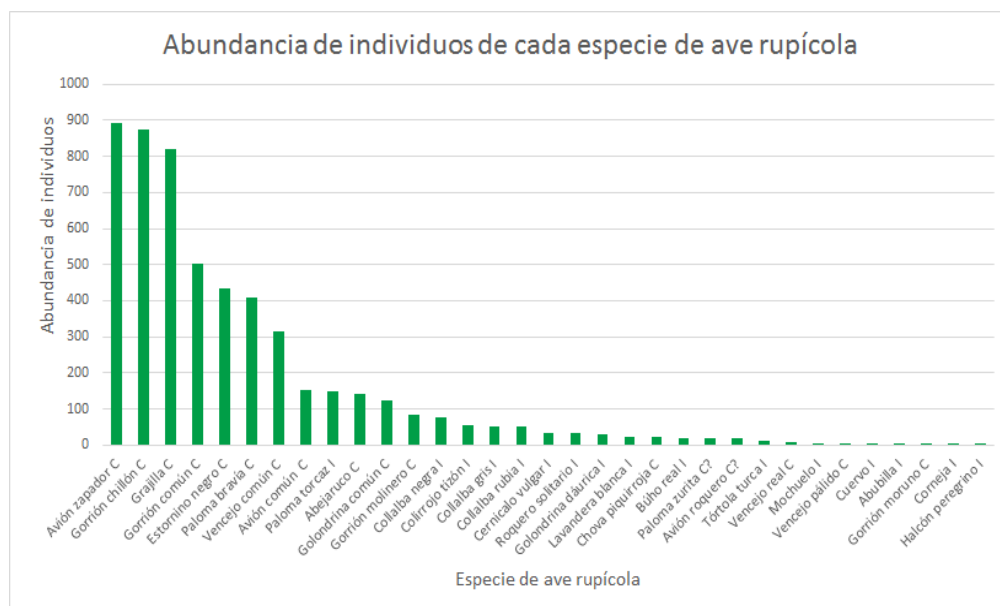


Figura 8. Abundancia de individuos de cada especie de ave rupícola. C: Colonial, I: No Colonial. Datos de 2016.

## Ambientes rupícolas en las canteras.

Los espacios mineros presentan una elevada variedad de ambientes rupícolas: taludes (en los frentes de explotación), acopios (acumulaciones de material de interés comercial), escombreras (acumulaciones de material que no tienen interés comercial), caballones (material colocado linealmente para delimitar caminos, o utilizado como barrera frente a zonas peligrosas) y edificaciones (maquinaria y edificios).

Diferentes especies mostraron diferentes preferencias por estos ambientes para su reproducción (Figura 9). Algunas fueron especialistas, seleccionando sólo un tipo de ambiente (como los aviones zapadores, que en las canteras nidifican principalmente en acopios) y otras fueron generalistas, nidificando en varias estructuras (como las grajillas, que nidificaron en taludes, instalaciones e incluso acopios).

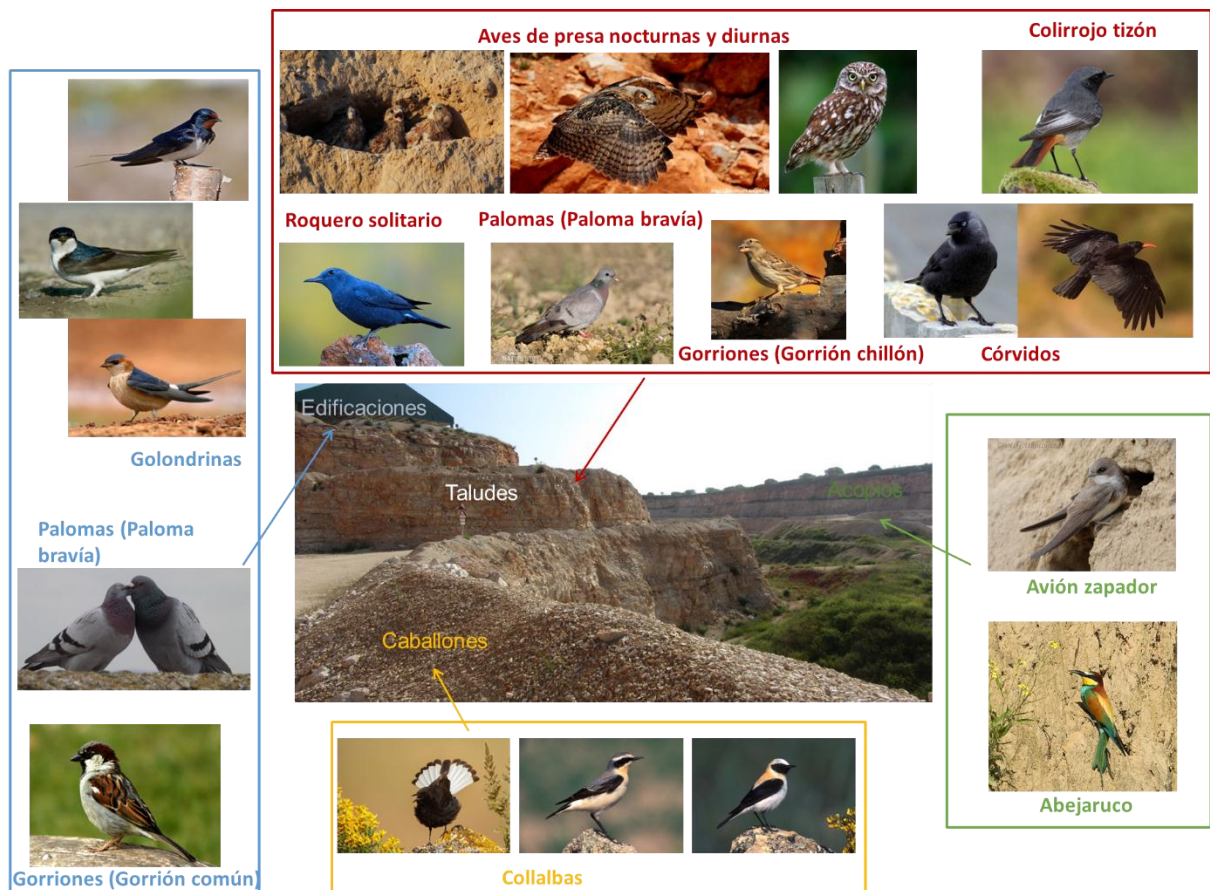


Figura 9. Ejemplos de especies asociadas a los cinco principales tipos de ambientes rupícolas de las canteras. Fuente propia.

Dado que se detectaron diferencias en cuanto al número de especies avistadas en los diferentes ambientes rupícolas que provee la explotación (taludes, frentes, acopios, etc.), se observó una clara preferencia de ciertas especies a determinadas estructuras. Esto

deberá ser tenido en cuenta en futuros planes de mejora de hábitats para avifauna rupícola en explotaciones mineras.

**Características de hábitats de nidificación.**

Aunque el estudio de las características de los hábitats de nidificación de las especies aún está en fase preliminar, se observan relaciones claras entre la riqueza de especies de aves rupícolas en las canteras y algunas de las variables estudiadas en las canteras.

Por ejemplo, hubo una correlación significativa entre la riqueza de aves rupícolas en las canteras y la altura media de los taludes ( $n=9$ ,  $r=0,6710$ ,  $p=0,05$ ) (Figura 10), la longitud total de taludes ( $n=9$ ,  $r=0,7651$ ,  $p=0,05$ ) (Figura 11) y la superficie total de los taludes ( $n=9$ ,  $r=0,8302$ ,  $p=0,05$ ) (Figura 12).

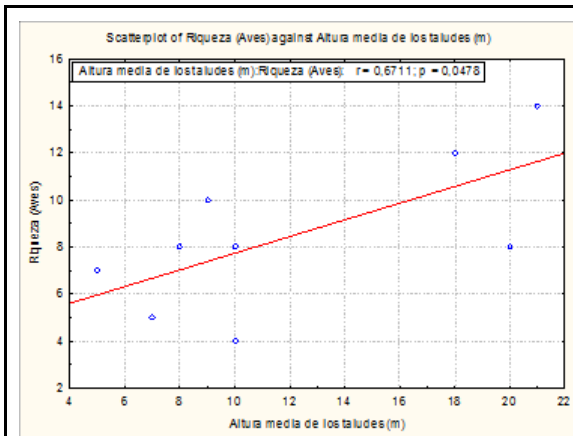


Figura 10. Relación entre la riqueza de especies de aves rupícolas y la altura media de los taludes (m). Datos de 2015.

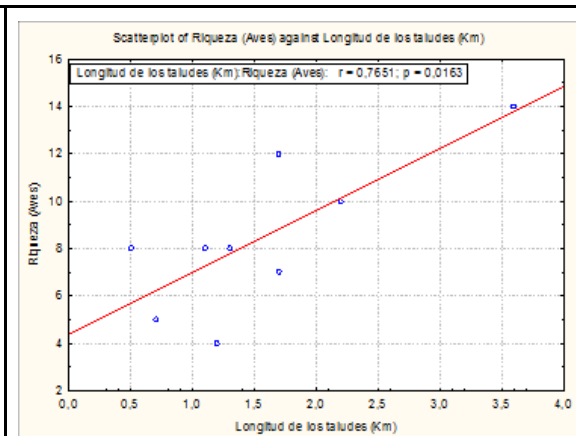


Figura 11. Relación entre la riqueza de especies de aves rupícolas y longitud de los taludes (km). Datos de 2015.

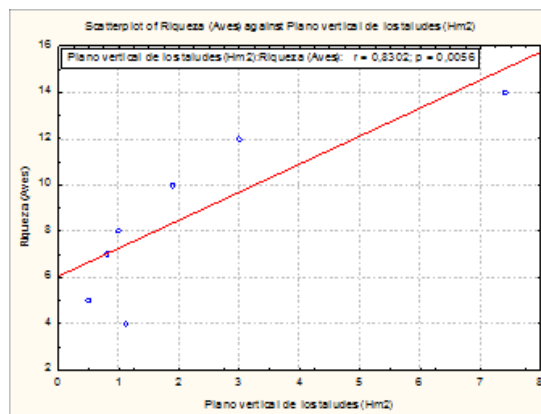


Figura 12. Relación entre la riqueza de especies de aves rupícolas y la superficie total de los taludes (m2) (plano vertical total de los taludes). Datos de 2015.

La riqueza de especies estuvo así mismo correlacionada positivamente con la abundancia total de individuos en las canteras ( $n=9$ ,  $r=0,6958$ ,  $p=0,05$ ).

Una vez que se analicen los datos de las 28 canteras, se espera detectar más correlaciones significativas. Estas relaciones son muy importantes para diseñar, a escala de cantera, la mejora de los hábitats para albergar una elevada biodiversidad de estas especies.

## CONCLUSIONES

- Un gran número de aves rupícolas, algunas de las cuales son especies sensibles, colonizan explotaciones mineras, tanto activas como inactivas. Algunas lo hacen de forma masiva, llegando a cientos de individuos reproductores en una misma explotación.
- Nuestros primeros resultados muestran que las aves rupícolas tienen un gran potencial para ser incluidas en planes de restauración minera.
- Actuaciones sencillas podrían tener efectos relevantes sobre la diversidad y abundancia de avifauna rupícola en canteras restauradas y su entorno, mediante la mejora de la calidad de los espacios disponibles para nidificar.
- Diferentes especies muestran claras preferencias de hábitat a diferentes escalas (nido, talud, cantera y paisaje). Estas preferencias deberían guiar las actuaciones dirigidas a mejorar el hábitat de la avifauna rupícola.
- La recreación de hábitat rupícola en canteras debería dirigirse a aquellas zonas donde tenga mayor interés este tipo de actuación, y no entenderse como una solución universal.
- Además, la recreación de hábitats rupícolas ha de estar incluida dentro de un plan de restauración general de toda la explotación. Este plan global debería incluir la recreación de otros tipos de hábitats, que incrementarían aún más la biodiversidad del área rehabilitada.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a LafargeHolcim, Fundación FIRE y la UAH por apoyar este proyecto y hacer que fuera posible a través del convenio LafargeHolcim-FIRE. Nos gustaría expresar un especial agradecimiento a Raúl Pérez y José Antonio Moreno y Laura Martín de LafargeHolcim por su apoyo. Además, agradecer a todos los jefes de cantera y trabajadores de LafargeHolcim por su ayuda e implicación durante los trabajos de campo. También agradecer a ACER su participación en los muestreos de

Cataluña y a BRINZAL por su paciencia ante nuestras múltiples consultas. Por último a Gonzalo por su ayuda en los análisis estadísticos.

## REFERENCIAS

Castillo, I., Elorriaga, J., Zuberogoitia, I., Azkona, A., Hidalgo, S., Astorkia, L., Agurtzne, I., Ruiz, F. 2008. Importancia de las canteras sobre las aves rupícolas y problemas derivados de su gestión. *Ardeola* 55(1):103-110.

CEMA. 2010. Manual de restauración de la biodiversidad en entornos calizos (REBECA). Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente, Madrid, España.

Cooke, J.A., Johnson, M.S. 2002. Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: A review of theory and practice. *Environmental Review* 10:41–71.

Lundholm, J.T., Richardson, P.J. 2010. MINI-REVIEW: Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology* 47:966–975.

MMSD (Mining, Minerals and Sustainable Development). 2002. Producción y venta de los minerales. En: Starke, L. (ed.), *MMSD Abriendo Brecha – Resumen Ejecutivo*, pp. 44-72.

Norriss, D.W. 1995. The 1991 survey and weather impacts on the Peregrine Falco peregrinus breeding population in the Republic of Ireland. *Bird Study* 42(1):20-30.