

MEMORIA DE PROPUESTA MUSEOGRÁFICA | RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE DARRO

Promueve:

Diputación provincial
de Granada



Redacta:

Paleoymás S.L.



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1	6 DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL HILO CONDUCTOR GENERAL	12	9 PRESUPUESTO	25
2 ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN	2	6.1 Definición de ámbitos interpretativos	12	ANEXOS	31
2.1 El yacimiento kárstico de Darro	4	7 PROPUESTA DE ESPACIOS, OBRAS Y EQUIPAMIENTOS	16	A.2 Planos	32
3 ANÁLISIS DE NECESIDADES PREVIAS	8	7.1 Control paleontológico	17	A.3 Diseño de las mesas	38
4 OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN	10	7.2 Saneamiento de la cantera	18	A.4 Fotografías de detalle	40
5 ANÁLISIS DEL PÚBLICO OBJETIVO	11	7.3 Protección de la cantera	19		
5.1 Importancia científica para colegios y universidades	11	7.4 Puesta en valor de los afloramientos	20		
		7.5 Acceso a los afloramientos	22		
		8 PLAZOS	24		

1 | INTRODUCCIÓN

Este documento refleja las directrices necesarias para la adecuación de rutas y espacios expositivos de la “Recuperación y puesta en Valor del Yacimiento kárstico de Darro”, en Granada.

El yacimiento kárstico de Darro presenta un valor e interés geológico y paleontológico muy alto, además se encuentra en las cercanías de otros LIGs de gran importancia a nivel nacional e internacional, como son por ejemplo los yacimientos de Cueva Horá (LIG AND295) y Fonelas P-1 (LIG AND303, Geosite VP014). Además, el yacimiento kárstico de Darro tiene una elevada representatividad en el contexto kárstico en el que se enmarca.

El hecho de que este yacimiento se encuentre cerca de otros Lugares de Interés Geológico hace viable la protección del punto frente al expolio y la degradación natural, así como la creación de una ruta visitable para estudiantes universitarios de biología y geología.

En este documento se presentan los principios que debe cumplir la actuación sobre la recuperación y puesta en valor del LIG del Yacimiento Kárstico de Darro (LIG AND296), desgranando los objetivos a cumplir. Además, contiene una relación de los contenidos a tratar en la señalización interpretativa, con la descripción del discurso expositivo y los contenidos claros que se deben introducir. También queda reflejada en esta memoria la propuesta de espacios, equipamientos, obras y construcciones necesarias.

Finalmente se incluyen los planos de los diferentes espacios y equipamientos, las prescripciones técnicas de espacios y suministros, y el presupuesto por partidas de equipamiento con mediciones.

2 | ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN DEL LIG

El paisaje que domina actualmente en el Geoparque de Granada es desértico. Encontramos miles de cárcavas y badlands, rodeadas por sierras, donde destaca la zona de Sierra Nevada. El paisaje árido que observamos hoy en día representa el desierto localizado más al sur de Europa y está desarrollado sobre unos materiales cuyo ambiente de depósito dista mucho del actual. Hace unos pocos millones de años la zona estaba dominada por un amplio lago, alrededor del cual se concentraban grandes mamíferos.

La zona de estudio se encuentra dentro de la Cordillera Bética, extremo occidental del orógeno Alpino y unidad orográfica que domina el sur de la península ibérica. La Cordillera Bética presenta una orientación preferencial OSO-ENE, y se encuentra estructurada en varios mantos de corrimiento, desarrollados principalmente durante el Terciario.

Geológicamente, la Cordillera Bética se divide en tres unidades: Zonas Internas, Zonas Externas y Complejo del Campo

de Gibraltar (Fig. 1). Las Zonas Internas están intensamente deformadas y están formadas por un complejo de Unidades Frontales imbricadas, y una pila antiformal de unidades alóctonas: complejos Nevadofilábride, Alpujárride y Maláguide. El complejo del Campo de Gibraltar está formado por sucesiones cretácico-terciarias correspondientes con la cobertera sedimentaria de la corteza oceánica.

Finalmente, las Zonas Externas se dividen en Prebético, formado por rocas sedimentarias del Triásico al Mioceno procedentes del borde sudoriental del subcontinente ibérico; y Subbético, formado también por rocas sedimentarias del Triásico al Mioceno, y en menor medida por materiales volcánicos. El Subbético está profundamente deformado, se divide a su vez en Subbético Interno, Medio y Externo, y algunos sectores forman complejos olistostrómicos.

El yacimiento kárstico de Darro se encuentra en la Sierra Arana. Geológicamente esta sierra pertenece al dominio Sub-

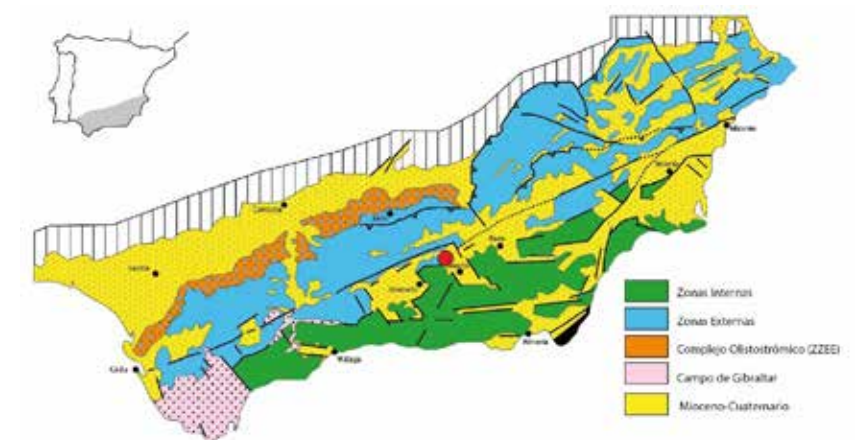


Fig. 1. Mapa geológico simplificado de la Cordillera Bética. El punto rojo indica la zona de estudio. Modificado de Vera 2004.

2 | ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN DEL LIG

bético Interno de las Cordilleras Béticas (Zonas Externas). La unidad Sierra de Arana está conformada por calizas y dolomías blancas, del Jurásico Inferior, y margas cretácicas. Estructuralmente la Sierra Arana forma un anticlinal, en dirección WSW-ENE. Estas rocas forman el sustrato de la Cuenca de Guadix-Baza. La secuencia estratigráfica de este sector de Sierra Arana abarca del Jurásico inferior al Cretácico Superior, y se divide en siete unidades litoestratigráficas (Pérez-López 1986).

En la primera de estas unidades litoestratigráficas se localiza el yacimiento kárstico de Darro. Se trata de la Formación calizo-dolomítica formada por *wackstones* con intraclastos de edad Jurásico inferior, y con hasta 900 metros de potencia. La composición de esta unidad es más dolomítica hacia la base y calcítica hacia techo, con un límite entre composiciones poco definido.

Sobre ella se sitúan el resto de unidades, todas ellas de naturaleza carbonatada, correspondiente con depósitos marinos, una situación similar a la observada en otras cuencas ibéricas con materiales del Jurásico: Formación de calizas grises con sílex: (Jurásico inferior, con una potencia variable de entre 70 y 200 metros), Calizas con crinoides (potencia variable entre 2 metros y 20 centímetros), Calizas con sílex (Jurásico medio, con unos 20 metros de potencia), Calizas nodulosas (con unos 12 metros de potencia, divididos en tres paquetes), Margas y margocalizas del Cretácico, y Formación de margocalizas y margas del Cretácico superior.

Sobre esta serie reposa el Nummulítico discordante del Luteciense. Después se observan conglomerados heterométricos y finalmente una alternancia de margocalizas y areniscas oligocenas (Castillo Ruiz 1990).

El predominio de materiales de naturaleza carbonatada favorece la presencia de formas kársticas en la zona. La unidad Sierra de Arana sufrió tres episodios de karstificación diferentes, con rellenos del Mioceno (Tortonienense) al Plioceno, tanto marina como continental. Esta karstificación ha sido condicionada por la estructura del anticlinal de Orduña y por las familias de fracturas presentes en la sierra.

2.1 | EL YACIMIENTO KÁRSTICO DE DARRO (LIG AND296)

El yacimiento kárstico de Darro LIG AND296 se localiza en una cantera, y está dividido en dos afloramientos diferentes, denominados en la literatura científica con el nombre de la localidad situada más al norte, de Moreda (Fig. 2). Estos yacimientos reciben los nombres de Moreda 1L, (Mo1L, depósito localizado en la pared suroeste de la cantera), y Moreda 1 (Mo1, depósito localizado en la pared norte de la cantera) (Fig. 3). Estos yacimientos contienen principalmente restos de pequeños vertebrados, y fueron analizados en profundidad por Carolina Castillo Ruiz, y publicados en su tesis de 1990.

Las dos cavidades están desarrolladas a partir de fracturas en dirección N35E y N45E (Castillo Ruiz 1990), esta dirección está dentro del intervalo reconocido como preferencial para el desarrollo de la karstificación en el área de la Cordillera Bética (Benavente & Sáenz de Galdeano 1985). Estas fracturas se desarrollarían durante el Tortonense debido a un esfuerzo compresivo, con carácter sinistral. Los depósitos de las cavidades datan del Ruscinense y el Villafranquense.

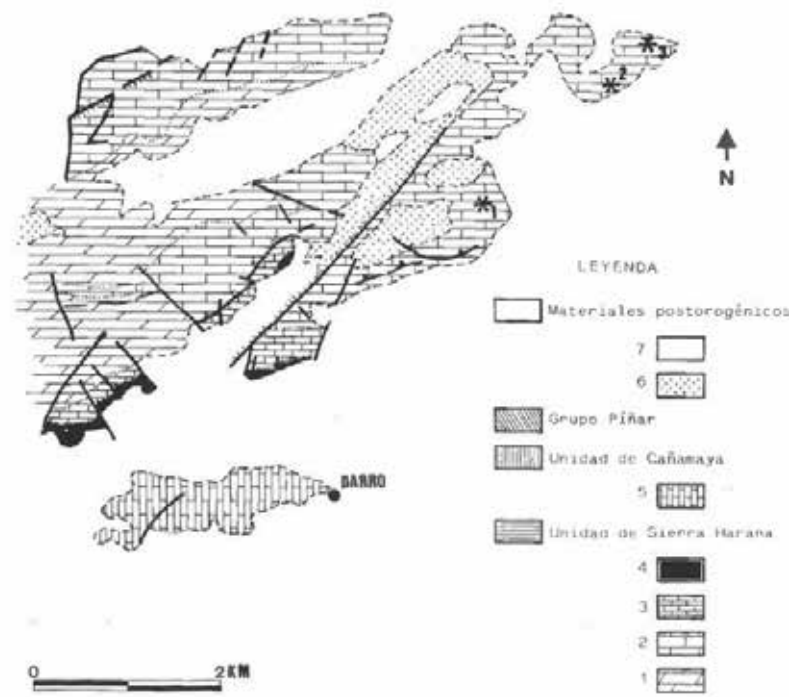


Fig. 2. Figura original de la tesis doctoral de Castillo Ruiz (1990) con la localización del yacimiento kárstico de Darro (Moreda 1) y de otros yacimientos situados en las cercanías de la cantera.



Fig. 3. Localización de los afloramientos del yacimiento kárstico de Darro (Mo1 y Mo1L).

Afloramiento Norte (Moreda 1)

En su tesis de 1990, Castillo Ruiz divide el depósito del afloramiento norte de la cantera de Darro en cuatro niveles, o fases de depósito. En Mo1 la sedimentación se produjo en condiciones de baja energía y bajo lámina de agua (evidenciado por la presencia de pátinas de manganeso), y hacia techo se incorporan cantos y espeleotemas. Correspondería con un periodo húmedo y frío, que hacia techo se hace más cálido. La fase final del relleno Mo1B se produce de nuevo en condiciones más frías, en un área cercana a la superficie. Se observan hacia techo egagrópilas casi intactas.

Las fases son, de base a techo (Fig. 4.):

Fase 1 (Mo1-A0): Nivel de material arcilloso fino, cementando hacia la base. Engloba cantos y bloques de caliza. Tiene 170 cm de potencia. Es rico en fauna, los restos no están ordenados dentro del nivel y el estado de conservación es muy bueno. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Stephanomys donnezani*, *Castillomys gracilis*, *Apodemus dominans*, *Apodemus jeanteti*, *Mimomys* sp., *Eliomys intermedius*, Soricidae indet.

Fase 2 (Mo1-A): Nivel de material arcilloso con laminación. Son abundantes las pátinas de manganeso y óxidos ferrosos. Tiene 220 cm de potencia. Los óxidos aparecen en canales, posible resultado de la presencia de raíces o animales excavadores. Los restos de fauna son abundantes, y aparecen ordenados. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Stephanomys donnezani*, *Castillomys crusafonti*, *Castillomys gracilis*, *Apodemus dominans*, *Apodemus jeanteti*, *Mimomys occitanus*, *Eliomys intermedius*, *Eliomys truci*, *Glis sackdilligensis*, *Episoriculus gibberodon*, *Miosorex meini*, *Dibolia* sp.

Fase 3 (Mo1-A1): Nivel arcilloso con cantos angulosos de caliza. Tiene 3 metros de potencia. Se trata de un depósito desordenado, con concreciones calcíticas, pátinas estalagmíticas y desarrollo de suelo en la parte superior.

Fase 4 (Mo1-B): Brecha de cantos angulosos de caliza, en una matriz arcillosa cementada. Se desarrolla lateralmente. Los restos de fauna están desordenados y localizados alrededor de los bloques. Son menos abundantes que en otras fases. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Stephanomys thaleri*, *Apodemus dominans*, *Apodemus jeanteti*, *Rhagapodemus frequens*, *Micromys* sp., *Castillomys crusafonti*, *Castillomys gracilis*, *Mimomys stehlini*, *Mimomys cappettai*, *Mimomys ischus*, *Occitanomys brailloni*, *Eliomys intermedius*, *Eliomys truci*, *Muscardinus* sp., *Episoriculus gibberodon*, *Beremendia* sp., *Dibolia* sp.

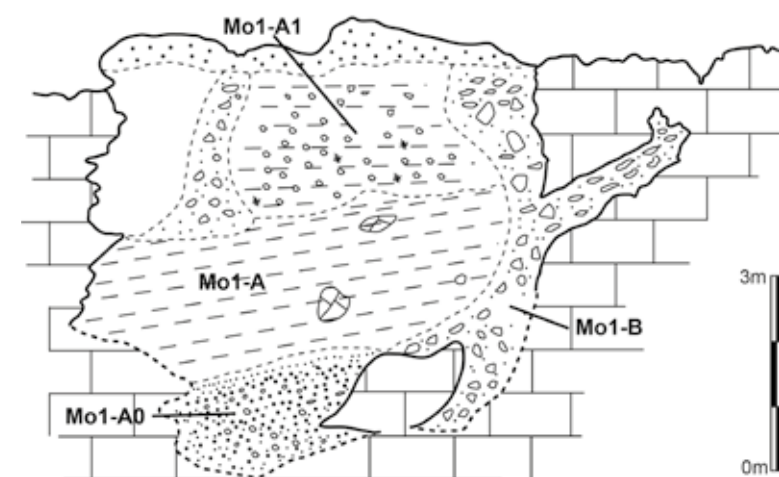


Fig. 4. Estratigrafía de Mo1 (Extraído de Castillo-Ruiz 1990).

Afloramiento Suroeste (Moreda 1L)

En su tesis de 1990, Castillo Ruiz divide el depósito del afloramiento suroeste de la cantera de Darro en tres niveles, o fases de depósito. Las condiciones de depósito son subacuosas, y en régimen de desconexión del exterior.

Las fases son, de base a techo (Fig. 5):

Fase 1 (Mo1L-1): Alternancia de niveles arcillosos rojos (2-6 cm) cementados con niveles carbonatados, se observan también cantos calizos centimétricos tanto en niveles arcillosos como carbonatados. A techo se observa una etapa erosiva sellada por una costra estalagmítica. 178cm de potencia observable. Los depósitos rojos son ricos en pequeños vertebrados. Los restos presentan una orientación preferencial, paralela a la estratificación. Los niveles carbonatados no contienen restos de fauna. Se observan fracturas rellenas de material arcilloso rico en pequeños vertebrados. El nivel está muy compactado, complicando la extracción de restos, que se recuperan fragmentados. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Stephanomys thaleri*, Soricidae indet.

Fase 2 (Mo1L-2): Nivel de materiales finos con cantos carbonatados y niveles arcillosos similares a los de la fase anterior, pero menos frecuentes y potentes (3-4cm). Tiene 230cm de potencia. Es muy pobre en restos de fauna. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Prolagus michauxi*.

Fase 3 (Mo1L-3): Depósito de brecha con bloques angulosos. La fase 3 es rica en restos de microvertebrados. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Castillomys crusafonti*, *Occitanomys brailloni*, *Mimomys stehlini*.

Fase 3 (Mo1L-4): Materiales arcillosos cementados. Lista faunística: *Stephanomys minor*, *Stephanomys thaleri*, *Castillomys crusafonti*, *Apodemus dominans*, *Rhagapodemus frequens*, *Eliomys* aff. *Intermedius*, *Occitanomys brailloni*, *Mimomys stehlini*, *Mimomys ischus*, *Prolagus michauxi*, *Episoriculus gibberodon*, Soricidae indet.

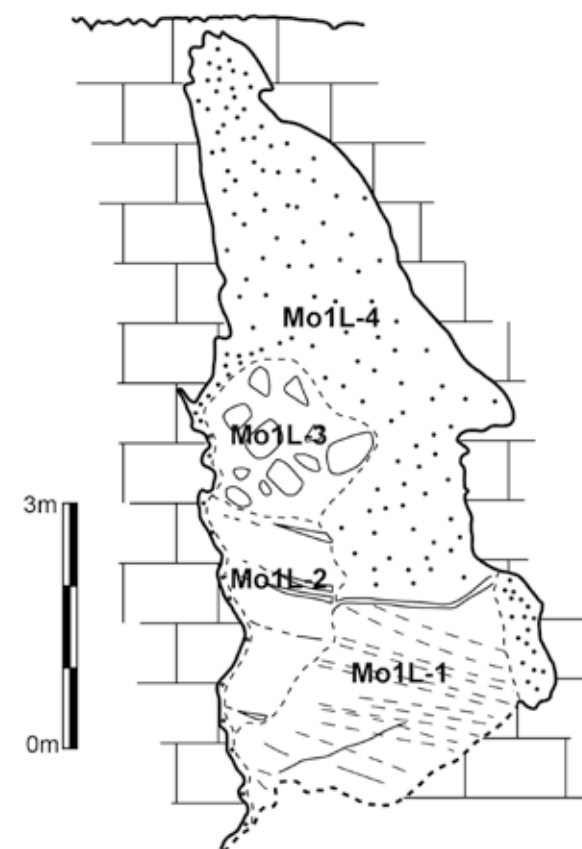


Fig. 5. Estratigrafía de Mo1L (Extraído de Castillo-Ruiz 1990).

La asociación faunística

Los restos fósiles extraídos de ambos afloramientos fueron objeto de estudio por varios investigadores. En su tesis, Castillo Ruiz (1990) analizó los restos de pequeños mamíferos de cada nivel revelando una lista relativamente amplia, que permitió ubicar temporalmente los depósitos. Posteriormente Bailón (1992) analizó los restos de herpetofauna, y Sánchez Marco (2001) los de aves (Tab. 1), aunque en estos trabajos no se especifica ni el nivel ni el afloramiento, si se especifica que el resto de ave analizado pertenece al MN16. Moyà-Solà y colaboradores (1990) analizaron los restos de primates, identificando la presencia de *Paradolichopithecus*, aunque este material está actualmente en revisión.

En Mo1 se observa un aumento de diversidad hacia techo de la secuencia. Dominan la asociación los múridos, especialmente el género *Stephanomys*. La asociación de pequeños vertebrados apunta a condiciones húmedas (Castillo Ruiz 1990).

En el caso de Mo1L, la asociación está dominada por la presencia de múridos. Se observan grandes diferencias en la diversidad de especies entre el nivel Mo1L-4 y los demás niveles (Castillo Ruiz 1990) (Tab. 1). La asociación de pequeños mamíferos indica un aumento de humedad y zonas boscosas hacia niveles superiores (Castillo Ruiz 1990).

Como contraste con la reconstrucción basada en pequeños mamíferos, que indica la presencia de biotopos húmedos en la mayor parte de la secuencia (Fig. 6.), la asociación de herpetofauna refleja un clima correspondiente con una región árida o semidesértica, cubierta de vegetación esteparia, y correspondiente con un clima subtropical árido y seco (Bailón 1992).

El origen de la acumulación parece ser la acción de aves rapaces nocturnas. *Tyto balearica* ha sido identificada en la asociación (Sánchez-Marco 2001), se trata de una lechuza similar a *Tyto alba*, pero de tamaño ligeramente inferior.

Taxón	Moreda 1				Moreda 1L				Moreda*
	Mo1-A0	Mo1-A	Mo1-A1	Mo1-B	Mo1L-1	Mo1L-2	Mo1L-3	Mo1L-4	
<i>Stephanomys minor</i>									
<i>Stephanomys donnezani</i>									
<i>Stephanomys thaleri</i>									
<i>Castillomys gracilis</i>									
<i>Castillomys crusafonti</i>									
<i>Apodemus dominans</i>									
<i>Apodemus jeanteti</i>									
<i>Rhagapodemus frequens</i>									
<i>Micromys</i> sp.									
<i>Mimomys coppettoi</i>									
<i>Mimomys ischus</i>									
<i>Mimomys stehlini</i>									
<i>Mimomys</i> sp.									
<i>Occitanomys brailoni</i>									
<i>Eliomys intermedius</i>									
<i>Eliomys</i> aff. <i>intermedius</i>									
<i>Eliomys truci</i>									
<i>Glis sackdilligensis</i>									
<i>Muscardinus</i> sp.									
<i>Asoriculus gibberodon</i>									
<i>Beremendia</i> sp.									
<i>Miosorex meini</i>									
<i>Dibolia</i> sp.									
Soricidae indet.									
<i>Prologus michauxi</i>									
<i>Varanus</i> sp.									
cf. <i>Eryx</i>									
<i>Naja</i> sp.									
<i>Tyto balearica</i>									

Tab. 1. Tabla de ausencia/presencia (indicado en color negro) de los taxones de pequeños vertebrados en el yacimiento kárstico de Darro. Moreda* indica los taxones para los que no se ha especificado localidad ni nivel. Información de Castillo Ruiz 1990, Bailón 1992 y Sánchez-Marco 2001.

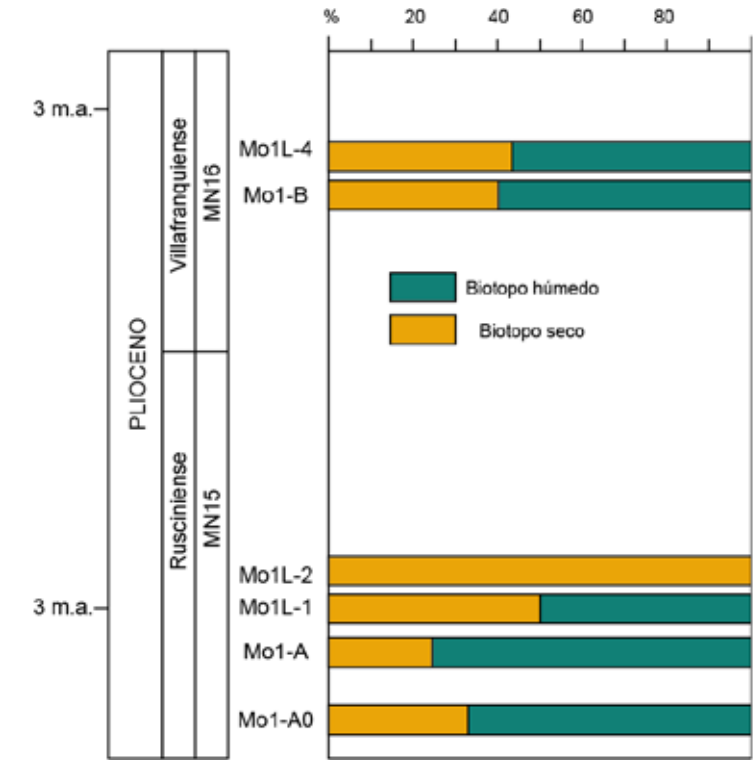


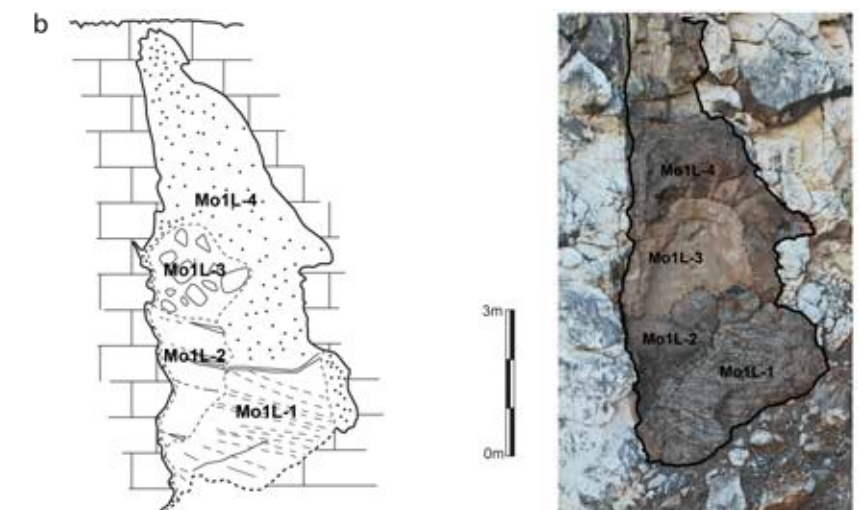
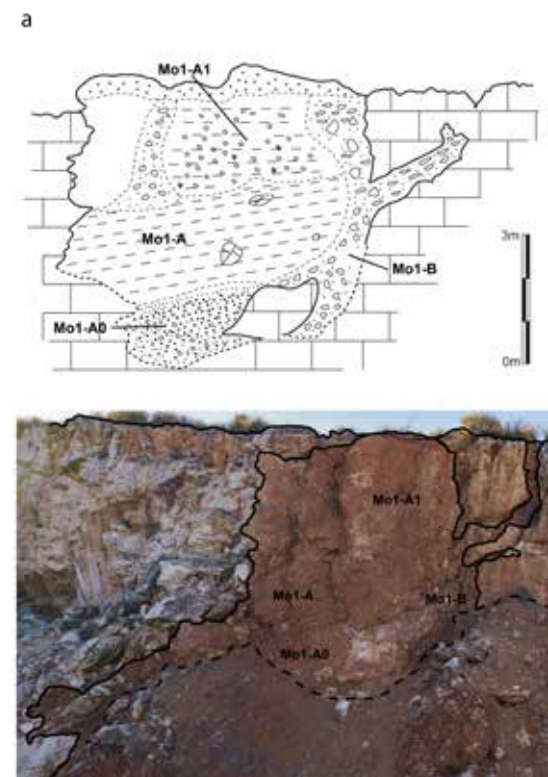
Fig. 6. Distribución temporal de algunos niveles del yacimiento kárstico de Moreda, y distribución de biotopos. (Modificado de Castillo-Ruiz 1990).

3 | ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES PREVIAS

Actualmente el yacimiento kárstico se encuentra expuesto a dos riesgos principales. El primero es la erosión natural de las paredes de la cantera. Parte de los afloramientos originales se han perdido ya, y en algunos casos es complicado seguir la estratigrafía original de los depósitos (Fig. 7).

Además, alguno de los bloques de roca encajante caliza que forman parte de la pared de la cueva se encuentran en alto riesgo de caída (Fig. 8).

Es especialmente llamativo el caso de la parte central del relleno del afloramiento norte (Mo1). El bloque de arcillas cementado se encuentra totalmente separado de la pared (Fig. 8c). Estos bloques representan un posible riesgo para el público que visite el yacimiento. Para mitigar este riesgo se propone realizar un perímetro de seguridad y evitar que los visitantes se acerquen a las paredes de la cantera.



►▼ Fig. 7. Cortes estratigráficos esquemáticos de los afloramientos publicados en la tesis doctoral de Castillo-Ruiz 1990, frente al estado actual de los mismos. (a): Moreda 1, (b): Moreda 1L. Los niveles descritos originalmente son difíciles de seguir en la actualidad, se ha perdido parte del sedimento. El desarrollo lateral de Moreda 1 ahora es mayor debido al desplome de los bloques.

3 | ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES PREVIAS

El otro riesgo que afecta al yacimiento es el expolio. El yacimiento kárstico de Darro es una localidad paleontológica conocida hace más de 50 años, altamente visible desde la carretera y fácilmente accesible. El expolio de este yacimiento por parte de comerciantes de fósiles y “aficionados” a la paleontología es ampliamente conocido por los habitantes de la zona.

La ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, referencia BOE-A-2008-2494, protege el patrimonio paleontológico andaluz. En esta ley se considera una infracción muy grave la destrucción de restos paleontológicos inscritos en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, así como la destrucción de los yacimientos inscritos en el mismo que suponga una pérdida de información irreparable, así como todas las actuaciones que lleven aparejada la pérdida o desaparición o produzcan daños irreparables de bienes inscritos en este catálogo. Lamentable la existencia de estas leyes no detiene el expolio de este tipo de yacimientos, por ello es de vital importancia cerrar el acceso a este yacimiento.

El acceso al yacimiento kárstico de Darro presenta una problemática que eleva el riesgo de la visita.

El acceso a la cantera se encuentra en la carretera autonómica A-308, cerca de un cambio de rasante y a la salida de una curva. Estas características hacen del acceso a pie a los yacimientos por parte de estudiantes e investigadores una posibilidad inviable. Para mitigar esta problemática se propone establecer un sendero que circule fuera de la carretera.

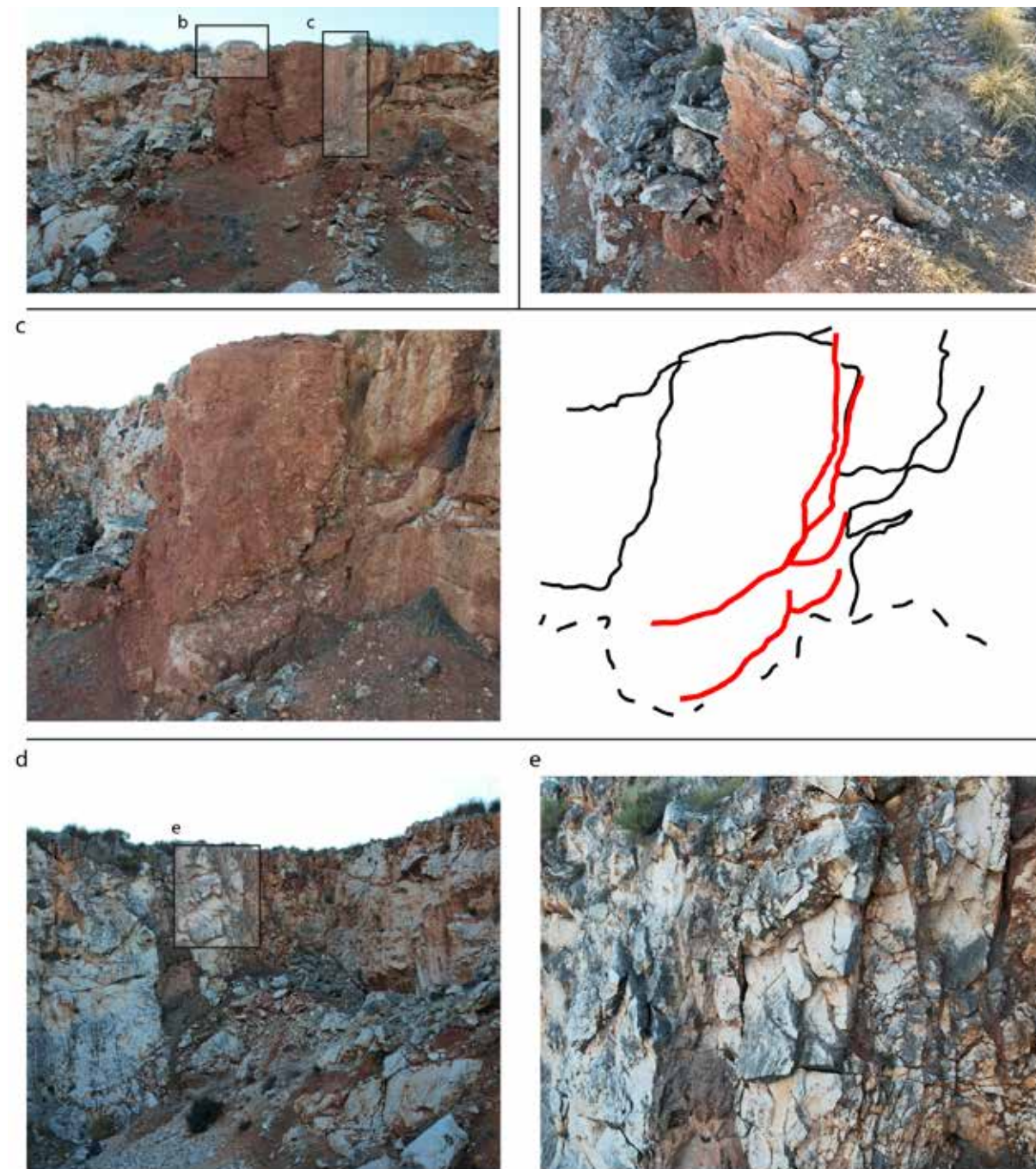


Fig. 8. Ejemplo de bloques en riesgo de caída. (a): panorámica del afloramiento norte (Mo1). (b, c): detalles de las fracturas cercanas a Mo1. Las líneas rojas indican la posición de las principales fracturas. (d): panorámica del afloramiento suroeste (Mo1L). (e): detalle de las fracturas cercanas a Mo1L. Nótese que las fracturas son paralelas a la pared de la cantera.

4 | OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

Con estos antecedentes, el principal objetivo de la actuación es la protección del yacimiento kárstico de Darro del expolio, y su puesta en valor de forma que se convierta en un recurso didáctico para estudiantes.

Para afrontar la problemática que la consecución de este objetivo principal conlleva, este se divide en tres objetivos particulares.

Objetivo 1 - Proteger y conservar: la conservación del patrimonio es una inversión de futuro, ya que la desaparición de yacimientos implica a su vez pérdida de parte de la identidad de las localidades y de las ventajas que este patrimonio supone (aumento de turismo, cultura, riqueza...). Actualmente el espacio tiene escombros, zonas con cierto peligro y está sometido al expolio.

Objetivo 2 - Favorecer y mejorar la visita académica del yacimiento: en este caso como estación paleontológica dirigida a colegios y universidades, pero no al público general. Actualmente el acceso es muy complicado y es un riesgo tener que cruzar la carretera. Algunos elementos interpretativos serán una ayuda para los estudiantes. El enclave tiene un valor didáctico extra, ya que desde la cantera hay una panorámica a toda la cuenca de Guadix.

Objetivo 3 - Favorecer la gestión sostenible del espacio, mediante inversiones sencillas y reducidas que permitan unos bajos costes de mantenimiento.

5 | ANÁLISIS DEL PÚBLICO OBJETIVO

Como se presenta en el anterior punto de esta memoria, el principal objetivo de esta actuación es proteger el yacimiento kárstico de Darro del expolio, y convertirlo en un recurso didáctico para estudiantes. Por ello el acceso a la cantera va a limitarse principalmente a visitas de público universitario y científico.

El público objetivo al que nos dirigimos con esta puesta en valor son estudiantes que realizan salidas de campo relacionadas con el curso universitario, y científicos enfocados en paleontología de vertebrados y desarrollo de karst. Por ello, el enfoque del contenido de las mesas será científico en lugar de divulgativo, y aparecerá tanto en castellano como en inglés.

5.1 | IMPORTANCIA CIENTÍFICA PARA COLEGIOS Y UNIVERSIDADES

La cuenca de Guadix es ampliamente conocida en el mundo de la paleontología del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno por la abundancia de yacimientos de grandes y pequeños vertebrados que contiene. Se encuentran en esta cuenca yacimientos clásicos, conocidos internacionalmente como los yacimientos de Fuente Nueva, Barranco León, Venta Micena o Fonelas.

Los yacimientos de la cuenca de Guadix contienen un registro continuo de los últimos millones de años, haciendo de ellos una herramienta central para el conocimiento de los ecosistemas del pasado, y de cómo estos ecosistemas se vieron afectados por los abruptos cambios climáticos y paisajísticos que se

han dado a lo largo de la historia geológica.

El área de Darro tiene particular interés, porque además del yacimiento kárstico de Darro que es objeto de esta actuación, en la zona aparecen dos yacimientos arqueológicos de gran importancia: la Necrópolis Megalítica de Panoria y Cueva Horà (LIG AND295). También se encuentra a pocos kilómetros de otros yacimientos de relevancia internacional, y que también están catalogados como Lugares de Interés Geológico, como Fonelas P-1 (LIG AND303), que actualmente es visitable y se encuentra musealizado, la Cueva de la Carihuela (LIG AND284) o la Solana del Zamborino (LIG AND309), entre otros.

Esta abundancia de yacimientos en un área geográfica pequeña hace de la zona también una buena herramienta didáctica para introducir temas especializados, como el desarrollo de karst, los cambios climáticos, o la gran diversidad de yacimientos paleontológicos que hay, y cuyos ejemplos se pueden encontrar en la zona (grandes o pequeños vertebrados, en cuevas o en llanuras aluviales, antropogénicos o no antropogénicos...).

6 | DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL HILO CONDUCTOR GENERAL

El hilo conductor general de la actuación se va a centrar en la paleontología de vertebrados del yacimiento. Se describirán los dos afloramientos y su contenido paleontológico. En cada uno de los ámbitos se hablará también de un tema más general, relacionado con el contexto de los yacimientos.

Además, cada una de las mesas se utilizará para introducir una pregunta que los estudiantes deberán responder, a modo de debate, en base a la información presentada en las mesas y la añadida por el profesor encargado de la salida de campo.

6.1 | DEFINICIÓN DE ÁMBITOS INTERPRETATIVOS EN EL ESPACIO

Ámbito 1: Afloramiento norte del yacimiento kárstico de Darro: Moreda 1

Contenidos:

1. Presentación del yacimiento de Moreda 1. Corte geológico y descripción de las principales características y grupos que aparecen en el yacimiento.
2. Pequeños vertebrados como herramientas de datación.
3. El registro paleontológico de la cuenca de Guadix y las biozonas.

4. Debate: ¿Qué factores han hecho que la cuenca de Guadix sea tan rica paleontológicamente?

Conceptos clave: Moreda 1, la paleontología y las biozonas.

Imágenes e ilustraciones: Corte estratigráfico de Moreda 1. Distribución temporal de los yacimientos del Mioceno al Pleistoceno Inferior de la cuenca. Tipos de biozonas.

6 | DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL HILO CONDUCTOR GENERAL

Soluciones expositivas:

1.A: Atril tematizado donde se desarrollan los contenidos del Ámbito 1.

Textos:

Afloramiento norte del yacimiento kárstico de Darro: Mo1

El afloramiento norte del yacimiento kárstico de Darro (Moreda 1, Mo1) es un relleno kárstico con unos 7 metros de potencia dividido en 4 niveles. Mo1-A0, A, y B son niveles ricos en microfauna. Se han recuperado restos de múridos, cricétidos y sorícidos principalmente, y la asociación está dominada por el múrido *Stephanomys*. También se han hallado restos de tortugas, pequeñas boas, lagartos tipo *Varanus*, lechuzas o primates cercopitécidos. El estudio tafonómico de los restos apunta a que la acumulación de pequeños vertebrados se debe a la acción de aves rapaces nocturnas.

The northern outcrop of the Darro karst site (Moreda 1, Mo1) is a 7 meters thick karst infill, which is divided into 4 levels. Mo1-A0, A, and B are rich in microfauna. Remains of murids, cricetids and soricids have been recovered, and the assemblage is dominated by the murine *Stephanomys*. Remains of turtles, small boas, *Varanus*-type lizards, barn-owls or cercopithecoid primates have also been found. The taphonomic study of the remains indicates that the accumulation of small vertebrates is due to the action of nocturnal birds of prey.

El uso de los pequeños mamíferos como herramientas de datación

Los pequeños mamíferos se dispersan rápidamente en los ecosistemas, son abundantes, y presentan una rápida tasa de evolución, cambian mucho en poco tiempo, y suelen ser abundantes en los yacimientos. Esto permite que especies concretas, o sus asociaciones se utilicen como herramienta de datación relativa, mediante biozonas. Las biozonas se definen para ámbitos geográficos concretos.

Por su riqueza paleontológica existen biozonas concretas para la Cuenca de Guadix. La presencia de dos especies diferentes del género *Stephanomys* (*S. minor* y *S. donnezani*) permite asignar Mo1-A y Mo1-B a biozonas diferentes, correspondientes al final de la biozona MN15 en el caso de Mo1-A, y al inicio de la biozona MN16, en el caso de Mo1-B. Estos datos nos permiten asignar al yacimiento una edad de entre 3.5 y 3.2 millones de años.

Small mammals disperse rapidly in ecosystems, are abundant, and have a rapid rate of evolution, they change a lot in a short time, also they are usually abundant in the sites. This allows specific species, or their associations, to be used as a relative dating tool, by using biozones. Biozones are defined for specific geographic areas.

Due to its paleontological richness, there are specific biozones for the Guadix Basin. The presence of two different species of the genus *Stephanomys* (*S. minor* and *S. donnezani*) allows assigning Mo1-A and Mo1-B to different biozones, corresponding to the end of the MN15 biozone in the case of Mo1-A, and to the beginning of the biozone MN16 in the case of Mo1-B. These data allow us to assign the site an age between 3.5 and 3.2 million years.

Los efectos de la erosión y el tiempo:

Desde su publicación (Castillo Ruiz, 1990) parte del relleno se ha erosionado, y algunos bloques con restos han caído al fondo de la cantera. La disposición en los niveles en algunas zonas es difícil de establecer debido a la erosión del relleno.

Since its publication (Castillo Ruiz, 1990) part of infill has been eroded, and some blocks with remains have fallen to the bottom of the quarry. The level contacts in some areas are difficult to establish due to erosion of the infill.

Tipos de biozonas:

Un conjunto de estratos con un taxón, o asociación de taxones que aparecen en un rango temporal determinado

se conoce como biozona. Una biozona es un conjunto de niveles que tienen en común la presencia de un taxón, o asociación de taxones que no aparecen en estratos de otros rangos temporales. Se utilizan para realizar dataciones relativas, utilizando sucesiones de eventos para marcar los límites entre ellas (presencia de una asociación determinada, la primera o última aparición de una especie...). Las biozonas se nombran usando el nombre de uno de los taxones cuya presencia se utiliza para definirla.

A set of strata with a taxon, or an association of taxa that appear in a certain time range is known as a biozone. A biozone is a set of levels that have in common the presence of a taxon, or an association of taxa that do not appear in the strata of other temporal ranges. They are used to relative dating sites, using successions of events to mark the boundaries between them (presence of a certain association, the first or last appearance of a species...). Biozones are named by using the name of one of the taxa whose presence is used to define it.

Ámbito 2: Afloramiento sureste del yacimiento kárstico de Darro: Moreda 1L

Contenidos:

1. Presentación del yacimiento de Moreda 1L. Corte geológico y descripción de las principales características y grupos.
2. El uso de los pequeños vertebrados para reconstrucciones paleoambientales.
3. El karst de Darro, relación con la historia geológica de la Cordillera Bética.
4. Debate: ¿Por qué puede haber diferencias entre los resultados de las reconstrucciones paleoambientales obtenidas mediante diferentes tipos de estudios?

Conceptos clave: Moreda 1L, pequeños vertebrados en reconstrucciones paleoambientales, el karst y su potencial paleontológico.

Imágenes e ilustraciones: Corte estratigráfico de Moreda 1L. Mapa geológico de la zona de Sierra Arana.

Soluciones expositivas:

- 2.A: Atril tematizada donde se desarrollan los contenidos del Ámbito 2.
- 2.B: Bloque de caliza donde se observan las estrías de falla.
- 2.C: Bloque del relleno cementado con abundantes restos de microvertebrados.
- 2.D: Cartela (Prohibido tocar 2.C).

Textos:

Afloramiento suroeste del yacimiento kárstico de Darro: Mo-1L

El afloramiento suroeste del yacimiento kárstico de Darro (Moreda 1L, Mo1L) es un relleno kárstico con unos 7 metros de potencia, con menor desarrollo lateral que Mo1. El depósito se divide en tres fases y 4 niveles, depositados en condiciones subacuosas, sin conexión con el exterior. Se han recuperado restos de cricétidos, sorícidos y múridos, que dominan la asociación. Presenta una diversidad inferior a la de Mo1, aunque en el nivel superior esta crece notablemente. El estudio tafonómico de los restos también apunta a que la acumulación de pequeños vertebrados se debe a la acción de aves rapaces nocturnas.

The southwest outcrop of the Darro karst site (Moreda 1L, Mo1L) is a karst 7 meters thick infill, with less lateral development than Mo1. The deposit is divided into 3 phases and 4 levels, deposited in underwater conditions, without connection to the outside. Remains of cricetids, soricids and murids have been recovered, murids dominate the association. Mo1L presents a lower biodiversity than Mo1, although it grows remarkably in the upper level. The taphonomic study of the remains also indicates that the accumulation of small vertebrates is due to the action of nocturnal raptors.

El uso de los pequeños vertebrados como herramientas paleoambientales

Los pequeños vertebrados son muy sensibles a las condiciones climáticas y al paisaje, y reaccionan rápidamente a los cambios climáticos. Muchos de ellos tienen representantes actuales, lo que permite inferir sus preferencias y re-

querimientos de hábitat. Son muy comunes y abundantes en los yacimientos paleontológicos, permitiendo un nivel de precisión muy alto.

La reconstrucción paleoambiental basada en los pequeños mamíferos de Mo1 y Mo1L apunta a la presencia de un clima con ligeras variaciones en general húmedo y relativamente frío, salvo en los niveles medios de relleno donde hay un pulso cálido, con presencia de bosques. En contraste, la presencia de taxones como *Varanus* (lagarto) o *Eryx* (boa) apuntan a un clima subtropical seco, correspondiente con una región árida con vegetación esteparia.

Small vertebrates are very sensitive to climatic conditions and landscape, and they react quickly to climatic changes. Many of them have extant representatives, which allows their preferences and habitat requirements to be inferred. They are very common and abundant in paleontological sites, allowing a high level of precision in the reconstructions.

The paleoenvironmental reconstruction based on the small mammals of Mo1 and Mo1L point to the presence of a humid and relatively cold climate with slight variations, except in the middle levels, where there is a warm pulse, with the presence of forests. In contrast, the presence of taxa such as *Varanus* (lizard) or *Eryx* (boa) point to a dry subtropical climate, corresponding to an arid region with steppe vegetation.

El karst de Sierra Arana y la paleontología

En la Sierra Arana hay varios yacimientos importantes, ligados a la existencia de un karst desarrollado sobre calizas del Pliensbachiense que ocupan la parte más alta de la Sierra y forman parte del anticlinal de Orduña. Esta kars-

6 | DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL HILO CONDUCTOR GENERAL

tificación se ha producido siguiendo las principales familias de fracturas de la zona, y se inició durante el Mioceno Superior.

Además de los yacimientos kársticos de Darro, Moreda 2 y Rambla Seca (ambos localizados pocos kilómetros al NE de este punto) encontramos la Cueva Horá, que se abre a unos pocos cientos de metros de este punto. Presenta un relleno que abarca aproximadamente los últimos 100.000 años en el que se han recuperado restos de herramientas líticas de origen neandertal, así como restos de fauna. Cueva Horá se localiza en el borde del relieve carbonatado, formando un mirador natural para vigilar el valle.

There are several important sites in Sierra Arana, linked to the existence of a karst developed on Pliensbachian limestones that occupy the highest part of the Sierra and are part of the Orduña anticline. This karstification process followed the main families of fractures in the area and began during the Upper Miocene.

In addition to the karst deposits of Darro, Moreda 2 and Rambla Seca (both located a few kilometers NE of this point) we find the Horá Cave, which opens a few hundred meters from this point. It presents a fill that spans approximately the last 100,000 years in which remains of lithic tools of Neanderthal origin have been recovered, as well as remains of fauna. Horá Cave is located on the edge of the carbonate relief, forming a natural viewpoint to watch over the valley.

Mismo origen, un ambiente diferente

Los dos afloramientos del yacimiento kárstico de Darro tienen su origen en una familia de fracturas originadas en el Tortonense por un proceso de compresión con movimiento lateral de componente sinistral. En ese momento se desarrolló un karst que se reactivó durante el Plioceno, cuando se formó el relleno de estas dos cavidades. Las condiciones de relleno en los depósitos de los dos afloramientos son diferentes. En Mo1 el tipo de sedimento y la

presencia de egagrópilas casi intactas indica cercanía a la superficie.

En Mo1L Los niveles del relleno se han depositado en condiciones subacuosas sin contacto con el exterior. La principal diferencia entre los afloramientos es la presencia de niveles carbonatados que requieren la presencia de agua para formarse. Los restos de pequeños vertebrados de los niveles rojizos corresponderían con aportes externos puntuales.

The two outcrops of the Darro karst site have their origin in a family of fractures developed during the Tortonian by a compression process with lateral movement of a sinistral component. A karst developed, and it that was reactivated during the Pliocene, when the infilling of these two cavities was formed. The infilling conditions in the two outcrops are different. In Mo1 the type of sediment and the presence of almost intact pellets indicate proximity to the surface.

In Mo1L The fill levels have been deposited in underwater conditions without contact with the outside. The main difference between the outcrops is the presence of carbonate levels that require the presence of water. The remains of small vertebrates of the reddish levels would correspond to specific external contributions.

7 | PROPUESTA DE ESPACIOS, EQUIPAMIENTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES NECESARIAS

Para afrontar la consecución de los objetivos planteados en función de las necesidades previas es necesario llevar a cabo una amplia actuación sobre la cantera. La superficie útil de la cantera tiene aproximadamente 2000 m², una longitud máxima de más de 50 metros, y las paredes alcanzan los 25 metros de altura (Fig. 10).

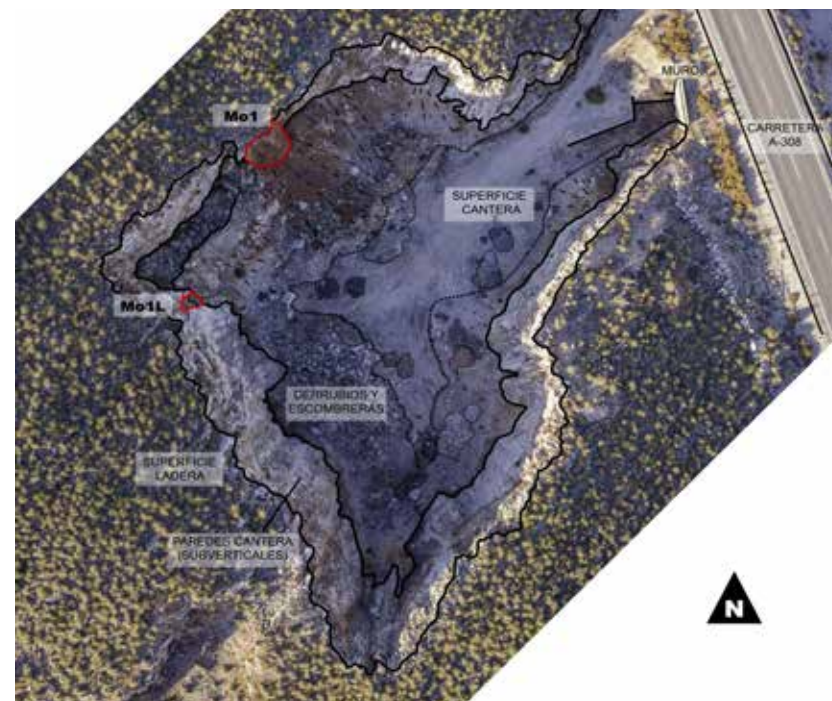


Fig. 9. Plano de la cantera y localización de los yacimientos objeto de la actuación.

7.1 | CONTROL PALEONTOLÓGICO

Simultáneamente a las obras incluidas en esta actuación se realizará una prospección paleontológica en la zona afectada por las obras o trabajos a realizar. Para ello se seguirá un protocolo de actuación que incluirá los siguientes puntos:

- Se realizará un estudio bibliográfico profundo de los trabajos científicos publicados acerca de la geología y la paleontología de la zona de Darro. Para ello se procederá a la lectura y análisis de publicaciones científicas y manuales de disciplinas como la geología, la paleontología y la arqueología.

- Inicialmente se realizará el Proyecto de Actuaciones Paleontológicas (Solicitud) con la finalidad de recibir la autorización del Servicio encargado de la prevención y protección del Patrimonio Cultural de Junta de Andalucía.

- Se procederá a la consulta de los datos referenciados en la Carta Paleontológica de Andalucía que se encuentren disponibles en los archivos de la Junta de Andalucía, el Geoparque, o la entidad correspondiente.

Una vez realizados estos pasos previos se procederá al control paleontológico de la obra. Con una base bibliográfica y documental se procede a plantear el control de obra en la zona indicada: Inicialmente y una vez recibido la autorización se llevan a cabo los trabajos de campo, para lo cuales se comunicará a la entidad correspondiente el inicio y finalización de los trabajos, como se estipulará en la autorización recibida.

Debido a que se trata de un punto de gran interés científico, se prestará atención a la presencia de facies similares a las que afloran en los puntos fosilíferos ya conocidos. En el caso de hallarse mas restos fósiles, se paralizaran las máquinas para poder realizar una evaluación científica del punto fosilífero.

En el caso de hallarse un nuevo yacimiento paleontológico se procederá a comunicar el hallazgo de urgencia a la entidad correspondiente. Una vez finalizados los trabajos de campo se realizará el Comunicado de finalización de los trabajos, dicho comunicado se enviará según la normativa vigente en la Junta de Andalucía.

Por último, se procederá a la elaboración de un informe paleontológico final, en la que se plasmarán los resultados de los trabajos que se han llevado a cabo. Con el análisis de esta información se establecerá una propuesta de actuación paleontológica en fase de obra con la finalidad de minimizar la afección al patrimonio cultural.

Es necesario tener en cuenta que **la petición de permisos a la institución correspondiente puede conllevar la ejecución de acciones no contempladas aquí**, como la realización de dataciones, estudios paleontológicos de corte científico etc.

7.2 | SANEAMIENTO DE LA CANTERA

El primer paso necesario es el saneamiento de la cantera. Esta superficie ha sido utilizada como vertedero, y en su superficie aún se observan restos de la construcción de la carretera, bloques acumulados de la explotación de la cantera, escombros de obras y demás tipos de basura (Fig. 11, 12). Para la retirada de estos escombros será necesario el uso de maquinaria pesada.

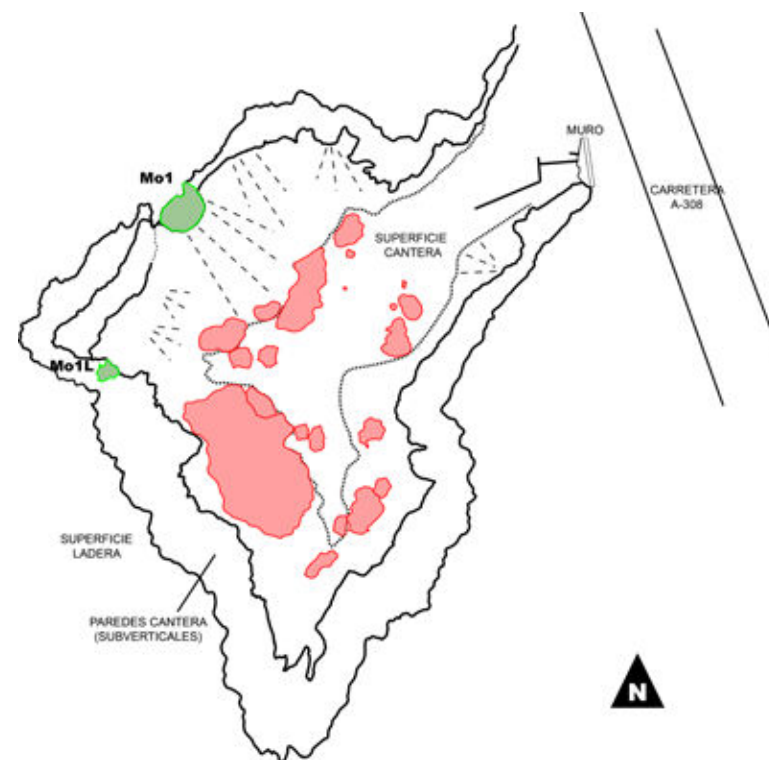


Fig. 10. Plano de la cantera y localización (en rojo) de las acumulaciones de escombros, bloques y basura. En verde, localización de los afloramientos.



Fig. 11. Imagen panorámica de la esquina sur de la cantera. Se observan en la superficie numerosas acumulaciones de origen no natural que deben ser retirados.

Durante el proceso de limpieza de la cantera será necesario realizar un control de obra paleontológico. Muchos de los bloques que se encuentran en el fondo de la cantera actualmente proceden del relleno de las cavidades y pueden contener fósiles de pequeños vertebrados procedentes de los niveles fosilíferos de ambos afloramientos.

Características técnicas

-Limpieza de escombros de todo el interior del recinto del yacimiento kárstico de Darro, incluyendo la carga con medios mecánicos y el transporte de los escombros a un vertedero autorizado.

7.3 | PROTECCIÓN DE LA CANTERA

Una vez realizada la limpieza de la superficie se procederá a la construcción de un perímetro de seguridad que impida el paso de los visitantes a las zonas de interés. De esta manera se minimizarán los riesgos de expolio y caída de bloques. Este perímetro se construirá con los bloques de roca caliza procedente de la cantera, retirados de la superficie de la misma durante la fase de saneamiento.

Además, se construirá un vallado de aproximadamente 280 metros que rodeará completamente la cantera, evitando el acceso libre a la misma. El acceso se realizará a través de una puerta, controlada por el ayuntamiento, localizada en la zona más cercana a la carretera (Fig. 13).

Características técnicas

- Instalación de un cordón perimetral tipo escollera, ejecutado con material de la cantera.
- Se colocaran tres pantallas de malla de torsión de 5 m de anchura y 2 m de altura frente a los puntos de interés del recinto, colocadas detrás del cordón de la escollera.
- Instalación de un vallado perimetral al yacimiento kárstico de Darro, ejecutado con malla de torsión de 2 m de altura. La malla estará fijada con soportes metálicos empotrados en el terreno, con cepellón de 0.5x0.3 m. Toda la actuación será ejecutada con medios manuales debido a las características del terreno, muy irregular y con gran cantidad de atochar y aulagas, quedando prácticamente impedido el paso de vehículos.
- Colocación de una puerta acceso al recinto de dos hojas y 4 metros de anchura, ejecutada con malla de torsión y fijada a dos soportes metálicos.

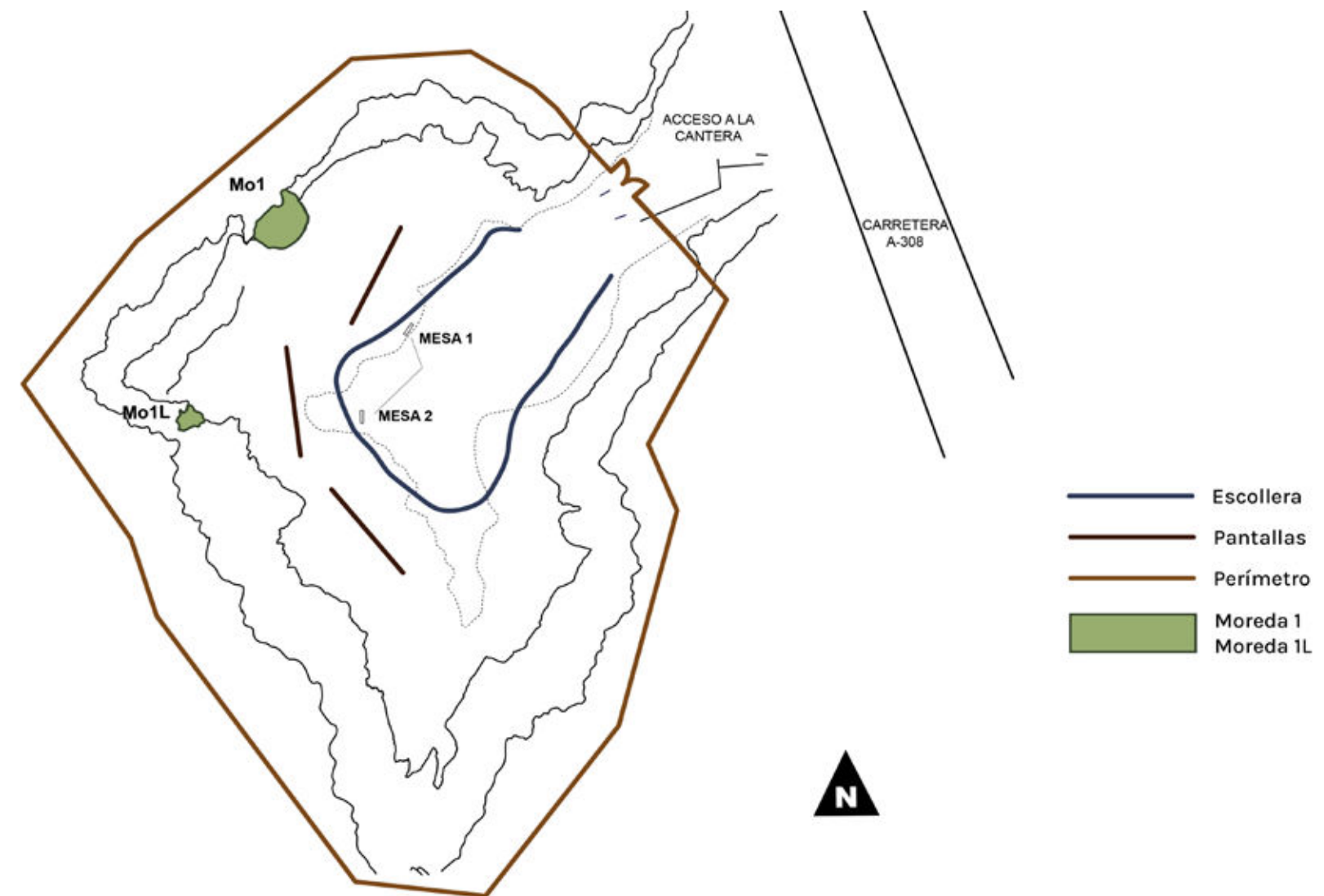


Fig. 12. Plano de la cantera y localización de las principales actuaciones a realizar. En verde, localización de los afloramientos.

7.4 | PUESTA EN VALOR DE LOS AFLORAMIENTOS DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE DARRO LIG AND296

Mesas 1 y 2

La Mesa 1 estará localizada frente al afloramiento norte (Moreda 1) (Fig. 14b), y la mesa 2 se situará frente al afloramiento suroeste (Moreda 1L) (Fig. 14c). La localización de ambas mesas se realizará de manera estratégica de forma que queden en posición frontal respecto a los afloramientos, es decir, lo más paralelamente posible a la pared norte, y suroeste de la cantera, dependiendo siempre de las actuaciones realizadas para garantizar la seguridad de los visitantes.

Junto a la Mesa 2 se localizarán dos de los bloques retirados de la superficie de manera que sean fácilmente visibles para los visitantes, pero que no sean accesibles. Por un lado, un bloque de roca caliza donde se observa la litología de la roca encajante, así como estrías de falla, uno bloque con estas características y grandes dimensiones se encuentra localizado entre los frentes de Moreda 1 y Moreda 1L. Por otro lado, se situará un bloque del relleno de uno de los afloramientos, el bloque deberá estar bien cementado y contener restos de pequeños vertebrados. Alguno de estos bloques puede observarse en el frente de los derrubios Moreda 1. Junto a este bloque se situará un cartel especificando que está prohibido tocar el bloque.

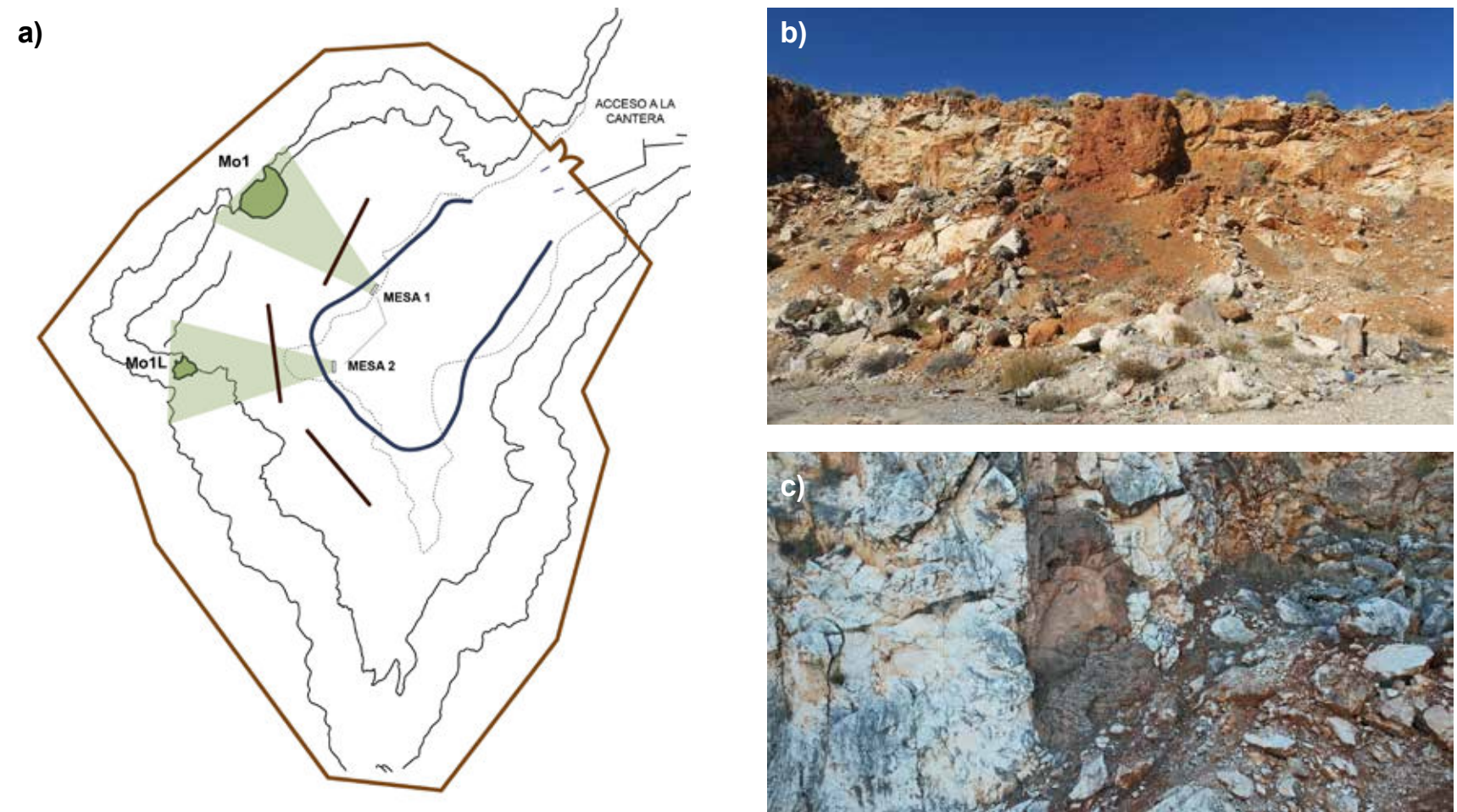


Fig. 13. a) Plano de la cantera y localización de las mesas interpretativas.
b) Vista desde la Mesa 1 en posición frontal a Moreda 1.
c) Vista desde la Mesa 2 en posición frontal a Moreda 1L.

El panel divulgativo y plataforma

Actualmente hay un panel interpretativo localizado en el interior de la cantera. El contenido de este panel es de nivel divulgativo para público general no especializado. Al cerrar el acceso a la cantera quedará también cerrado el acceso a este panel para los visitantes que no acudan a la cantera en el contexto de una visita universitaria o científica. Y para el tipo de visitantes que puedan acceder a la cantera el contenido del panel es básico.

Para afrontar esta situación se propone construir un pequeño mirador de madera, de aproximadamente 6m² y un metro de altura, fuera del vallado, en la zona más estable de superficie y a una distancia de seguridad de la pared de la cantera (Fig. 15). En el lateral de esta pequeña plataforma se situará el panel, de forma que el yacimiento sea visible.

Esta opción requerirá la construcción de una estructura que permita a los visitantes ver el yacimiento desde fuera de la cantera. De esta manera el panel se encontrará, a nivel expositivo, en el mismo punto para el que fue diseñado. Los visitantes de ámbito no universitario conocerán la ubicación exacta del yacimiento, pero el vallado debería ser protección suficiente contra el expolio.

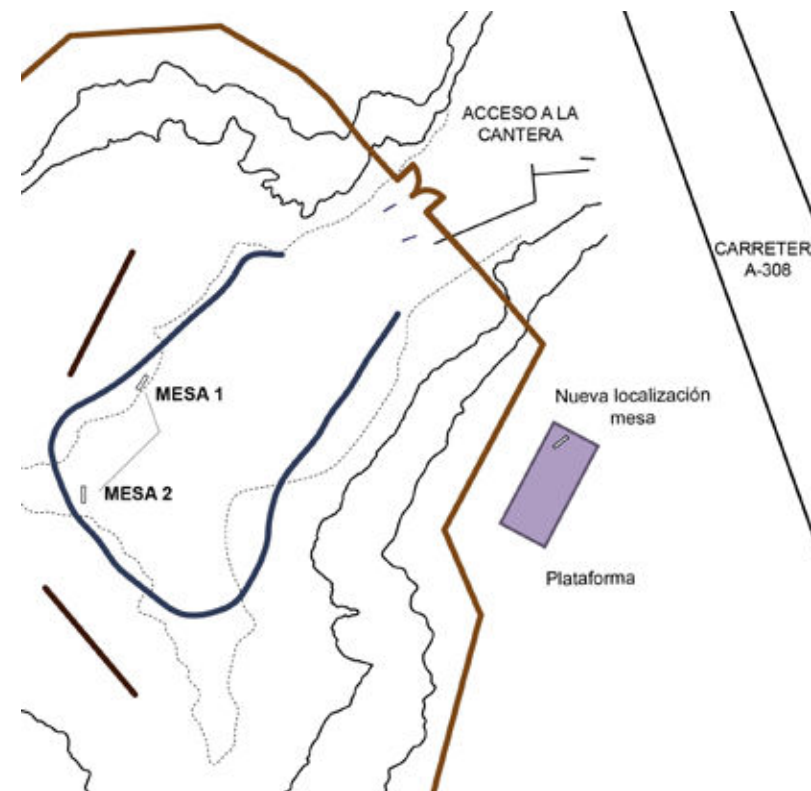


Fig. 14. Nueva localización del panel divulgativo del Geoparque sobre el yacimiento kárstico de Darro fuera del vallado de la cantera.

Características técnicas

Mesas 1 y 2

-Se realizarán 2 mesas interpretativas según las prescripciones del Manual de señalización turística del Geoparque de Granada. Con los contenidos aportados en este documento.

Estarán fabricadas en madera para exteriores tratada para clase de riesgo IV. Estructura fabricada con 4 postes de sujeción acabado cepillado de 10 x 10 cm de sección, con refuerzo trasero, soporte no enmarcado. Soporte gráfico formado por placa de resinas termoendurecidas, rotulado. Dimensiones imagen vista 90 x 60 cm y totales del conjunto 90 x 115 cm (altura media sobre el nivel del terreno).

Plataforma

-Instalación de una plataforma de madera de 3x2 metros, con valla perimetral. Pilotes torneados de 12 centímetros, vigas traviesas de 12x18 centímetros, correas de 7x14 centímetros, tarima antideslizante de 4x14 centímetros (con índice de resbaladidad clase 3) y valla con balaustres según normativa.

-El panel será retirado de la posición actual y se colocará en un lateral de la plataforma mediante estructuras de anclaje en los soportes y fijado con tornillería a la propia plataforma.

Las piezas de madera a instalar serán de madera de pino tanalizada en autoclave con color natural, maciza y cepillada resistente C18 con tratamiento clase 4. La ferretería será galvanizada. La instalación se realizará con piezas metálicas en las patas debido a la presencia de roca superficial.

7.5 | ACCESO A LOS AFLORAMIENTOS DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE DARRO

Para facilitar el acceso de estudiantes e investigadores al yacimiento y eliminar el riesgo de cruzar la carretera se propone la instalación de un parking y de un sendero.

Existe actualmente un camino que recorre el pueblo hasta el polideportivo, y una pista que recorre el borde de los campos hasta una zona plana.

Tras consultar con el ayuntamiento de Darro y confirmar que todo el terreno afectado es público, se propone la localización de un parking en una zona que no requiere grandes actuaciones para este propósito (Fig. 16a, b). Este parking sera señalizado con un cartel, y la ruta hacia el yacimiento se indicará con balizas y postes (Fig. 17)..

Un tramo de 230 metros del recorrido discurre por un afloramiento de rocas calizas muy karstificadas. Esta litología dificulta en gran medida el paso (Fig. 16c). Para esta parte del recorrido se propone una solución sencilla que consiste en situar piezas de manera, fijadas al sustrato, en la parte baja de la pendiente, y rellenar el espacio entre la parte alta de la pendiente y la madera con grava para crear una superficie horizontal por la que sea sencillo caminar (Fig. 16d). La anchura del sendero será aproximadamente de un metro, aunque esta puede variar ligeramente.

El tamaño y la localización de la puerta estarán adaptados para que en el caso de una posible futura actuación paleontológica, un automóvil pueda acceder al yacimiento desde la carretera y entrar en el recinto perimetrado. Por ello se dejará una distancia entre la carretera y el vallado, dejando la primera parte de la rampa de entrada accesible a coches.

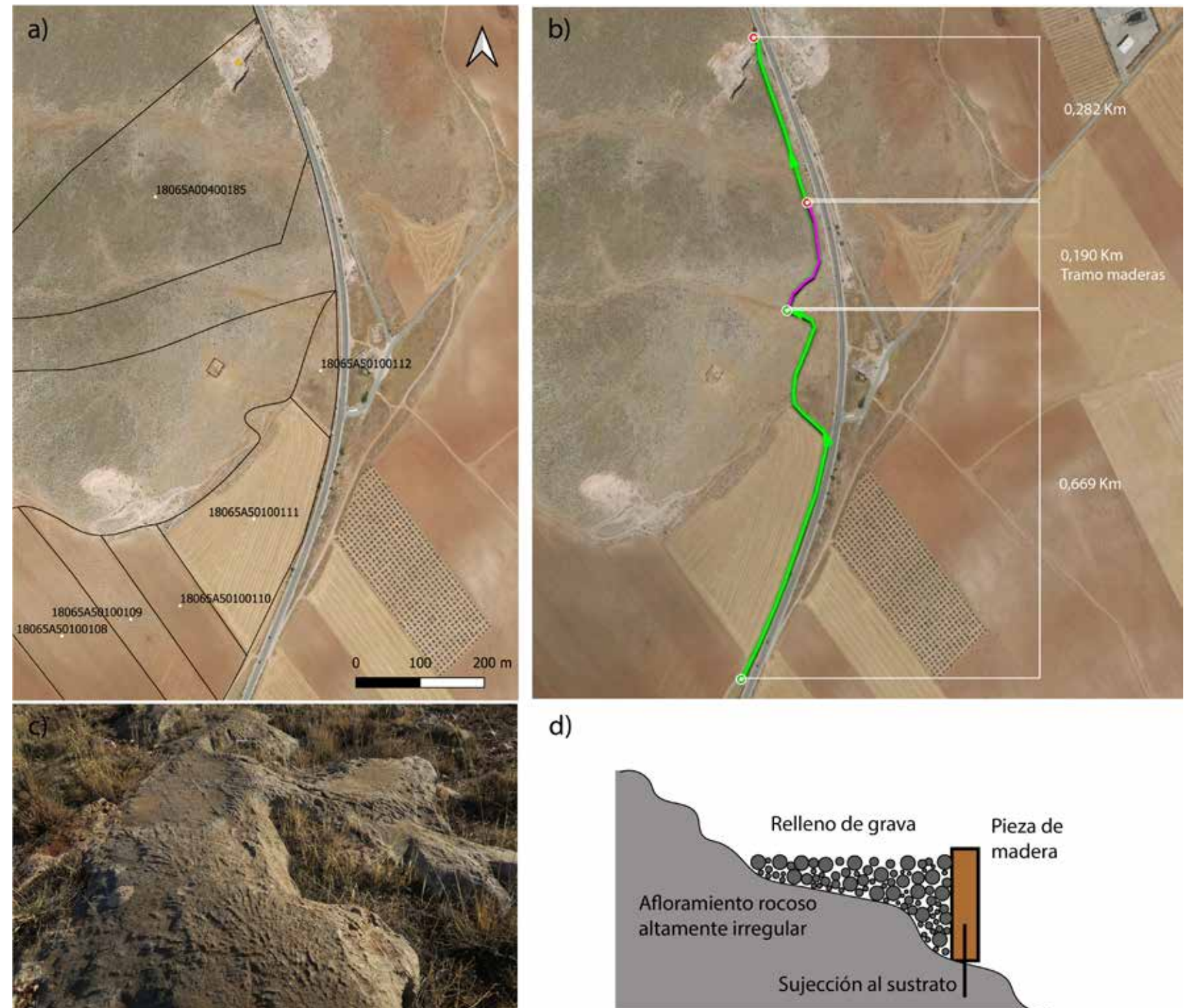


Fig. 15. a) Relación de parcelas afectadas por la actuación propuesta. b) Recorrido del sendero propuesto para acceder a la cantera. El punto mas al sur representa la posición del parking, el tramo morado representa el recorrido del sendero que requiere una actuación para garantizar su accesibilidad. c) Aspecto del afloramiento rocoso fuertemente karstificado e irregular. d) Solución para aumentar la accesibilidad del tramo irregular.

Características técnicas

-Preparación de explanada de aparcamiento: Limpieza de elementos en volumen y explanación incluyendo la carga con medios mecánicos y el transporte de los escombros a un vertedero autorizado (Fig. 18).

- Instalación de 5 flechas fabricadas en placa de resinas termoendurecidas rotulada y unión a poste por medio de anclaje. Incluye poste de sujeción en madera para exteriores tratada para clase de riesgo IV acabado cepillado y de 10 cm de diámetro, con una longitud de 3 m. Dimensiones imagen vista 76 x 23,5 cm y totales del conjunto 80 x 23,5 cm. La instalación se realizará mediante excavación de pozos y relleno de hormigón. Puede darse el caso de tener que utilizar herraje en alguna de ellas por la existencia de terreno rocoso.

- Instalación de 2 balizas fabricada en madera para exteriores tratada para clase de riesgo IV. Estructura de sujeción fabricada con 1 poste acabado cepillado de 120 cm de largo y 10 x 10 cm de sección acabado corte bisel. Soporte gráfico formado por placa de aluminio-dibond, rotulado. Dimensiones imagen vista de la placa 8,5 x 30 cm y totales del conjunto 10 x 100 cm (sobre el nivel del terreno). La instalación se realizará mediante excavación de pozos y relleno de hormigón. Puede darse el caso de tener que utilizar herraje en alguna de ellas por la existencia de terreno rocoso.

- Instalación de una señal de parking fabricada en madera para exteriores tratada para clase de riesgo IV. Estructura de sujeción fabricada con 1 poste acabado cepillado de 3 m de largo y 10 x 10 cm de sección Soporte gráfico placa de resinas termoendurecidas rotulada de tamaño 60 x 60 cm. La instalación se realizará mediante excavación de pozos y relleno de hormigón.

La señalización estará realizada según las prescripciones del Manual de señalización turística del Geoparque de Granada.

-Desbroce de un tramo del sendero de acceso al Yacimiento kárstico, en una longitud de 283 m y un ancho medio de 0,80 m.

-Instalación de 230 metros de traviesas de madera de sección 12x18x200 centímetros sin mecanizaciones ni cortes y ferretería.

-Colocación de la zahorra sobre el trazado del sendero, zahorra que esta protegida por las maderas laterales para su fijación, evitando que se deslicen por el terreno.

Las piezas de madera a instalar serán de madera de pino tanalizada en autoclave con color natural, maciza y cepillada resistente C18 con tratamiento clase 4. La ferretería será galvanizada.



Fig. 16. Aspecto de las balizas y los postes incluidos en el manual de señalización del Geoparque de Granada.

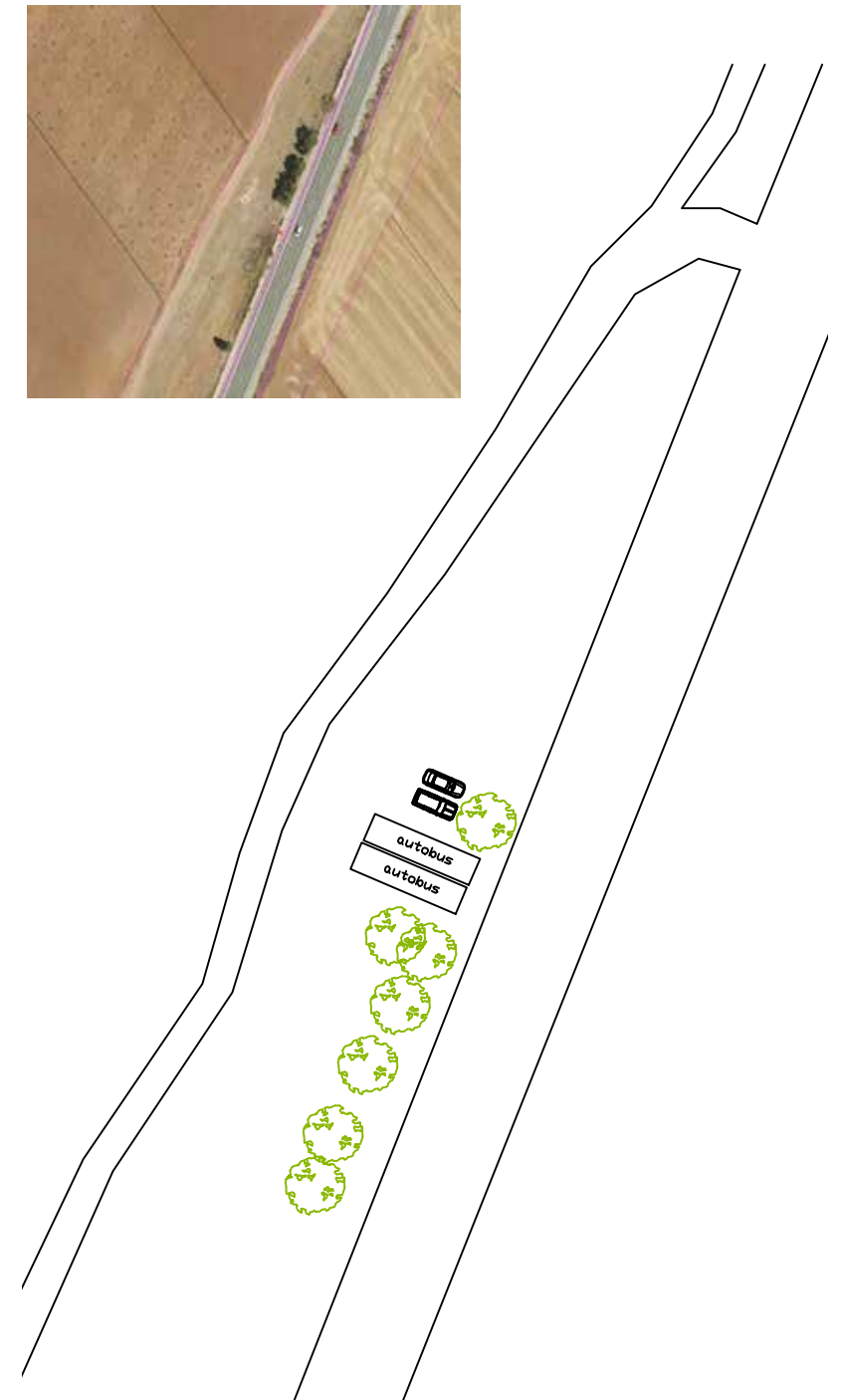


Fig. 17. Esquema de situación del nuevo parking.

8 | PLAZOS

El plazo de tiempo estimado para la ejecución de las obras correspondientes con actuaciones propuestas es de dos meses y medio.

Es necesario tener en cuenta que este plazo queda supeditado a los plazos establecidos para la petición de permisos de prospección paleontológica, y que estos permisos pueden llevar asociadas actividades no contempladas en la presente memoria.

9 | PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Uds.	Uds.	Cant.	Precio	Importe
CAPITULO 01 OBRA CIVIL					
m3 EXCAVACIÓN MANUAL ZANJAS TERRENO DURO					
Excavación, por medios manuales, de terreno de consistencia dura, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos					
Apertura pozos cepellón	80	0,08	6,40	92,45 €	591,67 €
m3 HORM. HA-30/B/32/IIa CIM.V.MAN.					
Hormigón para armar HA-30/B/32/IIa, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.32, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.					
Hormigón en soportes	80	0,08	6,40	102,73 €	657,48 €
M MALLA S/T GALV. 40/14 h=2,00 m.					
Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada i/ replanteo y recibido de postes con mortero de cemento y arena de río 1/4. (tipo M-10)					
Vallado perímetro	1		286,00	32,48 €	9.290,28 €
UD PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD					
Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).					
Puerta malla torsión	1		1,00	772,89 €	772,89 €

8 | PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Uds.	Uds.	Cant.	Precio	Importe
m2 MALLA DE PROTECCIÓN DE TALUDES					
Malla galvanizada de triple torsión de 50x70 mm., y 2 mm. de diámetro para protección de taludes, en previsibles desprendimientos, totalmente colocada y anclada detrás de escollera frente a talud, incluso limpieza y retirada del material suelto del talud.					
Malla de protección del talud	3		5,00	54,23 €	813,41 €
m3 CARGA ESCOMB.S/CAMIÓN A MAQ.					
Carga de escombros sobre camión medio-grande, con pala cargadora, a granel, y con un peón ordinario de ayuda, sin incluir transporte.					
Carga de escombros	1		726,00	6,01 €	4.365,13 €
ídem ídem ídem	1		90,00	6,27 €	564,57 €
ídem ídem ídem	1		36,00	6,72 €	241,88 €
ídem ídem ídem	1		42,50	6,61 €	280,72 €
m3 TRANS.ESCOM.VERT.<25KM.S/CAM					
Transporte de escombros al vertedero, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso a una distancia menor de 25 km., considerando ida y vuelta incluso canon de vertedero y sin incluir la carga.					
Carga de escombros	1		726,00	16,31 €	11.838,14 €
ídem ídem ídem	1		90,00	16,57 €	1.490,97 €
ídem ídem ídem	1		36,00	17,01 €	612,44 €
ídem ídem ídem	1		42,50	16,90 €	718,19 €
m3 ESCOLLERA					
Escollera vertida, con espesor medio de 1,50 m., incluso extracción, transporte y Escollera	1		132,60	34,50 €	4.574,47 €
TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL					36.812,23 €

DESCRIPCIÓN	Uds.	Uds.	Cant.	Precio	Importe
CAPITULO 02 MOBILIARIO SEÑALIZACIÓN, ACCESO Y VISUALIZACIÓN					
UD SEÑALES HITO					
Suministro e instalación de hito de 150 cm de longitud a partir de poste de cuadradillo de 9 x 9 cm cortado en bisel incluido placa de señalización rotulada para intemperie y Hito	2			117,38 €	234,75 €
UD SEÑALES FLECHA DOBLE					
Suministro transporte e instalación rollizo calibrado de 3 m y 10 cm de diámetro para la inserción de flechas incluido placa de señalización rotulada para intemperie y protección UVI exterior con la imagen corporativa del geoparque Señales flecha	5			235,40 €	1.177,00 €
UD SEÑAL PARKING					
Suministro transporte e instalación de poste de 9 x 9 cm y 3 m de longitud para la colocación de placa de parking de medidas 60 x 60 cm r rotulada para intemperie y protección UVI Señal de parking	1			181,04 €	181,04 €
m2 LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO A MANO PARA CAMINO					
Desbroce y limpieza de terreno por medios manuales en trazado de vereda , sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos. Desbroce en vereda	1		184,00	13,83 €	2.544,45 €
m3 REL/COMP. MANO C/ZAHORRA PARA CAMINO					
Relleno, extendido y compactado de zahorra artificial, por medios manuales, en tongadas de 30 cm de espesor, i/aporte de las mismas, regado, empleo de pisón manual y p.p. de costes indirectos. Sendero	1		27,60	71,27 €	1.967,04 €

8 | PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Uds.	Uds.	Cant.	Precio	Importe
m3 RELL. GRAVA ZAHORRAS ZANJAS A MANO					
Relleno y extendido de zahorras en piso de vereda de 10 cmm de espesor maximo, ejecutado por medios manuales, considerando la zahorra a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.					
Zahorra sendero	1		184,00	32,17 €	5.918,81 €
m ENCINTADO SENDERO TRAVIESAS MADERA					
Encintado de sendero o zona peatonal para contención de gravilla con traviesas de madera 12x 18 x 200 cm, colocación en suelo de tierra mediante estaquillas o barras de ferralla de 10mm. de diametro cada metro, i/colocación vertical hincada en el terreno a una profundidad de 0,15 m., apertura de zanja, retacado de tierras y limpieza, en el recercado de borduras, arriates o sujeción de tierras y medios auxiliares, terminada, medida en proyección horizontal.					
Encintado	1		230	25,79 €	5.931,93 €
UD MESA INTERPRETATIVA YACIMIENTO 90 X 60 CM					
Suministro, transporte y colocación de mesa de interpretación de madera de medidas 900 x 600 mm, a partir de contenidos y diseños proporcionados colocada in situ.					
Mesa interpretativa	2			655,70 €	1.311,39 €
UD INSTALACIÓN DE PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN					
Suministro transporte e instalación de plataforma de 3 x 2 m con valla perimetral, pilotes torneados de 12 cm, vigas traviesa de 12 x 18 cm, correas de 7 x 14 cm, tarima antideslizante de 4 x 14 cm con indice de resbalicidad clase 3, valla tipo larga con balaustres segun normativa.					
Plataforma de madera	1			7.709,30 €	7.709,30 €
UD CAMBIO DE PANEL A PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN					
Cambio de panel situado en el yacimiento para su correcta visualización en la plataforma, incluido sección de postes y fijación a plataforma mediante soportes metálicos	1			166,92 €	166,92 €
TOTAL CAPÍTULO 02 MOBILIARIO SEÑALIZACIÓN, ACCESO Y VISUALIZACIÓN					27.142,64 €

DESCRIPCIÓN	Uds.	Uds.	Cant.	Precio	Importe
CAPITULO 03 SEGURIDAD Y SALUD					
UD MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD					
Unidad de todas las medidas necesarias, para el cumplimiento de SEGURIDAD Y SALUD, durante la ejecución de las obras descritas.					
Seguridad y salud	1			1.389,68 €	1.389,68 €
TOTAL CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD					1.389,68 €
CAPITULO 04 SUPERVISIÓN Y CONTROL PALEONTOLÓGICO					
UD SUPERVISIÓN Y CONTROL PALEONTOLÓGICO					
Redacción de solicitud de actuaciones	1			449,40 €	449,40 €
Control paleontológico 1 mes	1			4.451,20 €	4.451,20 €
Redacción de informe final	1			834,60 €	834,60 €
TOTAL CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD					5.735,20 €
CAPITULO 05 DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN					
UD ARQUITECTO TÉCNICO, DIRECCIÓN DE OBRA Y COORDINACIÓN					
Arquitecto técnico dirección de obra y coordinación	1			1.914,22 €	1.914,22 €
TOTAL CAPÍTULO 5 DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN					1.914,22 €

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	CAPITULO 01 OBRA CIVIL	36.812,23 €	
2	CAPITULO 02 MOBILIARIO SEÑALIZACIÓN, ACCESO Y VISUALIZACIÓN	27.142,64 €	
4	CAPITULO 03 SEGURIDAD Y SALUD	1.389,68 €	
	CAPITULO 04 SUPERVISIÓN Y CONTROL PALEONTOLÓGICO	5.735,20 €	
5	CAPITULO 05 DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN	1.914,22 €	
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	72.993,95 €	
	13% Gastos generales	9.489,21 €	
	6% Beneficio industrial	4.379,64 €	
	Suma G.G. y B.I.	13.868,85 €	
	SUBTOTAL	86.862,81 €	
	21% IVA	18.241,19 €	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	105.104,00 €	

ANEXOS

A.1 | PLANOS

A.2 | DISEÑO DE LAS MESAS

A.3 | FOTOGRAFÍAS DE DETALLE

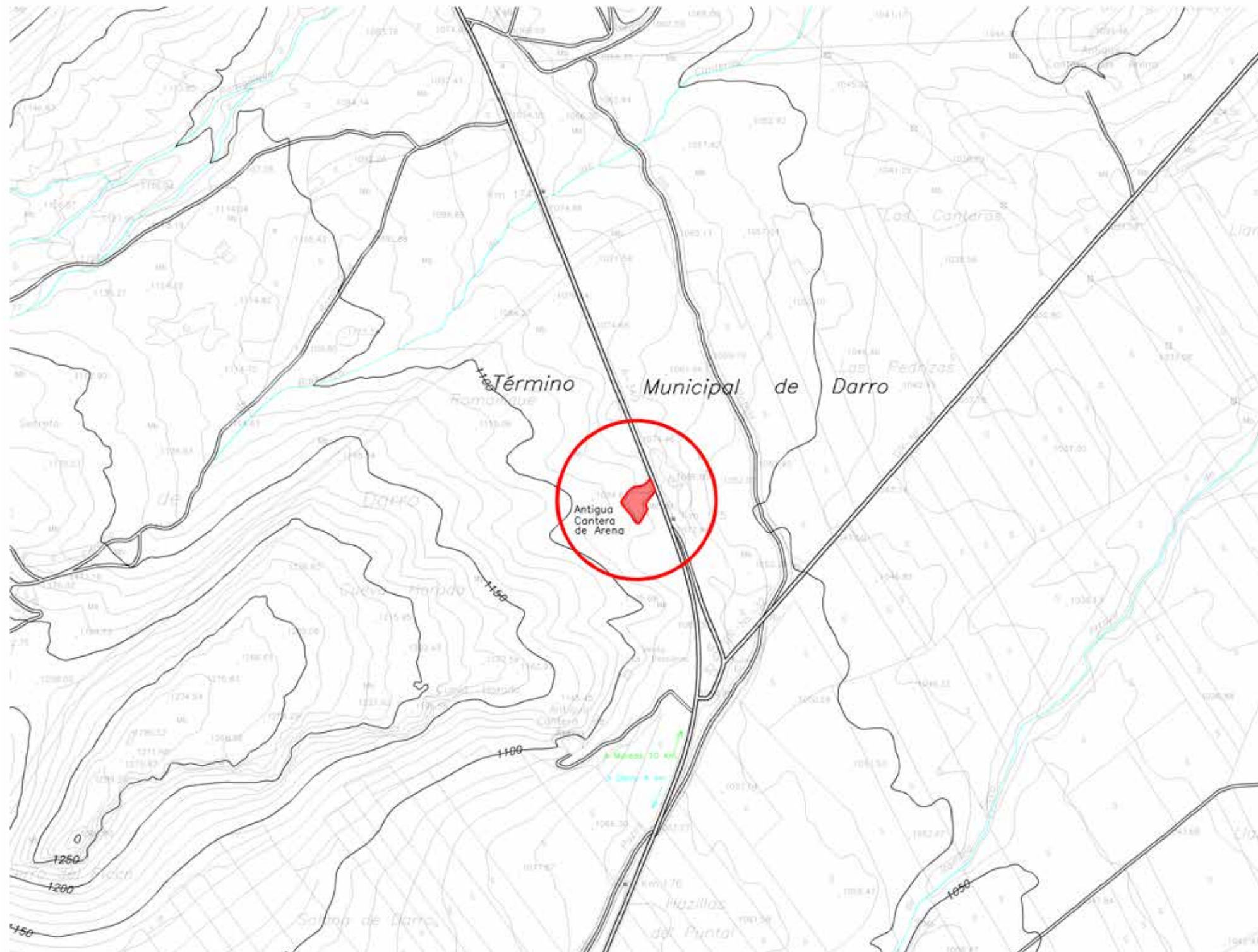


Fig. 18. Plano de situación geográfica.



Fig. 19. Plano de situación actual.

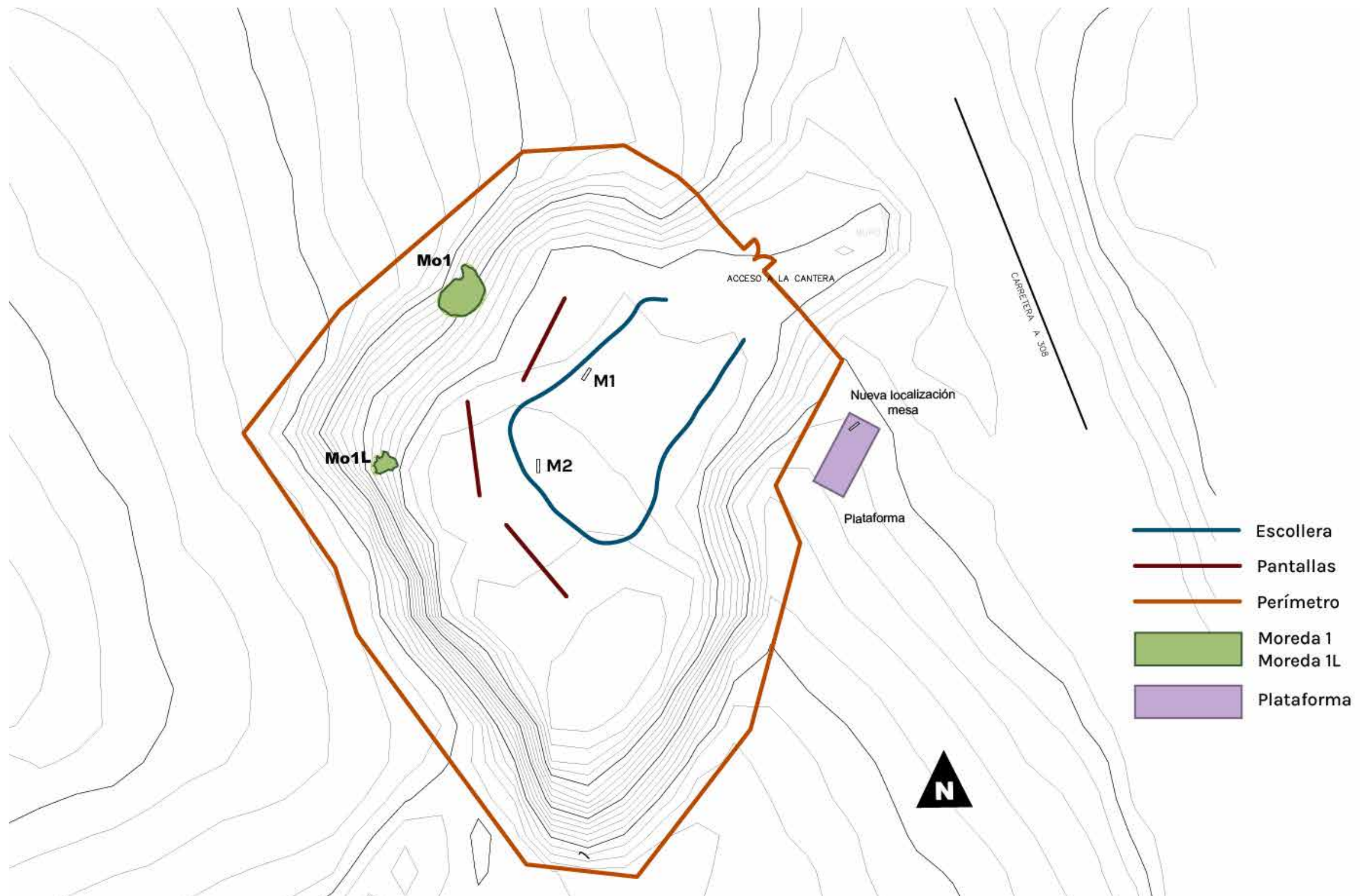


Fig. 20. Plano de actuaciones.



Fig. 21. Plano de actuaciones.

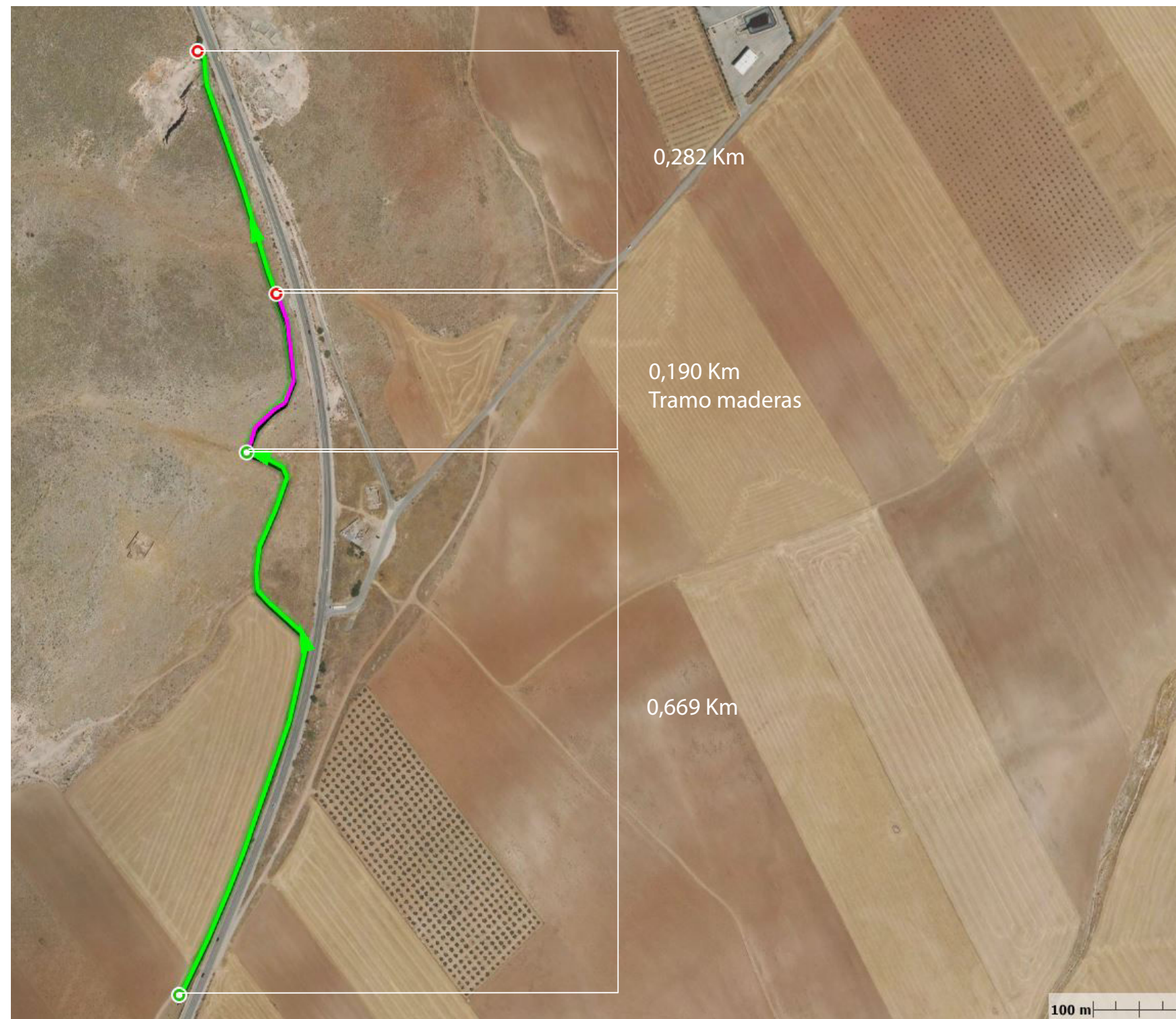


Fig. 22. Plano de sendero del parking al yacimiento

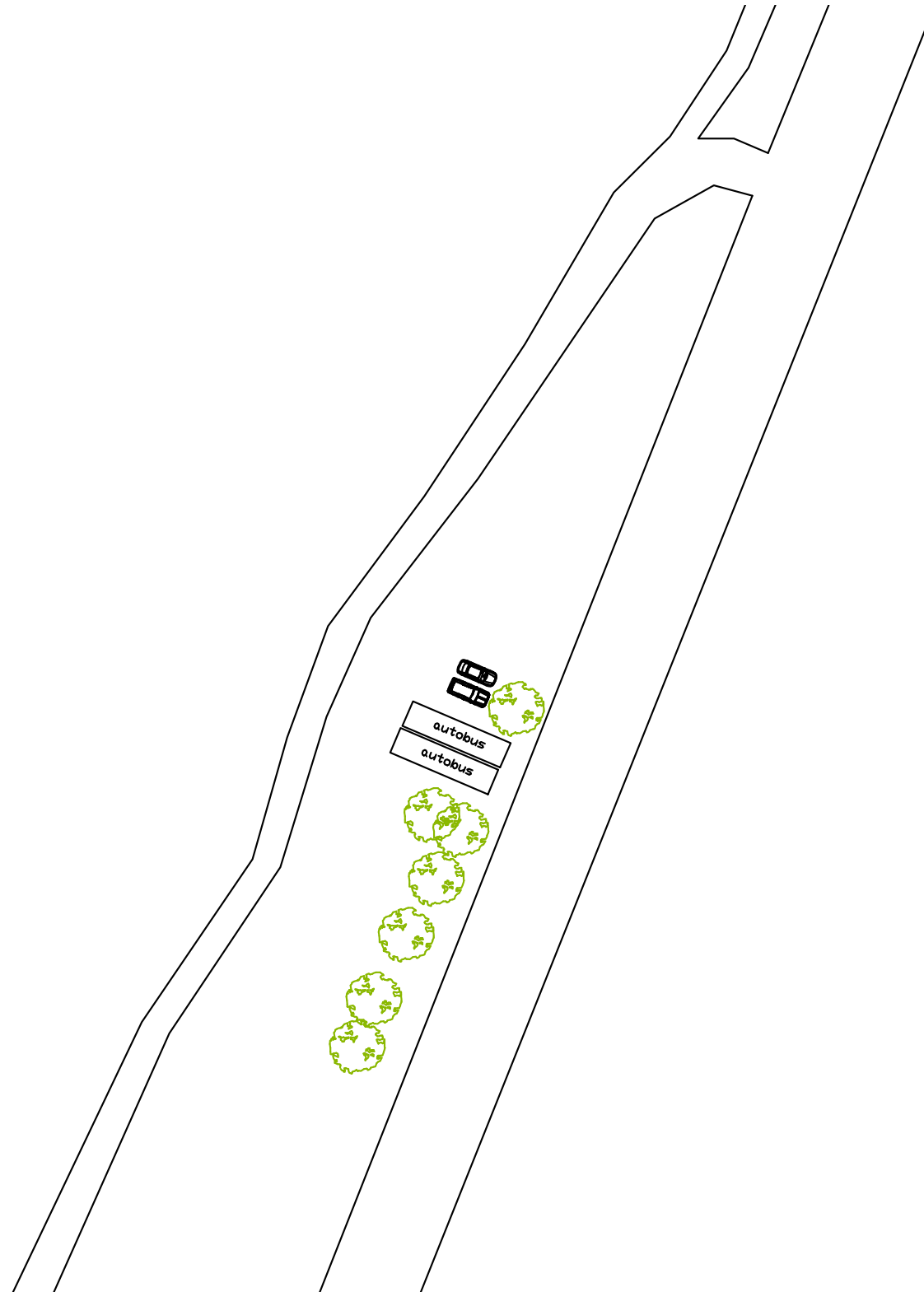


Fig. 23. Plano del parking

\ Karst de Darro y biozonas Darro karst and biozones

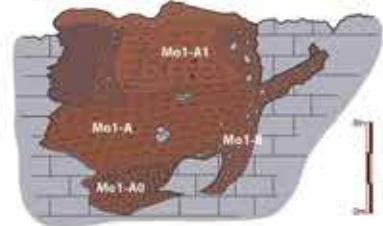
Europa
inicierte en las zonas rurales

GEOPARQUE GRANADA


LOS EFECTOS DE LA EROSIÓN Y EL TIEMPO / THE EFFECTS OF EROSION AND TIME

Desde su publicación (Castillo Ruiz, 1990) parte del relleno se ha erosionado y algunos bloques con restos han caído al fondo de la cantera. La disposición en los niveles en algunas zonas es difícil de establecer debido a la erosión del relleno.

Since its publication (Castillo Ruiz, 1990) part of the infill has been eroded and some blocks with remains have fallen to the bottom of the quarry. The level contacts in some areas are difficult to establish due to erosion of the infill.



Publicado por (Castillo Ruiz) en 1990



Fotografía en 2020

LAS BIOZONAS DE LA CUENCA DE GUADIX / GUADIX BASIN BIOZONES

Guadix Basin Biozones	Small vertebrate sites
Mioceno inferior	Cerro de Baza I (Luján 2 y 3), Tuff (Luján 19 y 18)
Mioceno medio	Sierra de Baza I, Sierra de Baza II
Mioceno superior	Sierra de Baza III, Sierra de Baza IV
Plioceno	Sierra de Baza V, Sierra de Baza VI
Quaternario	Sierra de Baza VII, Sierra de Baza VIII

Biozona de Extensión:
Minomys medonensis

Biozona de Asociación:
Stephanomys minor, *Stephanomys thaleri*, *Castellomys crassus*, *Minomys stehlii* y *Alomys lachis*

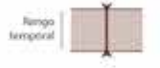
Biozona de Extensión coincidente:
Minomys hesperus y *Stephanomys donnesoni*

Biozona de Extensión:
Dolomys adriani


Biozona de Asociación:
Apocricetus bamiensis, *Stephanomys cordis*, *Castellomys gracilis*, *Apodemus gaudensis*, *Parathomomys minor* y *Talophomys*

Biozona de Asociación:
Apodemus gaudensis, *Apocricetus alberti*, *Orthomys alcala*, *Parathomomys minor*, *Myomysodon jageri*, *Deltamys* y *Paromys*


TIPOS DE BIOZONAS / TYPES OF BIOZONES




Rango temporal




EXTENSIÓN COINCIDENTE/
CONCURRENT RANGE




ASOCIACIÓN/
ASSEMBLAGE



INTERVALO/INTERVAL



FILOZONA/LINEAGE



APOGEO/ACME

Un conjunto de estratos con un taxón o asociación de taxones que aparecen en un rango temporal determinado se conoce como biozona. Una biozona es un conjunto de niveles que tienen en común la presencia de un taxón, o asociación de taxones que no aparecen en estratos de otros rangos temporales. Se utilizan para realizar dataciones relativas, utilizando sucesiones de eventos para marcar los límites entre ellas (presencia de una asociación determinada, la primera o última aparición de una especie...). Las biozonas se nombran usando el nombre de uno de los taxones cuya presencia se utiliza para definirlas.

A set of strata with a taxon or an association of taxa that appear in a certain time range is known as a biozone. A biozone is a set of levels that have in common the presence of a taxon, or an association of taxa that do not appear in the strata of other temporal ranges. They are used to relative dating rates, using successions of events to mark the boundaries between them (presence of a certain association, the first or last appearance of a species...). Biozones are named by using the name of one of the taxa whose presence is used to define it.

AFLORAMIENTO NORTE DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE DARRO: Mo1

El afloramiento norte del yacimiento kárstico de Darro (Moreda 1, Mo1) es un relleno kárstico con unos 7 metros de potencia dividido en 4 niveles. Mo1-A0, A, y B son niveles ricos en microfauna. Se han recuperado restos de muridos, cricétidos y soricidos principalmente, y la asociación está dominada por el murido *Stephanomys*. También se han hallado restos de tortugas, pequeñas boas, lagartos tipo *Varanus*, lechuzas o primates cercopitécidos. El estudio tafonómico de los restos apunta a que la acumulación de pequeños vertebrados se debe a la acción de aves rapaces nocturnas.

EL USO DE LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS COMO HERRAMIENTAS DE DATACIÓN

Los pequeños mamíferos se dispersan rápidamente en los ecosistemas, son abundantes, y presentan una rápida tasa de evolución, cambian mucho en poco tiempo, y suelen ser abundantes en los yacimientos. Esto permite que especies concretas, o sus asociaciones se utilicen como herramienta de datación relativa, mediante biozonas. Las biozonas se definen para ámbitos geográficos concretos.

Por su riqueza paleontológica existen biozonas concretas para la Cuenca de Guadix. La presencia dos especies diferentes del género *Stephanomys* (*S. minor* y *S. donnesoni*) permite asignar Mo1-A y Mo1-B a biozonas diferentes, correspondientes al final de la biozona MN15 en el caso de Mo1-A, y al inicio de la biozona MN16, en el caso de Mo1-B. Estos datos nos permiten asignar al yacimiento una edad de entre 3.5 y 3.2 millones de años.

DARRO KARSTIC SITE NORTHERN OUTCROP: Mo1

The northern outcrop of the Darro karst site (Moreda 1, Mo1) is a 7 meters thick karst infill, which is divided into 4 levels. Mo1-A0, A, and B are rich in microfauna. Remains of murids, cricetids and soricids have been recovered, and the assemblage is dominated by the murine *Stephanomys*. Remains of turtles, small boas, *Varanus*-type lizards, barn-owls or cercopithecoid primates have also been found. The taphonomic study of the remains indicates that the accumulation of small vertebrates is due to the action of nocturnal birds of prey.

SMALL MAMMALS AS RELATIVE DATING TOOLS

Small mammals disperse rapidly in ecosystems, are abundant, and have a rapid rate of evolution, they change a lot in a short time, also they are usually abundant in the sites. This allows specific species, or their associations, to be used as a relative dating tool, by using biozones. Biozones are defined for specific geographic areas.

Due to its paleontological richness, there are specific biozones for the Guadix Basin. The presence of two different species of the genus *Stephanomys* (*S. minor* and *S. donnesoni*) allows assigning Mo1-A and Mo1-B to different biozones, corresponding to the end of the MN15 biozone in the case of Mo1-A, and to the beginning of the biozone MN16 in the case of Mo1-B. These data allow us to assign the site an age between 3.5 and 3.2 million years.

DEBATE: ¿QUE FACTORES HAN HECHO QUE LA CUENCA DE GUADIX SEA TAN RICA PALEONTOLÓGICAMENTE? / DISCUSSION: WHICH FACTORS HAVE MADE THE PALEONTOLOGICAL RECORD OF THE GUADIX BASIN SO ABUNDANT?


PARA SABER MÁS... / TO KNOW MORE...


Arribas-Herrera et al. 2021. *Quaternary Large Mammals from the Granada Geopark: a Magnificent Record with Examples of Geoconservation*. *Geoconservation Research* 4(2).


Castillo-Ruiz 1990. *Paleocomunidades de Micromamíferos de los yacimientos kársticos del Neógeno Superior de Andalucía Oriental*. Tesis Doctoral.


Minwer-Barakat et al. 2012. *Micromammal biostratigraphy of the Upper Miocene to lowest Pleistocene continental deposits of the Guadix basin, southwestern Spain*. *Lethaia* 45(4).


\ Consejos para tu visita al geoparque / Advice for your visit to the geopark


 No fumes fuego ni la primaveras por descuido. Do not light a fire or smoke a pipe due to carelessness.


 Recoge y evita los fósiles, pero y no los recolectes. Collect and avoid the fossils, but do not collect them.


 No acampes por favor. Do not camp please.


 Respete la fauna y la flora. Respect the fauna and flora.


 Evita los ruidos. Avoid making noise.


 No recolectes muestras de rocas o fósiles. Do not collect rock or fossil samples.


 No se salte de los caminos señalizados. Do not leave the signposted paths.


 Deje las canchales como están. Leave gates as you found them.


 Lleve la basura al contenedor más cercano. Please collect the trash in the nearest bin.


 No beba alcohol ni drogas. Do not drink alcohol or drugs.

 No beba agua de los equipamientos. Do not drink water from the facilities.

 Observe y disfrute, estás en un lugar único. Observe and enjoy, you are in a unique location.

 Proyecto que lucha contra el cambio climático. Project that fights climate change.

 Teléfono de emergencias. Emergency telephone. 112

 unesco Geoparque mundial.


 Geoparque GRANADA.

Fig. 24. Mesa 1



Fig. 25. Mesa 2

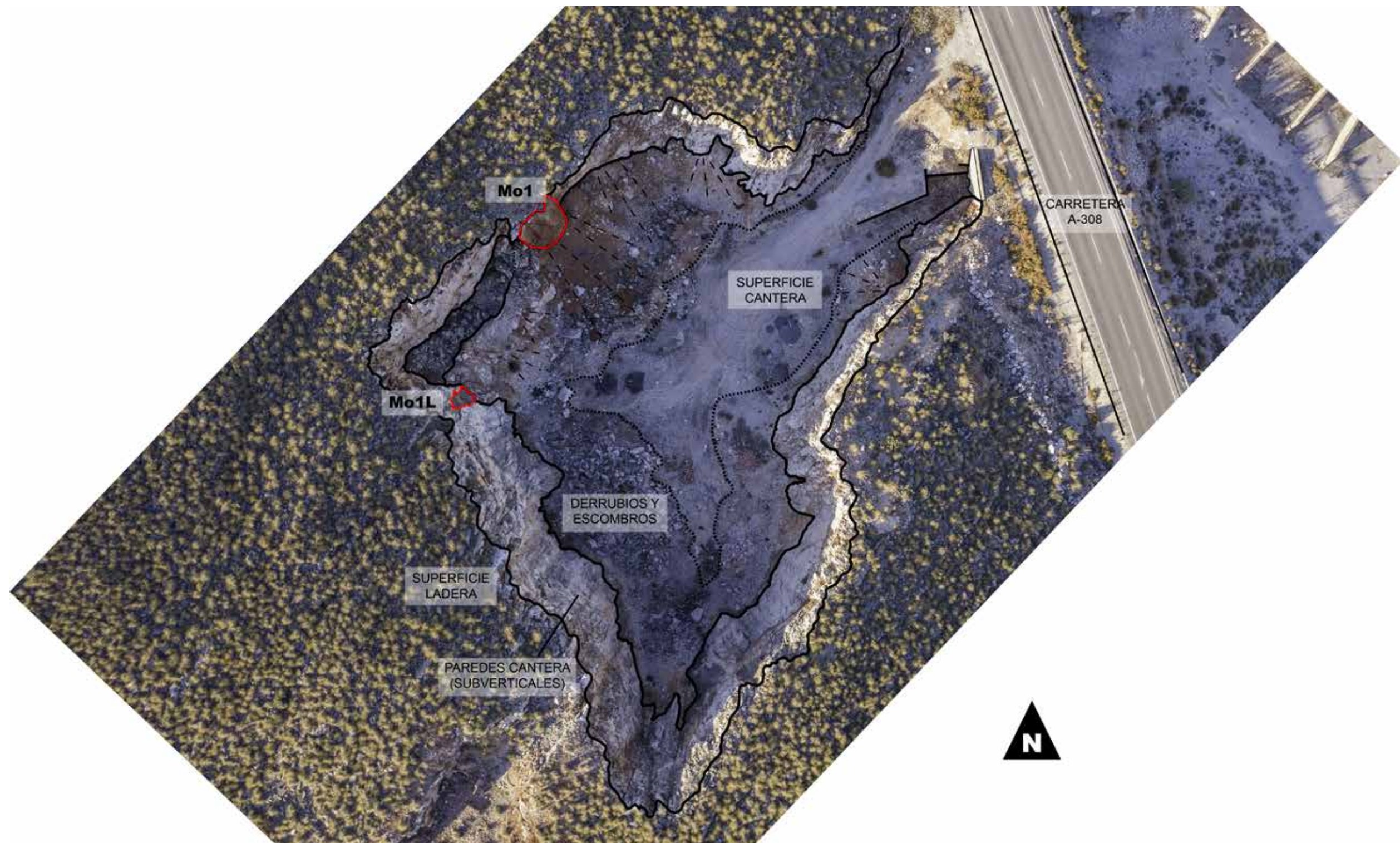


Fig. 26. Mapa de situación actual



Fig. 27. Vista aérea de la cantera donde se localizan los afloramientos del yacimiento kárstico de Darro.



Fig. 28. Vista aérea de la cantera donde se localizan los afloramientos del yacimiento kárstico de Darro.

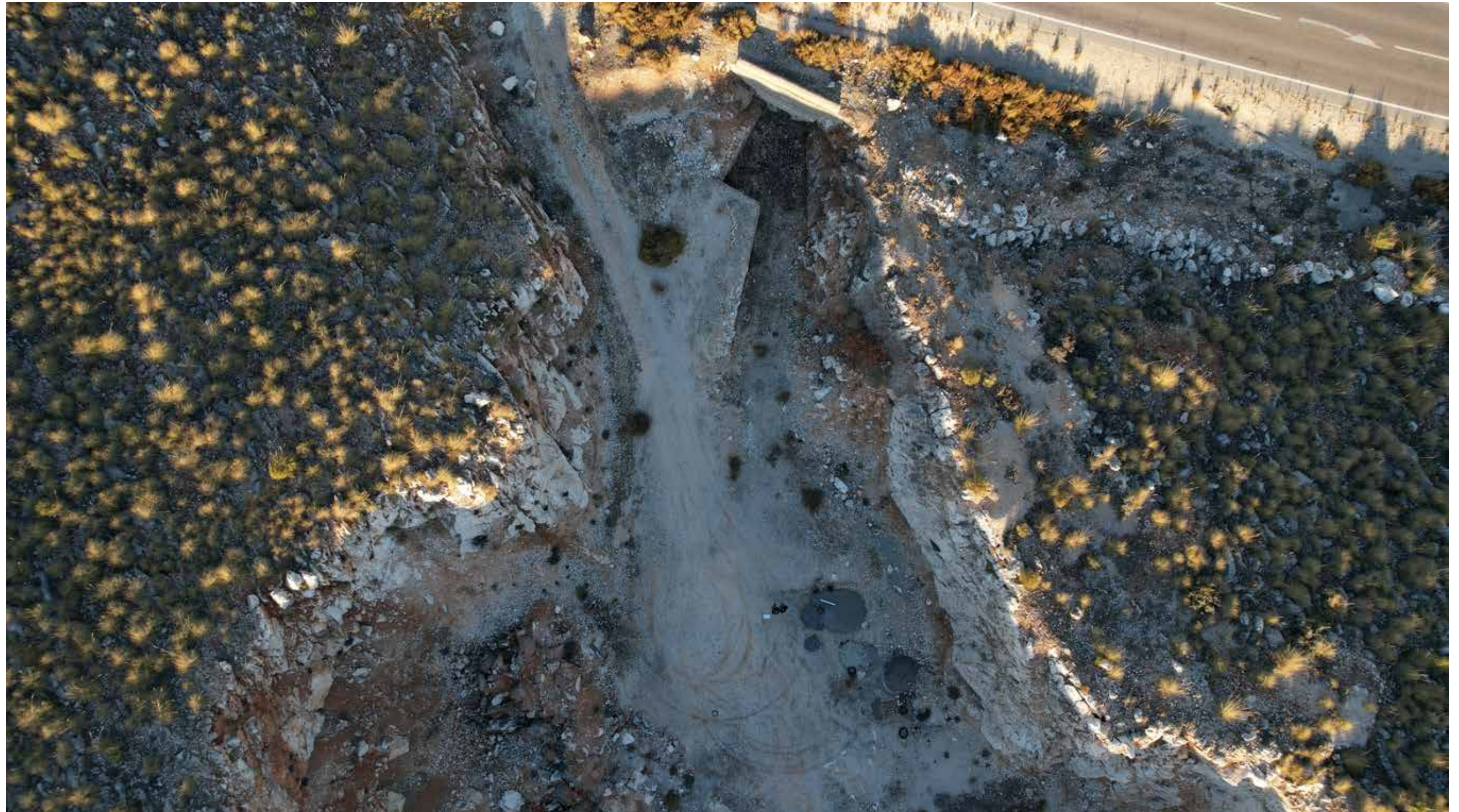


Fig. 29. Vista aérea del acceso a la cantera donde se localizan los afloramientos del yacimiento kárstico de Darro.



Fig. 30. Vistas desde la cantera hacia el sureste.



Fig. 31. Vistas desde la cantera hacia el noreste.



Fig. 32. Detalle del estado de la pared suroeste de la cantera.



Fig. 33. Detalle del estado de la pared sureste de la cantera.



Fig. 34. Detalle del estado de la pared noroeste de la cantera.



Fig. 35. Detalle del estado de la pared norte de la cantera.



Fig. 36. Detalle del estado del afloramiento norte del yacimiento kárstico de Darro (Mo1).



Fig. 37. Detalle de las fracturas que afectan al relleno del afloramiento norte.



Fig. 38. Detalle de las fracturas que afectan al relleno del afloramiento norte.



Fig. 39. Detalle de las fracturas que afectan al relleno del afloramiento norte (vista desde la parte superior de la cantera).



Fig. 40. Detalle del estado del afloramiento suroeste del yacimiento kárstico de Darro (Mo1L).



Fig. 41. Detalle de las fracturas que afectan al relleno del afloramiento suroeste.



Fig. 42. Detalle de las fracturas que afectan al relleno del afloramiento suroeste.



Fig. 43. Detalle de las facies carbonatadas de los niveles inferiores de Mo1L.



Fig. 44. Hemimandíbulas de roedores presentes en los derrubios, fuera de su contexto original. Por su localización proceden de los niveles menos cementados Mo1.



Fig. 45. Restos de pequeños vertebrados en un bloque caído de relleno muy cementado. Por la localización del bloque pertenecen a los niveles mas cementados de Mo1.



Fig. 46. Detalle de las superficie fuertemente karstificada por la que pasará el sendero de camino al yacimiento.

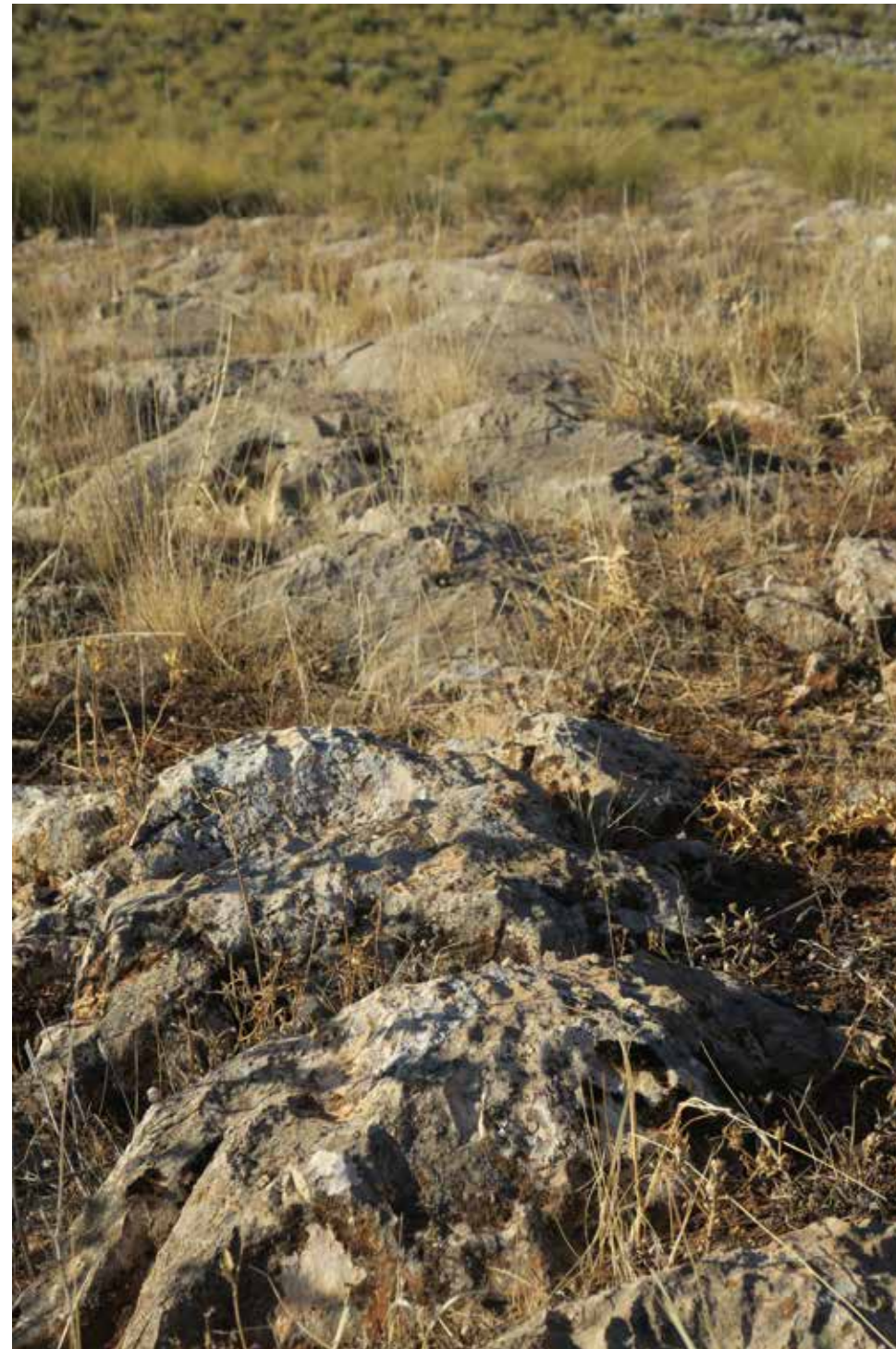


Fig. 47. Detalle de las superficie fuertemente karstificada por la que pasará el sendero de camino al yacimiento.



Fig. 48. Detalle de las superficie fuertemente karstificada por la que pasará el sendero de camino al yacimiento.