

MEJORA DE HÁBITATS PARA AVIFAUNA RUPÍCOLA EN CANTERAS: ¿CREANDO HÁBITATS FUENTE O TRAMPAS ECOLÓGICAS?



Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas

Presentado por:

D^a ZOË ROHRER RODRÍGUEZ

Directores:

Dr. SALVADOR REBOLLO DE LA TORRE y D^a PILAR GEGÚNDEZ CÁMARA

Tutor Académico:

Dr. SALVADOR REBOLLO DE LA TORRE

Alcalá de Henares, a 15 de Septiembre de 2015

D. /D^a Salvador Rebollo de la Torre

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado *Mejora de hábitats para avifauna rupícola en canteras: ¿creando hábitats fuente o trampas ecológicas?*, ha sido realizado bajo mi dirección por el alumno/a D. /D^a Zoë Rohrer Rodríguez.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firmado:

D. /D^a Pilar Gegúndez Cámara

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado: *Mejora de hábitats para avifauna rupícola en canteras: ¿creando hábitats fuente o trampas ecológicas?*, ha sido realizado bajo mi dirección por el alumno/a D. /D^a Zoë Rohrer Rodríguez.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firmado:

D. /D^a Salvador Rebollo de la Torre

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado: *Mejora de hábitats para avifauna rupícola en canteras: ¿creando hábitats fuente o trampas ecológicas?*, ha sido realizado bajo mi autorización académica por el alumno/a D. /D^a Zoë Rohrer Rodríguez.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firmado:

AUTORIZACIÓN PUBLICACIÓN TRABAJO FIN DE MÁSTER

D. /Dña.: Zoë Rohrer Rodríguez, con D.N.I. nº 5023923S, como autora del Trabajo Fin de Máster con título: *Mejora de hábitats para avifauna rupícola en canteras: ¿creando hábitats fuente o trampas ecológicas?*, del Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas

AUTORIZA

NO AUTORIZA

La publicación del trabajo fin de máster arriba mencionado, como material de uso pedagógico para el apoyo al estudio y la investigación.

Alcalá de Henares, _____ de _____ de _____

Fdo.: _____

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Restauración de canteras y de hábitats para avifauna rupícola	3
1.2 Objetivos	6
2 MATERIAL Y MÉTODOS	6
2.1 Descripción del área de estudio.....	6
2.2 Especies estudiadas	7
2.3 Muestreo de la avifauna	8
2.4 Análisis de los datos.....	9
3 RESULTADOS	9
3.1 Censo de la avifauna presente en las canteras	9
3.1.1 Riqueza de especies y abundancia de individuos	9
3.1.2 Relación de la avifauna con el volumen de la cantera y la superficie total de taludes ..	11
3.1.3 Estructuras utilizadas por la fauna rupícola.....	16
3.2 Especies reproductoras: características de los lugares de reproducción.....	21
3.2.1 Características de los acopios.....	21
3.2.2 Características de los taludes.....	25
4 DISCUSIÓN.....	29
4.1 Revisión bibliográfica: restauración minera y fauna rupícola.....	29
4.2 Problemática legal para la restauración de canteras y potenciar la avifauna rupícola.....	31
4.3 El riesgo de crear trampas ecológicas	32
4.4 Selección de hábitat de la avifauna en las canteras estudiadas.....	34
4.5 Propuestas de mejora de hábitat rupícola en canteras	36
4.6 Conclusiones	42
5 AGRADECIMIENTOS.....	44
6 REFERENCIAS	44
7 ANEXOS.....	50
7.1 ANEXO – INTRODUCCIÓN.....	50

7.1.1	Glosario de términos mineros.....	50
7.1.2	Diversidad de taludes	50
7.2	ANEXO – MATERIAL Y MÉTODOS	51
7.2.1	Características de las canteras y de su entorno en un radio de dos kilómetros	51
7.2.2	Características de las especies de aves rupícolas objeto de estudio	52
7.2.3	Variables del hábitat muestreadas	56
7.3	ANEXO - RESULTADOS.....	59
7.3.1	Abundancia de las especies rupícolas, número total de individuos y riqueza específica en cada cantera	59
7.3.2	Breve descripción de cada especie según su comportamiento y abundancia en las canteras (datos en el Anexo 7.3.1).....	60
7.3.3	Resultados de las observaciones realizadas a mamíferos	66
7.3.4	Número total de individuos censados en los cuatro tipos de estructuras que actuaron como hábitat rupícola en las canteras	66
7.3.5	Volumen de las canteras y superficie total de taludes	67
7.3.6	Características de los acopios en los que se localizó avifauna rupícola	68
7.3.7	Características de los taludes en los que se localizó avifauna rupícola.....	69
7.3.8	Características a escala de cantera.....	70
7.3.9	Normativa específica asociada a explotaciones mineras.....	71
7.3.10	Mapas de los muestreos y localización de las especies	73

RESUMEN

Las aves son uno de los principales objetivos en las restauraciones mineras. Es sabido que la avifauna rupícola coloniza canteras y que sus hábitats naturales están desapareciendo. Sin embargo, pocos estudios han abordado la importancia de estos espacios artificiales para la conservación de estas especies, ni cómo promover su presencia.

La creación de hábitats para la fauna puede tener resultados impredecibles, que pueden tener serias consecuencias para su conservación, por ejemplo, como consecuencia de la creación de trampas ecológicas. Es por ello importante analizar el peligro de crear dichas trampas durante la gestión y monitorización de los proyectos de restauración.

Se censó la avifauna rupícola de nueve canteras en el centro de la Península Ibérica y se analizaron factores relacionados con la selección de hábitat de las especies rupícolas, a varias escalas (nido, talud, contexto del talud y paisaje). Se censaron aproximadamente 6500 individuos de aves rupícolas, y se encontraron poblaciones de más de 1000 individuos en una misma cantera. Algunas de las canteras mostraron una elevada riqueza de especies, incluyendo especies amenazadas a nivel nacional. Las especies seleccionaron diferentes taludes y acopios según su morfología. El búho real fue un colonizador frecuente de las canteras.

Los hábitats procedentes de actividades mineras ofrecen oportunidades para potenciar aves rupícolas. La gestión de las canteras puede ser una oportunidad para recrear un hábitat escaso, pudiendo contribuir a una mejora de la biodiversidad local. Sin embargo, los proyectos de mejora de hábitats para la avifauna rupícola deben tener en cuenta la posible presencia de búho real para evitar crear trampas ecológicas.

ABSTRACT

Birds are one of the main targets in mining rehabilitation. It is known that cliff-nesting bird species (or rupicolous birds) colonize human created environments such as quarries and that their natural habitats are disappearing. However, previous work has often failed to address how important these artificial spaces are for the conservation of rupicolous birds and how to promote their presence.

Promoting species can have unpredictable results, which can have serious consequences on conservation, for example, as a result of creating ecological traps. It is therefore important to address the danger of creating such traps during the management and monitorization of restoration projects.

Nine quarries were censused for rupicolous birds in the central area of the Iberian Peninsula and factors in relation to habitat selection of cliff-nesting species were studied across several spatial levels (nest, cliff, cliff context and landscape). We censused approximately 6500 rupicolous birds, and found populations which exceeded 1000 individuals in a single quarry. Some quarries had remarkable species richness, including species that are endangered at a national level. Different species selected different cliffs and stockpiles according to their morphology. The eagle owl colonized the quarries frequently.

Industrial habitats created through quarrying offer opportunities to enhance rupicolous birds. Managing quarries could be an opportunity to recreate a scarce habitat and to improve local biodiversity. However, projects to improve the habitat for rupicolous birds in the central area of the Iberian Peninsula should take into account the possible presence of the eagle owl, so as to avoid creating ecological traps.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Restauración de canteras y de hábitats para avifauna rupícola

Los minerales son un recurso natural con múltiples usos. Muchos de los productos que damos por sentado (desde papel, cristal, cosméticos o pasta de dientes) son producidos, al menos parcialmente, mediante materiales extraídos en explotaciones mineras.

La demanda de minerales es constante y elevada. Durante una vida promedio de 70 años, los europeos occidentales utilizan unas 460 toneladas de arena y grava, 39 toneladas de acero, 100 toneladas de piedra caliza y más de 360 toneladas de combustible (MMSD, 2002).

La extracción minera es un uso del suelo temporal, aunque puede ser muy prolongado en el tiempo en algunas canteras. Sin embargo, sus impactos según el tipo de explotación, pueden ser más severos que los de otras actividades humanas (Cooke et al., 2002). Estos impactos incluyen la destrucción de los ecosistemas, la eliminación del suelo y la vegetación, la fragmentación de hábitats, o alteración de cuencas fluviales y de las características geológicas de las zonas afectadas (UNEP, 2010).

En este contexto, tanto ecológica como social y económicamente, surge la necesidad de restaurar los espacios degradados por esta industria y de realizar una gestión más sostenible de los recursos mineros para disminuir este impacto (CEMA, 2010). Dentro de los tipos de explotación minera, el presente proyecto se centró en la minería a cielo abierto y en concreto en las canteras. Un glosario de términos mineros utilizados en este documento se muestra en el Anexo 7.1.1 y la clasificación de taludes considerada, en el Anexo 7.1.2.

Aunque existen numerosos manuales específicos para la restauración minera, la información especializada en rehabilitación y potenciación ambiental de canteras es muy escasa y aparece de manera dispersa (CEMA, 2010). Los esfuerzos de investigación prestan poca atención a la restauración de la fauna, asumiendo que ésta se recupera de forma gradual una vez que los componentes estructurales del ecosistema (geomorfología, hidrología y vegetación) están presentes (ITGM, 1989; Passel, 2000; Nichols et al., 2003).

También existen estudios enfocados a la creación de nuevos hábitats en los espacios mineros, especialmente la recreación de humedales (Roblas et al., 1999). Otros tipos de hábitat, tales como los ambientes rupícolas, han recibido menos atención y aparentemente no existen

revisiones importantes sobre el tema. Aunque se conoce el uso de las canteras como refugio para la fauna rupícola, existe poca bibliografía acerca de las especies que colonizan las canteras y las características de los hábitats que utilizan. Esta escasez de información puede generar una línea de estudio novedosa y aplicable a la restauración minera.

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).

La idoneidad de la restauración para la fauna no debe valorarse sólo por el éxito en la fase de colonización de los ambientes restaurados por parte de la fauna, sino también debe asegurarse la viabilidad futura de las poblaciones instaladas. Uno de los peligros de los hábitats recuperados es crear "trampas ecológicas" en lugar de hábitats fuente. El concepto de trampa ecológica existe desde hace décadas, pero parece olvidado tanto por la literatura científica, como por los gestores de áreas para la conservación (Battin, 2004).

La trampa ecológica se define como un hábitat de baja calidad para la reproducción y supervivencia de la fauna y que, por tanto, no puede sostener una población a medio y largo plazo (Figura 1.1). Sin embargo, los animales lo prefieren por encima de otros hábitats de mejor calidad. Se diferencia del concepto "fuente-sumidero" en que éste incluye dos hábitats: uno de alta calidad (fuente) donde la tasa de crecimiento de la población es positiva, y otro de baja calidad (sumidero) en el que el crecimiento es negativo y, en conjunto, se crea una población estable. En este caso, el sumidero no atrae individuos, sino que éstos están forzados a ocuparlo una vez que el sistema fuente ya no puede albergar más individuos (Battin, 2004). Las consecuencias de las trampas ecológicas pueden ser devastadoras, llegando incluso a la extinción de poblaciones locales (Battin, 2004), y es obvia su importancia e implicaciones para la conservación y restauración de hábitats.

		Calidad de hábitat	
		Alta ($\lambda > 1$)	Baja ($\lambda < 1$)
Respuesta de selección de hábitat	Seleccionado	FUENTE	TRAMPA
	Evitado	FUENTE	SUMIDERO

Figura 1.1 Concepto de fuente, sumidero y trampa ecológica. Se ilustran las cuatro combinaciones de selección de hábitat (hábitat seleccionado o evitado) y de calidad de hábitat (calidad alta y baja). En los hábitats de calidad alta hay crecimiento positivo de la población ($\lambda > 1$) y en los hábitats de calidad baja hay crecimiento negativo ($\lambda < 1$). Los hábitats de alta calidad, tanto seleccionados como evitados, son considerados como fuente. Los sumideros son hábitats de baja calidad que son evitados por los individuos. La trampa ecológica es un hábitat de baja calidad seleccionado con preferencia por los individuos (Adaptado de Battin, 2004).

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. Según Castillo et al. 2008, esto se debe principalmente a la falta de estudios técnicos especializados y a la antigüedad de la legislación, desarrollada cuando la concepción del medio natural y los conocimientos de los hábitats de las especies difería del actual. Es necesario comprender las limitaciones que impone la legislación para enfocar los proyectos de restauración dentro de los parámetros establecidos por la normativa y sugerir cambios en ésta que mejorarían la restauración de canteras. Por ello, en este TFM se propone una revisión de la legislación minera actual en el ámbito nacional.

La minería puede generar un enorme impacto sobre las poblaciones de fauna naturales. Sin embargo, tiene un enorme potencial para crear estructuras rocosas y arenosas originales. Estas son escasas en determinados ambientes naturales y su ausencia limita la colonización y expansión de fauna rupícola especializada. Por ello, la restauración de canteras puede suponer una oportunidad para aumentar la disponibilidad de hábitats rupícolas escasos.

1.2 *Objetivos*

Este trabajo analiza la restauración de canteras para favorecer la avifauna rupícola, con los siguientes objetivos específicos:

- 1) Realizar una revisión bibliográfica sobre la avifauna rupícola de las canteras y sobre los trabajos de mejora de sus hábitats.
- 2) Hacer un estudio de campo de la avifauna rupícola presente en canteras del centro peninsular y analizar los factores relacionados con la presencia y abundancia de las especies.
- 3) Proponer actuaciones de restauración de canteras que favorezcan la presencia de aves rupícolas y eviten el funcionamiento de las canteras como hábitats trampa.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 *Descripción del área de estudio*

El área de estudio se encuentra en la zona centro de la Península Ibérica, e incluye las Comunidades Autónomas de Madrid y Castilla La-Mancha (Figura 2.1). La localización precisa de las canteras no aparece en esta memoria por motivos de confidencialidad de las entidades participantes en el estudio y para evitar la divulgación de las zonas de nidificación de las especies estudiadas, algunas de las cuales son especies protegidas.



Figura 2.1 Localización de la zona de estudio en la zona centro de la Península Ibérica.

Las localidades de estudio presentan características similares de clima, altitud y vegetación, (Anexo 7.2.1), lo que facilita la comparación entre las canteras. El clima es mediterráneo, con temperaturas anuales medias en torno a los 14°C. La precipitación anual media es de unos 450 mm que se reparten desigualmente durante el año. Las precipitaciones ocurren más frecuentemente en otoño y primavera, existiendo una pronunciada sequía estival (Figura 2.2).

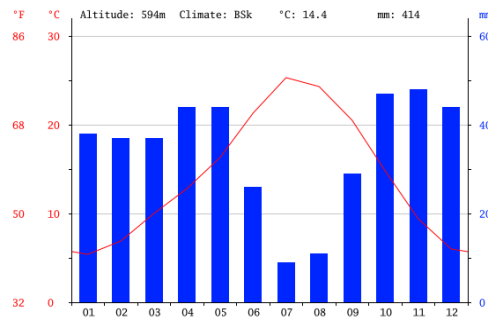


Figura 2.2 Climodiagrama tipo de las canteras objeto de estudio (Fuente: CLIMATE-DATA.ORG.).

La altitud es bastante homogénea, variando entre 550 y 750 msnm. La vegetación del entorno de las canteras es típicamente mediterránea, aunque en la mayoría de los casos se trata de tierras agrícolas.

El área de estudio incluye canteras de diferentes características (tipo de materiales, superficie, conformaciones, edad de las canteras, etc.) que permiten analizar un rango amplio de variables de hábitat. Cada cantera presenta superficies y litologías diferentes (yesos, arenas y gravas, puzolana, caliza y arcilla) y la topografía del entorno es suave en todas las localizaciones. Se descartaron aquellas canteras que no presentaban ambientes rupícolas como taludes y paredes, o que presentaban otros tipos de hábitats, como los hábitats acuáticos. Las canteras se encontraban en su mayoría en estado de actividad. Estas canteras activas presentan internamente un mosaico de zonas con mayor o menor actividad, con frentes activos y otros abandonados en diferentes periodos.

Respecto a las características antrópicas del entorno (2 km de radio), la mayoría de las canteras se localizan cerca de otras explotaciones y la mitad se encuentran en las proximidades de áreas urbanas (Anexo 7.2.1). Sólo dos canteras se localizan cerca de roquedos naturales, otras dos se encuentran cerca de cursos fluviales y más de la mitad se encuentran cerca de espacios naturales protegidos.

2.2 Especies estudiadas

Las especies objeto del estudio fueron aves rupícolas que nidifican en agujeros, repisas o directamente en el suelo. Se incluyeron rapaces diurnas y nocturnas, paseriformes (incluidos córvidos), palomas, y otras especies tales como abejarucos.

Algunas de las especies estudiadas son residentes de la Península Ibérica, mientras que otras son estivales. Todas utilizan en algún momento de su ciclo vital los hábitats rupícolas, ya sea como zona de anidamiento o dormitorio. Se incluyeron especies que utilizan taludes compuestos por materiales blandos o duros.

Se incluyeron también especies como la collalba rubia (*Oenanthe hispanica*) que utiliza amontonamientos de piedras para la reproducción y dos especies de golondrinas que anidan en las infraestructuras que normalmente se construyen en las canteras. Una lista de las especies analizadas y su descripción se encuentra en el Anexo 7.2.2.

2.3 Muestreo de la avifauna

El muestreo de la avifauna se realizó de noviembre de 2014 a junio de 2015, realizando un reconocimiento inicial en los meses de invierno y un muestreo más exhaustivo durante los meses primaverales, tras la llegada de las especies estivales y el desarrollo de las actividades de reproducción.

Se realizaron observaciones de los taludes, de los amontonamientos de material de origen antrópico (acopios y caballones - Anexo 7.1.1) y de las edificaciones asociadas a la cantera (maquinaria, oficinas, etc.). Para identificar las especies, las señales de actividad de las especies (excrementos, nidos) y estimar el número de individuos se realizaron observaciones a distancia desde un punto alejado, y posteriormente aproximaciones a los taludes siguiendo los perímetros de las canteras, procurando cubrir la superficie total de la cantera (censos absolutos). Sólo la cantera 9, la de mayor superficie, no fue muestreada en su totalidad. Las observaciones se realizaron de día y bajo condiciones meteorológicas favorables. Tanto los individuos como las señales de actividad fueron cartografiadas (Anexo 7.3.10).

Inicialmente se consideró la posibilidad de un muestreo pareado de canteras y de hábitats rocosos naturales cercanos (Martínez et al., 2004a). Sin embargo, solo dos canteras presentaron roquedos naturales cercanos por lo que se abandonó dicho diseño.

Se analizaron 32 variables de hábitat (Anexo 7.2.3) clasificadas en cuatro escalas, siguiendo a Martínez et al. (2004 a) y Dalbeck et al. (2006): escala detallada (nido), escala media (incluyendo la escala de acopio (Anexo 7.3.6) o talud (Anexo 7.3.7) y de cantera (Anexo 7.3.8)), y escala amplia (paisaje en un radio de 2 km).

2.4 Análisis de los datos

Para cada cantera, se calculó el volumen de cantera muestreado, multiplicando la superficie muestreada por la altura de los taludes, y se calculó la superficie total de taludes muestreados multiplicando la longitud de los taludes por su altura media. También se estimó la superficie total de acopios y caballones disponibles.

Para cada cantera, se estimó la abundancia de cada especie y la riqueza de especies, y se exploró su relación con las variables anteriores mediante gráficas de dispersión y regresiones lineales. También se estimó la frecuencia de las especies en las canteras (porcentaje de canteras donde la especie estuvo presente).

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) con SPSS 22.0 para la ordenación de las canteras según la abundancia de todas las especies de aves simultáneamente. Para identificar los factores ecológicos relacionados con los ejes principales del PCA se realizaron correlaciones de Pearson entre las coordenadas de las canteras en los ejes y distintos parámetros como el volumen de la cantera y la superficie total de taludes. Todos los análisis fueron de dos colas con un nivel de significación de $P < 0,05$.

3 RESULTADOS

3.1 Censo de la avifauna presente en las canteras

Los datos del censo de la avifauna por canteras se muestran en el Anexo 7.3.1, y se detallan en el Anexo 7.3.2. Los datos de las observaciones de mamíferos se muestran en el Anexo 7.3.3.

3.1.1 Riqueza de especies y abundancia de individuos

La riqueza de aves rupícolas por cantera varió de 4 a 14 especies y la abundancia total de individuos observados por cantera varió de 50 a casi 2000 (Figuras 3.1 y 3.2 y Anexo 7.3.1).

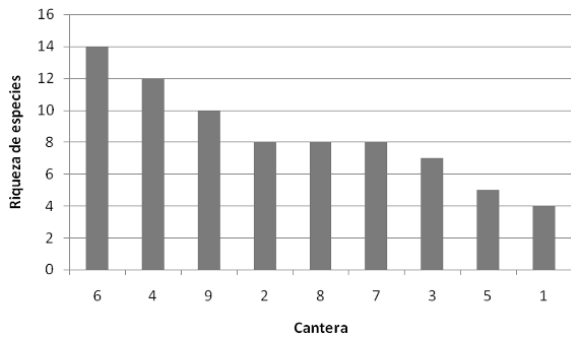


Figura 3.1 Riqueza de especies por cantera.

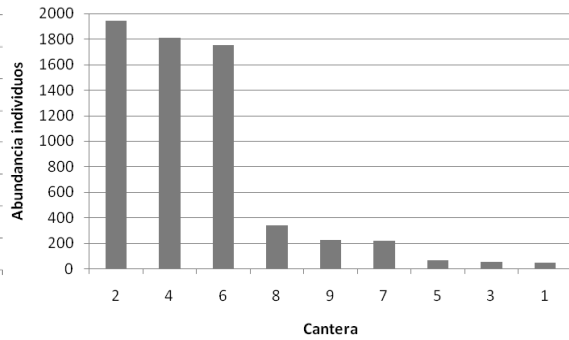


Figura 3.2 Abundancia total de individuos por cantera.

Las canteras 2, 4 y 6 destacaron por el elevado número de individuos censados. La cantera 9, la de mayor superficie, no fue muestreada en su totalidad, y sería necesario ampliar los muestreos para determinar exactamente la riqueza y abundancia de las especies.

Se localizaron un total de 19 especies de aves rupícolas en las canteras. La frecuencia de las especies en las canteras varió entre el 11% y el 89% (Figura 3.3). Destacan la grajilla, gorrión chillón y búho real por su elevada frecuencia en las canteras (presentes en más del 75% de las canteras).

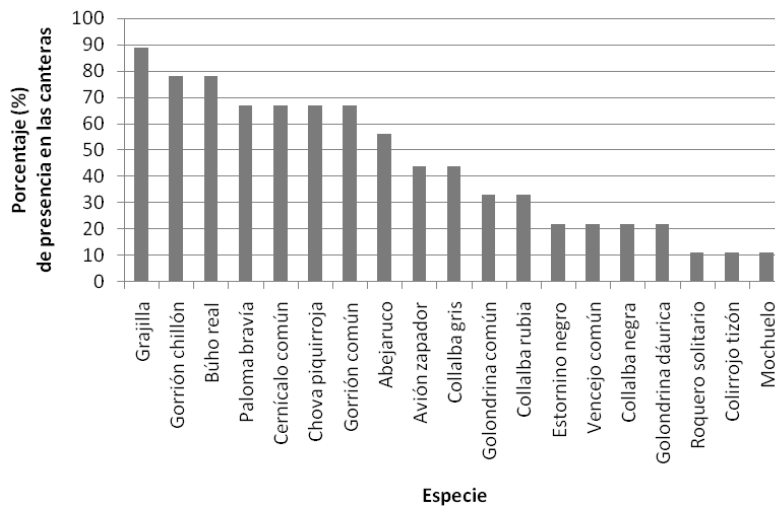


Figura 3.3 Frecuencia de las especies en las canteras

Los tres primeros ejes del análisis PCA absorbieron el 37%, 24%, y 15% de la varianza de la abundancia de las especies (en conjunto, 76% de la varianza total), respectivamente. Las especies de aves que se correlacionaron más con dichos ejes fueron para el eje 1, 8 especies que se correlacionaron positivamente, entre las que destacan la grajilla y el abejaruco, para el eje 2, 5 especies que se correlacionaron negativamente, entre las que destacan el avión

zapador, roquero solitario y colirrojo tizón, y para el eje 3 sólo una especie, la golondrina común, que se correlacionó negativamente (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Correlación de Pearson de las especies de aves con los tres primeros factores principales del PCA. Se indican en negrita las correlaciones significativas ($p < 0.05$).

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Grajilla	0,909604	-0,141226	0,341404
Gorrión chillón	0,739980	-0,570441	0,205057
Búho real	0,173109	0,265205	0,344298
Paloma bravía	0,867422	-0,195126	0,068963
Cernícalo común	0,304152	0,018705	-0,318651
Abejaruco	0,934081	-0,018951	0,266306
Chova piquirroja	0,785555	-0,169926	-0,540844
Avión zapador	-0,258602	-0,842583	-0,422632
Gorrión común	0,002195	-0,711859	-0,651588
Golondrina común	0,175170	-0,337553	-0,822240
Collalba rubia	-0,473345	-0,756551	0,440352
Collalba gris	-0,411125	0,169598	0,480329
Estornino negro	0,853968	-0,317914	0,319488
Vencejo común	-0,472130	-0,658084	0,443099
Collalba negra	-0,397760	0,333855	0,394284
Golondrina dáurica	0,807148	0,064216	0,265768
Roquero solitario	-0,356589	-0,832906	0,324706
Colirrojo tizón	-0,356589	-0,832906	0,324706
Mochuelo	0,897289	-0,198850	0,271559

3.1.2 Relación de la avifauna con el volumen de la cantera y la superficie total de taludes

Los datos de volumen y superficie se detallan en el Anexo 7.3.5. No se detectó ninguna correlación lineal significativa entre la abundancia total de individuos de aves en las canteras y las variables correspondientes a las características de las canteras (Tabla 3.2). Hubo una correlación significativa entre la riqueza de aves rupícolas en las canteras y la altura media de los taludes ($n=9$, $r= 0,6710$, $p=0,05$), la longitud total de taludes ($n=9$, $r= 0,7651$, $p=0,05$) y la superficie total (plano vertical) de los taludes ($n=9$, $r= 0,8302$, $p=0,05$) (Tabla 3.2 y Figuras 3.4, 3.5 y 3.6). La altura media de los taludes y la longitud total de los taludes no estuvieron correlacionadas entre sí. La riqueza de especies estuvo así mismo correlacionada positivamente con la abundancia total de individuos en las canteras ($n=9$, $r= 0,6958$, $p=0, 05$).

En el PCA, el factor 1 mostró una correlación positiva con el volumen de la cantera ($n=9$, $r=0,7707$, $p=0,05$) (Tabla 3.2 y Fig. 3.7). El factor 2 mostró una correlación negativa con la longitud total de taludes ($n=9$, $r=-0,6914$), $p=0,05$) (Fig. 3.8) y con la superficie total de los taludes o plano vertical de los taludes ($n=9$, $r=-0,8650$, $p=0,05$) (Fig. 3.9). Además, el factor 2 tuvo una correlación negativa con la abundancia de individuos de aves ($n=9$, $r=-0,8597$, $p=0,05$) y con la riqueza de especies en las canteras ($n=9$, $r=-0,7423$, $p=0,05$). El factor 3 no mostró correlación con ninguna de las variables ambientales.

El hecho de que el muestreo se haya realizado en sólo 9 canteras ha podido limitar la detección de más correlaciones significativas. Trabajos futuros deberían tratar de muestrear un número mayor de canteras.

Tabla 3.2 Matriz de correlaciones de Pearson entre las características de las canteras (altura, superficie y volumen) y el número total de individuos de aves en las canteras, la riqueza de especies de aves y las coordenadas de las canteras en el factor 1, 2 y 3 del PCA . N=9. Correlaciones significativas ($p < 0,05$) se indican en negrita.

	Superficie muestreada de la cantera (ha)	Altura máxima de los taludes (m)	Altura media de los taludes (m)	Longitud de los taludes (Km)	Volumen de la cantera (Hm3)	Superficie total de los taludes (Hm2)	Superficie acopios + caballones (Hm2)	Total individuos /cantera	Riqueza (Aves)	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Superficie muestreada de la cantera (ha)	1,0000 p= ---											
Altura máxima de los taludes (m)	0,0518 p=,895	1,0000 p= ---										
Altura media de los taludes (m)	0,0518 p=0,895	0,9094 p=0,001	1,0000 p= ---									
Longitud de los taludes (Km)	0,3534 p=0,351	0,1202 p=0,758	0,3324 p=0,382	1,0000 p= ---								
Volumen de la cantera (Hm3)	0,8819 p=0,002	0,4424 p=0,233	0,4152 p=0,266	0,4289 p=0,249	1,0000 p= ---							
Superficie total de los taludes (Hm2)	0,1574 p=0,686	0,4559 p=0,217	0,6779 p=0,045	0,8893 p=0,001	0,3955 p=0,292	1,0000 p= ---						
Superficie acopios + caballones (Hm2)	0,9549 p=0,000	-0,1001 p=0,798	-0,0258 p=0,947	0,4960 p=0,174	0,7683 p=0,016	0,2473 p=0,521	1,0000 p= ---					
Abundancia de individuos	0,0891 p=0,680	0,4389 p=0,237	0,4842 p=0,187	0,4737 p=0,198	0,4101 p=0,273	0,5966 p=0,090	0,0703 p=0,857	1,0000 p= ---				
Riqueza (Aves)	0,4282 p=0,250	0,5651 p=0,113	0,6711 p=0,048	0,7651 p=0,016	0,6619 p=0,052	0,8302 p=0,006	0,3898 p=0,300	0,6958 p=0,037	1,0000 p= ---			
Factor 1	0,5621 p=0,115	0,4792 p=0,192	0,2692 p=0,484	-0,1066 p=0,785	0,7707 p=0,015	-0,0368 p=0,925	0,3189 p=0,403	0,3942 p=0,294	0,2978 p=0,436	1,0000 p= ---		
Factor 2	0,0385 p=0,922	-0,4298 p=0,248	-0,6225 p=0,073	-0,6914 p=0,039	-0,2191 p=0,571	-0,8650 p=0,003	0,0078 p=0,984	-0,8597 p=0,003	-0,7423 p=0,022	-0,0000 p=1,00	1,0000 p= ---	
Factor 3	0,0678 p=0,862	0,1904 p=0,624	0,2432 p=0,528	0,4184 p=0,262	0,2442 p=0,527	0,4079 p=0,276	0,1114 p=0,775	-0,2411 p=0,532	0,3634 p=0,336	-0,0000 p=1,00	-0,0000 p=1,00	1,0000 p= ---

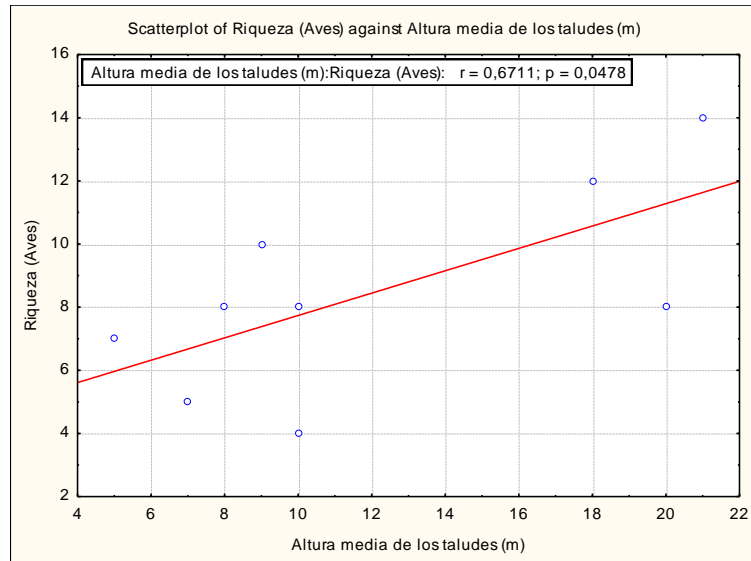


Figura 3.4 Correlación entre riqueza de especies de avifauna rupícola y altura media de los taludes (m)

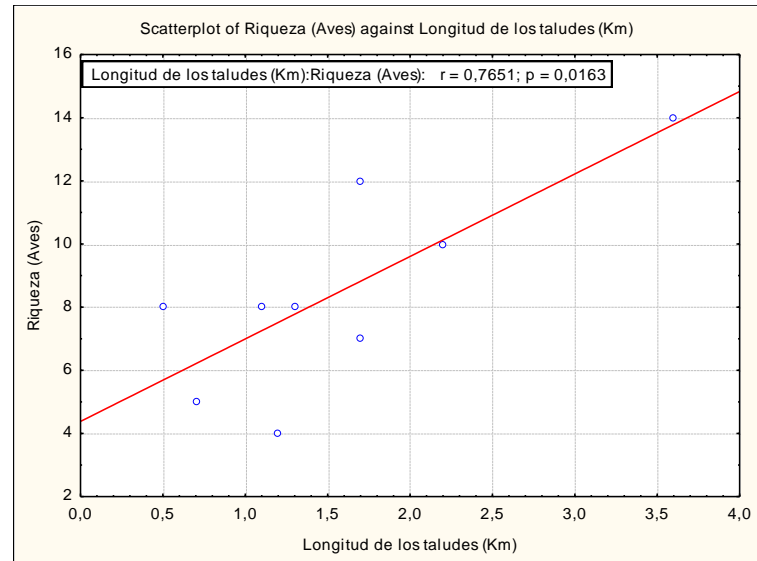


Figura 3.5 Correlación entre riqueza de especies de avifauna rupícola y longitud de los taludes (m)

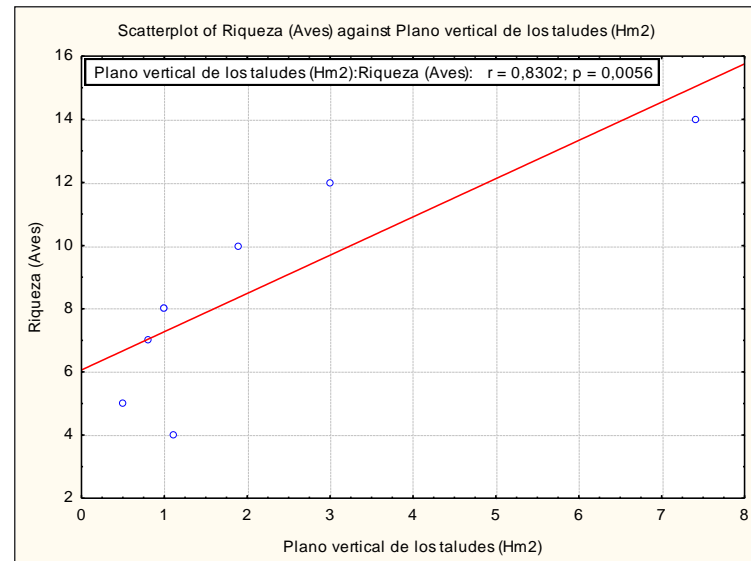


Figura 3.6 Correlación entre riqueza de especies de avifauna rupícola y superficie total (plano vertical) de los taludes (m²)

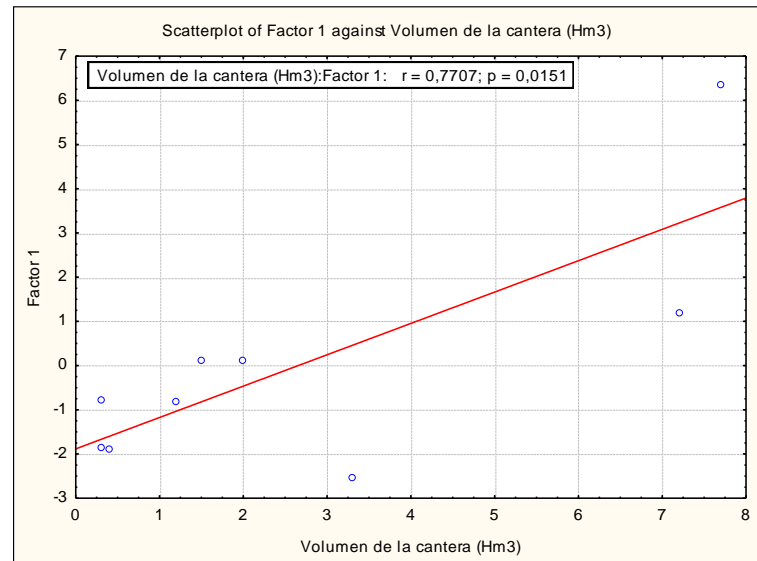


Figura 3.7 Correlación entre el factor 1 y el volumen de la cantera (hm³)

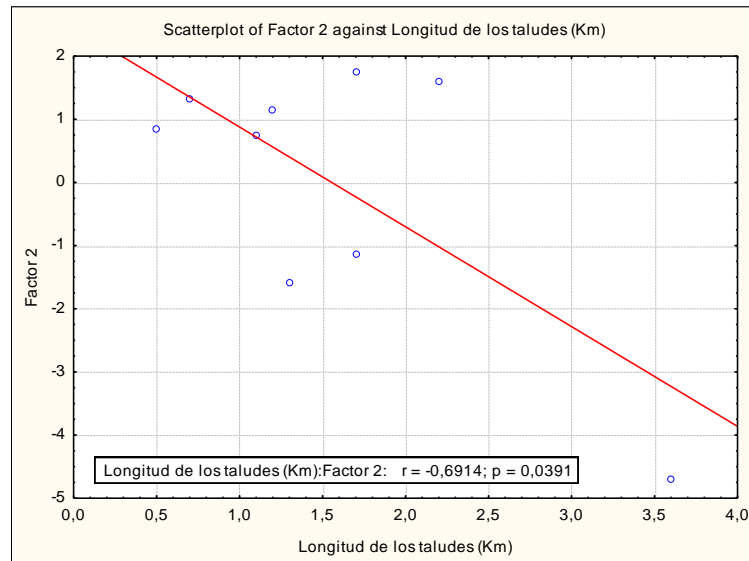


Figura 3.8 Correlación entre el factor 2 y la longitud de los taludes (km)

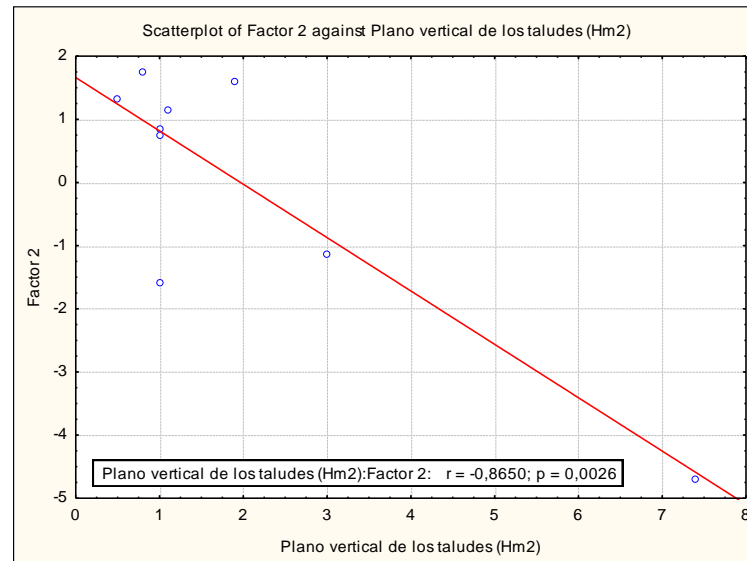


Figura 3.9 Correlación entre el factor 2 y la superficie total (plano vertical) de los taludes (Hm²)

3.1.3 Estructuras utilizadas por la fauna rupícola

La avifauna rupícola utilizó cuatro tipos de estructuras en las canteras (Fig. 3.10 y Anexo 7.3.4): caballones, acopios, taludes y edificios (infraestructuras o edificios presentes en las canteras). Los taludes fueron las estructuras con más riqueza de especies rupícolas, seguidos por las infraestructuras. Los acopios fueron ocupados por especies capaces de excavar oquedades y por otras especies que aprovechaban las oquedades generadas por estas especies excavadoras. Los caballones fueron las estructuras con menor riqueza de aves rupícolas.

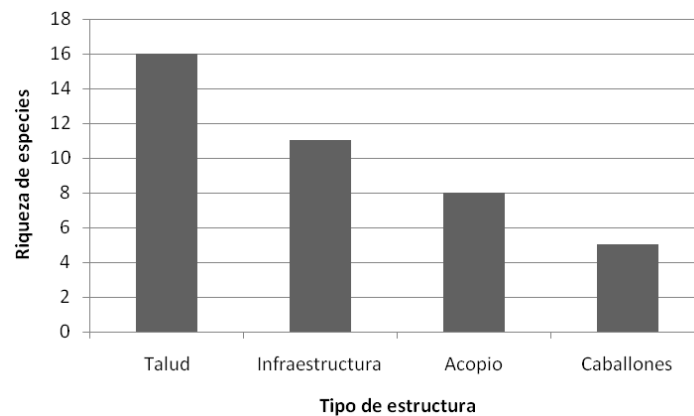


Figura 3.10 Riqueza de especies de aves rupícolas presentes en los cuatro tipos de estructuras utilizadas.

Una misma especie era capaz de utilizar varios tipos de estructuras. Las especies generalistas utilizaron hasta tres tipos y las especies especialistas solo un tipo de estructura (Figura 3.11). Ninguna especie rupícola se detectó en las cuatro estructuras.

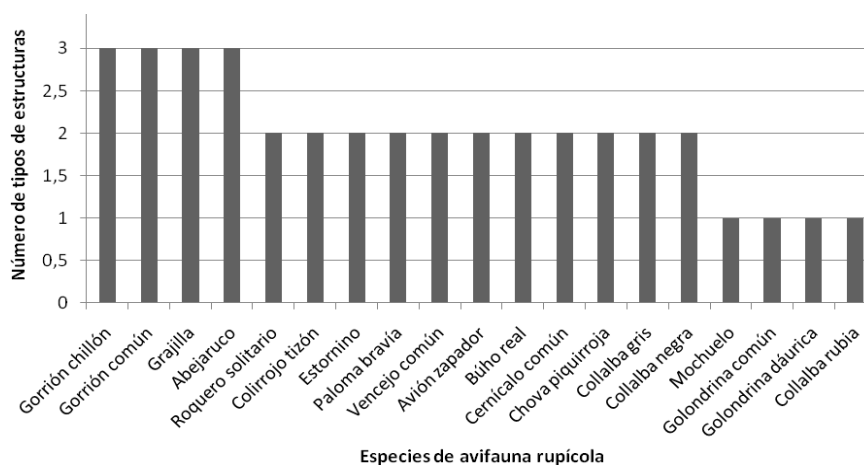


Figura 3.11 Variedad de estructuras ocupadas por las especies rupícolas en las canteras.

Las especies más generalistas, según los datos obtenidos en el Anexo 7.3.4, fueron el gorrión chillón, gorrión común y grajilla, presentes en los taludes, acopios e infraestructuras. El gorrión chillón sólo fue detectado en una ocasión sobre una infraestructura, un edificio que presentaba alerones con agujeros (Figura 3.12).



Figura 3.12 Imagen de gorrión chillón sobre infraestructura (Cantera 5) (Fuente propia)

Los abejarucos se observaron principalmente colonizando acopios (canteras 4, 5 y 9), aunque también colonizaron taludes de materiales blandos (canteras 4 y 8). Pensamos que también podrían utilizar caballones, siempre que el material sea blando y excavable, ya que se han observado agujeros de abejaruco a muy poca altura (Fig. 3.13)



Figura 3.13 (Izquierda) Agujeros realizados por abejaruco en talud. / (Derecha) Agujeros de abejaruco sobre acopio, a muy poca altura del suelo (Cantera 4) (Fuente propia)

El roquero solitario y el colirrojo tizón utilizaron normalmente los taludes pero se observaron individuos solitarios en infraestructuras. Sería recomendable confirmar que estos individuos utilizan las infraestructuras para nidificar.

El estornino negro y el vencejo común utilizaban las infraestructuras para nidificar (Fig. 3.14), pero se observaron algunos individuos en taludes, aunque sería conveniente determinar que los utilizan para nidificar.



Figura 3.14 Imágenes de infraestructuras colonizadas por especies tales como el estornino o golondrina dáurica (izquierda) y paloma bravía, roquero solitario y golondrina común (derecha) (Fuente propia)

El avión zapador fundamentalmente se localizó en acopios como el de la Fig. 3.15, izq, de material de grano fino y excavable. En el caso de la cantera 2 (arenas y gravas) se localizó también en taludes, excavando los agujeros en lugares con material blando (Fig. 3.15, dcha).



Figura 3.15 (Izquierda) Acopio colonizado por aviones zapadores (cantera 6). / (Derecha) Talud con agujeros excavados por avión zapador en las zonas de material más blando (cantera 2) (Fuente propia)

El búho real se detectó principalmente en taludes, pero también se detectó como nidificante en acopios de material compactado que presentaban agujeros amplios (Fig. 16).

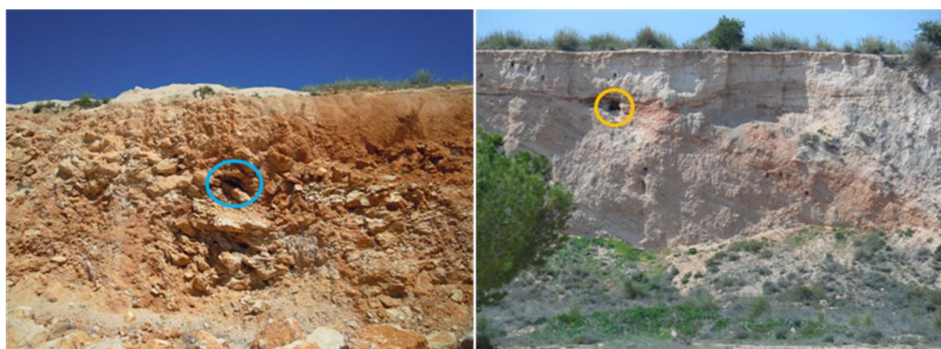


Figura 3.16. (Izquierda) Nido de búho real en talud (cantera 6). / (Derecha) Nido de búho real en acopio (cantera 9) (Fuente propia)

Respecto al cernícalo vulgar, detectado principalmente en vuelo, se observaron un par de nidos en acopios (Fig. 3.17). Es probable que utilizara taludes para nidificar en el caso de la cantera 6.



Figura 3.17 Nido de cernícalo vulgar sobre acopio y detalle del agujero (cantera 9) (Fuente propia)

La chova piquirroja mostró preferencia por los taludes (Fig. 3.18), aunque se detectó un caso de un nido sobre un acopio.



Figura 3.18 Nido de chova piquirroja en talud (cantera 4) (Fuente propia)

Las collalbas gris y negra se detectaron posadas tanto en taludes como en amontonamientos pequeños de piedra de tipo caballón. No se localizaron los nidos.

La golondrina común y la golondrina dáurica (Fig. 3.19) se localizaron sólo en infraestructuras. Aunque en la cantera 2 se observaron golondrinas comunes volando cerca de taludes, no pensamos que utilicen los taludes para la nidificación.



Figura 3.19 Nido de golondrina dáurica en proceso de construcción en el interior de una infraestructura (cantera 9) (Fuente propia)

El único ejemplar de mochuelo observado fue en un talud (Fig. 3.20). Cabe resaltar que este talud lleva muchos años siendo colonizado por abejarucos y que sin embargo este año habían acudido a anidar muy pocos individuos.



Figura 3.20. Nido de mochuelo sobre talud (izquierda) y detalle del agujero (derecha) (cantera 4) (Fuente propia)

La collalba rubia se detectó sobre piedras o en el suelo y claramente ligada a caballones de seguridad situados en el borde de pistas (Fig. 3.21). No se localizaron los nidos de esta especie.



Figura 3.21. Caballón sobre el cual se observaron collalbas rubias (cantera 6) (Fuente propia)

3.2 *Especies reproductoras: características de los lugares de reproducción*

3.2.1 Características de los acopios

Los resultados de las características de los lugares de nidificación en los acopios se muestran en la Tabla 3.3.

Diámetro de la apertura del nido: El diámetro del agujero varió según el tamaño de la especie, siendo las especies de mayor tamaño las que ocuparon agujeros de mayor diámetro (Fig. 3.22).

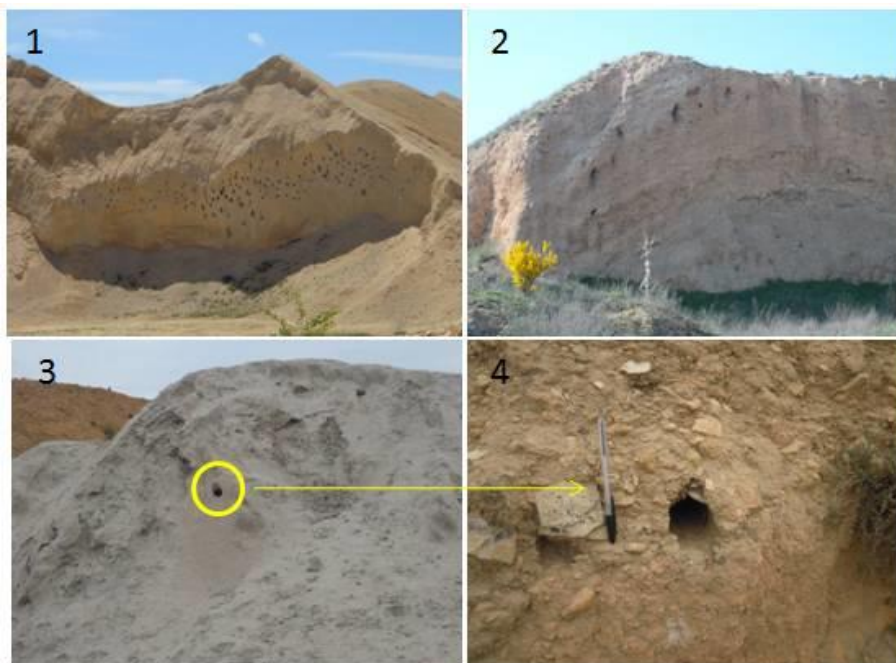


Figura 3.22 (1) Nido de avión zapador, diámetro +-5 cm. (2) Nidos de grajilla, diámetro >20 cm. (3) Nido de abejaruco y (4) detalle de nido de abejaruco, diámetro >5 cm (Fuente propia)

Apoyaderos y extraplomos: En acopios se detectaron en general muy pocos apoyaderos a la entrada de los nidos. Tanto en el cernícalo vulgar como en la grajilla, la mitad de los nidos contó con estructuras de protección (Figs. 3.23 y 3.24).



Figura 3.23 (Izquierda) Algunos nidos de avión zapador con apoyadero, creado por la erosión del material blando del acopio (cantera 6). **(Derecha)** Nidos de grajilla, a la izquierda con una amplia boca que crea un apoyadero. A la derecha, la boca presenta una estructura vertical que sirve de protección (cantera 9)
(Fuente propia)



Figura 3.24 Nidos de cernícalo, con piedras que protegen la entrada (cantera 9) (Fuente propia)

Altura del nido en el acopio (tercio superior, medio o inferior): El nivel utilizado varió con la especie. Todos los nidos de gorrión común y la mayoría de las grajillas se localizaron preferentemente en el tercio superior. El avión zapador mostró una tendencia a situarse en el tercio medio. Solo el abejaruco y el gorrión chillón se localizaron en el tercio inferior, si bien estas dos especies se localizaron indistintamente en los tres niveles (Fig. 3.25).

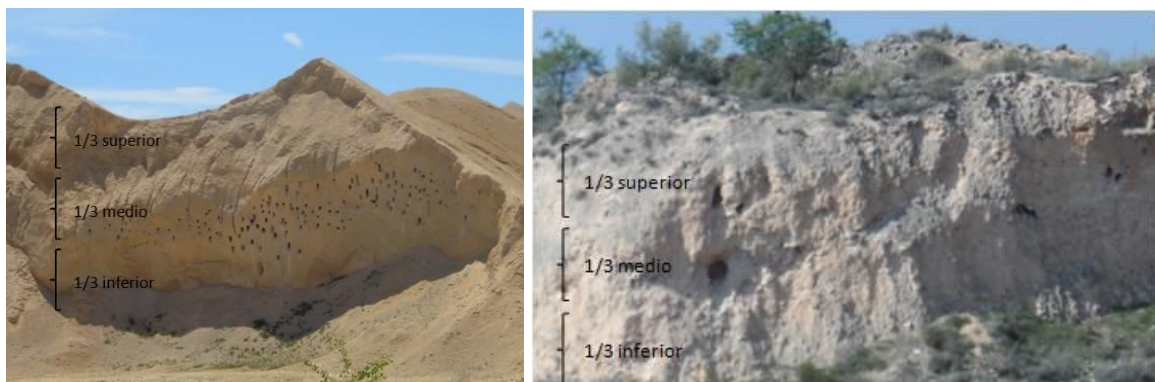


Figura 3.25 (Izquierda) Nidos de avión zapador en el tercio medio del acopio (cantera 6) / **(Derecha)** Nidos de grajilla y cernícalo en tercio superior y medio (cantera 9) (Fuente propia)

Altura del acopio en el punto localización del nido: La altura varió con la especie. Las dos especies de gorrión fueron las que seleccionaron alturas mayores dentro del acopio. El avión zapador, cernícalo vulgar y grajilla seleccionaron puntos donde la altura del acopio era intermedia. El abejaruco se localizó en las zonas más bajas de los acopios, llegando prácticamente a ras de suelo.

Altura máxima y media general del acopio: Los resultados obtenidos son bastante similares a los obtenidos para los acopios.

Longitud del acopio: Las especies de mayor tamaño (cernícalo vulgar y grajilla) fueron detectadas en los acopios de longitudes medias más largas. La media de longitud para el resto de especies fue similar. El abejaruco fue la especie que ocupó acopios más cortos (hasta sólo de 10 m).

Presión antrópica: El cernícalo vulgar fue la especie que soportó menos la presión antrópica. Se detectó en localizaciones que habían permanecido mucho tiempo inactivas, localizadas muy lejos de instalaciones, y sin viales en la parte superior del acopio.

Los abejarucos ocuparon tanto acopios inactivos como activos. El rango de distancia a instalaciones fue muy variable, desde 5 m a más de 1000 m de las instalaciones. Un 20% de los nidos se localizaron en acopios con viales en la parte superior.

El avión zapador, gorrión común y gorrión chillón presentaron respuestas similares. Parecen tener una alta capacidad de colonización, ya que se observaron en acopios activos hasta fechas recientes. Los acopios en los que se encontraban se localizaron lejos de instalaciones, pero presentaban bajo nivel de intimidad, encontrándose cerca de caminos transitados e incluso activos. Ningún acopio presentaba accesos superiores.

Tabla 3.3 Características de los agujeros utilizados para nidificar por cada especie en los acopios. No se han incluido aquellas especies con un número de lugares de nidificación muestreado menor a 4. Número de nidos muestreados: N. Variables analizadas: altura del nido (m) (porcentaje de nidos situados en el tercio superior, medio o inferior); altura del acopio donde se localizó el nido (m); diámetro del nido (cm); porcentaje de nidos con presencia de apoyadero y extraplomo; material del acopio (porcentaje de nidos situados en material duro o blando); altura máxima del acopio (m); altura media del acopio (m); longitud total del acopio (m); tiempo de inactividad del acopio (años); distancia del nido a infraestructuras (m); presencia de accesos superiores al nido (% de sies).

ACOPIO		Especie					
Variables		Abejaruco	Avión zapador	Cernícalo vulgar	Gorrión chillón	Gorrión común	Grajilla
N		99	1104	4	51	50	22
Altura del nido (m)	% 1/3 s	35	37	50	35	100	59
	% 1/3 m	21	57	50	33	0	36
	% 1/3 i	43	6	0	31	0	5
Altura del acopio (m)	media	5	10	9	12	12	8
	rango	0-6	2-12	5-12	6-12	12-12	6-10
Diámetro del nido (cm)	rango	5-20	5-10	30-30	5-10	5-10	10-30
Presencia de apoyadero	%	0	0	0	0	0	1
Presencia de extraplomo	%	0	0	50	0	0	45
Material del acopio	% blando	100	100	100	100	100	100
Altura máxima (m) del acopio	media	5	12	8	15	15	9
	rango	2-7	3-15	5-8	6-15	15-15	7-12
Altura media (m) del acopio	media	3	10	9	12	12	8
	rango	2-5	2-12	5-9	3-12	12-12	6-10
Longitud (m) del acopio	media	72	75	159	69	70	120
	rango	10-167	40-330	150-159	35-70	70-70	45-270
Tiempo inactividad (años) del acopio	media	11	3	35	3	3	42
	rango	0-30	3-3	30-35	0-3	3-3	30-50
Distancia a infraestructuras (m)	media	651	365	988	440	435	554
	rango	5-1170	80-435	805-988	435-700	435-435	70-1000
Acceso a la parte superior del acopio	%	1	21	0	0	0	0

3.2.2 Características de los taludes

Los resultados para las características del lugar de nidificación en taludes aparecen representados en la Tabla 3.4.

Diámetro de la apertura del nido: De manera similar a los acopios, los agujeros más grandes fueron utilizados por las especies más grandes, como el búho real y grajilla. El gorrión chillón y común se observaron en los agujeros de menor tamaño (Figs. 3.26 y 3.27).

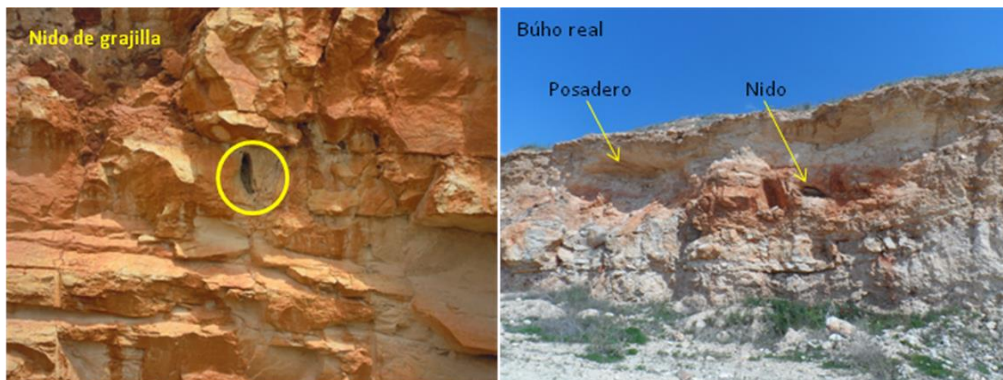


Figura 3.26 (Izquierda) Nido de grajilla: 10x20 cm. Cantera 4. / (Derecha) Nido de búho real: 80x60x50 cm. Cantera 9 (Fuente propia).

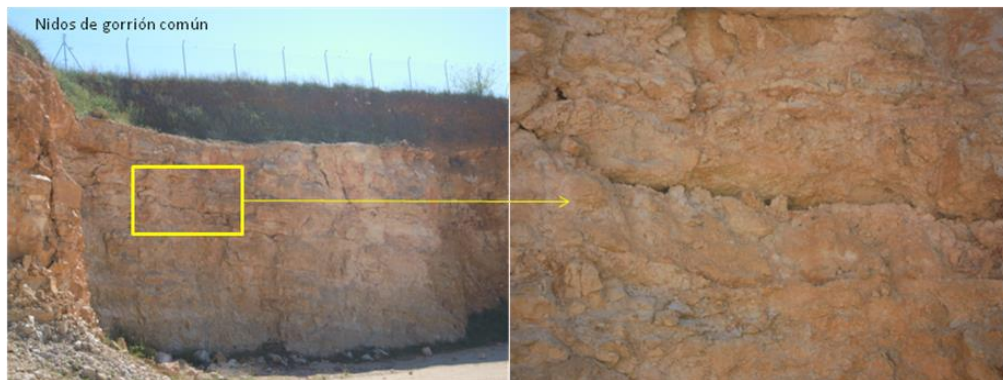


Figura 3.27 Nidos de gorrión común (grieta de 2-3 cm de alto). Cantera 6 (Fuente propia)

Apoyadero y extraplomo: La grajilla y el búho real utilizaron lugares de nidificación con apoyaderos y extraplomos. En el caso del avión común, la chova piquirroja y el gorrión común, estas estructuras se daban en porcentajes muy bajos. El gorrión chillón y el abejaruco no utilizaron nidos con apoyaderos y extraplomos (Figs. 3.28 y 3.29).



Figura 3.28 (Izquierda) Nido de grajilla con extraplomo (Cantera 4) / (Derecha) Nido de grajilla con extraplomo (Cantera 1) (Fuente propia).



Figura 3.29 (Izquierda) Nido de avión zapador con apoyadero (Cantera 2) / (Derecha) Nido de búho real con apoyadero y extraplomo (Cantera 9) (Fuente propia).

Tipo de material del talud: El abejaruco, avión zapador, chova piquirroja y gorrión común prefirieron materiales blandos. El búho real y la grajilla utilizaron materiales duros. El gorrión chillón se localizó en ambos tipos de materiales.

Altura del nido en el talud: La mayoría de las especies se localizaron preferentemente en el tercio superior. El búho real estuvo presente en el tercio superior y medio. El tercio medio fue la elección predominante en el caso del avión zapador y la chova piquirroja. Ninguna especie prefirió nidificar en el tercio inferior (Fig. 3.30).



Figura 3.30 (Izquierda) Nido de grajilla en tercio superior (cantera 1) / (Derecha) Nido de búho real en tercio medio (cantera 9) (Fuente propia).

Altura del talud en el punto de localización del nido: Las especies de mayor tamaño mostraron preferencia por taludes más altos. El abejaruco fue la especie que apareció a alturas más bajas.

Altura máxima y media de los taludes: De nuevo las especies mayores se detectaron en los taludes más altos. Sin embargo, el gorrión chillón se localizó a la altura media de talud más alta. El avión zapador fue la especie que se observó en los taludes más bajos.

Longitud de los taludes: La grajilla, chova piquirroja y búho real se observaron en los taludes más grandes y más largos. El avión zapador se detectó en los taludes más cortos.

El abejaruco se localizó en taludes con alturas altas y longitudes muy grandes pero en esos casos se localizaron en zona de 5 m de altura, y probablemente no dependían de grandes alturas para nidificar.

Presión antrópica: El búho real fue la especie que apareció más alejada de las instalaciones. La chova piquirroja se encontró bastante cerca de las edificaciones.

El avión zapador fue una de las especies que se registró en taludes más recientes, con mayor proximidad a instalaciones, y con un 100% de casos con accesos situados en la parte superior.

El gorrión común fue una especie que anidó en espacios más edificados e infraestructuras. Fue el que mayor proximidad a instalaciones mostró, tanto respecto a la distancia media como al rango máximo.

Tabla 3.4 Características de los agujeros utilizados para nidificar por cada especie en los taludes. No se han incluido aquellas especies con un número de lugares de nidificación muestreado menor a 4. Número de nidos muestreados: N. Variables analizadas: altura del nido (m) (porcentaje de nidos situados en el tercio superior, medio o inferior); altura del talud donde se localizó el nido (m); diámetro del nido (cm); porcentaje de nidos con presencia de apoyadero y extraplomo; material del talud (porcentaje de nidos situados en material duro o blando); altura máxima del talud (m); altura media del talud (m); longitud total del talud (m); tiempo de inactividad del talud (años); distancia del nido a infraestructuras (m); presencia de accesos superiores al nido (% de sies).

TALUDES		Especie						
Variables		Abejaruco	Avión zapador	Búho real	Chova piquirroja	Gorrión chillón	Gorrión común	Grajilla
N		34	400	8	10	113	123	44
Altura del nido (m)	% 1/3 s	53	41	50	40	91	85	50
	% 1/3 m	47	43	50	60	6	10	38
	% 1/3 i	0	16	0	0	3	5	12
Altura del talud (m)	media	6	9	16	18	10	10	16
	rango	5-20	4-14	6-40	11-30	5-36	10-14	3-40
Diámetro del nido (cm)	rango	5-10	5-20	50x20-100x200	10-10	2-10	5-7	10-50
Presencia de apoyadero	% si	0	21	60	20	1	12	24
Presencia de extraplomo	% si	0	33	60	20	1	17	70
Material del talud	% duro	0	0	80	40	50	1	87
Altura máxima (m) del talud	media	22	10	20	22	19	12	21
	rango	22-25	6-12	6-40	12-40	8-38	12-20	4-40
Altura media (m) del talud	media	12	8	13	15	19	11	15
	rango	11-25	3-12	3-20	7-20	4-22	7-20	3-30
Longitud (m) del talud	media	967	79	266	224	111	148	457
	rango	253-1036	30-200	35-640	86-354	93-770	86-150	100-1036
Tiempo inactividad (año) del talud	media	9	3	7	5	3	3	5
	rango	10-10	3-3	0-20	0-20	0-5	3-3	0-20
Distancia a infraestructuras (m)	media	176	97	625	136	186	15	410
	rango	30-190	40-160	50-1325	50-200	145-770	10-170	51-1000
Acceso a la parte superior del talud (%)	% si	91	100	38	20	96	100	73

4 DISCUSIÓN

4.1 Revisión bibliográfica: restauración minera y fauna rupícola

Los primeros estudios acerca de la colonización de canteras por avifauna rupícola fueron desarrollados en Irlanda. Tradicionalmente, el halcón peregrino *Falco peregrinus* ocupaba acantilados interiores y costeros, mientras que rara vez utilizaba canteras. Sin embargo, Norriss (1995) y Moore et al. (1997) detectaron un incremento de la colonización de las canteras. En 1997 el 20% de canteras Irlandesas habían sido colonizadas por esta especie, demostrando que las canteras permiten a estas aves extenderse hacia zonas que de otra manera les hubiera sido imposible instalarse.

Entre 1992 y 2006 se revisaron las canteras de Bizkaia para localizar nidos de aves rupícolas (Zuberogoitia, 1997; Zuberogoitia et al., 1998; Zuberogoitia, 2002; Zuberogoitia et al., 2006). Los resultados reflejaron que el 73% de las canteras abandonadas y el 39% de las activas, estaban ocupadas por alguna especie de ave rupícola y la tasa de ocupación era del 100% en las canteras de mayor tamaño.

Diversos trabajos muestran que los hábitats urbanos e industriales son necesarios para la conservación de la biodiversidad (Lundholm et al., 2010; Castillo et al., 2008; Martínez et al., 2003; CEMA, 2010). En la revisión realizada por Lundholm et al. (2010) se compara la fauna rupícola de hábitats de origen antrópico con la fauna de hábitats naturales, indicando que es muy similar. Castillo et al. (2008) señala que uno de los sustratos antropogénicos más utilizados por la avifauna son las canteras. Lundholm y colaboradores detallan que las paredes de las canteras proporcionan hábitat de anidamiento imprescindible para rapaces amenazadas. Según estos autores, la gestión activa de estas especies puede utilizar los espacios de nueva creación y hacerlos similares a sus análogos naturales sólo con pequeñas modificaciones. Sin embargo, en esta revisión no se detallan casos ni medidas concretas para mejorar los hábitats de las especies rupícolas.

Muy poca bibliografía consultada trataba la gestión de estos espacios rocosos de nueva creación para las aves rupícolas. Entre las recomendaciones de gestión se considera importante evitar una evaluación ambiental basada solamente en aspectos físicos y criterios paisajísticos, y se aconseja incorporar también los valores biológicos y ecológicos (Castillo et al., 2008). Este autor analiza cómo la gestión actual de las

canteras abandonadas en España, promovida por la legislación, ignora el potencial ecológico de estos espacios y propicia que las actuaciones de mejora del entorno perjudiquen a las aves rupícolas. Los proyectos de restauración deberían incluir un estudio específico sobre la colonización por aves rupícolas y compatibilizar su preservación con las medidas de restauración pertinentes (Castillo et al., 2008, Rosenfield et al. 2007a).

La gestión de las canteras también debería considerar los efectos negativos de las molestias humanas durante el periodo reproductor. Beale et al. (2004), proponen medidas para minimizar estos impactos, tales como reducir el número de visitantes, elevar los nidos artificiales en altura, o alejar los puntos de observación de aves. Sin embargo, hay autores (Geigenbauer et al., 2013) que puntualizan que ante una afluencia baja y regular de personas, algunas especies podrían acostumbrarse a su presencia y no verse afectado su éxito reproductor.

Se encontraron tres artículos enfocados a favorecer la avifauna rupícola. Boyce et al. (1980) tratan la creación de nidos artificiales para rapaces y describen la reconstrucción de una repisa donde históricamente anidaba el halcón peregrino. La utilización de nidos de córvidos para el anidamiento de diferentes rapaces ha sido extensamente descrito por la bibliografía (Brambilla, et al., 2010) y es aprovechado por Ostlyngen et al. (2011) para fabricar nidos artificiales para rapaces. Por último, Pagel (1989) describe la utilización de explosivos para potenciar una zona de nidificación del halcón peregrino. Todos estos casos fueron exitosos y contribuyeron a mejorar la reproducción de las especies rupícolas.

En cuanto a la “literatura gris”, existen bastantes manuales de restauración y buenas prácticas. CEMA (2010) incluye propuestas directamente enfocadas a preparar canteras de caliza para avifauna rupícola, aunque no se conocen ejemplos prácticos de estas propuestas. Notice Nature (2006) menciona actuaciones para avifauna rupícola, pero sólo se centra en la mitigación de perturbaciones antrópicas. Davies (2006) presenta muchos ejemplos de buena gestión en la restauración de canteras, pero ninguno referido a esta fauna en particular. Diferentes ONGs de conservación cuentan con manuales con recomendaciones para la conservación de avión zapador *Riparia riparia* (Hopkins, 2001; Bachmann et al., 2008)

Podemos concluir que existen pocos estudios científicos que analicen la importancia de las canteras para la avifauna rupícola y pocos casos prácticos o consejos de mejora de estos hábitats. Por ello, es necesario muestrear la avifauna rupícola en canteras, incluir su presencia en los planes de gestión y proponer medidas que puedan favorecer la avifauna rupícola en estos medios.

4.2 Problemática legal para la restauración de canteras y potenciar la avifauna rupícola

La normativa estatal sobre la explotación minera se encuentra recogida en el Anexo 7.3.9.

La importancia de los entornos rupícolas naturales y su protección es clara, y su integración en la gestión de espacios naturales es generalmente contemplada. Sin embargo, la importancia de entornos muy antropizados como zona de reproducción de fauna de interés, como las canteras, suele ser ignorada o minusvalorada por la legislación.

Varios motivos podrían explicar esta ausencia en la legislación. Las perturbaciones medioambientales que suelen generar las explotaciones mineras hacen pensar en estos espacios como “sin utilidad”. Sin embargo, en España han permanecido muchas canteras abandonadas sin restaurar, debido a que su apertura tuvo lugar antes de la elaboración del Real Decreto del 1982, y muchas de ellas han sufrido procesos de recuperación espontáneos, dando origen a enclaves de gran valor natural. Un ejemplo son las graveras abandonadas que conforman el sistema de humedales del Parque Regional del Sureste de la Comunidad de Madrid.

Otro motivo de esta ausencia es que la legislación fue desarrollada en épocas bastante anteriores, cuando la concepción del medio natural difería de la actual. En este sentido, la concepción del espacio en los Planes de Restauración que surgen en 1982, es que las canteras no tienen ningún interés ambiental. Por todos estos motivos, los proyectos de restauración son elaborados sin priorizar aspectos medioambientales (Castillo et al., 2008).

De igual manera, muchas EIA ignoran las necesidades reales de las especies, o mantienen la concepción de que estos espacios no tienen ningún valor medioambiental (Martínez et al., 2003). Por ejemplo, está muy extendido considerar las canteras abandonadas como lugares idóneos para escombreras y vertederos asociados a otros grandes proyectos constructivos. En estos casos, es frecuente que haya materiales contaminantes, pese a los controles realizados. Rellenar los huecos abiertos por la minería hasta que su conformación sea igual a la original es una tarea prácticamente imposible, y lo que en principio se concibe como una medida dirigida a la minimización de un impacto, se convierte por sí misma en una considerable agresión al medio, que reduce la presencia de aves rupícolas y por extensión la biodiversidad potencial del entorno.

Otras actuaciones habituales son las de eliminar las paredes verticales mediante el suavizado de los taludes hasta una inclinación de 30° a 45°. Posteriormente se suelen recubrir los taludes con sólidos inertes y tierra vegetal, o colocar mallas metálicas en las paredes para evitar la erosión. También se suelen habilitar paseos, zonas de esparcimiento u otras infraestructuras de mayor impacto, eliminando los espacios rupícolas y anulándose cualquier posibilidad de recolonización posterior por parte de las aves.

En conclusión, es necesario extender la concepción de las canteras como espacios que pueden albergar gran biodiversidad, siempre que se realice una gestión adecuada. Además, son necesarios estudios técnicos adecuados, que incluyan las especies rupícolas y valoren su importancia para la conservación.

4.3 El riesgo de crear trampas ecológicas

Las trampas ecológicas parecen ocurrir en una amplia gama de ambientes y aparecer debido a múltiples procesos (Battin, 2004). Se han descrito trampas ecológicas en campos de cultivo, aeropuertos, corredores lineales, humedales artificiales, áreas urbanas o bordes de hábitat. Es decir, en paisajes muy alterados.

El ejemplo más claro descrito es el del gavilán de Cooper *Accipiter cooperii* (Boal, 1997 y Boal et al. 1999). El gavilán se encuentra en mayores densidades dentro de la ciudad de Tucson, Arizona, que en las áreas extraurbanas. Sin embargo, la mortalidad

de los polluelos en la ciudad es mucho mayor debido a la tricomoniasis transmitida por las palomas de su dieta. Así, la mortalidad de polluelos en la ciudad es superior al 50%, mientras que fuera de ésta, es de menos del 5%. Todo parece indicar que las aves son atraídas a la ciudad debido a la abundancia de presas y de espacios donde anidar, aunque se trate de un hábitat de peor calidad en cuanto al resultado de la reproducción. Los autores insisten en la dificultad de detectar este tipo de hábitats trampa y de la necesidad de más estudios a escalas temporales amplias para poder comprenderlos.

En las canteras estudiadas en el presente TFM, el búho real mostró una gran capacidad para colonizar las canteras, incluso sin realizar actuaciones de mejora dirigidas a esta especie. El búho real es el búho de mayor tamaño del planeta. Su elevado tamaño, fuertes garras y hábitos nocturnos lo convierten en un depredador formidable. Aunque depreda principalmente sobre mamíferos, especialmente el conejo, sus presas potenciales abarcan un amplio rango de especies, incluyendo aves. Es uno de los principales súper-depredadores descritos en Europa (Hume, 2007).

Varios factores podrían favorecer la presencia del búho en las canteras. En primer lugar, las poblaciones de conejos, su presa principal, suelen ser abundantes en las canteras. El movimiento de tierras facilita la excavación de madrigueras por los conejos, y las canteras suelen ser ambientes tranquilos con poca presencia humana y donde no suele estar permitida la caza. En segundo lugar, las canteras ofrecen hábitats rupícolas adecuados para la reproducción del búho (Dalbeck et al., 2006). El estudio de los motivos que originan la alta presencia del búho real en canteras debería ser objeto de una futura línea de investigación. Esta debería incluir el estudio de la dieta del búho en las canteras, para detectar si su presencia está asociada a la del conejo y el papel de la avifauna rupícola en la dieta de este depredador.

Si se plantearan actuaciones de mejora de hábitat enfocadas a las aves rupícolas en los proyectos de restauración de las canteras (tales como dejar taludes rocosos verticales, provistos incluso de agujeros artificiales, crear perchas de aves, etc.) en ambientes con presencia de búho real, se podría correr el riesgo de crear una trampa ecológica donde el único favorecido fuera el búho real, que vería aumentado su suministro de presas. Las mejoras de hábitats en las canteras dirigidas a la avifauna rupícola deberían tener en cuenta en su diseño la necesidad de protección de la avifauna frente al búho real.

4.4 Selección de hábitat de la avifauna en las canteras estudiadas

Las canteras estudiadas presentaron en algunos casos una riqueza de aves rupícolas notable (hasta 14 especies) con algunas poblaciones que superaban los 1000 individuos. Algunas de las especies están amenazadas a nivel nacional como la chova piquirroja, el cernícalo vulgar, la collalba negra y la collalba gris (Madroño et al., 2004). Esto demuestra que las canteras son lugares extensamente utilizados por las aves rupícolas (Castillo et al., 2008) y que el papel de los hábitats industriales para la conservación de la biodiversidad debería ser considerado (Lundholm et al., 2010).

Fue posible detectar algunos patrones generales en la riqueza de especies de aves rupícolas en las canteras. Así, las canteras con mayor longitud de taludes y con taludes de mayor altura media (es decir, mayor plano vertical de taludes) presentaron mayor riqueza de especies, en línea con los resultados obtenidos por Zuberogitia y colaboradores en canteras del País Vasco (Zuberogitia, 1997; Zuberogitia et al., 1998; Zuberogitia, 2002; Zuberogitia et al., 2006). Esta relación entre superficie de taludes y riqueza de especies puede ser debida, en parte, a las relaciones especies-área que se dan en otros muchos ecosistemas (Krauss et al., 2008), lo que explicaría especialmente la importancia de la longitud de los taludes para la riqueza de aves. Sin embargo, algunas especies rupícolas sólo colonizaron taludes elevados, indicando que la altura de los taludes puede ser determinante para algunas especies. Por otra parte, los resultados sugieren que el efecto de la edad de las canteras no es muy relevante sobre la abundancia y riqueza de especies, en línea a lo sugerido por Krauss et al. (2008). A su vez, puede que tampoco sea relevante la intensidad de la actividad industrial de la cantera sobre la abundancia de individuos (Geigenbauer et al., 2013), en contraste con los resultados de Castillo et al. (2008).

La composición de especies rupícolas de las canteras estuvo relacionada con características generales de las canteras. Los factores 1, 2 y 3 del PCA representan gradientes de variación de la composición de especies, absorbiendo en conjunto más de 75% de la varianza en la misma. Estos gradientes de composición de especies estuvieron correlacionados con características de las canteras tales como la longitud de taludes, superficie de taludes (plano vertical de los mismos) y volumen de la cantera. A la hora de realizar una restauración o rehabilitación de una cantera, se deberían tener en cuenta estas características a las cuales las aves responden.

Cada especie mostró unos requerimientos de hábitat concretos. Así, el tipo de material (excavable o no), el diámetro de grano, o el diámetro de las oquedades determinó las especies que albergaban las canteras, tal como también detectaron Geigenbauer et al., (2013). Estas particularidades para cada especie pueden ser utilizadas para diseñar los nidos y los entornos de los mismos para distintas especies durante la restauración de las canteras. Ejemplos donde los diseños de nidos artificiales para aves rupícolas fueron exitosos podemos encontrarlos en Boyce et al. (1980), Ostlyngen et al. (2011), Pagel (1989), o los casos prácticos de Hopkins (2001) para avión zapador.

Es interesante resaltar el uso que hicieron los gorriones chillón y común de los agujeros excavados por avión zapador. Convendría determinar qué relación existe entre estas especies y el resultado de dicha interacción. Por ejemplo, si el avión zapador acaba siendo desplazado por los gorriones. En todo caso, en las canteras pueden existir interesantes relaciones entre las especies excavadoras de agujeros y los usuarios posteriores de los mismos que deberían analizarse más en profundidad. En este TFM se ha detectado el importante papel constructor de agujeros llevado a cabo por los conejos (en línea con el trabajo de Gálvez et al., 2008), abejarucos y avión zapador.

Las diferencias entre los resultados obtenidos para acopios y taludes se deben a la naturaleza del material. Por ejemplo, en el caso de los nidos con apoyaderos y extraplomos las diferencias se debieron a que los acopios suelen estar formados por materiales de naturaleza más blanda, que no forman estos salientes. Los acopios en los que aparecieron apoyaderos y extraplomos fueron los más antiguos y con materiales más compactos. En taludes, dado que el material es más resistente, estas estructuras se dan más fácilmente. Sin embargo, los extraplomos no parecen tener un papel relevante para muchas de las especies, exceptuando el búho real que necesita cavidades amplias (Geigenbauer et al., 2013). Los apoyaderos que no estaban asociados a nidos sí parecen relevantes como zonas de reposo, y como posaderos para rapaces.

Otra consideración respecto al tipo de material que conforma los taludes, sería determinar si ciertos materiales son preferidos por la fauna o rinden mayor éxito reproductor que otros, tal como sugiere Dalbeck et al. (2006). Una interesante línea futura de estudio sería analizar la relación entre el material de las canteras y la elección del lugar de reproducción de la fauna rupícola y su éxito reproductor.

La fauna rupícola buscó seguridad anidando a alturas elevadas. Hubo una relación entre el tamaño de las especies y el tamaño de los taludes. Así, las especies mayores parecen mostrar preferencia por taludes más grandes y extensos. Sin embargo, el búho real, que aún tratándose de una de las mayores especies estudiadas, puede anidar en taludes pequeños o aterrizados (Geigenbauer et al., 2013), y el gorrión chillón, se localizó en todos los rangos de altura de taludes.

Respecto a las perturbaciones antrópicas, no parecieron generar muchos problemas a la fauna. De hecho, se observó que canteras inactivas durante varios años podían tener menor abundancia de aves que canteras actualmente activas. Se observaron muchas especies en frentes activos, incluido el búho real, que normalmente son consideradas como especies sensibles a la presencia humana. Distintos autores sugieren que si la actividad es regular y de baja intensidad, la fauna puede adaptarse a la perturbación (Geigenbauer et al., 2013; CEMA, 2010). Las canteras en general son espacios con poca afluencia de personas y que se mueven por zonas concretas de las canteras que la fauna puede evitar. Esperábamos que los caminos y accesos localizados en los bordes superiores pudieran crear perturbaciones muy grandes a la fauna, tal como ha sugerido Rosenfield et al. (2007a), pero en las canteras que hemos estudiado generalmente estas pistas son poco transitadas, y se encuentran a menudo lejos de accesos públicos lo que podría explicar los escasos efectos negativos detectados.

El mayor conflicto podrían ser los trabajos mineros en acopios colonizados durante la época de cría. Esto podría resolverse fácilmente, por ejemplo manteniendo un corto periodo de inactividad en dichos acopios durante la cría, o habilitando otros acopios para que las aves no interrumpan la actividad (Bachmann *et al*, 2008).

4.5 Propuestas de mejora de hábitat rupícola en canteras

En el caso de rapaces rupícolas de tamaño mediano-grande, los requerimientos incluyen paredes verticales de altura considerable con cavidades de tamaño ajustado al tamaño del ave para evitar la incidencia de súper predadores de elevado tamaño como el búho real. Además, estas especies suelen ser sensibles a las actividades humanas, de modo que podría ser conveniente tratar de minimizar las interferencias humanas (CEMA, 2010).

El aumento de la disponibilidad de superficies para la nidificación puede lograrse mediante voladuras selectivas y perforaciones (Pagel, 1989; CEMA, 2010). Se recomienda realizar las voladuras en el tercio superior, con profundidades que superen el metro de profundidad. También sería conveniente habilitar repisas (apoyaderos), de superficies considerables, en torno a 2 x 1.5 m (Geigenbauer et al., 2013). Las superficies horizontales deben disponer de una capa de material suelto, como grava (Boyce et al., 1980).



Figura 4.1(Izq) Repisa amplia de halcón peregrino (Fuente: http://mendobrew.com/blog/476_the-peregrine-falcon/). (Dcha) Superficie cubierta de grava para halcón peregrino. (Fuente: http://www.mlive.com/news/jackson/index.ssf/2012/03/peregrine_falcons_nesting_agai.html)

En el caso de no poder llevar a cabo voladuras, existen ejemplos donde la instalación de cajas nidos ha resultado muy exitosa para algunas especies, entre ellas el halcón peregrino (Bird, et al., 1996), los cernícalos vulgares y primilla y las rapaces nocturnas (CEMA, 2010). Se recomienda de nuevo instalar las cajas nido en el tercio superior de las paredes, preferiblemente con una orientación resguardada. El tamaño de la caja y su morfología variaría según la especie.

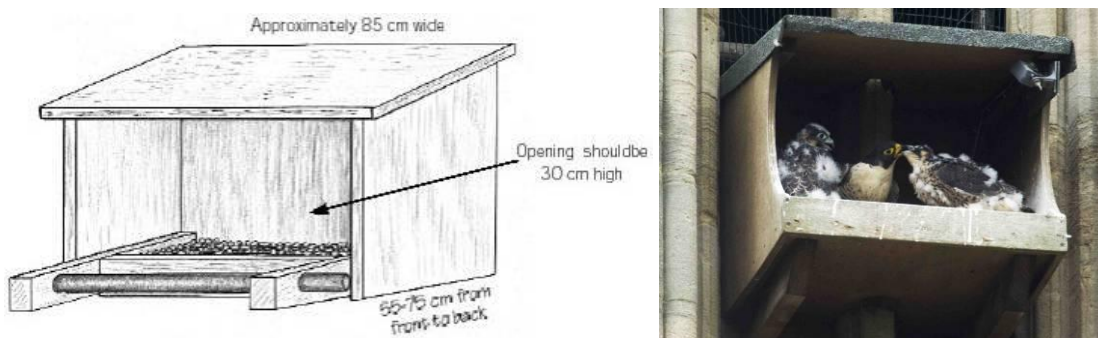


Figura 4.2 (Izq) Ejemplo de caja nido para halcón peregrino (Fuente: <http://www.hww.ca/en/things-you-can-do/action-and-awareness/birds/take-falcons-under-your-wing.html>). (Dcha) Caja nido para halcón peregrino (adulto y dos juveniles) (Fuente: <http://hawkandowl.org/our-work/urban-peregrine-projects/>).

La creación de nidos adicionales podría ser una estrategia para canteras en fase de explotación. Así, se podría aumentar la disponibilidad de nidos en puntos donde las

molestias tanto para los animales como para la extracción fueran menores, y tratar de atraer a las aves rupícolas a estas zonas (CEMA, 2010).

Otras especies requerirán así mismo taludes verticales, que no han de ser necesariamente de gran altura, y oquedades de tamaño adecuado a los requerimientos de la especie (pequeños agujeros en el caso de los paseriformes, y de mayor tamaño para el resto).

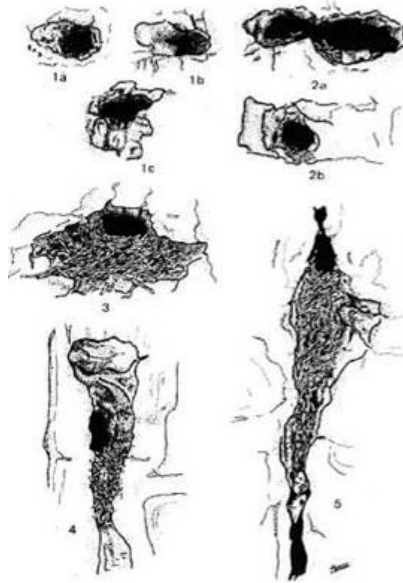


Figura 4.3 Ejemplos de oquedades utilizados por la grajilla (Fuente: Soler (1987)).

Respecto a crear paredes verticales durante la restauración existe cierto grado de debate. Una de las preocupaciones es la seguridad y estabilidad en torno a estas estructuras. Sin embargo, existen planes de restauración que proponen el banqueo de los taludes. Esto implica la existencia de bancos de menor altura pero aún con mucha pendiente, lo cual indica que existen técnicas que permiten la existencia de paredes verticales seguras de cierta altura. No sería necesario mantener taludes muy altos porque muchas especies de aves rupícolas colonizan taludes de 6-10 metros, aunque en ese caso algunas especies no los colonizarían porque prefieren taludes más altos (Soler, 1987).

Una técnica que permite mantener taludes verticales de manera estable es la técnica Talud Royal®. Consiste en actuar sobre el talud para “acelerar” los procesos geológicos y de meteorización que actuarían de forma espontánea con el tiempo. El resultado es un talud muy estable, visualmente muy atractivo e integrado en el entorno, y con las máximas ventajas ecológicas (Martín Duque et al., 2011). El método consiste en

analizar la evolución geomorfológica que sufren las mismas rocas objeto de corte en laderas de paisajes del entorno, que se consideran referentes, e ‘imprimir’ a los desmontes construidos dicha evolución desde el principio. El estudio geológico previo requiere identificar las principales líneas de discontinuidad del macizo rocoso (fallas, diaclasas, planos de estratificación...) que son las que generan inestabilidad. También comprender los patrones de esa inestabilidad, como el tipo de proceso (caídas o deslizamientos...) y las condiciones de ocurrencia. Finalmente es necesario conocer cuál es la respuesta diferencial (erosiva o evolutiva) de las distintas rocas que componen el talud, e incorporar dicha respuesta en el diseño (Martín Duque, et al., 2011).

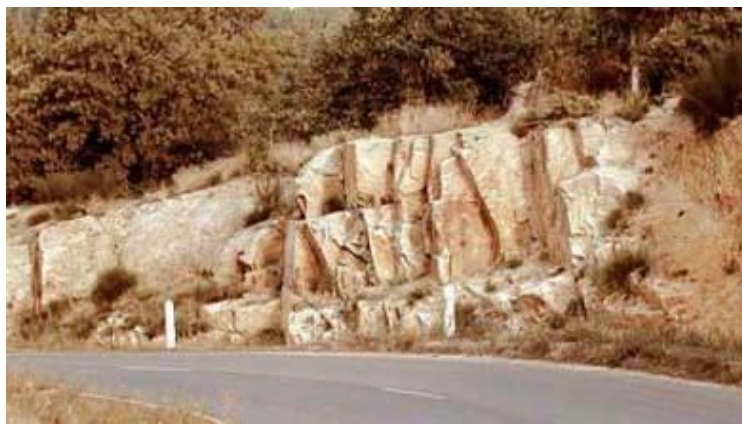


Figura 4.4 Aspecto de un talud Royal en la carretera RD 105, Loire (Francia), en el que se observa la exposición de superficies ya meteorizadas en un desmonte de reciente construcción (Fuente: Paul Royal).

Los taludes Royal® se construyen a partir de voladuras muy dirigidas o controladas (adaptadas a la estructura de los distintos tipos de rocas). Este proceso se completa mediante el desmonte particularizado de bloques inestables con retroexcavadora, y también de manera manual. Las ventajas de este método son tanto ecológicas como económicas, al evitar el costoso relleno del hueco minero. En términos de mantenimiento de los taludes también supone un ahorro a la larga, ya que evita problemas de erosión que surgen en las laderas cuya pendiente se ha suavizado y sobre las que se extiende tierra vegetal.

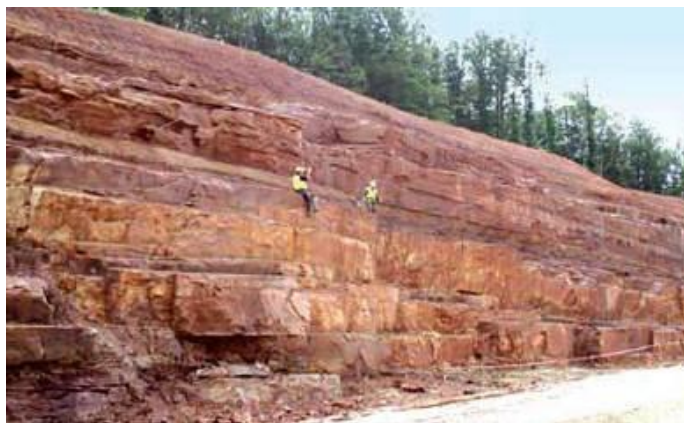


Figura 4.5 Aspecto de un talud Royal en construcción, en el que se están eliminando los últimos bloques inestables de forma manual. Carretera RN57, en Luxeuil, Francia (Fuente: Paul Royal).

Otra preocupación que puede surgir al conservar taludes verticales es la del mantenimiento del espacio y las estructuras de seguridad en su entorno (vallas, carteles...), una vez que la explotación sea cerrada. En primer lugar, no debería ser necesario un mantenimiento exhaustivo si se aplican las técnicas antes mencionadas. Pero en caso de que sí fuera necesario, la zona que ha sido recuperada ecológicamente podría cederse a la Administración o realizar acuerdos con entidades a las que pudiera interesarles la gestión de un espacio natural. Por ejemplo, organizaciones del tercer sector podrían realizar actividades de conservación o divulgación en estos espacios, mediante convenios como los acuerdos de custodia. Esto permitiría que la restauración considerara el aspecto social (las poblaciones del entorno, los *stakeholders* en general...).

En caso de no querer o poder introducir taludes verticales en los Planes de Restauración, o para incluir estrategias de conservación de biodiversidad en las explotaciones aparte de las restauraciones, podría plantearse la opción de mejora del hábitat para especies rupícolas mediante actuaciones temporales. Estas estarían dirigidas a potenciar o mantener las especies durante la vida activa de la cantera. Se trata de una opción interesante, dado que las concesiones mineras perduran durante periodos largos de tiempo (30 años, prorrogables por periodos de 30 años).

Otra propuesta (temporal o no) sería mantener acopios y caballones dirigidos a las especies excavadoras (abejarucos y aviones zapadores), en lugar de grandes taludes. No necesitan ser de gran altura, lo cual reduce su peligro. Su carácter temporal no supone un problema, ya que este tipo de ambientes suelen ser temporales en la naturaleza. Esto implica que requerirían poco mantenimiento. Además, los materiales no tendrían por

qué ser los de un acopio de la explotación (de buena calidad), ya que se detectaron en este estudio abejarucos y aviones zapadores nidificando en escombreras formadas por restos y por polvo de los filtros de las máquinas machacadoras de las canteras.



Figura 4.6 Ejemplos de acopios creados artificialmente para la conservación de avión zapador (Fuente: Bachmann et al., 2008)

Existen ejemplos de mantenimiento de acopios o creación de estructuras artificiales para estas especies excavadoras (Geigenbauer et al., 2013; Hopkins, 2001; Bachmann et al., 2008). Recomendaciones generales para el mantenimiento de los acopios son eliminar vegetación y amontonamientos de piedras del frente de los acopios con el fin de evitar depredadores; mantener las paredes con una altura mayor de 2,5 m y con orientaciones al sur o sureste; preparar la cara vertical del acopio con maquinaria cada dos años, antes del periodo de cría, en el caso de que fuera necesario recuperar el talud (Bachmann et al., 2008).



Figura 4.7 Máquina excavadora preparando la cara vertical de un acopio (Fuente: Bachmann et al., 2008)

La gestión para la conservación de la biodiversidad en estos espacios puede encontrarse con otros problemas. Por ejemplo, la falta de apoyo del propietario del terreno. A menudo, los terrenos en los que tiene lugar una explotación minera son arrendados. La opinión y necesidades de éste son fundamentales a la hora de planificar una restauración. Demostrar cómo la creación de hábitat puede generar beneficios a través de diferentes fuentes de financiación y que el público se beneficiaría de un uso conservacionista del terreno podría ayudar a vencer esta reticencia (Davies, 2006).

Otro motivo por el que existe reserva a la hora de utilizar estos espacios para la conservación es la supuesta baja rentabilidad económica derivada de este uso y la dificultad de asegurar una gestión de conservación a largo plazo (ligada a la dificultad de encontrar financiación). La conservación no se percibe como una fuente de ingresos directos (al contrario que la agricultura o los usos recreativos convencionales). Sin embargo, en muchas ocasiones la creación de hábitat es menos costosa que la restauración para fines agroalimentarios o recreativos porque requiere menos “inputs”. Además, existen beneficios indirectos ligados a la conservación, como el atractivo turístico que puede llegar a alcanzar una zona de gran valor natural.

La financiación para la conservación a largo plazo puede encontrarse de diferentes maneras, incluyendo pagos agroambientales, financiación para proyectos europeos a medio plazo (como los proyectos LIFE), apoyo económico de las empresas o la nueva herramienta de los bancos de hábitat, que se encuentra actualmente en trámite en España. Además, aunque a veces la conservación de hábitats no genere un ingreso directo, hay motivos económicos más amplios que habría que considerar, incluyendo la salud y calidad de vida pública.

En conclusión, se puede potenciar la avifauna rupícola en las canteras tanto con propuestas sencillas, como con planes de rehabilitación más ambiciosos. Existe mucha reticencia a utilizar estos espacios como zonas de conservación de la biodiversidad, pero con el tiempo y con demostraciones de buenas prácticas exitosas, se podrá llegar a un cambio de mentalidad donde la conservación se reconozca como algo fundamental para el bienestar de la sociedad.

4.6 Conclusiones

1) No existen prácticamente estudios acerca de la colonización de las explotaciones mineras por parte de las aves rupícolas, ni de la importancia que estas áreas pueden tener para ellas. Tampoco ejemplos prácticos reales de actuaciones llevadas a cabo para potenciar esta fauna. Es por tanto una línea novedosa, en la que queda aún mucho por desarrollar.

- 2) En este TFM se ha comprobado que la avifauna rupícola coloniza y utiliza las canteras como hábitat de reproducción, llegando en algunos casos a formar poblaciones de miles de individuos. Esto demuestra el potencial que tienen las canteras para albergar aves rupícolas.
- 3) Las especies rupícolas utilizaron diferentes estructuras presentes en las canteras (infraestructuras, acopios, taludes, caballones) como hábitats rupícolas. Unas especies fueron más generalistas y otras más especialistas, ocupando un solo tipo de estas estructuras. Se han detectado ciertos patrones generales de colonización. Así, la riqueza de especies de las canteras se relacionó positivamente con la altura media y la longitud de taludes y el tamaño de las especies de los taludes se relacionó positivamente con la morfología de los taludes escogidos (altura y longitud de los taludes y tamaño de los agujeros).
- 4) Mediante propuestas relativamente sencillas se puede potenciar la avifauna rupícola en las canteras. En la zona de estudio, las propuestas deben tener en cuenta la protección de las especies rupícolas frente al búho real, un depredador que coloniza frecuentemente las canteras y que puede limitar la supervivencia y el éxito reproductor de las especies e incluso transformar las canteras en hábitats trampa. Las mejoras de hábitat han de basarse en la creación de agujeros de tamaño adecuado que no permitan el acceso al búho real.
- 5) Las Evaluaciones de Impacto Ambiental no siempre contemplan las especies rupícolas en las canteras. Se evidencia la necesidad de realizar evaluaciones de calidad, específicas para cada localización y para la avifauna rupícola. La legislación existente y las medidas propuestas en los Planes de Restauración frecuentemente interfieren negativamente en la colonización de las canteras por las especies rupícolas.
- 6) La gestión de la avifauna rupícola en las canteras puede ser una oportunidad para recrear hábitats escasos en la Naturaleza, y para potenciar la biodiversidad local. Tienen mucho potencial para incrementar las poblaciones de aves rupícolas locales, pudiendo contribuir a una mejora de la biodiversidad local.

5 AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad de Alcalá y a Lafarge Cementos S.A.U. el haber hecho posible este proyecto, y a todas aquellas personas que me han apoyado con su amabilidad, paciencia y profesionalidad contestando a mis continuas preguntas. En especial quiero agradecer a Pilar su incondicional apoyo e inagotables energía e ilusión, y a Patricia por su inestimable compañía y a Laura por sus acertadas revisiones y comentarios. A Jesús, José y Augusto por facilitarme información y apoyarme en las canteras, y a todo el personal de Lafarge que me ha ayudado en el trabajo de campo, incluyendo a Tamara, David y José Luis. A Patricia y a Raúl de Brinzal, y a Beltrán de Plegadis por compartir su extensa experiencia conmigo. A Gonzalo por su ayuda en los análisis estadísticos. Y a Salvador su dedicación y entusiasmo por este proyecto.

También quiero agradecer su paciencia a las incontables personas que me han apoyado en el día a día de este proyecto.

6 REFERENCIAS

- Bachmann, S., Haller, B., Lötscher, R., Rehsteiner, U., Spaar, R., Vogel, C. 2008. *Guide de promotion de l'hirondelle de rivage en Suisse. Conseils pratiques pour la gestion des colonies dans les carrières et la construction de parois de nidification*. Fondation Paysage et Gravier, Association Suisse de l'industrie des Graviers et du Béton, Association Suisse pour la Protection des Oiseaux ASPO/BirdLife Suisse, Station ornithologique suisse, Uttigen, Suiza.
- Battin, J. 2004. When Good Animals Love Bad Habitats: Ecological Traps and the Conservation of Animal Populations. *Conservation Biology* 18(6):1482-1491.
- Beale, C.M., Monaghan, P. 2004. Human disturbance: people as predation-free predators?. *Journal of Applied Ecology* 41:335-343.
- Bird, D.M., Varland, D.E., Negro, J.J. 1996. *Raptors in Human Landscapes: Adaptation to Built and Cultivated Environments*. Academic Press, San Diego, EE.UU.
- Boal, C.W. 1997. *An urban environment as an ecological trap for Cooper's hawks*. School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Arizona, EE.UU.

- Boal, C.W., Mannan, R.W. 1999. Comparative breeding ecology of Cooper's hawks in urban and exurban areas of southeastern Arizona. *Journal of Wildlife Management* 63:77-84.
- Boyce, D.A., Fisher, L., Lehman, W.E., Hipp, B. 1980. Prairie Falcons nest on artificial ledge. *Raptor Research* 14(2):46-50.
- Brambilla, M., Bassi, E., Chiara, C., Rubolini, D. 2010. Environmental factors affecting patterns of distribution and co-occurrence of two competing raptor species. *Ibis* 152:310-322.
- 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.
- CLIMATE-DATA.ORG. [usado 13 marzo 2015]. Disponible en: <http://es.climate-data.org>.
- 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.
- Dalbeck, L., Heg, D. 2006. Reproductive success of reintroduced population of Eagle Owls *Bubo bubo* in relation to habitat characteristics in the Eifel, Germany. *Ardeola* 94(1).
- Davies, A.M. 2006. *Nature after minerals - How mineral site restoration can benefit people and wildlife: the report*. The RSPB, Bedfordshire, Reino Unido.
- De Laet, J., Summers-Smith, J.D. 2007. The status of the urban house sparrow *Passer domesticus* in north-western Europe: a review. *Journal of Ornithology* 148(2):S275-S278.
- España 1973. Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 176 de 24 de julio de 1973, páginas 15056 a 15071.
- España 1977. Ley 6/1977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 7 de 8 de enero de 1977, páginas 364 a 370.
- España 1978. Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 295 de 11 de diciembre de 1978, páginas 27847 a 27856.

- España 1980. Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 280 de 21 de noviembre de 1980, páginas 26000 a 26001.
- España 1985. Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas sobre Seguridad Minera. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 140 de 12 de junio de 1985, páginas 17869 a 17877.
- España 1986. Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. [Disposición derogada]. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 155 de 30 de junio de 1986, páginas 23733 a 23735.
- España 1988. Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 239 de 5 de octubre de 1988, páginas 28911 a 28916.
- España 1991. Orden de 16 de octubre de 1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 07.1.04 del Capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 260 de 30 de octubre de 1991, páginas 35039 a 35041.
- España 2001. Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. [Disposición derogada]. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 111 de 9 de mayo de 2001, páginas 16607 a 16616.
- España 2010. Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 67 de 18 de marzo de 2010, páginas 26620 a 26634.
- España 2012. Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 118 de 17 de mayo de 2012, páginas 35903 a 35922.

- España 2013. Ley 21/2013 de 9 de diciembre de 2013 de Evaluación Ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 296 de 11 de diciembre de 2013, páginas 98151 a 98227.
- Gálvez, L., López-Pintor, A., De Miguel, J.M., Alonso, G., Rueda, M., Rebollo, S., Gómez-Sal, A. 2008. Ecosystem Engineering Effects of European Rabbits in a Mediterranean Habitat. En: Alves, P.C., Ferrand, N., Hackländer, K. (eds) *Lagomorph Biology - Evolution, Ecology, and Conservation*, pp. 125-139. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Alemania.
- Geigenbauer, K., Hunger, H., Schiel, F.J. 2013. Creation and preservation of steep faces for colony breeders. En: Rademacher, M. (ed), *Birds in quarries and gravel pits, Biodiversity in mineral extraction sites, volume 3*, pp. 72-85. INULA, Freiburg, Alemania.
- Geoportal de Espacios Naturales Protegidos. Instituto Geográfico Nacional (IGN), España. [usado 15 marzo 2015]. Disponible en: <http://opengis.uab.es/wms/europarc/>.
- Hopkins, L. 2001. *Best practice Guidelines. Artificial bank Creation for Sand Martins and Kingfishers*. The Environment Agency, United Kingdom.
- Hume, R. 2007. *Guía de campo de las aves de España y de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- IBERPIX. Visor cartográfico. Instituto Geográfico Nacional (IGN), España. [usado 4 abril 2015]. Disponible en: <http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>.
- IBM Corp. 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows*, Versión 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGM). 1989. *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, España.
- Krauss, J., Alfert, T., Steffan-Dewenter, I. 2008. Habitat area but not habitat age determines wild bee richness in limestone quarries. *Journal of Applied Ecology* 46(1):194-202.
- 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.
- Madroño, A., González, C., Atienza, JC. 2004. *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad, SEO/BirdLife, Madrid, España.

- Martín Duque, J.F., de Alba, S., Barbero, F. 2011. Consideraciones geomorfológicas e hidrológicas. En: Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., Alfaya, V. (eds.), *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas*, pp. 44-72. Fundación Biodiversidad, Madrid, España.
- Martínez, J.A., Martínez, J.E., Zuberogoitia, I., García, J.T., Carbonell, R., De Lucas, M., Díaz, M. 2003. La evaluación de impacto ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones. *Ardeola* 50(1):85-102.
- Martínez, J.A., Zuberogoitia, I. 2004a. Habitat preferences and causes of population decline for Barn Owls *Tyto alba*: a multi-scale approach. *Ardeola* 51(2):303-317.
- 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.
- Moore, N.P., Kelly, P.F., Lang, F.A., Lynch, J.M., Langton, S.D. 1997. The Peregrine *Falco peregrinus* in quarries: current status and factors influencing occupancy in the Republic of Ireland. *Bird Status* 44:176-181.
- Nichols, O.G., Nichols, F.M. 2003. Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the Jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology* 11(3):261-272.
- 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.
- Notice Nature. 2006. *Wildlife, Habitat and the Extractive Industry Guidelines: Guidelines for the Protection of Biodiversity within the Extractive industry*, Republic of Ireland.
- Østlyngen, A., Johansen, K., Halvorsen, P.A. 2011. Artificial nests - A remedial action in maintaining viable Gyrfalcon populations?. En: Watson, R.T., Cade, T.J., Fuller, M., Hunt, G., Potapov, E. (eds.), *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*, Vol. II, pp.349-362. The Peregrine Falcon Fund, Boise, Idaho, USA.
- Pagel, J.E. 1989. Use of explosives to enhance a Peregrine Falcon eyre. *Journal of Raptor Research* 23(4):176-178.
- Passell, H.D. 2000. Recovery of bird species in minimally restored Indonesian tin strip mines. *Restoration Ecology* 8(2):112-118.

- PLANEA. Cartografía de la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Madrid, España. [usado en 15 febrero 2015]. Disponible en: <http://www.madrid.org/cartografia/planea/index.htm>.
- Roblas, N., García-Avilés, J. 1999. Tipificación de las láminas de agua generadas por actividades extractivas del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama (Madrid, España). *Limnetica* 17: 27-36.
- Rosenfield, R.N., Grier, J.W., Fyfe, R.W. 2007a. Reducing management and research disturbance. En: Bird, D.M., Bildstein, K.L. (eds.), *Raptor research and management techniques*, pp. 351-364. Hancock House, Blaine, Washington, USA.
- SEOBirdLife. Listado de aves. [usado entre noviembre 2014 y septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.seo.org/listado-aves/>.
- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). Visor Cartográfico. Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Madrid, España. [usado en febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio 2015]. Disponible en: <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>.
- Soler, M. (1987). Dimensiones, estructura, forma y disposición en la cavidad de los nidos de *Corvus monedula*. *Doñana Acta Vertebrata* 14: 67-81.
- UNEP World Conservation Monitoring Centre. 2010. *Are you a green leader? Business and biodiversity: making the case for a lasting solution*.
- Zuberogoitia, I. 1997. Distribución y estatus del halcón peregrino en Bizkaia. *Munibe* 48:111-116.
- Zuberogoitia, I. 2002. *Eco-etología de la comunidad de rapaces nocturnas de Bizkaia*. Universidad del País Vasco, País Vasco, España.
- Zuberogoitia, I., Campos, L.F. 1998. Censusing owls in large areas: a comparison between methods. *Ardeola* 45:47-53.
- Zuberogoitia, I., Martínez, J.A., Iraeta, A., Azkona, A., Zabala, J., Jiménez, B., Merino, R., Gómez, G. 2006. Short-term effects of the prestige oil spill on the Peregrine Falcon *Falco peregrinus*. *Marine Pollution Bulletin* 52:1176-1181.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO – INTRODUCCIÓN

7.1.1 Glosario de términos mineros

- Acopio: Acumulación planificada de materiales. Puede tratarse de materiales útiles o de material no útil (escombrera).
- Banco: Espacio entre dos niveles de explotación y que es objeto de excavación hasta un punto establecido.
- Caballón: Porción de tierra levantada que se hace para separar bancales, delimitar áreas, o para marcar y separar los bordes de los taludes de las pistas por motivos de seguridad.
- Cantera: término genérico para referirse a las explotaciones de rocas industriales, utilizadas para la producción de cemento y áridos (ITGM, 1989).
- Infraestructura: Cualquier edificación o maquinaria no móvil localizada en una explotación minera.
- Talud: Es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.

7.1.2 Diversidad de taludes

Diversidad de taludes que se pueden dar en las canteras en función de su naturaleza geológica y forma de extracción:

- Perfiles verticales con oquedades, explotados por voladuras: en materiales duros, estratificados, como las calizas.
- Perfiles tendidos explotados por medios mecánicos: en materiales blandos, más masivos, como las arcillas o puzolanas o arenas.

La altura de los frentes o existencia de varios bancos dependerá del espesor del recurso y geomorfología inicial del paisaje.

7.2 ANEXO – MATERIAL Y MÉTODOS





7.2.1 Características de las canteras y de su entorno en un radio de dos kilómetros

Tabla 7.1 Características de las canteras y de su entorno en un radio de dos kilómetros. La localización precisa de las canteras no se indica por razones de confidencialidad. (A: Agricultura; Mb: monte bajo; Bm: Bosque mediterráneo; Mm: Matorral mediterráneo). (Fuentes: IBERPIX, PLANEA, SIGPAC, Geoportal de Espacios Naturales Protegidos)







Cantera	Características canteras			Características del entorno (radio de dos km)								
	Material extraído	Superficie (ha)	Estado de actividad	Altitud (msnm)	T° media anual (C°)	Precipitación media anual (mm)	Uso del territorio	Existencia de otras canteras	Presencia de ciudades	Presencia de roquedos naturales	Presencia de cursos fluviales	Espacio natural protegido
1	Yeso	12	Activa	540	14.4	414	A	si	Si	no	no	si
2	Arenas y gravas	33	Activa	520	13.3	453	A	si	No	sí	si	si
3	Puzolana	7	Activa	660	14.8	447	A	no	No	no	si	si
4	Caliza	44	Activa	600-770	14.1	448	A y Mb	si	No	no	no	no
5	Caliza	10	No activa	600-770	13.4	474	A	si	No	no	no	si
6	Caliza	22	Activa	730	13.2	446	A y Bm	si	Si	sí	no	si
7	Caliza	4	Activa	730	13.2	446	A y Bm	si	Si	sí	no	si
8	Arcilla	99	Activa	520	14.8	396	A	si	Si	No	no	no
9	Caliza	500	Activa	700-750	13.8	433	A, Mm	si	Si	no	si	no

7.2.2 Características de las especies de aves rupícolas objeto de estudio



Tabla 7.2 Características de las especies de aves rupícolas objeto de estudio (Fuentes: Hume 2007, SEO/BirdLife). (Imágenes: SEO/BirdLife)

<i>Rapaces diurnas</i>	
<p>Cernícalo primilla <i>Falco naumanni</i></p> 	<p>Se instalan en construcciones humanas de todo tipo. Las colonias asentadas en cortados son actualmente muy escasas. El nido, formado por una ligera depresión sin aporte de material, se sitúa en casi cualquier tipo de oquedad. Inicio de la reproducción en abril-mayo.</p>
<p>Cernícalo vulgar <i>Falco tinnunculus</i></p> 	<p>Poco exigente para ubicar el nido, incluyendo cortados rocosos y construcciones, nidos de córvidos... Las puestas comienzan a finales de marzo o principios de abril.</p>
<p>Halcón peregrino <i>Falco peregrinus</i></p> 	<p>El nido suele ser una repisa, grieta o cuevecilla en un cantil rocoso o arenoso, con los huevos directamente sobre el sustrato. El ciclo reproductor se inicia en febrero.</p>
<i>Rapaces nocturnas</i>	
<p>Búho real <i>Bubo bubo</i></p> 	<p>Generalmente en áreas montañosas con abundantes roquedos, tajos fluviales, canchales y barrancos rocosos. El nido consiste en una ligera depresión a la que no se aporta material. La puesta se inicia en enero o febrero.</p>
<p>Cárabo común <i>Strix aluco</i></p> 	<p>El nido consiste en una simple depresión, sin aporte alguno de material en todo tipo de oquedades, desde áreas boscosas a cortados y taludes arenosos. Las puestas son a partir de febrero.</p>
<p>Lechuza común <i>Tyto alba</i></p> 	<p>Nidifican entre otros en cantiles rocosos, canteras y árboles huecos. El nido carece de estructura y puede ubicarse directamente sobre el suelo, aunque prefieren situarlo sobre alguna repisa o montículo. Periodo reproductor de marzo a octubre.</p>

<p>Mochuelo europeo <i>Athene noctua</i></p> 	<p>El nido, que consiste en una ligera depresión sin aporte alguno de material, se instala siempre en oquedades más o menos amplias, tanto naturales como artificiales. Periodo reproductor suele comenzar a finales de marzo o principios de abril.</p>
<p>Córvidos</p>	
<p>Chova piquirroja <i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i></p> 	<p>Se instala en paredes rocosas verticales con grietas y oquedades y el nido consiste en una acumulación bastante desordenada de materiales vegetales muy diversos. El periodo reproductor comienza en abril.</p>
<p>Cuervo <i>Corvus corax</i></p> 	<p>Nidifica en cortados rocosos, en repisas inaccesibles o grietas en la roca. El nido consiste en una desordenada plataforma de palos, ramas y raíces, revestida internamente con una capa de materiales suaves y cálidos. Su periodo reproductor en febrero.</p>
<p>Grajilla <i>Corvus monedula</i></p> 	<p>Crían desde en cortados rocosos hasta viejos edificios, además de taludes y árboles huecos. Los nidos se sitúan casi siempre en oquedades de todo tipo y consisten en acúmulos irregulares y un tanto desordenados de ramas, palos y raíces, que tapizan con material cálido. El ciclo reproductor es a partir del mes de abril.</p>
<p>Otros paseriformes</p>	
<p>Avión común <i>Delichon urbicum</i></p> 	<p>Anida en paredes, y los nidos son semiesferas cerradas de barro, con una pequeña entrada en el borde superior. Inicio del periodo de cría en Abril-Mayo.</p>
<p>Avión roquero <i>Ptyonoprogne rupestris</i></p> 	<p>Nidifica en roquedos. Sus nidos son copas abiertas de barro, situada en una grieta o bajo una repisa. El periodo de cría se extiende entre mayo y agosto.</p>
<p>Avión zapador <i>Riparia riparia</i></p>	<p>Instala colonias casi exclusivamente en taludes de ríos y graveras, donde excava un túnel. El periodo de cría se inicia entre marzo-abril.</p>

	
<p>Colirrojo tizón <i>Phoenicurus ochruro</i></p> 	<p>Se encuentra asociado a roquedos y terrenos despejados, secos y pedregosos. El nido consiste en una pequeña copa de ramitas y hojas, tapizado de briznas de hierba y musgo, que se sitúa en oquedades o repisas. El periodo reproductor comienza en abril.</p>
<p>Collalba gris <i>Oenanthe oenanthe</i></p> 	<p>Instala el nido en un agujero ubicado entre piedras o en una pared, y consiste en un pequeño cuenco de musgos, hojas y líquenes. El periodo de cría se extiende de abril a julio.</p>
<p>Collalba negra <i>Oenanthe leucura</i></p> 	<p>Construye el nido en oquedades de paredes rocosas o de muros. Consiste en un pequeño cuenco de hierbas y raíces, tapizado de plumas y pelos, normalmente protegido con una pequeña empalizada de piedrecillas. La puesta comienza entre marzo y abril.</p>
<p>Collalba rubia <i>Oenanthe hispanica</i></p> 	<p>Construye un nido en el suelo, que consiste en una pequeña copa de hierbas y musgos, al amparo de una piedra o un arbusto. El periodo de cría se extiende de abril a julio.</p>
<p>Gorrión chillón <i>Petronia petronia</i></p> 	<p>Ocupa, zonas abiertas con roquedos y terrenos agrícolas. El nido se ubica en el hueco de un cantil, una construcción rural, algún talud arenoso o un viejo árbol. Se reproduce entre abril y agosto.</p>
<p>Gorrión común <i>Passer domesticus</i></p> 	<p>Ave residente, cuyo periodo reproductor tiene lugar desde abril hasta agosto. El nido consiste en una desaliñada y cerrada estructura de hierbas, paja y finas ramitas, tapizada de material suave, formando una estructura desaliñada y cerrada. Suelen elegir huecos o grietas en todo tipo de edificaciones, techados, etc.</p>
<p>Roquero solitario</p>	<p>Instala el nido en los huecos y las grietas de grandes rocas, taludes o</p>

<p><i>Monticola solitarius</i></p> 	<p>cornisas rocosas. Consiste en una gran taza deslavazada, construida a base de musgo y hierbas, y cuyo interior está recubierto con hierbas muy finas. El periodo reproductor se extiende de abril a julio.</p>
<p>Colúmbidas</p>	
<p>Paloma bravía <i>Columba livia</i></p> 	<p>Nidifica en cavidades o en cornisas de cortados, y el nido consiste en una simple estructura de ramillas y otros elementos vegetales. Actividad reproductora en primavera-verano.</p>
<p>Paloma zurita <i>Columba oenas</i></p> 	<p>Nidificar en oquedades: árboles, cortados, edificios en ruinas, etc. Los nidos consisten siempre en con una estructura de ramitas muy simple. La puesta se realiza en primavera.</p>
<p>Otros</p>	
<p>Abejaruco <i>Merops apiaster</i></p> 	<p>Su hábitat es muy variado, pero suele estar en cortados, taludes o pareces verticales de consistencia arenosa, donde anida excavando un túnel profundo. Construye su nido desde abril.</p>
<p>Estornino negro <i>Sturnus unicolor</i></p> 	<p>Cría en cavidades de árboles, en taludes rocosos o arenosos y en edificios. El nido consiste en una estructura sencilla de hojas y ramitas, tapizada de plumas. El periodo de cría se extiende de abril a julio.</p>
<p>Golondrina común <i>Hirundo rustica</i></p> 	<p>Nidifica en solitario o en colonias poco compactas. El nido consiste en una copa abierta de bolas de barro, adherida a una pared y bajo cubierta. Periodo de cría variable: se inicia entre marzo y mayo, y finaliza en julio y agosto.</p>
<p>Golondrina dáurica <i>Cecropis daurica</i></p> 	<p>Nidifica en solitario o en colonias pequeñas. El nido es una semiesfera de bolas de barro, con un túnel de entrada, y adherido a un extraplomo (puede ser rocoso de diferente naturaleza). El periodo de cría se inicia a mediados de abril y finaliza en septiembre.</p>

Vencejo común <i>Apus apus</i> 	<p>El nido habitualmente se sitúa en huecos de edificios en núcleos urbanos, pero también en riscos, taludes y agujeros de árboles. El nido, siempre dentro de un hueco, consiste en una copa de 10-12 cm de diámetro, elaborada con materia vegetal y plumas aglutinadas con saliva. Inician la reproducción en mayo.</p>
Vencejo real <i>Tachymarptis melba</i> 	<p>El nido es una copa de unos 8-13 cm de diámetro, elaborada con plumas aglutinadas mediante materia vegetal y saliva. Puede instalarlo en huecos y grietas de rocas y edificios, o bien adherirlo en superficies verticales. Inician la reproducción en abril-mayo.</p>

7.2.3 Variables del hábitat muestreadas

Tabla 7.3 Variables del hábitat muestreadas a escala de nido, talud, cantera y paisaje

	Variable	Definición
Nido	1. Sustrato	
	Talud	Estructura vertical en los frentes de explotación
	Acopio	Amontonamiento de material extraído, útil o no, compuesto por material más suelto y fragmentado
	2. Material	Caliza, yeso, puzolana, arcilla, arena; Divididos en materiales duros y blandos
	3. Origen del agujero	Voladura, excavado por fauna, erosión o meteorización natural diversa
	4. Tamaño	Diámetro de la apertura del nido
	5. Forma	Forma y tipo de agujero (en grietas, redondo, alargado...)
	6. Altura del nido	Altura vertical desde el suelo hasta la posición del nido (tercio superior, medio o inferior) (Fig. 7.1)
	7. Altura del talud	Altura del talud en la localización del nido (Fig. 7.1)
	8. Extraplomo	Presencia de salientes superiores protectores sobre el nido
	9. Apoyadero	Presencia de estructuras o repisas para posarse
Talud	A. Características	

	topográficas	Altura máxima alcanzada por el talud (metros) (Fig. 7.1)
	10. Altura máxima	7.1)
	11. Altura media	Altura vertical del talud, calculada como la diferencia entre la elevación máxima y mínima del talud (metros) (Fig. 7.1)
	12. Longitud	Extensión lineal del talud (metros) (Fig. 7.1)
	13. Pendiente	Grado de inclinación del talud
	14. Orientación	Orientación del talud, según los 4 puntos cardinales
	15. Abundancia de agujeros	Número de agujeros considerados útiles para la avifauna por longitud de talud (metros)
	B. Actividad antrópica	
	16. Actividad del talud	Estado de actividad minera del talud (activo o inactivo)
	17. Tiempo de inactividad del talud	Tiempo desde el cese de la actividad del talud (años)
	18. Distancia a instalaciones	Distancia del nido a las instalaciones y zonas activas de la cantera (metros)
	19. Intimidad del nido	Tranquilidad del entorno del nido (caminos cercanos, paso próximo de personas o maquinaria...)
	20. Accesos superiores	Presencia de accesos antrópicos hasta el nido por la cima del talud
Cantera	21. Superficie de la cantera	Superficie total de la cantera (hectáreas)
	22. Actividad de la cantera	Estado de actividad global de la cantera
	23. Volumen de la cantera	Producto de la altura media total de los taludes de una cantera por su superficie muestreada (metros al cubo - m ³)
	24. Superficie total de los taludes	Producto de la altura media total por la longitud total de taludes de cada cantera (metros cuadrados – m ²)
	25. Superficie total de materiales amontonados	Superficie total de los acopios y caballones de cada cantera
	26. Depredación	Presencia de búho real en la cantera, dado que su presencia tiene un gran impacto sobre el resto de

		especies
Paisaje	27. Uso del territorio	Uso del territorio y vegetación predominante en un radio de 2 km en torno a la cantera
	28. Otras canteras	Presencia de otras canteras en un radio de 2 km en torno a la cantera
	29. Ambientes rupícolas	Presencia de ambientes rupícolas naturales en un radio de 2 km en torno a la cantera
	30. Zonas urbanizadas	Presencia de zonas urbanizadas en un radio de 2 km en torno a la cantera
	31. Cuerpos de gua	Presencia de masas de agua en un radio de 2 km en torno a la cantera
	32. Espacios naturales protegidos	Presencia de espacios naturales protegidos en un radio de 2 km en torno a la cantera

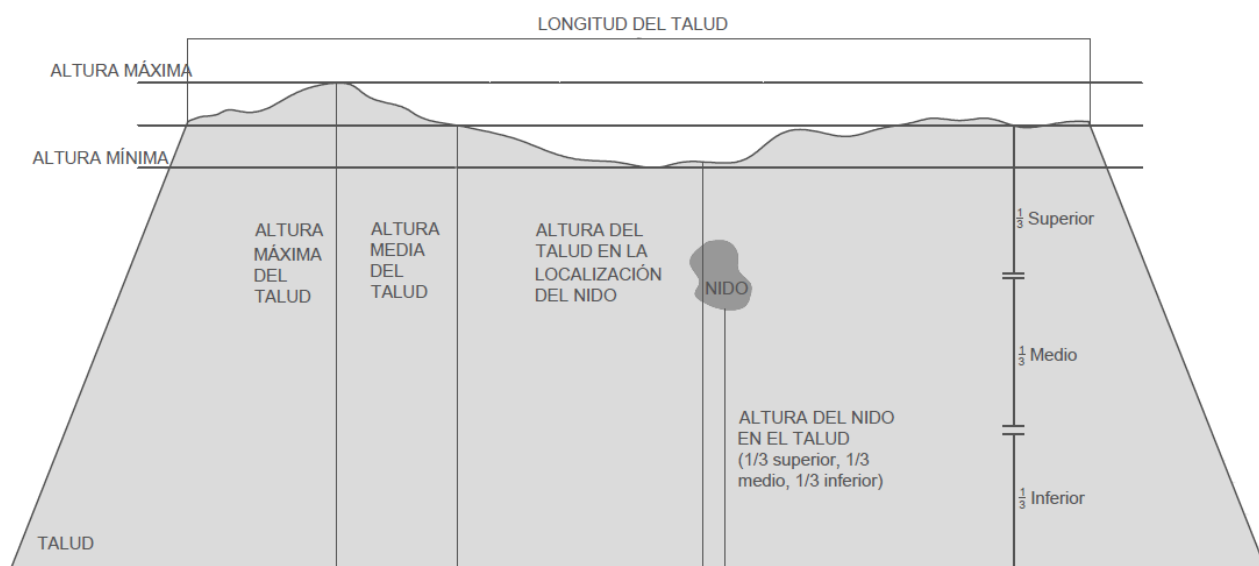


Figura 7.1 Ilustración esquemática de algunas de las variables evaluadas. (Fuente propia)

7.3 ANEXO - RESULTADOS

7.3.1 Abundancia de las especies rupícolas, número total de individuos y riqueza específica en cada cantera

Tabla 7.4 Abundancia de las especies rupícolas, número total de individuos y riqueza específica en cada cantera. Además se indica el número total de individuos de cada especie detectados en el conjunto de las canteras y el porcentaje de canteras en las que cada especie está presente. (*)Presencia estimada. (**)Observada solo en el muestreo invernal.

Especie (aves)	6	4	9	2	8	7	3	5	1	Individuos totales/especie	% presencia
Grajilla	37	300*	63		44	1	34	35	41	555*	89
Gorrión chillón	400*	1000*	100	300*		200		18	4	2022*	78
Búho real	1	1	4		1	1	1	1		10	78
Paloma bravía	13	250*	5	36	124				2	430*	67
Cernícalo vulgar	1	1	4	2	2			1		11	67
Chova piquirroja		4	2	4	2		**		1	13	67
Gorrión común	270*	100*		500*	100		14*			984*	67
Abejaruco		86	47	2	5			8		148	56
Avión zapador	1000			1000*	60	10				2070*	44
Collalba gris	1		1			1	3			6	44
Golondrina común	2	18		100						120	33
Collalba rubia	7					2	1			10	33
Estornino negro	7	50*								57*	22
Vencejo común	3					2				5	22
Collalba negra						1	1			2	22
Golondrina dáurica		2	2							4	22
Roquero solitario	5									5	11
Colirrojo tizón	4									4	11
Mochuelo		1								1	11
Total individuos/cantera	1751*	1813*	228	1944*	338	218	54*	63	48	6457	
Riqueza específica	14	12	10	8	8	8	7	5	4	19	

7.3.2 Breve descripción de cada especie según su comportamiento y abundancia en las canteras (datos en el Anexo 7.3.1)

Aves excavadoras

Avión zapador (*Riparia riparia*): Se observó en el 44% de las localizaciones. En tres de las cuatro zonas se encontraba colonizando acopios. Parece encontrarse ligado a acopios grandes o taludes de material fino. Aquellos lugares seleccionados puede que dependan tanto de cómo se realiza la explotación, es decir, donde haya trituración de material hasta determinado grano y formación de acopios, como del material explotado colonizando canteras con taludes de material blando.

En la cantera número 7 se observaron volando por la zona, pero no colonizaban esta cantera, sino que provenían de una colonia localizada en el acopio de otra cantera cercana.

No se detectó la presencia de las otras dos especies de avión (Avión común, *Delichon urbicum* y Avión roquero, *Ptyonoprogne rupestris*)

Abejaruco (*Merops apiaster*): Es una especie bastante frecuente en estos ambientes (56% de las canteras). Al igual que el avión zapador, se encuentra ligado a acopios y taludes de material blando. Parecen menos exigentes que éste, pudiendo colonizar taludes de materiales más gruesos y heterogéneos y con poca exigencia en cuanto a la altura de las estructuras. Es interesante señalar que los aviones zapadores y los abejarucos no se observaron compartiendo el mismo espacio. En la cantera 2 se observó su presencia, pero no parecían utilizarla o no se localizó la colonia, deducimos que debían anidar por la zona y quizás utilizar la cantera como zona donde buscar alimento. En varias de las localidades, se detectaron agujeros realizados por abejaruco que parecían haber sido utilizados en años anteriores y no parecían ocupados en la actualidad.

Paseriformes rupícolas:

Gorrión chillón (*Petronia petronia*): La abundancia de gorrión chillón fue difícil de estimar, y sus poblaciones podrían haber sido subestimadas. Aparecieron ligados en el 78% de los casos a taludes de materiales duros (como en el caso de las canteras 1, 4, 5, 6, y 7), habitando grietas de muy pequeñas dimensiones. Se observó un individuo aislado sobre un acopio de material arcilloso y una colonia en taludes de caliza en la

cantera 9. En la cantera 2 aparecieron ligados a los agujeros excavados por avión zapador en el material arenoso que conformaba el talud. En las canteras 4 y 6 se observaron así mismo colonizando agujeros de avión zapador, excavados en acopios de material de grano fino. En la cantera 5 se les observó claramente vinculado con las instalaciones (infraestructuras) presentes. Parecen, por tanto, estar relacionados sobre todo con taludes de materiales duros con pequeñas grietas, pero con la capacidad de aprovechar otros agujeros como los generados por los aviones zapadores. Esta dependencia entre especies es algo interesante y que no se esperaba encontrar.

Un dato relevante es que en la cantera 3 (de puzolana, es decir, de material blando) no se observó la presencia de gorrión chillón, aunque sí de gorrión común.

Gorrión común (*Passer domesticus*): Esta especie no se consideró inicialmente en el estudio, pero dada su extendida presencia en las explotaciones (67% de las canteras) y que su número está decreciendo en muchos ambientes urbanos (De Laet et al., 2007) se consideró importante incluirlo en el análisis. Esta especie apareció simultáneamente y dependiendo de los agujeros creados por el avión zapador (al igual que el gorrión chillón) en las canteras 2 y 6. En esta segunda cantera también aparecieron colonizando grietas en los taludes calizos. En la cantera 3, de material blando (puzolana), también apareció colonizando agujeros en los taludes de los frentes de explotación. El resto de observaciones (canteras 4, 8) fueron ligadas a la presencia de instalaciones y zonas ajardinadas. En el caso de la cantera 9, se espera que pueda localizarse en zonas de instalaciones, pero esa zona de la cantera no fue muestreada.

Aparecen por tanto atraídos a aquellas localizaciones con instalaciones grandes; pueden aprovechar agujeros de otras especies como los de avión zapador; es común que aparezcan junto con gorrión chillón; los motivos que explican su presencia según los materiales de las canteras son algo difícil de explicar, ya que no parece haber un patrón claro.

Collalba negra, gris y rubia (*Oenanthe leucura*, *Oenanthe oenanthe*, *Oenanthe hispanica*): Su frecuencia es escasa (menos del 50% de las canteras) y aparecen individuos en pequeño número. Las tres especies presentan un comportamiento similar, y es interesante el hecho de que suelen aparecer simultáneamente en las mismas canteras. En la cantera 3 (de puzolana) aparecieron las 3 especies. En la cantera 6 (caliza) se observó la mayor población de collalbas, aunque solo de las especies *C. gris*

y *C. rubia*. Su presencia en la cantera 7 (de muy pequeño tamaño) podría deberse a la existencia de varias canteras de gran tamaño a su alrededor en las que había collalbas. En la cantera 9 se observó una pareja de collalba gris de manera aislada sobre un acopio pequeño.

La collalba rubia no es propiamente rupícola, pero se consideró en el análisis porque aparecía relacionada con los caballones y pequeños amontonamientos de las canteras.

Colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*): Solo fue observado en la cantera 6, por lo que puede no tratarse de una especie que no coloniza este tipo de ambientes. Su escaso número también podría explicarse porque es una especie poco abundante en ambientes tan áridos como los estudiados. También podría tratarse de una deficiencia de muestreo que habría que comprobar con muestreos adicionales.

Roquero solitario (*Monticola solitarius*): Se observó esta especie tanto en zonas de taludes como en zona de instalaciones grandes. La explicación de la presencia de esta especie solo en la cantera 6 es similar a la del colirrojo tizón.

Colúmbidas

Paloma torcaz (*Columba palumbus*): Aunque se verificó la presencia de esta especie en varias de las canteras, no se incluyó en los análisis por no tratarse, en principio, de una especie rupícola. Su presencia podría deberse a los campos de cultivo que rodeaban las canteras.

Paloma zurita (*Columba oenas*): Esta especie de paloma anida en oquedades, entre las que se incluyen cortados. Sin embargo no se detectó su presencia, quizás debido a carencias del muestreo.

Paloma bravía (*Columba livia*): Su presencia fue bastante extendida, observándose en el 67% de las canteras. Sin embargo, es necesario distinguir entre individuos nidificantes de los que no lo son. Al tener en cuenta esta consideración, el porcentaje de palomas en las canteras disminuye a un 22% de ocupación de palomas bravías nidificantes.

En las canteras 1 y 2 no eran nidificantes. Esta segunda cantera no presentaba oquedades grandes prácticamente y parecían más atraídas a zonas con vegetación que a las paredes. En la cantera 8 utilizaban el talud, pero no parecían nidificar en él, y el atractivo de esta localización eran las edificaciones presentes hacia las cuales volaban

bandadas constantemente. En la cantera 9 las observaciones fueron de individuos volando, no utilizando los acopios o taludes. En cambio, en la cantera 4 y 6 sí eran nidificantes, y estaban presentes en los taludes y edificaciones. La presencia de edificaciones de mayor envergadura podría determinar la presencia de esta especie en las canteras, así como la disponibilidad de agujeros de tamaño adecuado, mayores por ejemplo que los presentes en la cantera 2.

Córvidos

Grajilla (*Corvus monedula*): Esta especie fue la más frecuente, apareciendo en todas las canteras con la excepción de la número 2 (89% de las canteras), y llegando a alcanzar números elevados. Esto indica su facilidad de dispersión y colonización de este tipo de ambientes. El hecho de que no se observara su presencia en la cantera 2 (formada por taludes de arenas y gravas, es decir, materiales blandos), aún estando presente en acopios de arcilla en la número 9, puede deberse a que los agujeros disponibles en la número 2 eran de pequeño tamaño, fundamentalmente agujeros creados por los aviones zapadores. Parece, por tanto, que para que esta especie colonice acopios, éstos han de ser bastante estables, formados por materiales compactados (sean blandos o no), y con agujeros grandes. No utilizan acopios de grano fino.

Aunque se observaron en acopios, parecían ser más abundantes sobre taludes (canteras 1, 3, 4, 5, 6, 8 y 9). El que se encontraran en tan grandes números en la cantera 4 podría deberse a la abundancia de taludes de elevada altura (38 m altura máxima). Otro motivo podría ser la actividad en la cantera. El personal de las canteras realizó la observación de que en las canteras activas había más grajillas, mientras que cuando quedaban inactivas, la población disminuía. Esta es una de las canteras con mayor actividad, a la par que con taludes de materiales duros situados a bastante altura. Esta observación se corresponde con los resultados de la cantera 6: también presenta taludes muy altos, y sin embargo estaba más inactiva y su población de grajillas fue mucho menor. Otra explicación podría deberse al tamaño de la cantera, ya que la cantera 4 presenta 53ha, mientras que la 6 es de 22ha.

En la cantera 8, su elevado número podría deberse al atractivo de unas instalaciones muy grandes. En la cantera 4 también había instalaciones en las que se observaron grajillas, pero el grueso de su población estaba en los taludes.

La explicación de la similitud de los resultados entre la cantera 3 y 5 no es clara. La cantera 3 presenta taludes activos y elevados de puzolana, mientras que en la 5 son taludes en su mayoría bajos, de caliza, y que han permanecido inactivos aproximadamente 5 años.

Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*): Aparece en el 67% de las localidades muestreadas, siempre individuos o parejas aisladas. Se asocian a oquedades de diferentes materiales: talud de arenas y gravas (2), caliza (4), arcilla (8), acopios de arcilla (9) y yesos (1), aunque esta última fue observada en vuelo y no sobre el talud, por lo que habría que verificar su presencia. En la cantera 3 (puzolana) se observó durante las visitas de los meses de invierno, y sería conveniente confirmar su presencia en el periodo reproductor.

No se detectó la presencia del cuervo (*Corvus corax*).

Otros passeriformes

Estornino negro (*Sturnus unicolor*): Esta especie normalmente se encuentra asociada a edificaciones, y como en la cantera 4. Sin embargo, en la cantera 6 podrían estar utilizando las oquedades de un talud. Sería necesario confirmar esta última observación.

Vencejo común (*Apus apus*): No se trata de una especie muy extendida en las canteras (22% de las canteras) y su presencia como nidificante tendría que comprobarse. En la cantera 7 su presencia podría estar relacionada con las instalaciones de canteras cercanas. En cambio en la cantera 6 parecía ligado a los taludes, lo que sería algo inusual, y debería comprobarse.

Golondrina dáurica (*Cecropis daurica*): Apareció en dos localizaciones (22% de las canteras), asociada en ambos casos a infraestructuras antrópicas.

Golondrina común (*Hirundo rustica*): Se observó en 3 localizaciones (33%). En el caso de las canteras 4 y 6, asociadas a infraestructuras mineras. En el caso de la cantera 2, donde aparece en mayor número, su presencia en la cantera no presenta una explicación clara ya que probablemente no anidaban en los taludes, sino que se encontrarían utilizando el espacio y anidando en algún lugar cercano. Cerca de esta cantera había infraestructuras mineras de gran tamaño y también una casa con un pequeño jardín, que podrían explicar su presencia.

Rapaces diurnas:

Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*): Se puede decir que es un habitante habitual de estos espacios, habiéndose localizado en más de la mitad de las canteras (67%). Aparece en pequeño número, excepto en las canteras más grandes, como en la cantera 9, ya que se trata de una especie territorial. En algunas de las canteras se detectó solo en vuelo, pero parece razonable ligar su presencia a estos espacios.

No se detectó presencia de halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Rapaces nocturnas:

Búho real (*Bubo bubo*): Tal y como se esperaba, se detectó la presencia de búho real en la mayoría de las canteras (78%) y se confirmó la nidificación de tres parejas. En las canteras 6 y 9 pudo comprobarse durante el muestreo. En la cantera 8 no se observó el día del muestreo, está confirmada su nidificación y su presencia desde hace varios años por personal de la cantera. En el resto de canteras (3,4, 5 y 7) se detectó su presencia aunque no se puede afirmar su nidificación. Se confirma, por tanto, la hipótesis de que es una especie que se adapta con mucha facilidad a estos ambientes, y que no es necesaria su potenciación (ver Apartado 4.3).

Mochuelo común (*Athene noctua*): Aunque se localizó sólo en una de las canteras, es probable que estuviera presente en más de ellas y no fuese detectado por deficiencias en el muestreo que fue realizado sólo durante el periodo diurno. Sería necesario realizar un muestreo específico, a la caída del sol, con reclamos etc., que no fue posible en el presente proyecto.

Otras rapaces nocturnas podrían no haber sido detectadas, por el mismo motivo.

7.3.3 Resultados de las observaciones realizadas a mamíferos

Tabla 7.5 Resultados de las observaciones realizadas a mamíferos. Las columnas corresponden a cada cantera estudiada. Las filas representan la presencia o no de cada una de las especies analizadas. La última fila corresponde a los valores de riqueza de cada cantera.

Especie (mamífero)	Cantera									% presencia
	9	4	8	5	3	1	2	6	7	
Conejo <i>Oryctolagus cuniculus</i>	si	si	si	si	si	si	no	no	no	67
Liebre <i>Lepus europaeus</i>	si	no	no	no	no	no	no	no	no	11
Riqueza (mamíferos)	2	1	1	1	1	1	0	0	0	

Conejo: Se detectó en el 67% de las canteras, por lo que se puede decir que es una especie bastante extendida en este tipo de ambientes. Su ausencia en la cantera 2 (gravas y arenas) podría deberse a los cantos rodados del suelo, que harían difícil la tarea de excavar madrigueras. En las canteras 6 y 7 (caliza) no está claro el motivo por el que no se detectaron conejos. En cinco de las siete canteras con presencia de búho real (71%) se detectaron poblaciones de conejos.

Liebre: solo se detectó en una cantera, pero no se descarta su presencia en otras.

7.3.4 Número total de individuos censados en los cuatro tipos de estructuras que actuaron como hábitat rupícola en las canteras

Tabla 7.6 Número total de individuos censados de las distintas especies, riqueza total de especies y porcentaje de especies presentes en los cuatro tipos de estructuras que actuaron como hábitat rupícola (taludes, infraestructuras, acopios y caballones). (*) No confirmado. (**) Se observaron individuos en vuelo, por lo que se desconoce el lugar de anidamiento de todos los individuos censados.

Especie (aves)	Talud	Infraestructura	Acopio	Pequeños amontonamientos (caballones)
Gorrión chillón	1865	1	156	
Gorrión común**	436	131	30	
Grajilla**	172	1	30	
Abejaruco**	38		98	*
Roquero solitario	1	1*		3
Colirrojo tizón	3	1*		
Estornino negro**	1*	51		
Paloma bravía**	148	93		
Vencejo común	2*	3		

Avión zapador	305		1765	
Búho real	8		2	
Cernícalo vulgar**	1		3	
Chova piquirroja**	10		1	
Collalba gris	1*			5
Collalba negra	1			1
Mochuelo	1			
Golondrina común	*	120		
Golondrina dáurica		4		
Collalba rubia				10
Riqueza de especies	16	11	8	5
Frecuencia (%)	84	58	42	26

7.3.5 Volumen de las canteras y superficie total de taludes

Tabla 7.7 Volumen muestreado de las canteras y superficie total de los taludes por cantera.

	Canteras								
	6	4	9	2	8	7	3	5	1
Superficie muestreada de la cantera (ha)	16	43	82	20	10	3,7	5,5	4,5	12
Altura máxima de los taludes (m)	30	38	12	12	40	10	12	13	12
Altura media de los taludes (m)	21	18	9	8	20	10	5	7	10
Longitud de los taludes (Km)	3,6	1,7	2,2	1,3	0,5	1,1	1,7	0,7	1,2
Volumen de la cantera (Hm ³)	3,3	7,7	7,2	1,5	2	0,4	0,3	0,3	1,2
Plano vertical de los taludes (Hm ²)	7,4	3	1,9	1	1	1	0,8	0,5	1,1
Superficie acopios + caballones (Hm ²)	2,4	2,5	7,9	1,5	0,2	0,09	0,8	0,5	1,6

7.3.6 Características de los acopios en los que se localizó avifauna rupícola

Tabla 7.8 Características de los acopios en los que se localizó avifauna rupícola, incluyendo tanto los individuos posados como los nidificantes. No se han incluido aquellas especies con un número muestreado menor a 2. Número de observaciones: N. Variables analizadas: altura máxima de los acopios (m); altura media de los acopios (m); longitud de los acopios (m), orientación de los acopios (N: norte, S: sur, E: este, O: oeste); tiempo de inactividad de los acopios (años); distancia de los acopios a infraestructuras (m); presencia de accesos superiores a los acopios (% de sies).

ACOPIOS		Especie					
Variables		Abejaruco	Avión zapador	Cernícalo vulgar	Gorrión chillón	Gorrión común	Grajilla
N		99	1873	3	56	30	30
Altura máxima (m) del acopio	Media	4,78	8,95	8,33	15,19	15	8,8
	Rango	2 - 7	3 - 15	5 - 10	6 - 38	15 - 15	5 - 12
Altura media (m) del acopio	Media	3,33	7,05	9,66	11,78	12	8,6
	Rango	2 - 5	3 - 15	5 - 12	3 - 22	12 - 12	5 - 10
Longitud (m) del acopio	Media	72,02	66,36	155,66	91,87	70	96,13
	Rango	10 - 167	22 - 70	150 - 159	35 - 770	70 - 70	45 - 270
Orientación (%) del acopio	E	11	0	67	5	0	18
	N	37	2	33	2	0	61
	O	17	45	0	93	100	0
	S	14	55	0	0	0	21
Tiempo de inactividad (años) del acopio	Media	11,81	3	36,66	3,75	3	43
Distancia a las instalaciones (m)	Media	663,72	261,9	926,66	407,14	435	515
Acceso superior al acopio	% si	1,01	53,39	0	3,57	0	0

7.3.7 Características de los taludes en los que se localizó avifauna rupícola

Tabla 7.9 Características de los taludes en los que se localizó avifauna rupícola, incluyendo tanto los individuos posados como los nidificantes. No se han incluido aquellas especies con un número muestreado menor a 2. Número de observaciones: N. Variables analizadas: altura máxima de los taludes (m); altura media de los taludes (m); longitud de los taludes (m), orientación de los taludes (N: norte, S: sur, E: este, O: oeste); tiempo de inactividad de los taludes (años); distancia de los acopios a infraestructuras (m); presencia de accesos superiores a los taludes (% de sies).

TALUD		Especie							
Características		Avión zapador	Abejaruco	Búho real	Chova piquirroja	Gorrión chillón	Gorrión común	Grajilla	Paloma bravía
N		305	31	6	6	1509	436	172	148
Altura máxima (m) del talud	Media	10	22	11	25	30	16	20	22
	Rango	6 - 12	22 - 22	6 - 18	12 - 40	8 - 38	4 - 30	4 - 40	10 - 40
Altura media (m) del talud	Media	8	11	10	16	20	15	13	12
	Rango	3 - 12	11 - 11	3 - 15	7 - 20	4 - 30	3 - 30	3 - 30	5 - 22
Longitud (m) del talud	Media	90	1036	280	227	606	187	593	822
	Rango	30 - 200	1036-1036	35 - 640	86 - 354	70 - 1036	30 - 500	35-1036	90-1036
Orientación (%) del talud	E	63	0	0	0	9	67	16	20
	N	0	100	17	0	5	1	42	60
	O	2	0	0	33	9	25	16	7
	S	36	0	83	67	78	7	26	14
Tiempo de inactividad (años) del talud	Media	3	2	3	8	3	3	5	3
	Rango	3 - 3	2 - 2	0 - 7	0 - 20	0 - 10	0 - 7	0 - 20	0 - 20
Distancia a las instalaciones (m)	Media	82	240	832	340	322	104	476	571
	Rango	10 - 145	240 - 240	50-1325	50 - 770	10 - 1350	10 - 420	55-1325	75 - 850
Acceso superior al talud	Si (%)	100	100	83	67	95	100	73	80

7.3.8 Características a escala de cantera

Tabla 7.10 Características a escala de cantera. Se indica el número total de individuos muestreados, la riqueza de aves rupícolas. También se indican variables del entorno de la cantera en un radio de 2 km: Superficie total de las canteras (ha); estado de actividad de la cantera (activa o no activa); uso del territorio; presencia de otras canteras cercanas; presencia de ciudades cercanas; presencia de roquedos naturales cercanos; presencia de cuerpos de agua cercanos; proximidad a espacios naturales protegidos; variables climáticas (altitud sobre el nivel del mar, temperatura (C°) media anual; precipitación (mm) media anual).

Cantera	Abundancia de individuos	Riqueza (Aves)	Superficie (ha)	Estado	Uso territorio	Otras canteras	Ciudades	Roquedos naturales	Agua	Espacios naturales protegidos	Altitud (msnm)	t° media anual C°	Precipitación media anual (mm)
2	1944	8	33	Activa	Agricultura	si	No	sí	si	si	520	13,3	453
4	1813	12	53	Activa	Agricultura y monte bajo	si	No	no	no	no	600-770	14,1	448
6	1751	14	22	Activa	Agricultura y bosque mediterráneo	si	si	creo	no	si	730	13,2	446
8	338	8	99	Activa	Agricultura	si	si	no	no	no	520	14,8	396
9	228	10	500	Activa	Agricultura, matorral mediterráneo	si	si	no	si	no	700-750	13,8	433
7	218	8	3,7	No activa	Agricultura y bosque mediterráneo	si	si	si	no	si	730	13,2	446
5	63	5	10	No activa	Agricultura	si	no	no	no	si	600-770	13,4	474
3	54	7	7	Activa	Agricultura	no	No	no	si	si	660	14,8	447
1	48	4	12	Activa	Agricultura	si	si	no	no	si	540	14,4	414

7.3.9 Normativa específica asociada a explotaciones mineras

Tabla 7.11 Normativa específica asociada a explotaciones mineras. (Adaptado de CEMA, 2010).

<p>Disposiciones generales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 22/1973, de 21 de julio, de minas. • Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería. • Ley 6/1977, de 4 de enero, de fomento de la minería. • Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos. • Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas sobre Seguridad Minera. • Orden de 16 de octubre de 1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 07.1.04 del Capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. • Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas.
<p>Disposiciones medioambientales particulares de la minería</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.
<p>Disposiciones en materia de protección y evaluación de impacto ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. • Ley 21/2013 (de 9 de diciembre de 2013) de Evaluación Ambiental BOE nº 296 miércoles 11 de diciembre de 2013 • Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. • Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

En 1973 se redacta el contexto normativo para la regulación minera. Se establecen las concesiones mineras y se introducen las cuadrículas mineras. La legislación del R.D. 2994/1982 obliga a las explotaciones a disponer de un proyecto de restauración aprobado por la autoridad competente

En cuanto a las disposiciones medioambientales particulares de la minería, tales como la gestión de residuos y la rehabilitación del espacio, están recogidas en el Real Decreto 975/2009 de 12 de Junio, modificado por el Real Decreto 777/2012. En este RD se detallan los requisitos generales y contenidos del Plan de Restauración, teniendo en consideración los residuos mineros y la seguridad de la explotación.

Los criterios que deben cumplir las restauraciones, tales como la configuración de las formas del terreno, está sujeta al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D. 863/1985) y a las Instrucciones Técnicas Complementarias de Seguridad Minera (Orden de 22 de marzo de 1988 y Orden de 16 de abril de 1990). El objetivo de esta normativa es garantizar la estabilidad geotécnica de las formas de relieve, con el fin de evitar deslizamientos y accidentes y garantizar la seguridad. Así, inicialmente será necesario proceder a la estabilización y protección de los taludes y paredes en base a criterios geotécnicos y de seguridad requeridos por la legislación vigente.

No obstante, el criterio medioambiental será otro de los criterios fundamentales para la remodelación de la geomorfología. De este modo, deberán realizarse adaptaciones morfológicas que favorezcan la integración estructural en el paisaje y el desarrollo de la revegetación. Además en caso de abandono de una mina, esta normativa obliga a tomar las precauciones adecuadas para evitar que pueda afectar negativamente al entorno.

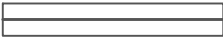



La Normativa sobre Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales se rige actualmente por la Ley 21/2013 (de 9 de diciembre de 2013) de Evaluación Ambiental. La EIA es la principal herramienta legal para prevenir los efectos negativos de las actividades antrópicas, integrando la conservación de los recursos naturales con el desarrollo socioeconómico. Sin embargo, existe discrepancia respecto a la calidad de las evaluaciones y acerca de si logran el objetivo de prevención (Martínez et al.2003). La EIA no siempre consigue la protección de la biodiversidad ya que puede haber limitaciones de espacio y tiempo para realizar el estudio o limitaciones de cómo se lleva a cabo la propia evaluación. Por ejemplo, no suele analizar impactos indirectos, sinergias o interacciones entre impactos, o si se afectan zonas alejadas del punto en el

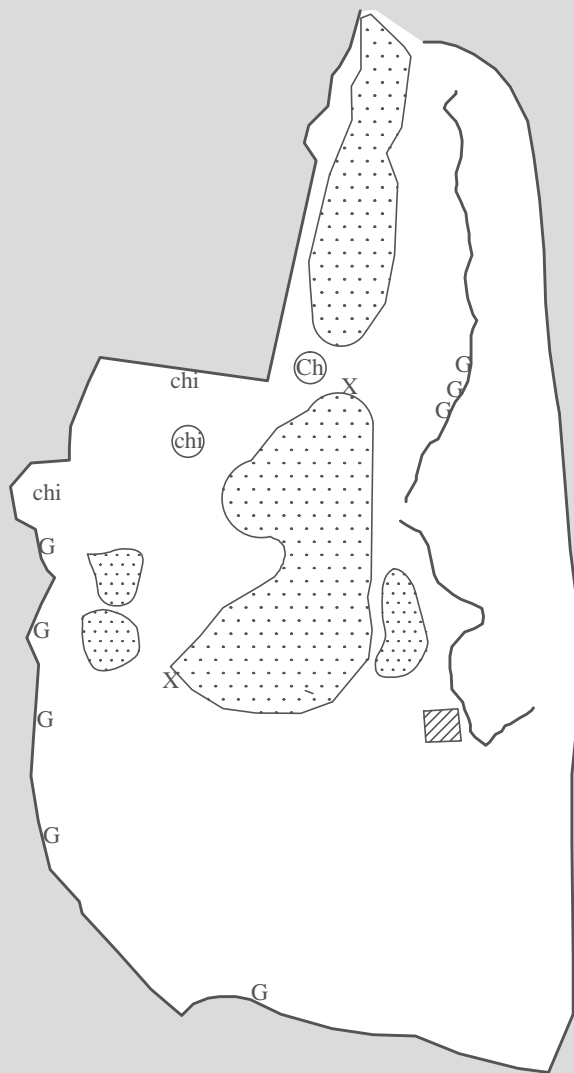
que se originan los impactos. A menudo se basan en estudios bibliográficos, como es el caso del estudio de flora y fauna, y no en muestreos realizados *in situ* por expertos (Martínez et al., 2003).

Según toda esta normativa, el objetivo de la restauración suele ser devolver a los terrenos afectados la posibilidad de tener el mismo uso que tenían antes de la explotación, mediante la corrección de los impactos ocasionados, hacer posible el aprovechamiento de los terrenos e integrarlos en el paisaje del entorno.

7.3.10 Mapas de los muestreos y localización de las especies

CANTERA 1

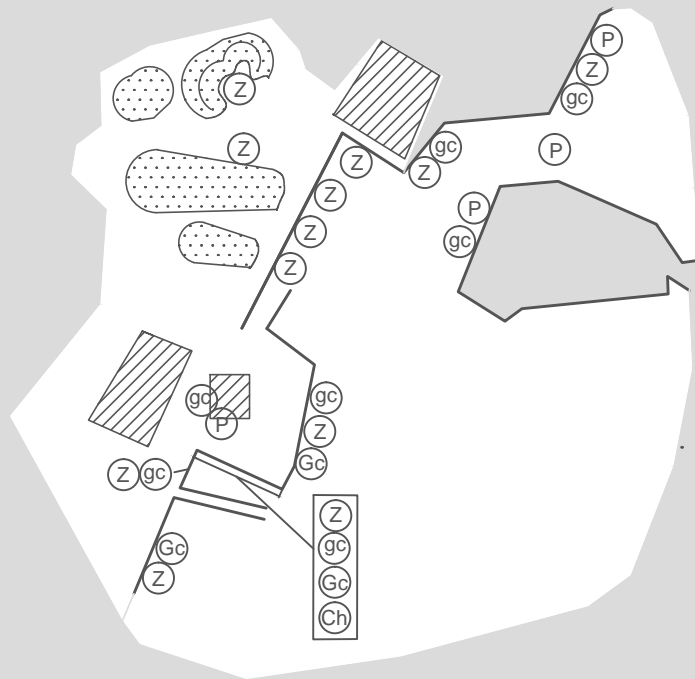
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Ch	Chova piquirroja
	ACOPIO	chi	Gorrion chillón
	INFRAESTRUCTURA	G	Grajilla
	Observación en vuelo	X	Excrementos



ESCALA 1:7500

CANTERA 2

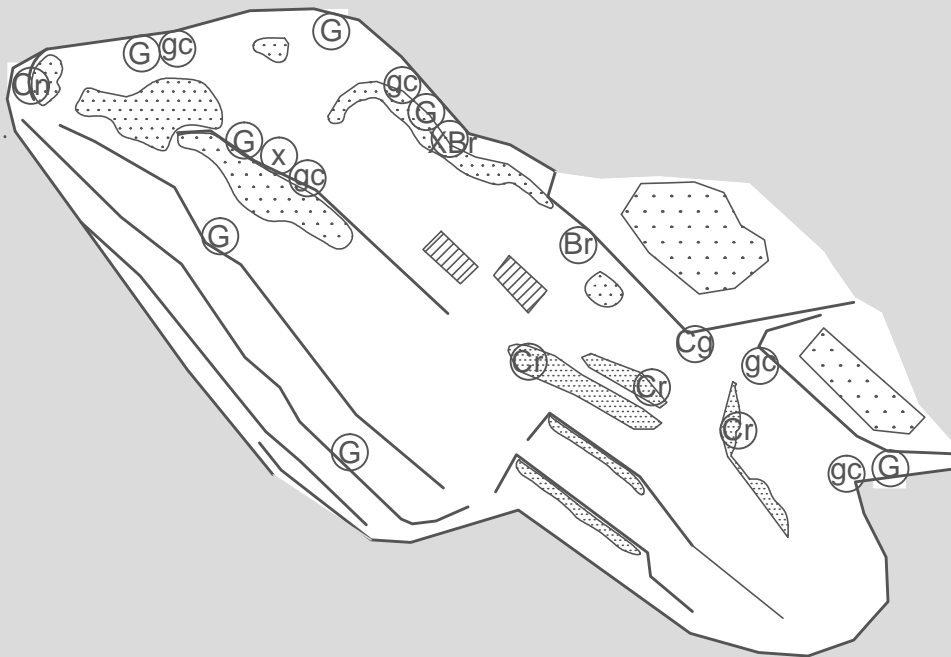
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Z	Avión zapador
	ACOPIO	Ch	Chova piquirroja
	INFRAESTRUCTURA	Gc	Golondrina común
		chi	Gorrión chillón
		gc	Gorrión común
		P	Paloma bravía



ESCALA 1:7000

CANTERA 3

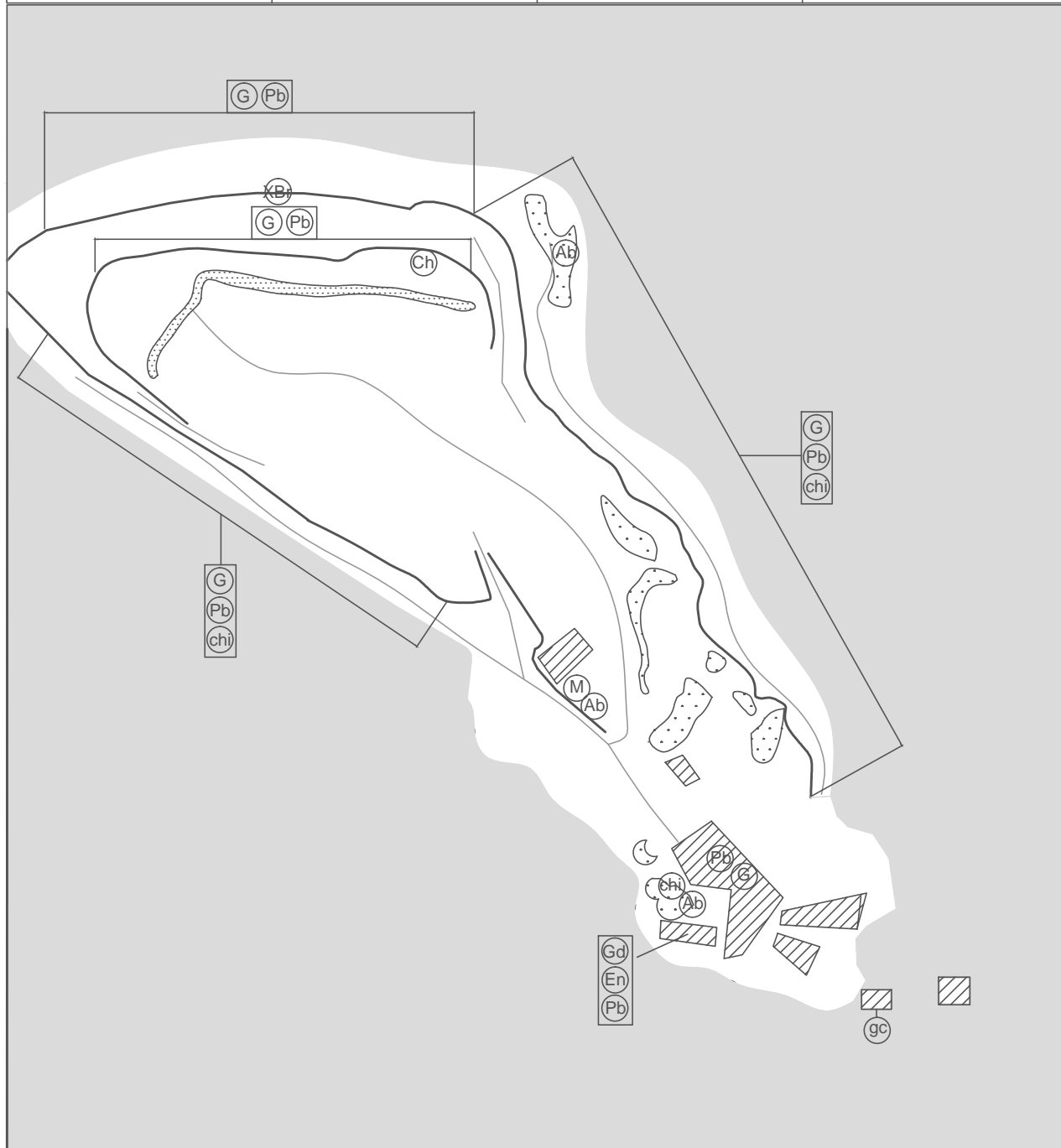
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Cg	Collalba gris
	ACOPIO	Cn	Collalba negra
	INFRAESTRUCTURA	Cr	Collalba rubia
	CABALLÓN	gc	Gorrión común
		G	Grajilla
		XBr	Excrementos búho real
		X	Excrementos



ESCALA 1:4000

CANTERA 4

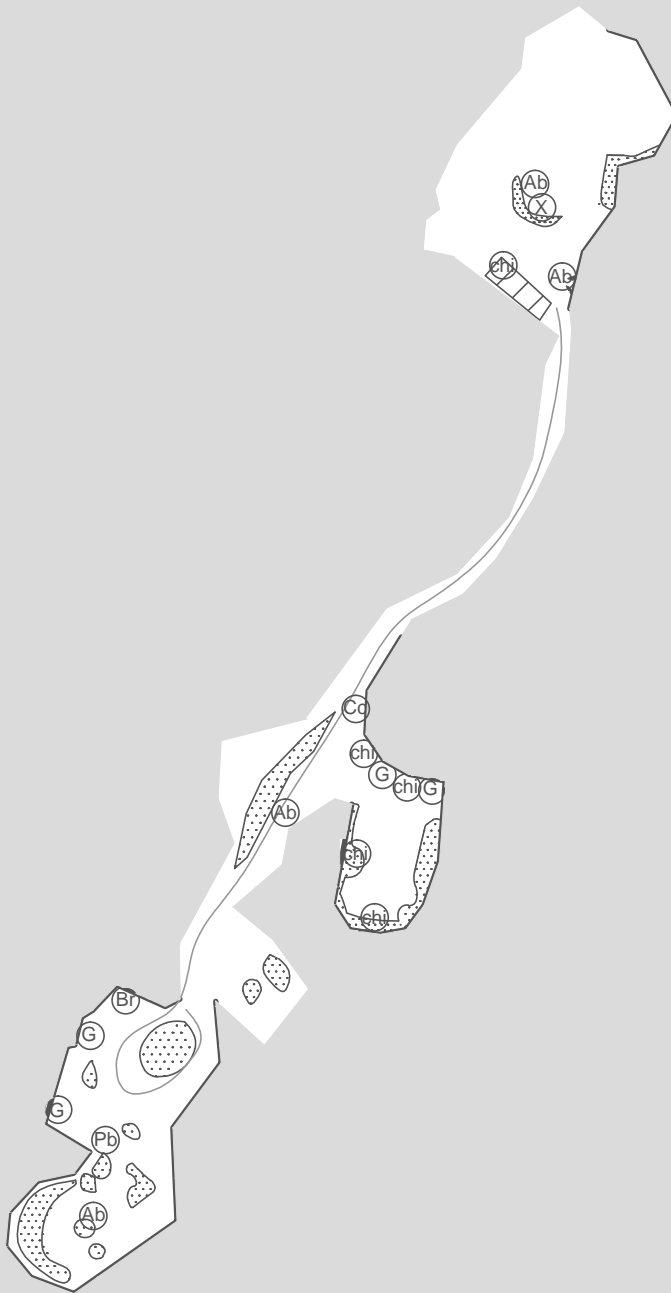
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Gc	Golondrina común
	ACOPIO	Gd	Golondrina dáurica
	INFRAESTRUCTURA	chi	Gorrión chillón
	CAMINO	gc	Gorrión común
AVIFAUNA		G	Grajilla
Ab	Abejaruco	M	Mochuelo
Ch	Chova piquirroja	Pb	Paloma bravía
En	Estornino negro	XBr	Excrementos búho real



ESCALA 1:7500

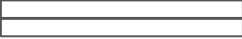

CANTERA 5

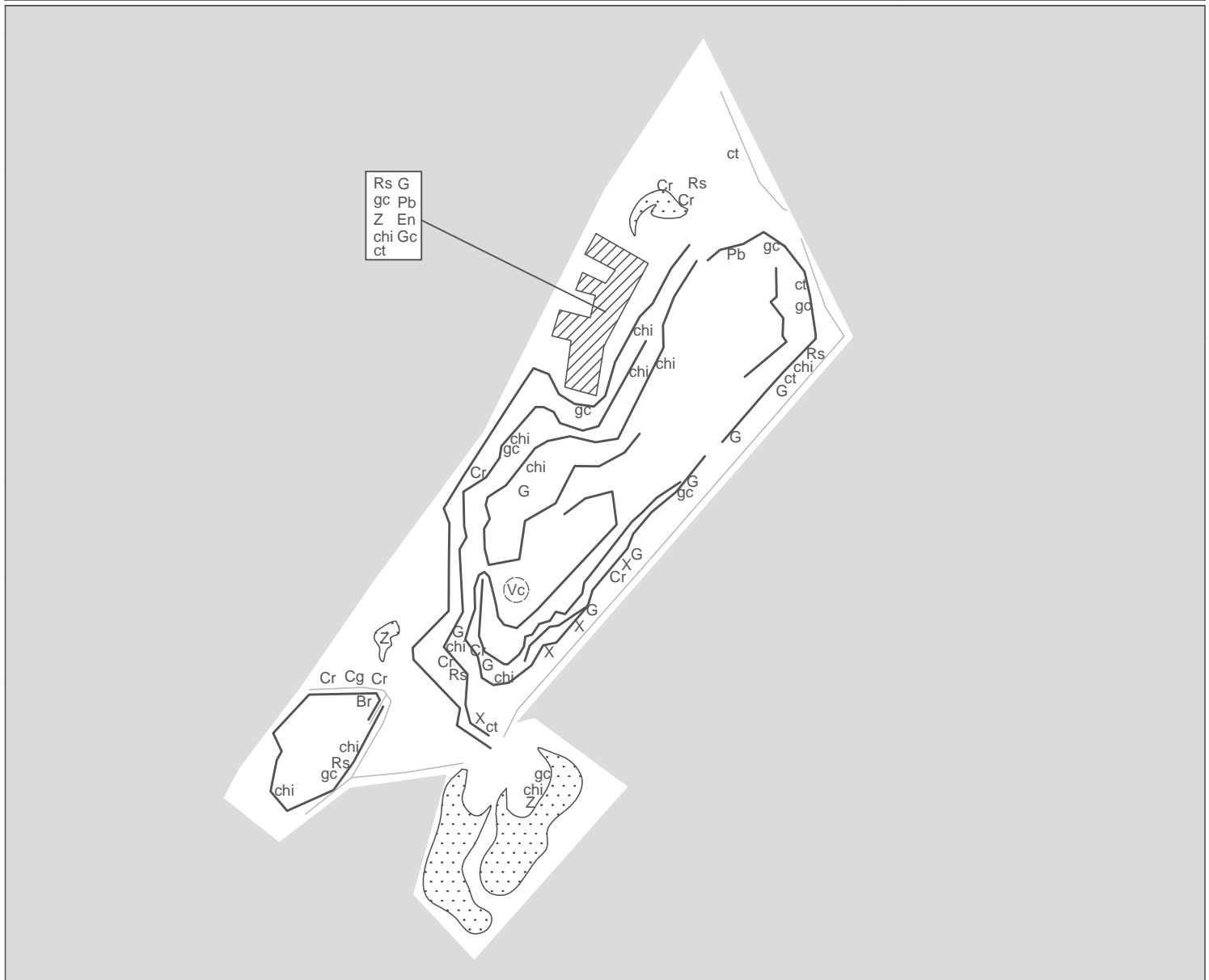
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Ab	Abejaruco
	ACOPIO	Br	Búho real
	INFRAESTRUCTURA	Cc	Cernícalo común
	CAMINO	Gorrión chillón	chi
		G	Grajilla
		X	Excrementos



ESCALA 1:7500

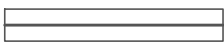

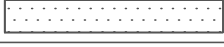


CANTERA 6

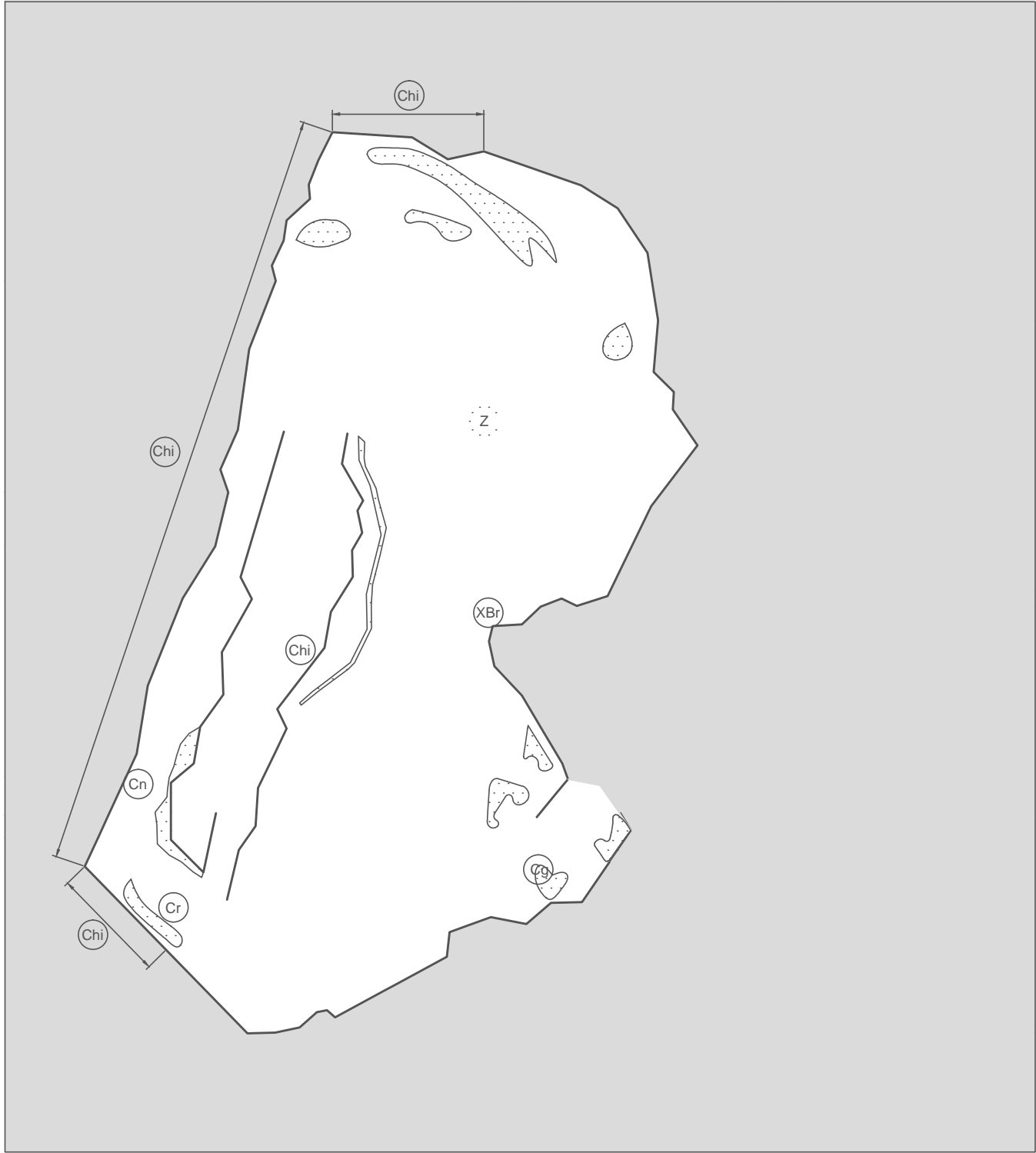
LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Cr	Collalba rubia
	ACOPIO	En	Estornino negro
	INFRAESTRUCTURA	Gc	Golondrina común
	CAMINO	chi	Gorrión chillón
AVIFAUNA		gc	Gorrión común
Z	Avión zapador	G	Grajilla
Br	Búho real	Pb	Paloma bravía
Cc	Cernícalo común	Rs	Roquero solitario
ct	Colirrojo tizón	(Vc)	Vencejo común (en vuelo)
Cg	Collalba gris	X	Excrementos



ESCALA 1:7500

CANTERA 7

LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	chi	Gorrión chillón
	ACOPIO	Cg	Collalba gris
	CABALLÓN	Cn	Collalba negra
	Observación en vuelo	Cr	Collalba rubia
	Observación posado	XBr	Excrementos búho real
		Z	Avión zapador



ESCALA 1:2000

CANTERA 8

LEYENDA		AVIFAUNA	
	TALUD	Ab	Abejaruco
	ACOPIO	Z	Avión zapador
	CABALLÓN	Br	Búho real
	INFRAESTRUCTURAS	Ch	Chova piquirroja
	ARBOLADO	gc	Gorrión común
	CAMINO	G	Grajilla
		Pb	Paloma bravia
		XBr	Excrementos búho real



ESCALA 1:7500

CANTERA 9

LEYENDA

Zona de muestreo 1

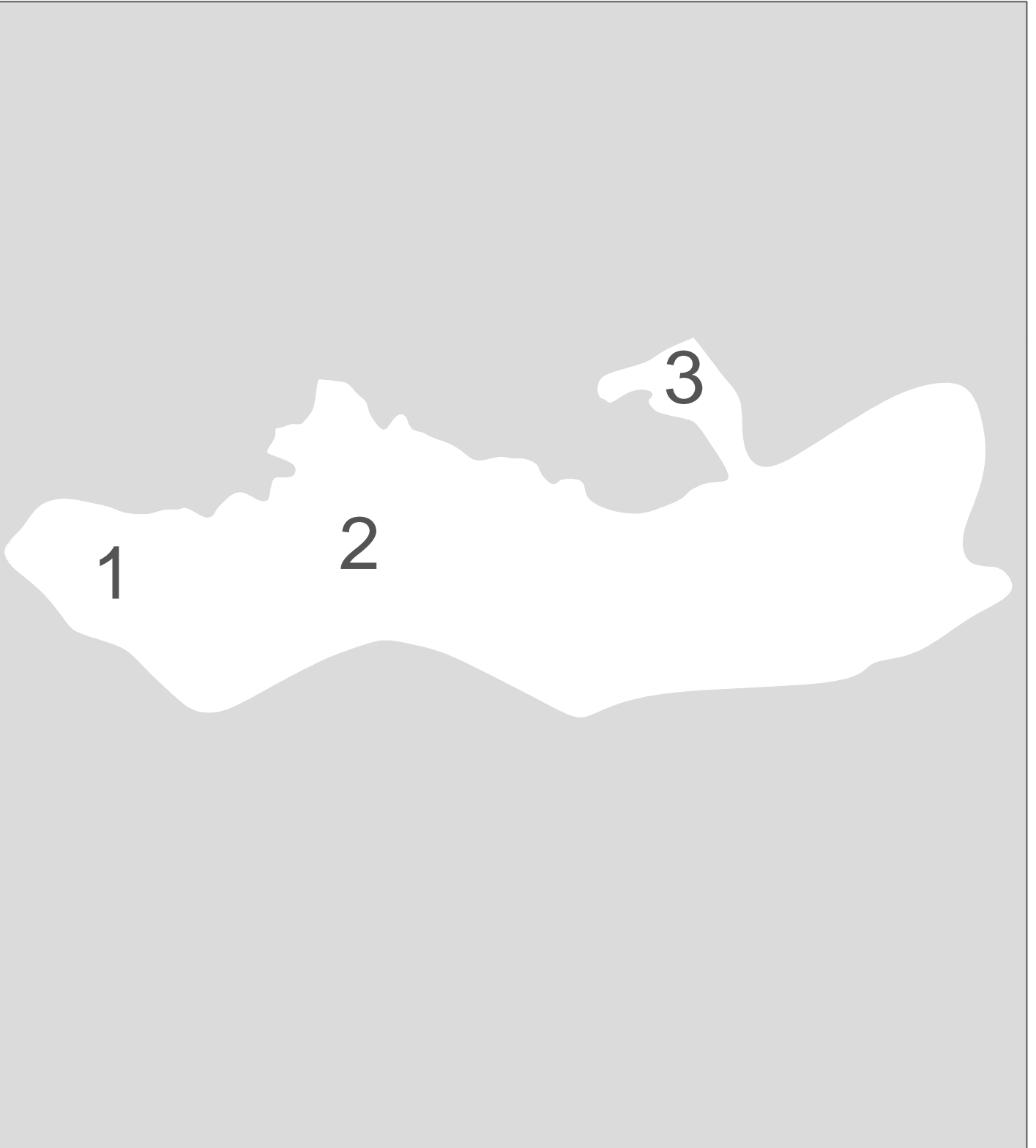
MAPA CANTERA 9.1

Zona de muestreo 2

MAPA CANTERA 9.2


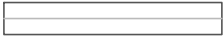

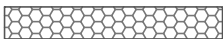

Zona de muestreo 3

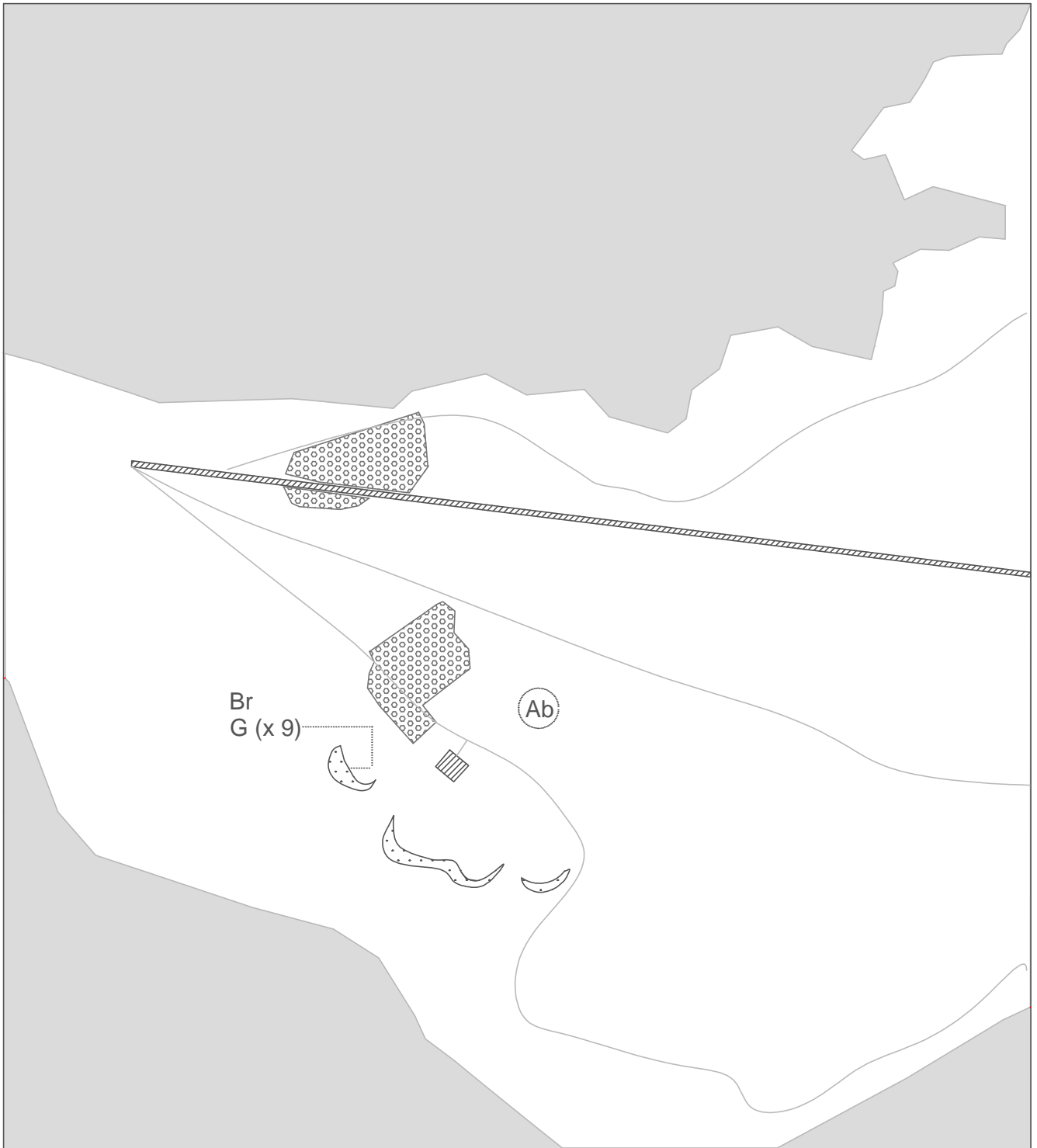
MAPA CANTERA 9.3



ESCALA 1:29500

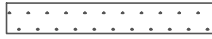
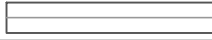

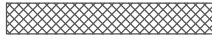
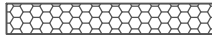

CANTERA 9.1

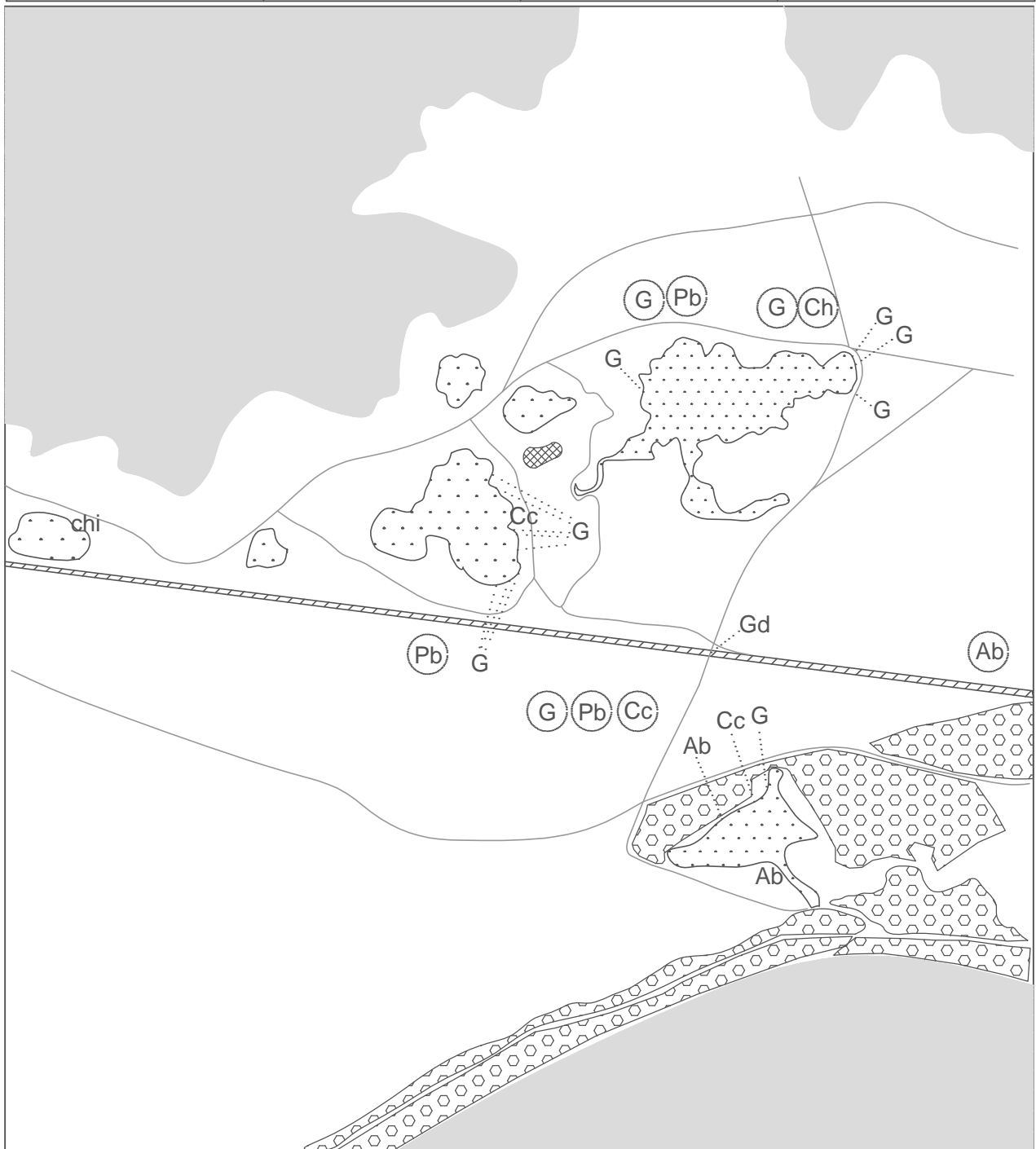
LEYENDA		AVIFAUNA	
	ACOPIO	Ab	Abejaruco
	CAMINO	Br	Búho real
	INFRAESTRUCTURA	G	Grajilla
	ARBOLADO		
	Observado en vuelo		



ESCALA 1:7500

CANTERA 9.2

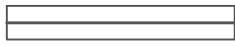
LEYENDA		AVIFAUNA	
	ACOPIO	Ab	Abejaruco
	CAMINO	Cc	Cernícalo común
	INFRAESTRUCTURA	Ch	Chova piquirroja
	LAGUNA	Gd	Golondrina dáurica
	ARBOLADO	chi	Gorrión chillón
	Observado en vuelo	G	Grajilla
		Pb	Paloma bravía



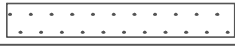
ESCALA 1:7500

CANTERA 9.3

LEYENDA



TALUD



ACOPIO



CAMINO

AVIFAUNA

Br

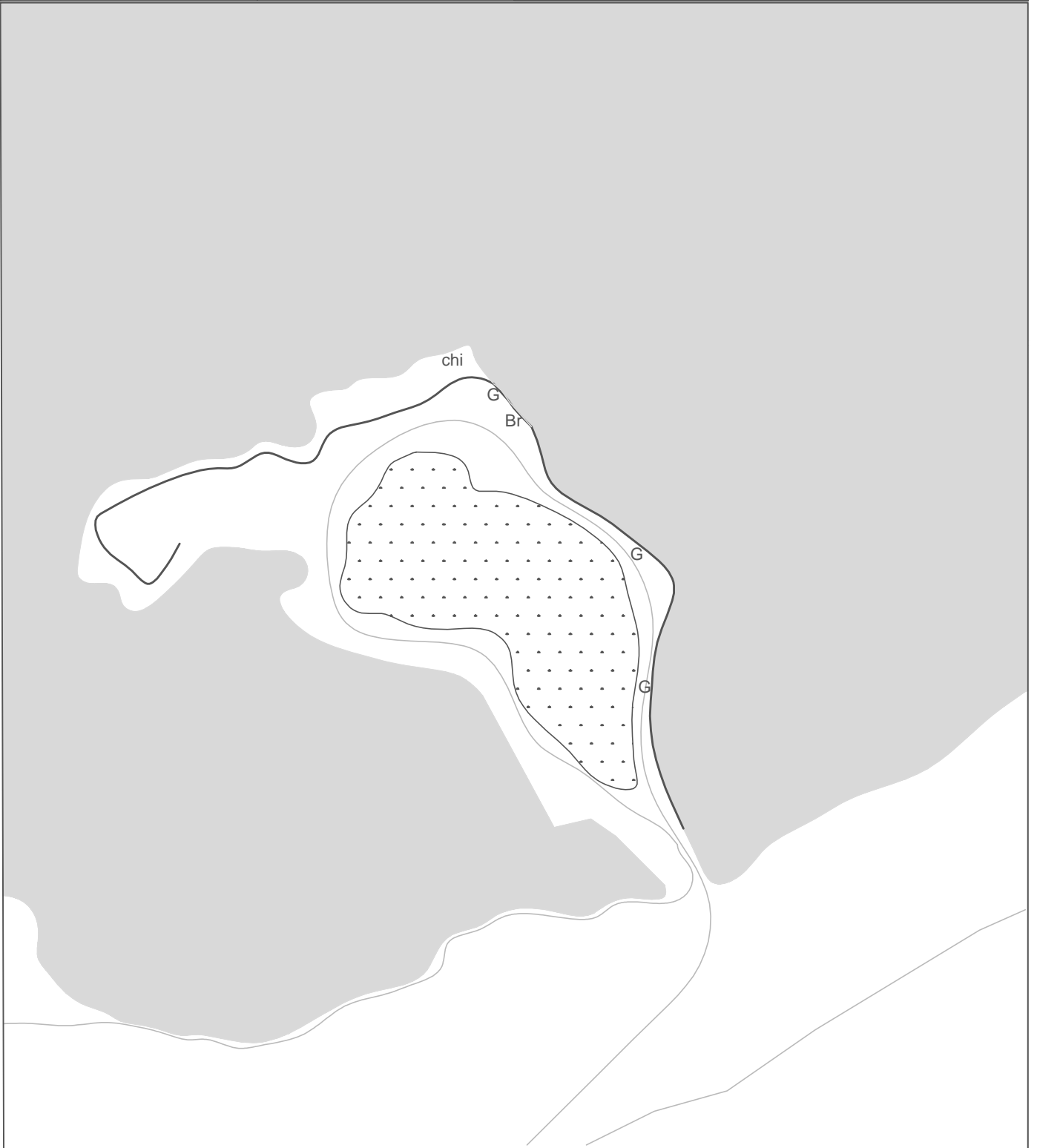
Búho real

chi

Gorrión chillón

G

Grajilla



ESCALA 1:7500