

Fuente: Giardina *et al.*, 2014

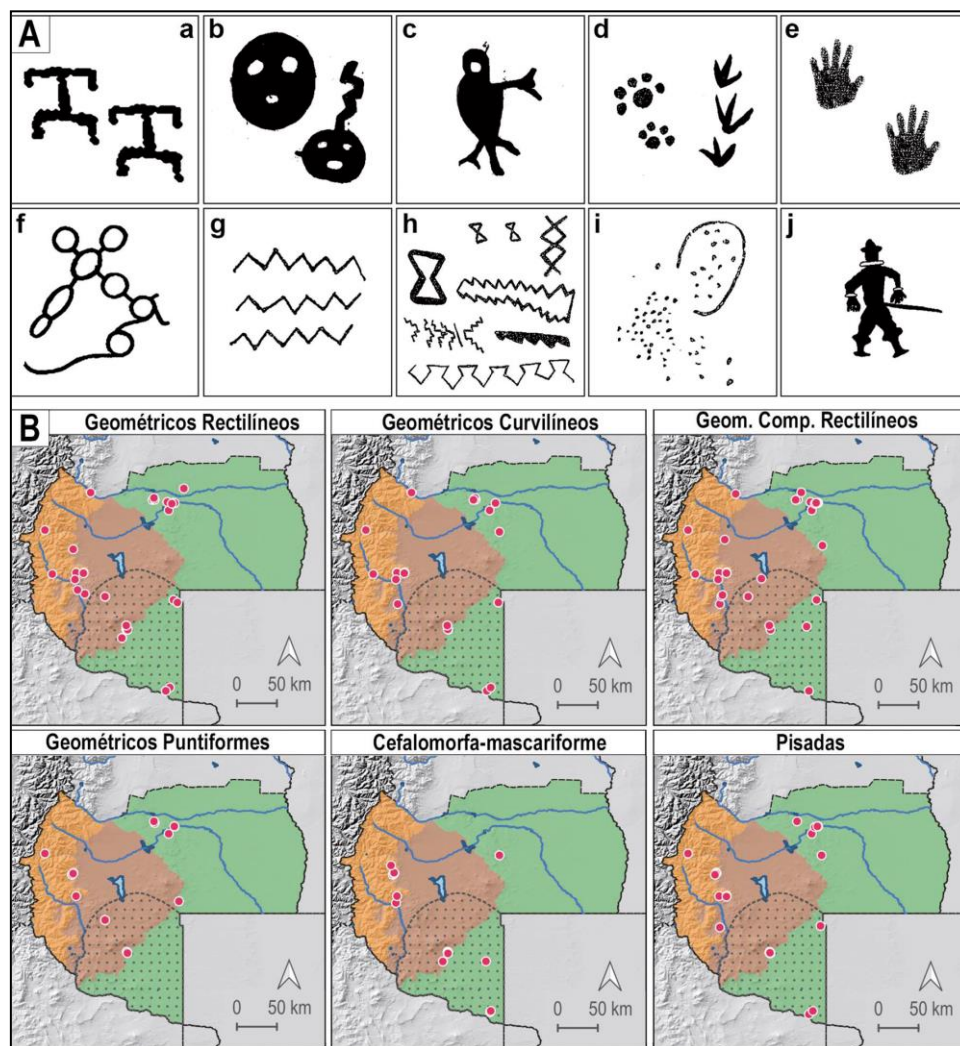
Agua Botada (AB 1 a 4 y PtoAB)

Es un sitio con arte rupestre situado al este del cerro Huemul, el arroyo homónimo que discurre de Norte a Sur y desemboca en aguas del río Grande. La primera concentración es conocida localmente como “las piedras marcadas de la barda del Chenque” con grabados de trazos profundos de dibujos abstractos variados, que incluyen tridígitos, circulares, unidos entre sí por líneas rectas, un cruciforme, un triple círculo concéntrico y un antropomorfo complejo realizado por líneas curvas. También hay tres morteros en el panel superior de la roca (Figura X8). La restante concentración de soportes se ubica más al Norte, y está constituido por figuras complejas sobre grandes bloques; allí hay grabados una figura escutiforme curvilínea, una guarda con motivos escalonados, también hay círculos concéntricos y espirales. Algunas figuras sugieren influencias del “estilo de grecas” de la Patagonia (Acevedo *et al.*, 2021).

Arroyo Chenqueco (Ch 3)

El sitio se encuentra en el arroyo homónimo que corre de Norte a Sur y desemboca en el río Grande; se trata de tres concentraciones con grabados. La primera ubicada en el cajón del arroyo, contiene grandes cabezas mascariformes simples (Figura X8). La segunda, unos 5 km más arriba del anterior, son paredones asociados con un sitio con morteros líticos, presentan líneas verticales alternadas con hileras de puntos. La tercera, aún más arriba remontando el arroyo, son bloques y paredones bajos cercanos al cauce del arroyo, distribuidos a lo largo de 300 metros (Acevedo *et al.*, 2021).

Figura 20.5 Motivos de arte rupestre y distribución de sitios en el sur de Mendoza



Fuente: Acevedo *et al.*, 2021

Caverna de las Brujas (CdB)

La Reserva Natural Caverna de Las Brujas se ubica en el departamento de Malargüe, al Sur de la provincia de Mendoza ($35^{\circ} 45' S$ y $69^{\circ} 49' 29'' W$), a 1.800 m de altitud (Figura 15.9). Se trata de una cavidad kárstica, que posee en su interior tres niveles de galerías. Estas se presentan de manera paralela a la fracturación principal de las estructuras tectónicas regionales, con un recorrido de varios centenares de metros (Durán, 2000; Mikkan, 2001; Peña et al., 2003).

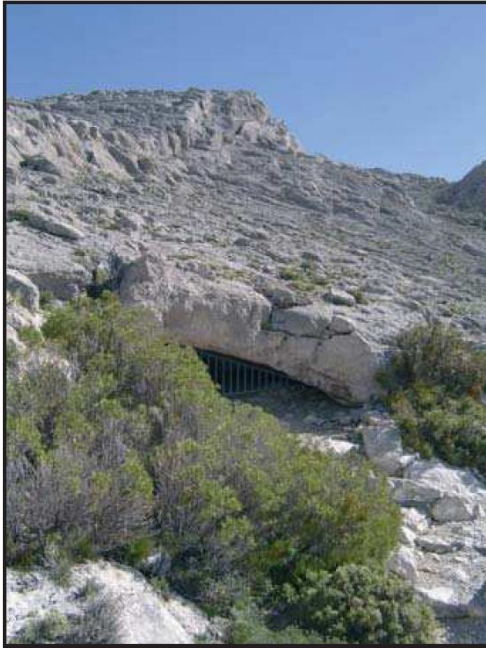
Caverna de Las Brujas se encuentra enclavada en la Formación La Manga, un afloramiento jurásico en donde los sedimentos predominantes son calizas, calizas arenosas y dolomitas, con presencia de fósiles y afloramientos de sílex. Desde el año 1999 se desarrollan investigaciones geológicas, geográficas y arqueológicas con el objetivo de registrar el entorno kárstico y la evolución de la cueva para generar información sobre el marco paleoambiental regional (Mikkan, 2001; Peña et al., 2003).

Esta zona se encuentra limitada por los arroyos Chacay-co, Chenque-co y el río Grande. Éste último es alimentado por las descargas de aguas producto de la actividad nival y pluvial de la alta cordillera, que genera un curso torrencial (Durán, 2002; Peña et al., 2003). Entre los años 1997 y 2002, se efectuaron cuatro sondeos exploratorios: dos en el interior de la cueva (Sala de la Virgen) y dos en la boca de ingreso (Durán, 2000; Durán y Altamira, 2001; Peña et al., 2003; Campos et al., 2006). Se excavaron 3 m², los sedimentos fueron extraídos siguiendo niveles artificiales de 5 y 10 cm. Se extrajeron 17 niveles, y sólo en una de las cuadrículas se siguió con un sondeo exploratorio hasta alcanzar el nivel 21. Todos estos niveles fueron agrupados en cinco capas contemplando las características de la matriz sedimentaria, con una secuencia fechada entre el 3800 AP y el 5000±550 AP -UCTL 1787, Laboratorio de Termoluminiscencia, Universidad Católica de Chile-.

La ocupación más temprana está caracterizada por una baja presencia de materiales exclusivamente de origen local. Las capas superiores muestran una creciente densidad y diversificación de las tareas de producción y descarte en el sitio. La explotación de recursos locales se intensifica y se registra la producción de artefactos que pudieron ser trasladados a otros emplazamientos. La obsidiana está presente solo en el paquete estratigráfico superior en un tipo de elementos que manifiestan una estrategia de conservación del recurso (Campos et al., 2006). Paquete temporal entre 7000 y 3700 años AP. Se halló material óseo humano en la capa I (3695±65 años AP) que indica la presencia de 2 individuos: un infantil de aproximadamente 5 años y un adulto. Corresponden al individuo infantil un diente incisivo inferior, una primera costilla y el parietal izquierdo. Del individuo adulto, solo se recuperó un fragmento de calota (Novellino, 1999). Materias primas presentes: sílices locales mayoritarias, y obsidiana de Laguna El Maule.

El conjunto lítico total está integrado por 3.579 elementos. Las capas tempranas (III y IV) se registra la materia prima sílice de algunos eventos de talla aislados. La capa II habría tenido una ocupación más intensiva y recurrente. Se introduce la obsidiana procedente de Laguna el Maule. También se realizaron estudios de microvertebrados para determinar los cambios paleoambientales (Durán, 2000; Gasco et al., 2006).

Fotografía 20.5 Vista de la entrada de Caverna de las Brujas



Fuente: Gasco *et al.*, 2006

MDRG 1

Sitio a cielo abierto y registro superficial, documentado por Durán et al. (2017). Se trata de productos de talla lítica, predominantemente de obsidiana, distribuidos irregularmente sobre la superficie de una terraza antigua localizada en la margen derecha del río Grande (1.615 msnm). Esta distribución superficial de material arqueológico fue encontrada en 1999. En mayo de 2017, se volvió a recorrer el área alrededor de este punto y pudo observarse que todavía aparecen allí algunos productos de talla, siempre de forma aislada. La visibilidad de estos artefactos es muy baja y el área no parece haber recibido impacto desde su descubrimiento. Solo se observaron restos modernos (basura) y huellas vinculadas a la actividad pecuaria y a la extracción de leña (Durán et al., 2017).

Arroyo El Gancho 1 (AEG 1)

Es un sitio a cielo abierto y registro superficial, que abarca un área de alrededor de media hectárea con una presencia importante de material arqueológico en superficie (fragmentos de cerámica decorada y no decorada, artefactos líticos tallados, manos de moler, molinos y percutores). El sitio se ubica en un médano que ha sido cortado por la Ruta Provincial N° 226 inmediatamente después de atravesar el puente sobre el arroyo El Gancho (1.640 msnm) (Figura 15.11). El área tiene una importancia patrimonial alta, tanto arqueológica como paleoambiental. El corte del camino ha puesto al descubierto un depósito de varios metros de espesor de material piroclástico generado por una erupción catastrófica ocurrida hace 4.700 años (Durán et al., 2016, 2017). Esta tefra se ubica debajo de la capa sedimentaria que puede contener material arqueológico.

Fotografía 20.6 Vista sitio El Gancho 1



Fuente: Durán et al., 2017

Arroyo El Gancho 2 (AEG 2)

Es un sitio de arte rupestre en alero, que tiene una importancia patrimonial máxima. Se trata de varios paneles con pictografías correspondientes posiblemente a ocupaciones de Pehuenches del siglo XVIII y XIX (1645 msnm). Estos paneles fueron pintados en una pequeña barranca de rocas volcánicas oscuras que se ubican en la margen izquierda del arroyo El Gancho. Se realizó el relevamiento de las pictografías y sondeo exploratorio de 50 x 50 cm en un pequeño alero. Apareció material lítico estratificado (Durán et al., 2017).

Las Loicas Cuevas 1, 2 y 3 (CLL 1, 2 y 3)

Se trata de tres grandes cuevas generadas sobre una formación de ignimbritas emplazada en la cuenca alta del arroyo de El Gancho (1.900 msnm). Estos refugios naturales se ubican cerca de un portezuelo y huella que conectan a este último valle con el del río Chico. Los sondeos exploratorios probaron la presencia de material arqueológico estratificado en las Cuevas 2 y 3. En la Cueva 2 se registraron en sus paredes grabados rupestres (Figura 15.12). Estos sitios tienen una importancia arqueológica y paleoecológica máxima. Pudo constatare que existen depósitos de lluvias de material piroclástico estratificados y estercoleros (middens) en los derrumbes internos que permitirían la realización de estudios paleoambientales (Durán et al., 2017).

Fotografía 20.7 Petroglifos del sitio Las Loicas Cueva 2



Fuente: Durán et al., 2017

Puesto Alaniz-Sitio1 (RCPA 1)

Se trata de un sitio a cielo abierto con material lítico y cerámico distribuido irregularmente en superficie (1.570 msnm). Se ubica en la margen izquierda del río Chico, en las proximidades del puesto del que recibe el nombre. Fue registrado en el relevamiento de 1999. No mostraba entonces concentraciones de material arqueológico, solo se observaron artefactos aislados (Durán et al., 2017).

Puesto A. Villar (PAV 1 y 2)

Corresponde a dos sitios (Puesto A. Villar Sitio 1 y 2). En el sitio 1, se realizó el hallazgo de dos ollas de cerámica (1.560 msnm). El punto de GPS correspondería al lugar identificado por los pobladores del lugar. Una de ellas es antropomorfa con asa puente. Es un objeto con alto valor museográfico que conservaba la familia Villar en 1999. Por las características del hallazgo se entiende que debió formar parte de un ajuar funerario y que los restos humanos que lo acompañaban podrían estar todavía en algún punto próximo al lugar de hallazgo. El sitio 2 (Figura X11), se trata de un sitio a cielo abierto (formación medanosa, 1.560 msnm) con material lítico y cerámico en superficie ubicado en la margen izquierda del río Chico. Ambos han sido afectados por la construcción de la ruta RN N° 145 (Durán et al., 2017).

Fotografía 20.8 Vista del sitio Puesto Villar 2



Fuente: Durán et al., 2017

Arroyo El León, Sitio La India (AeLSII)

El sitio fue ubicado y georreferenciado en el relevamiento de 1999. Recibió entonces la denominación de Sitio La India (es el nombre que le daban los lugareños). Se ubica en la margen derecha del arroyo El León, entre la traza de la ruta y la llanura de inundación del río Grande (1.540 msnm). Se trata de un sitio a cielo abierto con material lítico y cerámico en superficie distribuido en forma discontinua. La construcción de la RN N°145 lo ha afectado recientemente (Durán et al., 2017).

Puesto Faustino Guajardo 1 (PFaG 1)

Se trata de un sitio a cielo abierto con material lítico en superficie de forma discontinua (1.487 msnm). Se ubica entre el puesto y la traza de la Ruta Nacional N°145 (Durán et al., 2017). Sitios relevantes del sector A2 (Durán et al., 2017).

Puesto Florencio Guajardo 1 (PFIG 1)

Es un sitio a cielo abierto con material lítico y cerámico en superficie, que se ubica al noroeste del puesto, en la margen izquierda del río Grande (1.480 msnm). Se ubicó y georreferenció en el relevamiento de 1999 (Durán et al., 2017).

Las Loicas 1 (LLo 1)

Se trata de un sitio a cielo abierto con material lítico en superficie distribuido en forma discontinua. Se ubica en la margen izquierda del río Chico, desde la confluencia del arroyo Claro hasta el puente de la Ruta Provincial N°226 (1.600 msnm). Ha sido impactado parcialmente por las obras de mantenimiento de este camino (Durán et al., 2017).

Arroyo Claro 1 (AC 1)

Es un sitio ubicado al resguardo de dos grandes bloques, que han sido acondicionados mediante un muro pircado. Se ubica en la margen derecha del río Claro, cerca de la huella que conduce a la usina hidroeléctrica (1637 msnm). Se encontró un fragmento de cerámica en superficie (Durán et al., 2017).

El Gancho-Sitio 3 (EG 3)

Sitio a cielo abierto con material lítico en superficie. Es una amplia distribución de productos de talla lítica, predominantemente de obsidiana (Durán et al., 2017). Se ubica en la margen derecha del arroyo El Gancho, frente al puesto de pastores actual (1.621 msnm).

El Gancho-Sitio 4 (EG 4)

Sitio a cielo abierto con material lítico en superficie que fue caracterizado como un taller de talla lítica (1.616 msnm). Se observó una concentración de productos de talla y un artefacto formatizado realizados en obsidiana. Se ubica en la margen derecha del arroyo El Gancho, sobre los depósitos aterrazados que se desarrollan topográficamente hacia el sur de este arroyo (Durán et al., 2017).

Puesto abandonado (Pto Abandonado)

Está conformado por las ruinas de una vivienda, de planta rectangular, que ya figuraba como abandonada al hacerse los levantamientos topográficos del IGM de la década de los 40 (1.512 msnm). Cerca de estas ruinas se descubrió basura moderna (especialmente vidrios) y algunos productos de talla lítica. Fue localizado en el relevamiento de 2017, en la margen izquierda del río Grande. Se lo denomina Puesto abandonado como figura en la carta topográfica 3569-31 del IGM (Durán et al., 2017).

Puesto Vásquez (PV 1)

Se ubica en la margen izquierda del río Grande. Corresponde al emplazamiento del Puesto Vásquez (1.521 msnm). Al consultarse a sus pobladores dijeron haber visto "puntas de flecha" en los potreros que rodean la casa.

MIRG-Sitio 1. En el relevamiento de 2017, se ubicó en la terraza de la margen izquierda del río Grande una pequeña concentración de productos de talla, mayormente de obsidiana (1.587 msnm) (Durán et al., 2017).

Puesto El Sauce o Bella Vista (PES 1)

Sitio a cielo abierto de registro superficial. En las proximidades del Puesto El Sauce o Bella Vista (margen izquierda del río Grande) se ubicó un médano muy erosionado y sin cobertura vegetal donde aflora material arqueológico de distinta naturaleza (1.585 msnm). Se pudieron registrar allí molinos, manos de molinos, una piedra horadada, fragmentos cerámicos (decorados y no decorados), productos de talla lítica y artefactos formatizados entre los que se destacan puntas de proyectil de distintas tipologías (a través de la cuales puede llevarse el inicio de la ocupación de este espacio a varios miles de años). El área con distribución de material superficial abarca más de dos hectáreas. Se entiende por las características del depósito que puede encontrarse material estratificado. Su estado de integridad es alto, tiene por ello una importancia patrimonial máxima (Durán et al., 2017).

MIRG-HA 1

Sobre la terraza de la margen izquierda del río Grande (1.579 msnm), se ubicó un hallazgo aislado (una punta de proyectil de obsidiana) que fue recolectada (Durán et al., 2017).

Invernada del Viejo-HA 1 (IdV-HA 1)

Sitio a cielo abierto y de registro superficial. Al realizarse el relevamiento del área correspondiente a Invernada del Viejo se ubicó un producto de talla de obsidiana aislado que fue recolectado (1.634 msnm). Se denominó a este punto Invernada del Viejo-HA 1. Se entiende que puede haber más material arqueológico (tanto en superficie como estratificado) en esta área dadas las características ambientales que presenta. La ocupación de puestos actuales puede haber afectado su visibilidad y/o conservación (Durán et al., 2017).

20.2.2.2. Otros sitios arqueológicos en el Sector A2 mencionados en la literatura

A continuación, se detallan los sitios identificados en el informe de impacto de CN-V (Neme y Gil, 2012), correspondientes al sector A2.

La Gotera (LG)

Este sitio se encuentra cortado por el camino del paso El Pehuenche por lo que una parte importante del mismo ha sido destruida. Aquí se encontraron huesos de animales consumidos por el hombre, lascas de obsidiana y sílice y elementos de molienda. En el Museo Regional Malargüe hay registros de colecciones de este sitio.

Puesto Chacay-co 1 (ChC 1)

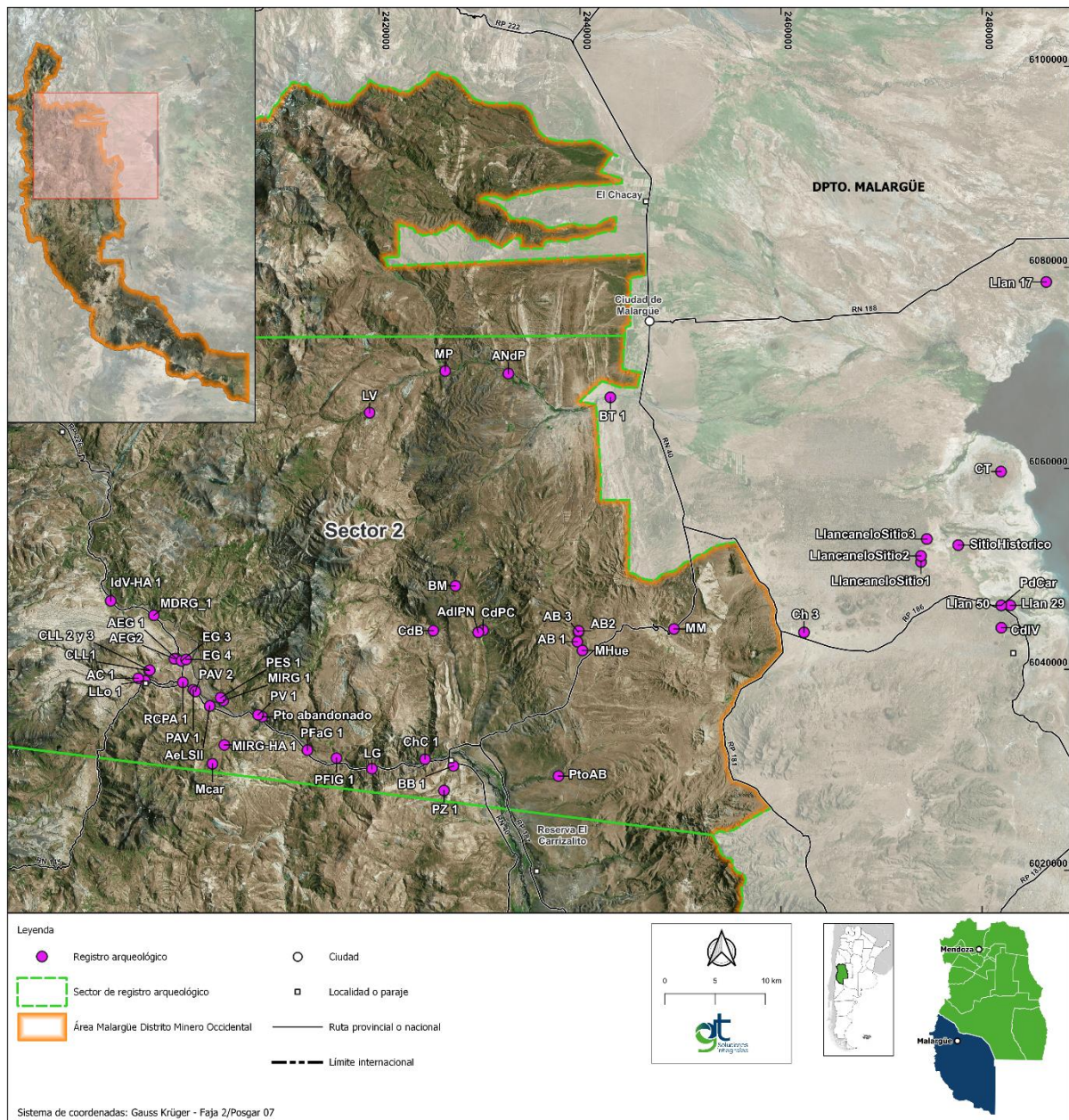
Sitio localizado en la margen izquierda del río Grande, próximo al puesto Chacay-co, sobre la última terraza del río. Se encontraron lascas de obsidiana, basalto, sílice y elementos de molienda.

Bardas Blancas 1 (BB 1)

Sitio arqueológico localizado dentro del pueblo de Bardas Blancas. Está cortado por huellas y caminos e impactado por diferentes remociones de suelos producto de las actividades desarrolladas en el lugar (pista para carrera de caballos, picadas). Aquí se encontró un núcleo de sílice, lascas de obsidiana, basalto y sílice.

Otros sitios mencionados en la literatura consisten en (Ver informe Línea de Base Arqueológica Anexo V): Manqui Malal (MM); Buta Mallín (BM); Arroyo Negro de Pincheira (ANdP); Malal Pincheira (MP); Casa de Piedra EL Chenqueco (CdPC); Puesto Zuñiga 1 (PZ 1); Alero de las Pinturas Negras (AdIPN); sitios históricos: Mina Huenul (MHue), La Valenciana (LV) y Mina Car (MCar).

Mapa 20.3 Registro arqueológico en el Sector 2



Fuente: GT Ingeniería SA en base a Salgán y Sugrañes, 2023

20.2.3. Descripción arqueológica del Sector 3: Bardas Blancas – Río Grande – Ranquil Norte

En el sector A3, el área con mayor información arqueológica corresponde a la cuenca media del río Grande, donde se encuentran los antecedentes de ocupación humana más antiguos del Sur de Mendoza, hasta ahora conocidos (Gambier, 1985; Neme et al., 2011). Previo a 1965 se presentan cuatro trabajos publicados. En tres de ellos, se menciona la presencia y distribución de dos clases de artefactos arqueológicos- el tembetá y los sobadores- (Agüero Blanch, 1958-1959 y 1965) o de descripción de los resultados de algunas giras realizadas en la década de los 40 del siglo pasado (Rusconi, 1961-1962). El cuarto trabajo se dedica por entero a analizar las características de una flauta de pan lítica descubierta por un coleccionista en un lugar impreciso de la localidad de Bardas Blancas (Lagiglia, 1963). Hacia fines de la década de los 70 y en la primera mitad de la siguiente, se publican los primeros resultados provenientes de un estudio arqueológico sistemático referida al arte rupestre del Sur de Mendoza que realiza Schobinger (1978; Schobinger y Gradín, 1985 citado en Durán et al., 2022). En 1978, Gambier realizó la primera excavación de un sitio arqueológico de la región (la Gruta

del Manzano - GM), ubicado a aproximadamente 30 km al Sur de Bardas Blancas. Luego publicó tres trabajos en los que describe los resultados de su estudio (Gambier, 1980, 1985, 1987). Es en este sitio Gruta de El Manzano (GM), donde Gambier (1980, 1985) obtuvo los fechados más antiguos con un registro arqueológico que comienza hacia finales del Holoceno temprano, hace unos 8000 años AP (Gambier, 1985; Neme et al., 2011). Posteriormente, Durán (2000) realiza estudios en ambas márgenes del río Grande, localizando los sitios de Cueva de Luna (CdL), Cañada de Cachi (CdC), Alero Puesto Carrasco (APC) y posteriormente, Caverna de Las Brujas (CdB) (sector A2), en las proximidades de la localidad de Bardas Blancas (Durán y Altamira, 2001; Campos et al., 2006; Gasco et al., 2006), y un sitio fortificado -Malal Pincheira; MP- (sector A2) asociado a ocupaciones pehuenches de fines del siglo XVIII (Durán 2000). Los tres primeros sitios presentan ocupaciones humanas en el Holoceno tardío, en los últimos 4000 años AP (Gambier, 1985; Durán, 2000; Gil, 2006; Neme et al., 2011). Las distintas cuevas excavadas tienen numerosos fechados radiocarbónicos que permiten situar las ocupaciones en diferentes momentos de la prehistoria local. De esta forma, las ocupaciones humanas en Cueva de Luna habrían comenzado en 3800 años AP, Cañada de Cachi en 3200 años AP, Alero Puesto Carrasco en 2200 años AP y Caverna de las Brujas en 3700 años AP (Durán, 2000). En Caverna de las Brujas, las ocupaciones humanas se registran en el Holoceno medio, con fechados de 7200 años AP. Este último sitio y la Gruta de El Manzano, son los antecedentes de ocupaciones humanas en momentos donde hay registros de volcanismo activo en los Andes (Durán y Mikkan, 2009) y sirvieron de base para analizar el impacto del volcanismo regional en el proceso de poblamiento regional.

El registro arqueológico de este sector del Departamento es muy variado e incluye la presencia de instrumentos y desechos confeccionados en distintas variedades de rocas, fogones, cerámica, valvas de moluscos del pacífico, restos vegetales y huesos de animales consumidos por el hombre (Gambier, 1985; Durán, 2000; Durán y Altamira, 2001; Durán et al., 2004; Gil et al., 2008; Llano, 2014).

En la cuenca inferior del río Grande y próximo a la Ruta Nacional N40, se cuenta con registros de un sitio cantera-taller de obsidiana, denominado Coche Quemado (CQ) (Salgán et al., 2020). En el muestreo de uso de dicha cantera, se relevaron los sitios superficiales Mechenquil (AM 1 y 2), Puesto Mira (PM), Buta- Billón 1 (BB 1) a 6, Cancha Rayada 1 (CR 1), Alero Los Frisos 1 a 4 (ALF 1 a 4), Alero Cristo de la Quebrada 1 y 2 (ACdlQ 1 y 2) y El Batro 1 a 4 (EB, EB1 a 4) (este último del sector A4) (Tabla XX. A2). Próxima a este última, se encuentra la cantera-taller de basalto denominada Médano del Basalto 1 (MdB 1), ubicada en la margen derecha del río. Los muestreos superficiales registraron evidencias de extracción de rocas y múltiples descartes de talla de instrumentos, que fueron documentados en el informe de impacto de la traza de la Ruta Nacional N40 (Transectas 4, 5, 6, 7, y 8). Los restos materiales de este relevamiento se encuentran documentados en el registro del Museo Regional Malargüe.

Por otro lado, cabe mencionar una serie de trabajos de rescate arqueológico y relevamientos recientes que han aportado nueva información que se suma a la ya publicada (Salgán et al., 2020, 2023). En el Museo Regional de Malargüe y en el Historia Natural de San Rafael, se encuentran registros de restos óseos humanos de valor arqueológico localizados en 2011 en la localidad de El Alambrado (EA, EA 1 a 14), fechados en cerca de 2000 años AP.

En el Oeste del sector, en el límite internacional Argentina-Chile se encuentra una la fuente de obsidiana denominada Laguna del Maule (LM), ubicada en las inmediaciones de la laguna homónima. En el territorio argentino se encuentran amplios flujos de lava que fueron utilizados como canteras taller a lo largo del Holoceno, de ambos lados del cordón cordillerano (Seelenfreund et al., 1996; Durán et al., 2004; Giesso et al., 2011). En los últimos años Fernández et al. (2017) y Barberena et al. (2019), han logrado identificar dos subtipos químicos, los Laguna del Maule subtipos 1 y 2 (LM 1 y 2). El primer subtipo se encuentra disponible en la Laguna Negra (LM-LN), mientras que el subtipo 2 se documentó en el río Barrancas. Recientemente, los muestreos superficiales se ampliaron al río Colorado, donde se pudo identificar la disponibilidad del subtipo 2 de Laguna del Maule (Salgán et al., 2023).

También, próximo al hito del paso internacional se registraron los sitios en Real del Pehuenche 1 (RPH 1), donde se registraron sitios superficiales y estructuras pircadas circulares, que se encuentran bajo análisis y parecen corresponder a los últimos 1000 años AP (Salgán, 2021).

20.2.3.1. Sitios relevantes del Sector 3

Gruta de El Manzano (GM)

El sitio arqueológico Gruta de El Manzano, se erige como un destacado representante de este sector. Esta gruta, se encuentra en un abrigo rocoso, en la margen derecha del río Grande y en el piedemonte andino (Figura 15.14). Posee registros de ocupaciones humanas que abarcan gran parte del Holoceno (Gambier, 1985). Las dataciones radiocarbónicas más antiguas corresponden a 8100 años AP (Gil et al., 2008; Neme et al., 2011). Se realizaron excavaciones arqueológicas que abarcan 6 m² y una profundidad de 2,15 m. Entre los registros se mencionan: restos óseos de fauna extinta, recuperada en los niveles más antiguos del sitio y no poseen asociación con los contextos antrópicos; restos de fogones; herramientas y descartes de roca elaboradas con rocas silíceas, obsidiana y basalto; restos de fauna y vegetales, incluyendo indicios del consumo de guanaco, armadillos, peces, semillas de algarroba, así como fragmentos de caña colihüe, maderas decoradas y grabadas; también se han documentado fragmentos de cerámica y pinturas rupestres. Los contextos más antiguos son caracterizados por Durán (2000, 2002), como periodos 1 y 2 de ocupación de la cuenca.

Luego de los 7000 años AP, los registros de actividades humanas desaparecen y reaparecen en los últimos 2000 años AP. En estos niveles se registran fragmentos de cerámica, de color gris, espesor variable, de superficie alisada, pulida y en menor medida cepillada. Estos distintos estilos son identificados como Atuel Cepillado, Arbolito y Marrón Pulido (Neme et al., 2011).

Las investigaciones geoquímicas de artefactos de obsidiana procedentes de este sitio han revelado vínculos de interacción con fuentes de obsidiana en regiones transcordilleranas (Durán, 2000; Neme et al., 2011). Se reconocieron artefactos procedentes de la fuente de obsidiana Laguna del Maule (79%) y en menor medida de Las Cargas (21%). Estudios recientes, realizados por Salgán et al. (2014, 2023) analizaron el uso de la obsidiana Laguna del Maule en el Sur de Mendoza. Logrando diferenciar entre los artefactos procedentes de la región andina de Laguna del Maule (denominada Subtipo 1), de la procedente de nódulos de obsidiana transportados de forma secundaria por los ríos Barrancas y Colorado (Subtipo 2) (Fernández et al., 2017; Barberena et al., 2019). Destacando el uso del subtipo procedente de los ríos antes mencionados, en detrimento del subtipo andino.

Fotografía 20.9 Vista de la Gruta del Manzano



Fuente: Neme y Gil, 2012

Sitios Cueva de Luna (CdL), Alero Puesto Carrasco (APC) y Cañada de Cachi (CdC)

Los sitios Cueva de Luna y Cañada de Cachi (Durán, 1997, 2000), corresponden a abrigos rocosos y ambos se encuentran en la margen derecha del río Grande. Poseen evidencias de estadías breves de grupos humanos reducidos, datados entre 3200 años AP y 3800 años AP, respectivamente (Durán, 2002). El material recuperado está compuesto mayormente por desechos de talla de rocas y escasos artefactos formatizados, que fueron caracterizados como correspondientes a grupos de alta movilidad. Estos contextos corresponden al Periodo 3, de la secuencia propuesta por Durán (2000). Al final de

este periodo, Durán registra eventos volcánicos que corresponden a estratos de lapilli de varios centímetros en la base de la capa 1 de CdC, que es interpretado como el final de este periodo.

La capa I y II de CdC y el Componente 1 de CdB, que poseen fechados entre los 3200 años AP y 2200 años AP, definen el Periodo 4 (Durán, 2002). Estos contextos presentan diferencias significativas que se proponen responden a diferente funcionalidad. Caverna de las Brujas, corresponde al único sitio excavado por Durán, que se encuentra fuera de las tierras bajas del valle del río Grande. Se ubica en la cota de los 1.800 msnm y a unos 5 km de la planicie de inundación del río. En las inmediaciones de la caverna, se registraron fuentes de rocas silíceas que se utilizaron para la confección de herramientas de uso expeditivo; al igual que otras rocas que se trasladaron hasta el sitio, como la obsidiana. Esto llevo a proponer que la caverna fue utilizada de modo poco frecuente, para el aprovisionamiento de silíceas y reacondicionamiento de herramientas (Durán y Altamira, 2001). En Cañada de Cachi, por el contrario, se destaca la mayor presencia de herramientas y el acondicionamiento de filos. Durán (2000) sostiene que los abrigos pudieron funcionar como refugios de usos cortos y ocasionales, por lo que espera que en el área existan registros de campamentos a cielo abierto, aún no descubiertos. Esta hipótesis la fundamenta en el hecho que aún hoy, los puesteros del lugar prefieren establecer sus "reales" o campamentos de poca duración para el arreo del ganado, en médanos o mollarés y no en cuevas (Durán, 2002).

Por último, en los sitios Cueva de Luna (Figura 15.14), Cañada de Cachi y Alero Puesto Carrasco, poseen registros que son atribuidos a los últimos 2000 años AP, representando el Periodo 5 a 7 (Durán, 2000). En estos niveles se registra innovaciones tecnológicas como la cerámica y puntas de proyectil que parecen corresponder a la caza mediante el uso del arco y flecha. En este periodo se propone un uso más frecuente y prolongado de las cuevas. Se registran camadas de gramíneas que muestran la inversión de trabajo destinado al acondicionamiento interno de los refugios naturales (Durán, 1997). En este periodo destaca la presencia de diferencias en el registro arqueológico de ambos márgenes del río Grande, donde Alero Puesto Carrasco incorpora las innovaciones tecnológicas con posterioridad a los sitios de la margen derecha, por lo que propone puede responder a diferentes poblaciones (Durán, 2000).

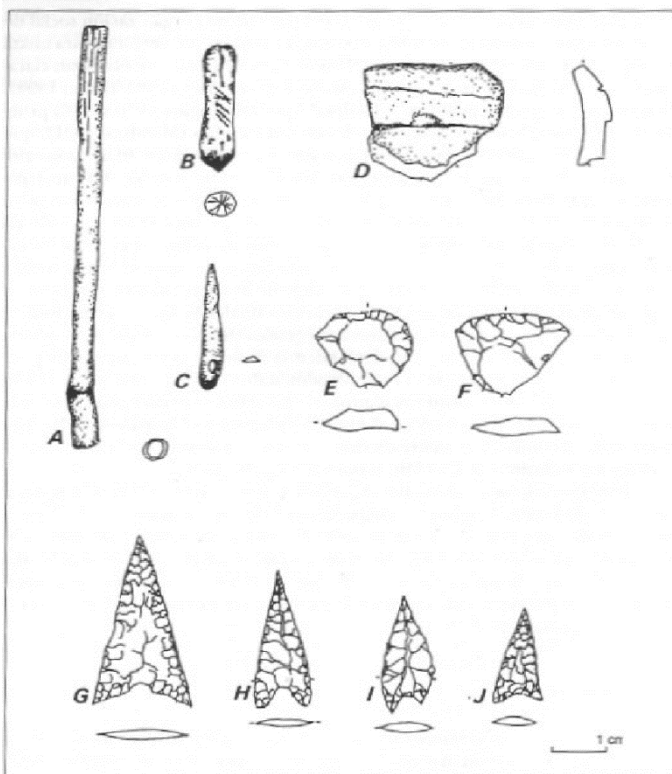
Es relevante destacar la variedad de artefactos recuperados para estos periodos, que incluyen herramientas líticas, cerámica y elementos de uso cotidiano, resaltando la importancia de estos sitios para comprender la historia y las adaptaciones de las poblaciones humanas en el pasado. En la Figura 15.16 se observan la variedad de artefactos recuperados para estos periodos, se destaca del sitio Cueva de Luna, Periodo 5, un fragmento de caña de carrizo (A); un encendedor - elemento activo- (B) y una aguja de madera con ojo (C). Del Periodo 6 en el sitio Cañada de Cachi, una cerámica con borde engrosada (D), un raspador de filo frontal largo (E) y otro de filo frontal largo (F), y una punta de proyectil (G). Por último, del Periodo 7 en el sitio Alero Puesto Carrasco, se destaca la variedad de morfologías de puntas de proyectil (J-H).

Fotografía 20.10 Vista de sitio Cueva de Luna



Foto: Informe Neme y Gil, 2012

Figura 20.6 Detalle de artefactos arqueológicos documentados en los sitios de la cuenca media del río Grande, correspondientes a los periodos 5 a 7 de la secuencia regional propuesta por Durán (2000)



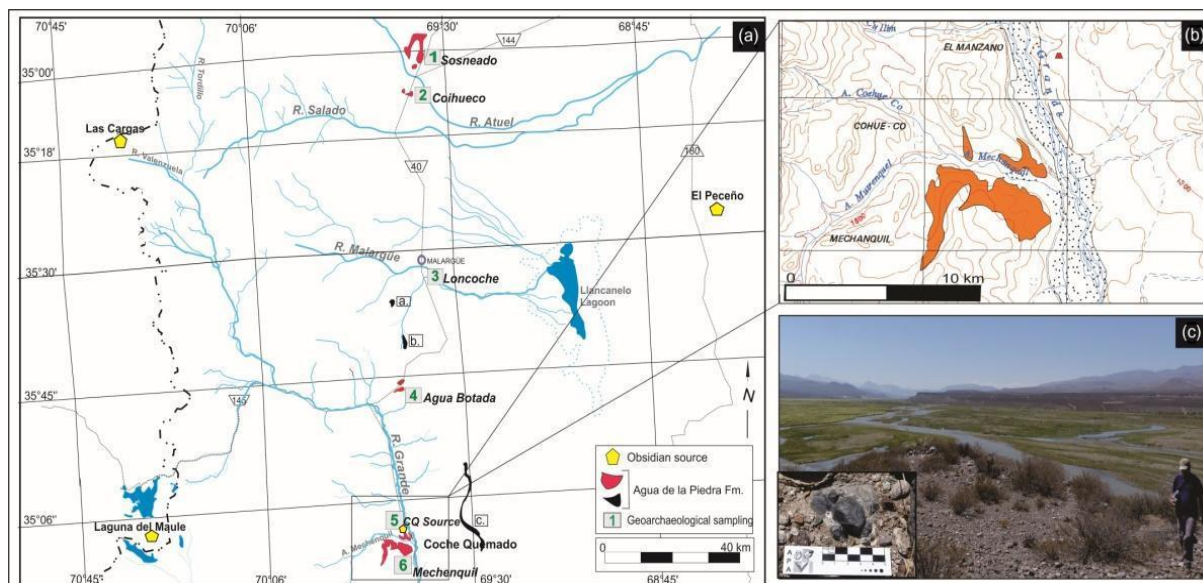
Fuente: Durán, 2002

Coche Quemado (CQ)

Coche Quemado es una fuente cantera taller de obsidiana, que fue descrita en Salgán et al. (2020). Se caracteriza como sitio a cielo abierto, con relevamiento superficial, que abarco un área de 6.000 m². Se encuentra en la margen derecha del río Grande, próxima al poblado El Manzano (Malargüe). Se trata de un área donde se encuentran disponibles nódulos de obsidiana y herramientas talladas (Figura

15.17). Desde el punto de vista geológico, los nódulos naturales de obsidiana forman parte de los rodados lustrosos que caracterizan la formación basal de la formación Agua de la Piedra. Se realizaron muestreos en dos sitios superficiales cercanos (Buta Bellón 5 y 6 -BB 5 y 6-; ver Anexo V) para poder identificar su uso. Sin embargo, estos resultaron negativos. Pese a ello, la distribución espacial de los artefactos arqueológicos correspondientes a esta variedad de obsidiana se encuentra representada en seis sitios ubicados a distancias que varía entre los 70 y 200 km, entre la cantera y los sitios. Cuatro sitios se encuentran a una distancia mayor a los 100 km, ellos son: Risco de los indios; Arbolito 4, Cueva Salamanca y La Peligrosa-2. Los dos sitios restantes se encuentran a menos de 100 km y corresponden a sitios con entierros humanos, tales como Ojo de Agua y Río Malargüe-1. Se cree que esta cantera podría contar con otros lugares geográficos de disponibilidad, dada la extensión natural de la formación donde fue documentada y su presencia en sitios ubicados entre los ríos Atuel y Diamante.

Figura 20.7 Ubicación de cantera de obsidiana Coche Quemado. Referencias: a. en rojo se detallan áreas muestreadas en Salgán et al. 2020, donde se encuentra la Formación Agua de la Piedra. Números 1 a 6, corresponden a sitios con análisis geoquímico; b. ubicación de Coche Quemado; c. vista de obsidiana y cantera



Fuente: Salgán et al., 2020

Laguna del Maule (LM 1 y 2; LM-LN)

Corresponde a una cantera taller de obsidiana, cuyos registros de uso se extienden a todo el Holoceno. Su primera caracterización corresponde a Seelenfreund et al. (1996), quienes realizaron muestreos de ambas vertientes cordilleranas. Definieron espacios de dispersión de la cantera en la VII región de Chile, el extremo Suroeste de Mendoza y Noroeste de Neuquén. Fernández et al. (2017), retomaron muestreos superficiales en la cantera, donde definieron a Laguna Negra como la fuente primaria del subtipo 1, que se extiende con depósitos secundarios por la denominada Pampa del Rayo (PdR); diferente del subtipo 2, identificado en la cuenca superior del río Barrancas (Unidades 1 a 3). Estos resultados son comparados con los resultados geoquímicos de sitios arqueológicos del Norte de Neuquén. Los autores encuentran un limitado uso del subtipo 1 de Laguna del Maule y una escasa incorporación del subtipo 2, en los sitios próximos al río. En 2019, Barberena y colaboradores replican parte del muestreo, con 13 puntos ubicados a lo largo del Barrancas, donde documentan la presencia del subtipo 2. Establecen la disponibilidad de obsidiana en la cuenca alta del río, con baches de información luego de la Laguna Cari Lauquen, donde no se registra obsidiana. Situación que continúa hasta próximo a la desembocadura, a 110 km de la fuente primaria y 60 km de la laguna (puntos de muestreo 4 a 13). Concluyen que existe una disponibilidad diferencial de la obsidiana, que podría explicar su escaso uso en el Norte neuquino. Salgán et al. (2023), continúan el muestreo en el río Colorado. Establecen cinco puntos de muestreo, dos en la cuenca alta y tres en la cuenca media. En la mayor parte de las unidades fue documentada obsidiana, que según estudios geoquímicos corresponde al subtipo 2 de Laguna del Maule. En el análisis de los sitios arqueológicos de La Payunia, en el sur mendocino, encuentran que la variedad frecuente en los sitios ubicados a menos de 40 km del río corresponde al subtipo 2; mientras que en los sitios ubicados a mayor distancia son frecuentes artefactos procedentes del subtipo 1 procedente de la cordillera andina (Salgán et al., 2023).

20.2.3.2. Otros sitios arqueológicos en el Sector A3 mencionados en la literatura

Llano Blanco (LLB 1 a 4)

Sitio a cielo abierto y de registro superficial localizado en las proximidades del puesto que lleva el mismo nombre, sobre una planicie en los inicios del piedemonte (1.411 msnm). Se identificaron cuatro concentraciones de artefactos arqueológicos, denominados Llano Blanco 1 a 4 (LLB 1 a 4). Es un área con depósitos de rodados superpuestos que fueron utilizados como cantera para la extracción de material lítico durante tiempos prehistóricos. Se encontraron numerosas lascas, núcleos de basalto y sílice, lascas de obsidiana, además de huesos, manos de moler y molinos planos (Neme y Gil 2012).

Vega Valenzuela

Sitio superficial, localizado en la margen izquierda del arroyo El Yeso (1.600 msnm). Corresponde a dos sitios arqueológicos a cielo abierto en el cual se encontraron elementos de molienda y lascas de obsidiana, así como huesos de animales (Neme y Gil 2012).

El Alambrado (EA, EA 1 a 14, EA PB)

Corresponde a sitios a cielo abierto, identificados en muestreos superficiales (1.800 msnm). Se denominan El Alambrado 1 a 14 y EA PB, y se encuentran próximos a arroyo El Molle, cercano a los puestos de las familias Sepúlveda y Cortez. Se registraron lascas de sílice, elementos de molienda, valvas de moluscos, restos humanos, cáscaras de huevo y puntas de proyectil. El registro corresponde al Museo Regional Malargüe y fueron identificados en rescate arqueológico realizado por la instalación de planta potabilizadora (Neme y Gil 2012).

Ruta 40 sur

Informe de Impacto arqueológico de la ruta 40 (Neme y Gil 2012): En total se recorrieron 29,5 km de transectas paralelas al trazado de la ruta 40 considerando el primer y segundo tramo de la ruta planificada (105 km aprox.) lo que implica casi un 30 por ciento del total de la traza lineal relevada. Las transectas cubrieron un ancho total de 100 m (50 m hacia cada lado de la traza de la ruta). Se realizaron 8 transectas, dentro de las cuales se detectaron materiales aislados y concentraciones de materiales considerados como sitios arqueológicos (Figura 15.18). Se identificaron 7 sitios superficiales y 2 canteras taller en el margen del río Grande (Transectas 4, 5, 6, 7 y 8) (Neme y Gil 2012).

Coipo Lauquen (LCL, CL 1 a 4)

En los márgenes de la laguna Coipo Lauquén se identificaron cuatro sitios superficiales (1.550 msnm), denominados Coipo Lauquen 1 a 4. Se identificaron puntas de proyectil de sílice, fragmentos de cerámica y lascas de sílice y obsidiana (Neme y Gil 2012; Salgán et al., 2023).

Calmuco (Cal 1)

Es un sitio superficial, ubicado próximo a la Laguna Blanca del piedemonte (1.555 msnm). Se identificaron lascas de sílice, obsidiana y basalto. Manos de moler, cáscaras de huevo de Rheido y placas de Dasipodidos (Salgán et al., 2014b, 2023).

Laguna Blanca (LB 1 y 2)

Se encuentra en el piedemonte del Suroeste de Malargüe (1.683 msnm), corresponde a dos sitios superficiales denominados Laguna Blanca 1 y 2. Se identificaron lascas de obsidiana y sílice.

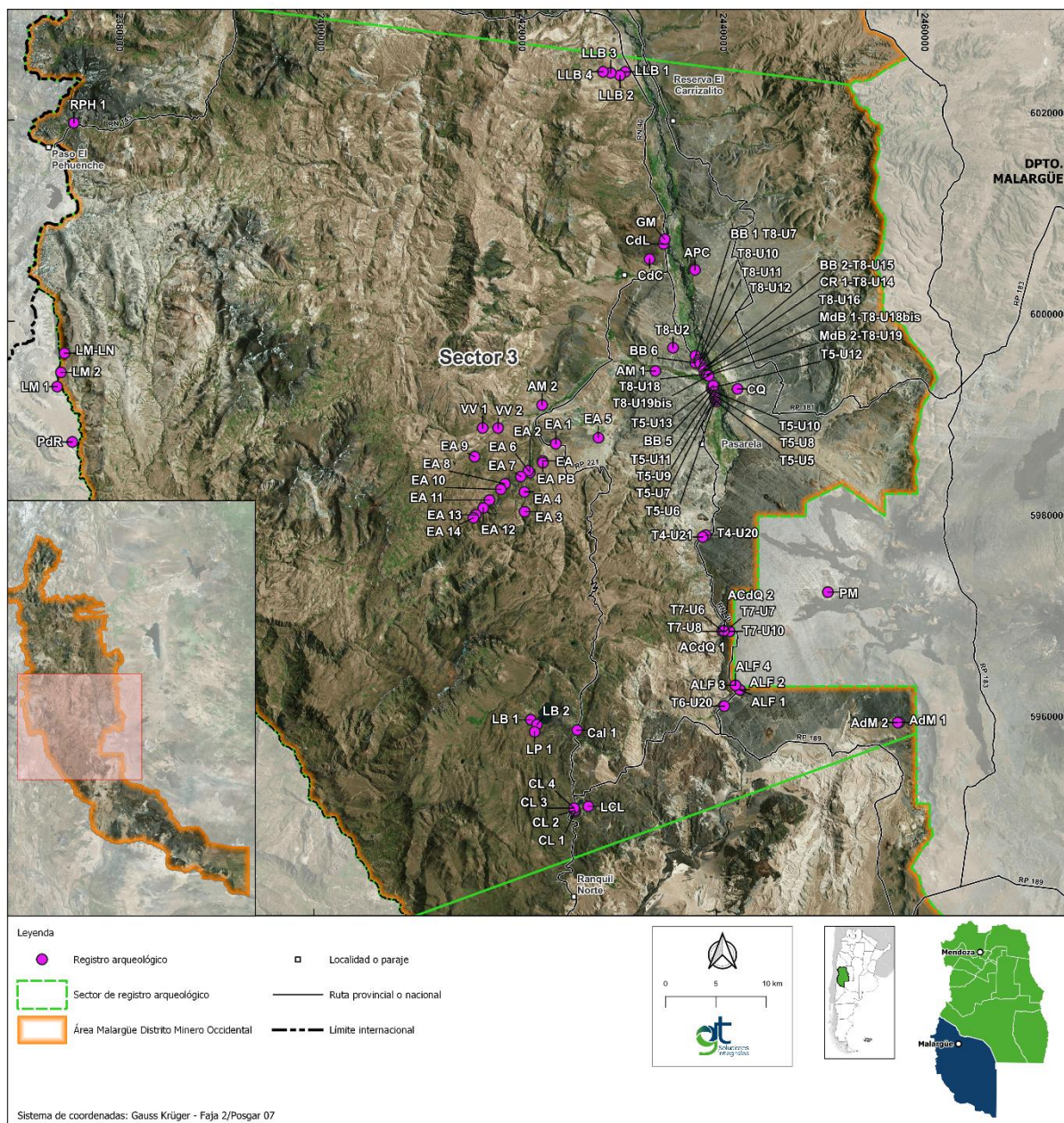
Otros sitios que se mencionan en la literatura (Ver informe Línea de Base Arqueológica Anexo V) corresponden a: Los Pajaritos 1 (LP 1); Agua de Miras 1 y 2 (AdM 1 y 2); Buta Bellón 5 y 6 (BB 5 y 6) (Neme y Gil 2012).

Fotografía 20.11 Núcleo de obsidiana en sitios superficiales de Ruta Nacional N 40



Fuente: Neme y Gil, 2012

Mapa 20.4 Registro arqueológico en el Sector 3



Fuente: GT Ingeniería SA en base a Salgán y Sugrañes, 2023

20.2.4. Descripción arqueológica del Sector 4: Ranquil Norte - río Barrancas-Colorado

El sector A4, abarca el extremo Sur del Departamento de Malargüe. Incluye la desembocadura de los ríos Grande y Barrancas, el curso superior y medio del río Colorado y el área de Cañadón Amarillo que se corresponde con el final de la Altiplanicie del Payén y la amplia área de remoción en masa que culmina en la planicie de inundación del río. Los estudios arqueológicos en este sector se han desarrollado de manera sistemática en los últimos 20 años (Gil y Neme, 2008, 2009; Neme y Gil 2012; Salgán et al. 2012; Salgán, 2013, 2015).

Las investigaciones arqueológicas de este sector fueron mayormente incentivadas gracias a los estudios de impacto y rescate patrimonial, desarrollados a partir de proyectos petroleros y de la instalación del emprendimiento para la extracción de sales de potasio. Se destacan las localidades arqueológicas de Agua de Pérez (AdP), donde se registraron depósitos sedimentarios de los últimos 7000 años AP, que fueron expuestos por cursos de agua estacionales, que muestran secuencias de ocupación recurrentes en estos ambientes. Registros similares fueron identificados en el sitio

Carmonina 1 (Car 1) y Medano R6 (MR 6), donde las evidencias muestran ocupaciones humanas en los últimos 5.000 años, donde prevalece el uso de materias primas locales como son las rocas silíceas y las obsidias obtenidas como rodados transportados por el río Colorado (Salgán, 2013; Salgán et al., 2014, 2023). Por otro lado, en el Sureste del departamento, próximo al límite con La Pampa, se cuenta con los registros de la localidad arqueológica de El Corcovo (Cor 1 a 3); cuyas investigaciones fueron resultados de intervenciones de rescate patrimonial. El sitio Corcovo 1 (Cor 1), da cuenta de dos eventos de ocupación dados en los últimos 2000 años AP (conjuntos A y B; Gil et al. 2019), donde se registran modificaciones en el uso de materias primas líticas y en la tecnología cerámica que fueron interpretados como consecuencia cambios en los rangos de movilidad. La diversidad y concentración de motivos rupestres documentado en la localidad, es reflejo de un incremento poblacional propuesto para los últimos 1900 años AP en el sector; que posteriormente en los 600 años AP muestran modificaciones en la estructura arqueológica, dado que se propone una ocupación más extensa y reocupaciones frecuentes.

Otras líneas de investigación que confluyen en el sector, corresponden a los estudios de disponibilidad de obsidiana y los registros de sus usos por parte de las poblaciones pasadas. Ejemplo de ello, son los trabajos realizados por Fernández et al. (2017) y Barberena et al. (2019) en el río Barrancas para comprender los conjuntos arqueológicos del Norte de Neuquén y los trabajos realizados por Gil y Neme (2006) y Salgán et al (2023). Ambos abordajes pudieron corroborar la disponibilidad de nódulos naturales de obsidiana transportados por los ríos Barrancas y Colorado, que habrían sido aprovechados por las poblaciones cazadoras recolectoras, principalmente en el Sur de Mendoza. Registro de este uso, se encuentra en los sitios relevados por Salgán et al. (2014, 2023) y Pompei et al. (2021).

Además, en este sector se realizaron estudios de impacto con relevamiento de campo, correspondientes a Los Pajaritos (LP 1) (sector A3) y Ruta 40 (Transectas), así como de Ranquil Norte, cuyos informes se encuentran disponibles en los registros del Museo Regional Malargüe y el Museo de Historia Natural de San Rafael.

20.2.4.1. Sitios relevantes del Sector 4

Altiplanicie del Payén (AE)

Localidad arqueológica denominada Altiplanicie del Payén, su nombre hace referencia a la amplia plataforma basáltica formada a partir de los eventos volcánicos miocénicos (Llambías et al., 2010). En esta área se realizaron muestreos superficiales y se relevaron un total de 9 transectas que abarcan un área de 263.280 m². Las transectas varían en extensión entre 12 y 0,45 km. Se recuperaron 303 artefactos líticos, de los cuales 286 fueron recuperados en líneas de transecta, y se recolectaron 17 artefactos de obsidiana fuera de muestreo sistemático para análisis geoquímico (Salgán et al., 2014a). En la Altiplanicie del Payén (ALPA) la materia prima más frecuente es la roca silícea (95%), seguida por el basalto (3%), la obsidiana (1%) y las rocas no diferenciadas (1%). En ellos se reconocieron núcleos (49%), desechos de talla (28%) e instrumentos (2%). Los instrumentos más frecuentes son los de formatización bifacial (1%), seguidos por los de formatización unifacial (0,3%) y los artefactos con rastros complementarios (0,3%).

Agua de Pérez (AdP 1, 8B, 14)

Se realizaron diferentes estudios superficiales y estratigráficos. Los sitios excavados y publicados son Agua de Pérez 1 (AdP 1) (36°50'42.3"S, 69°29'17.6"W; 1.400 msnm), Agua de Pérez 8B (AdP 8B) (36°49'31.9"S, 69°28'43.2"W, 1.500 msnm) y Agua de Pérez 14 (AdP 14) (36°49'38.23"S, 69°28'41.28"W, 1.570 msnm). A estos sitios se suman los muestreos superficiales del sitio cantera-taller Agua de Pérez Cantera (Salgán y Pérez Winter, 2008-2009) y recolecciones superficiales de artefactos de obsidiana en el sitio Payún Sur (PS) (Salgán, 2015). Agua de Pérez se encuentra ubicada en el sector Suroeste de La Payunia, próxima al puesto y el arroyo intermitente del mismo nombre. En esta área se identificaron 14 sitios ubicados en ambos márgenes de la aguada natural (Figura 15.19). Aguada de Pérez o de la Zorra y Agua del Diablo forman parte del sistema de subcuenca del río Colorado y pueden presentar similares características de valor patrimonial. Los aumentos bruscos del caudal de la aguada en las épocas de lluvia, excavan en el terreno barrancas superiores a los 10 metros, que facilitan la detección de materiales arqueológicos enterrados (Tripaldi et al., 2017).

Fotografía 20.12 Vista de sitio Agua de Pérez 8B



Fuente: figura tomada y modificada de Tripaldi *et al.*, 2017

Agua de Pérez – Cantera (AdP Cantera)

Se realizó un muestreo superficial de un área aproximada de 5.000 m². Es un afloramiento de roca silíceea, en una meseta basáltica cuya altitud varía entre 1.465 msnm y 1.510 msnm (36°50'46.5"S, 69°29'0.8"W; Salgán y Pérez Winter, 2008-2009). Se presenta como filones longitudinales y nódulos dispersos de tamaño variable, con tonalidades que van desde el blanco lechoso - negro (opaco) al traslúcido (incolore). En el sitio se identificaron siete áreas de mayor concentración de artefactos o conjuntos superficiales, de tamaño variable. En una primera descripción la génesis de la materia prima del sitio se asoció a procesos hidrotermales de vulcanismo reciente (Salgán y Pérez Winter, 2008-2009), sin embargo, estudios petrográficos posteriores sostienen un origen vinculado a procesos de silicificación y reemplazo de rocas sedimentarias, con sectores rellenos parcialmente por procesos diagenéticos hidrotermales posteriores de recristalización (Salgán *et al.*, 2014b).

Carmonina (Car 1 y 2)

En el área se encuentran los sitios Carmonina 1 y 2 (37°04'33.86"S, 69°21'21.46"W; 850 msnm). En Car 1 se excavaron 8 m². Se encuentran en Cañadón Amarillo, en la subcuenca Río Colorado. Los trabajos en el sitio se iniciaron como parte de los estudios de impacto patrimonial de las obras destinadas a la extracción de potasio. Se recuperaron artefactos líticos, huesos y carbón. El sitio fue fechado entre 1400 y 5700 años AP (Salgán, 2013, 2015; Tripaldi *et al.*, 2017; Salgán *et al.*, 2023).

Médano R6 (MR 6)

En el sitio se realizó una excavación de 4 m², donde se recuperaron fundamentalmente restos líticos y restos óseos de fauna. Se encuentra ubicado en el valle del río Colorado y en la porción final del Cañadón Amarillo (37°9'5.67"S, 69°14'52.18"W; 700 msnm). Fue datado en 4000 años AP (Tripaldi *et al.*, 2017).

Pista

Pista es un sitio superficial ubicado en el pedimento de la sub-cuenca del Río Colorado. Se encuentra en un área relativamente llana y uniforme, de suelo rocoso-arenoso cubierto por clastos de basalto provenientes de la erosión de la Altiplanicie del Payún y con escasa cubierta vegetal. En el sitio se realizaron dos transectas continuas de 1.000 m de longitud y 8 m de ancho. El área prospectada abarca unos 16.000 m². Se recolectaron todos los materiales (n=392), donde la única materia prima representada es la roca silíceea (Salgán, 2013, 2015).

Río Colorado (RC)

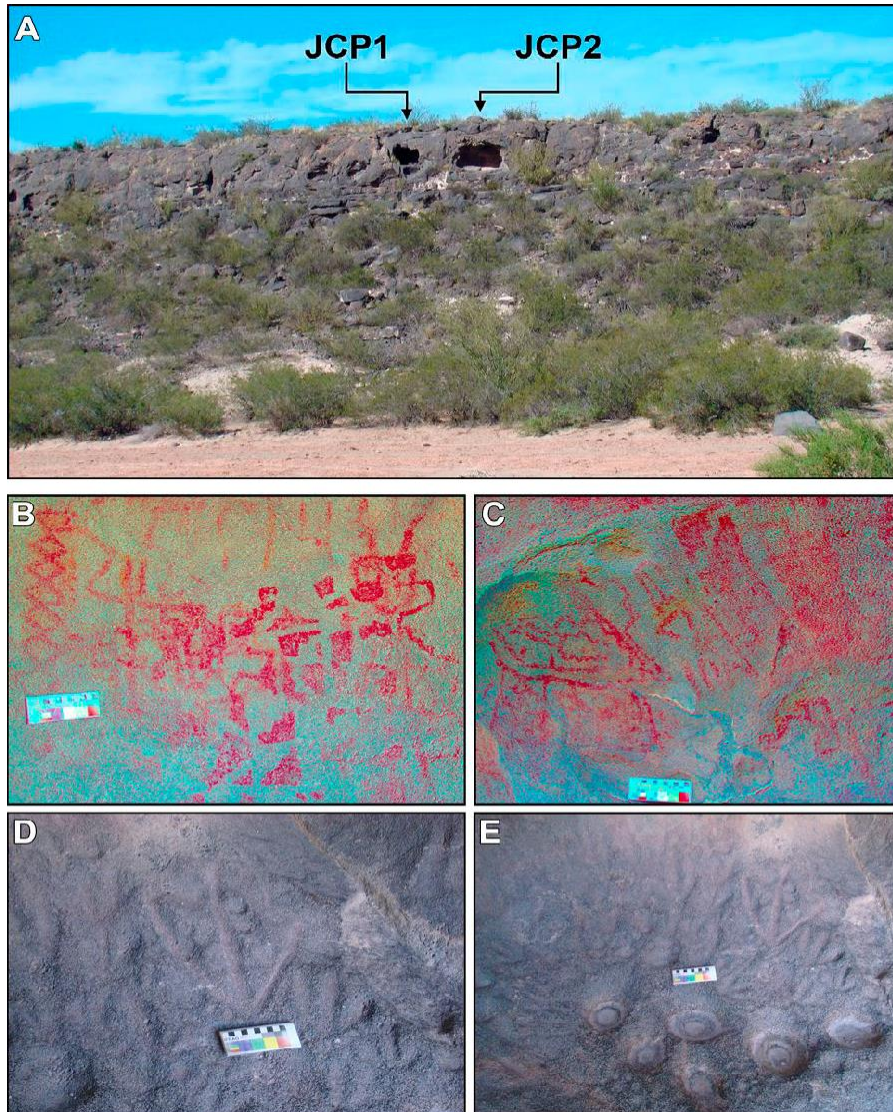
En el cauce medio del río Colorado, se realizó un muestreo superficial, que abarca un área aproximada de 8 km de largo por 12 m de ancho. Se realizaron cuatro transectas, con unidades de recolección continuas de aproximadamente 100 m de longitud. Se diferenciaron cuatro geoformas o unidades de

paisaje, denominadas A, B, C y D. Se recuperaron 474 artefactos líticos, las materias primas registradas son las rocas silíceas y el basalto. La clase artefactual predominante es desechos de talla, seguida por los núcleos y los instrumentos. Entre los instrumentos se destacan los artefactos de formatización bifacial, en especial puntas de proyectil (Salgán, 2013, 2015).

El Corcovo (Cor 1, 2 y 3) y Jagüel Casa de Piedra 1 y (JCP 1 y 2)

Se realizaron muestreos superficiales y uno estratigráfico de 2 m². En los muestreos superficiales se cubrió un área de 188.800 m², donde se diferenciaron cuatro sitios de mayor concentración (Cor 1, Cor 2, Jagüel Casa de Piedra 1 y 2 -JCP 1 y JCP 2-) y otras zonas de baja depositación arqueológica superficial. Las prospecciones dirigidas, focalizadas en vertientes o lugares con disponibilidad de agua, se centraron en los siguientes Puestos: Vidriera, Moya, Luanco y Díaz. En todos ellos se encontraron alta densidad de materiales y amplias dispersiones. En la localidad Puesto Díaz los trabajos se centraron en la excavación del sitio a cielo abierto Corcovo 1 (Cor 1; 37°23'2.1"S, 68°26'18"W) y el relevamiento de los petroglifos adyacentes, denominados como sitio Corcovo 2 (Cor 2; 37°23'3"S, 68°26'14"W) (Gil et al., 2019). Se excavó una cuadrícula por niveles artificiales de 10 cm, se realizaron 12 extracciones. En la localidad Jagüel Casa de Piedra los trabajos se centraron en relevar el arte rupestre de dos aleros adyacentes denominados Jagüel Casa de Piedra 1 (JCP 1; 37°25'54.77"S, 68°29'37.98"W) y Jagüel Casa de Piedra 2 (JCP 2; 37°25'54.60" S, 68°29'38.00" W) (Gil et al., 2019). En el registro lítico se destaca el uso de materias primas locales, como son las rocas silíceas (Salgán, 2015) y los rodados de rocas disponibles en el río Colorado, como son el basalto, la obsidiana y la riolita. La presencia de toda la secuencia de reducción en obsidiana apoya la propuesta de la disponibilidad secundaria de esta roca en la cuenca de los ríos Barrancas y Colorado (Salgán et al., 2023). El arte rupestre se encuentra emplazado sobre bloques rocosos de diferentes tamaños distribuidos dentro de una sección acotada de talud de borde meseta orientado en sentido general norte-sur. Se identificaron 71 bloques con arte rupestre, con un total de 151 motivos (Gil et al., 2019). Jagüel Casa de Piedra 1 (JCP 1) y Jagüel Casa de Piedra 2 (JCP 2), se encuentran ubicados a una altitud aproximada de 570 msnm (Figura 15.20). Los resultados señalan el inicio de las ocupaciones en torno a 1900 años 14C AP y asocian cronológicamente el arte rupestre a dos conjuntos que manifiestan diferencias en la utilización del espacio y un cambio en el patrón de movilidad en torno a 600 años 14C AP (Gil et al., 2019).

Figura 20.8 El Corcovo. A: Vista de sitios JCP-1 y JCP-2. B, D y E: Vista de los motivos rupestres relevados en JCP-1. C: Figuras geométricas relevadas en JCP-2



Fuente: Figura tomada de Gil *et al.*, 2019

Puesto Abandonado (PAB)

Se realizaron relevamientos superficiales y una excavación estratigráfica de 2 m². Se encuentra localizado en las proximidades del puesto del mismo nombre en Cañadón Amarillo. En el muestreo superficial se relevaron 112.000 m² (1670 msnm) donde fueron recuperadas lascas de sílice y obsidiana, pero en baja densidad. Se registraron sectores de mayor concentración de materias arqueológico, en Puesto Abandonado (37°00'38"S, 69°33'08"W) se realizó un muestreo estratigráfico donde se recuperaron restos óseos de fauna y material lítico de sílice, obsidiana y basalto (Salgán, 2013, Salgán *et al.*, 2023).

Ranquil Norte

Reyes (1956) menciona la importancia arqueológica de Ranquil Norte, posterior a esto no hay trabajos arqueológicos sistemáticos en la zona. Hay investigaciones en áreas aledañas que permiten generar ciertas expectativas. Es en ese contexto que se destacan los trabajos arqueológicos de Durán (2000), Neme (2006), Lagiglia (1997) y Gil (2006) para esbozar una caracterización arqueológica del Sur mendocino.

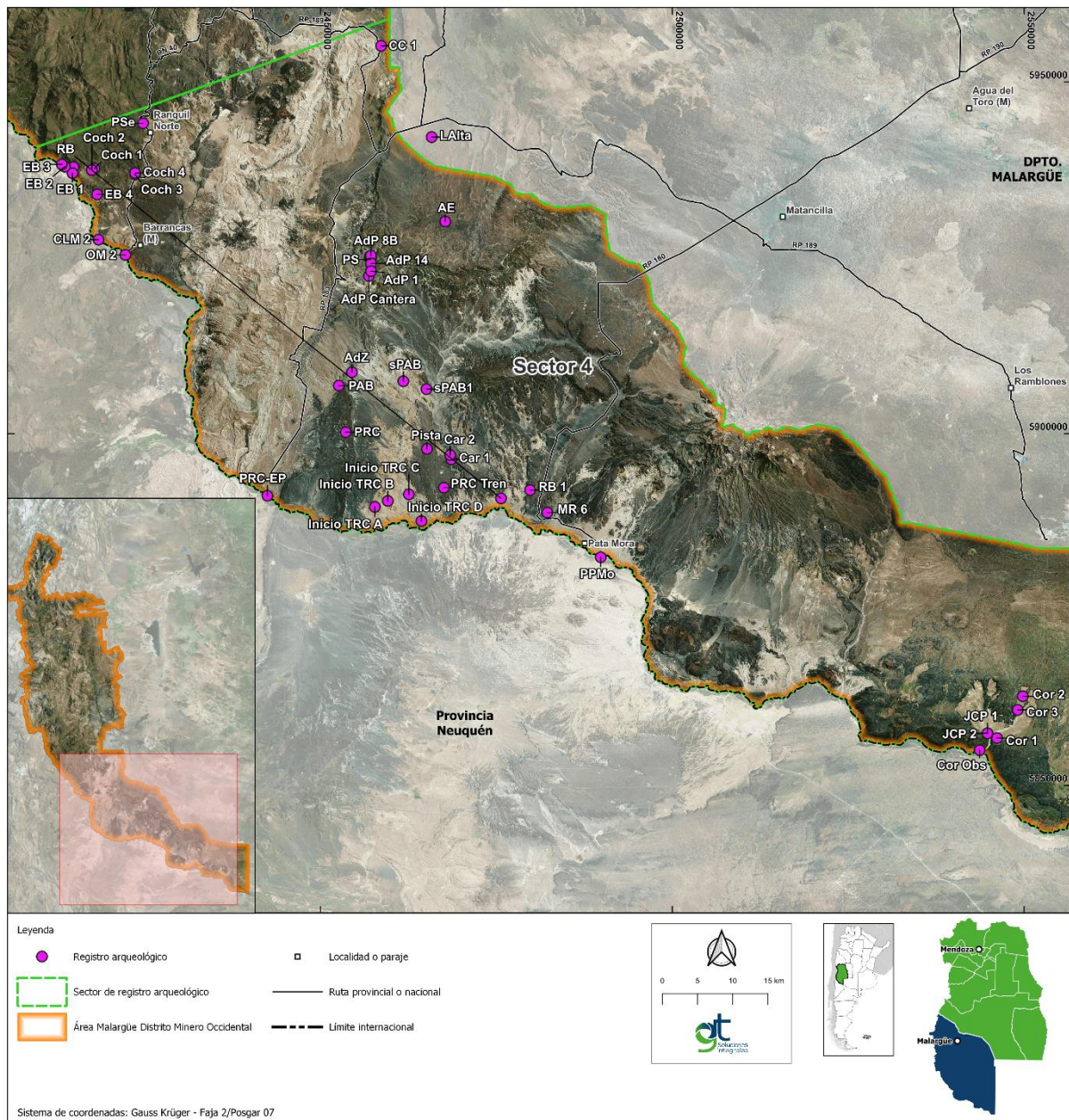
El Batro (EB, EB1 a 4)

Se realizaron muestreos superficiales en las proximidades de la desembocadura del río Grande. Esto incluyó ambientes de la costa del río Barrancas, lagunas, puestos, vertientes y márgenes de arroyos. Se detectaron cuatro sitios denominados Batro 1 a 4 (EB, EB1 a 4) (Salgán et al., 2023). En cada sitio se detectaron las siguientes materialidades arqueológicas. El Batro 1 (EB 1): (1.030 msnm) Lascas y núcleos de obsidiana. Lascas de basalto y sílice. Cantera de obsidiana río Barrancas (RB): (1083 msnm). Nódulos de obsidiana de diferentes tamaños, algunos de ellos se encuentran tallados. El Batro 2 (EB 2): (1.071 msnm). Lascas de obsidiana y sílice. El Batro 3 (EB 3): (1.089 msnm). Lascas de obsidiana y basalto. El Batro 4 (EB 4): (1.213 msnm). Punta de proyectil de obsidiana, lascas y núcleos de obsidiana y sílice.

Cochiquito (Coch 1 a 4)

Corresponde a sitios superficiales, denominados Cochiquito 1 a 4. Se encuentran próximos al cerro homónimo (Ver informe Línea de Base Arqueológica Anexo V). En los sitios 1 y 2 se identificaron lascas de basalto, obsidiana. En Cochiquito 3 (1.245 msnm): lascas de basalto, sílice y obsidiana, además de cáscaras de huevo y huesos quemados. Por último, en Cochiquito 4: cáscara, placas de Dasipódidos quemadas y cerámica.

Mapa 20.5 Registro arqueológico en el Sector 4



Fuente: GT Ingeniería SA en base a Salgán y Sugrañes, 2023

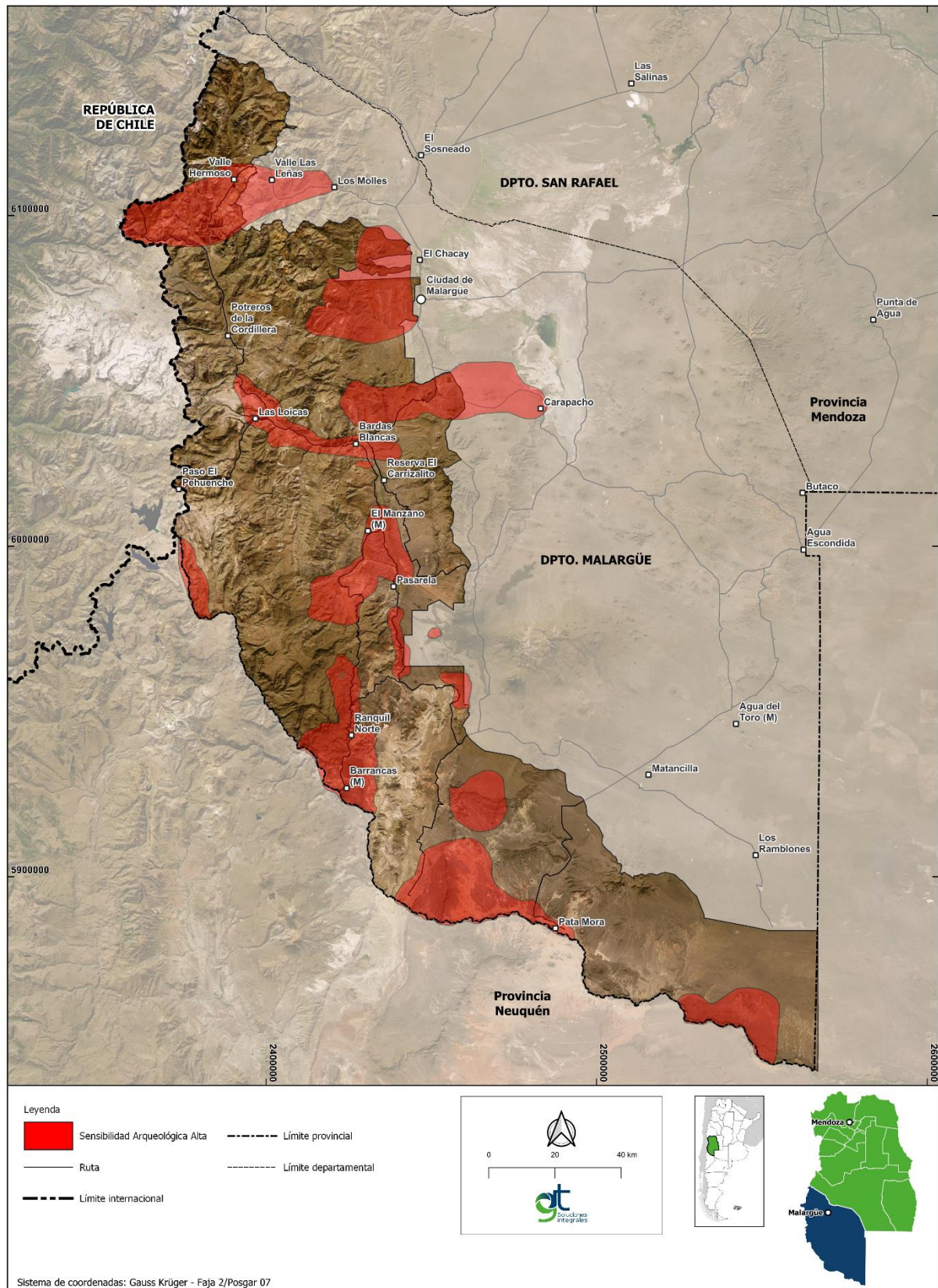
20.2.4.2. Otros sitios arqueológicos en el Sector 4 mencionados en la literatura

Otros sitios mencionados en la literatura (Ver informe Línea de Base Arqueológica Anexo V) corresponden a: Cara Cura 1 (CC 1); Puesto Sepúlveda (PSe), PRC, PRC Tren, Rincón Blanco (RB y RB 1), Payún Sur (PS), Puente Río Colorado Pata Mora (PPMo) y Puente El Portón (PRC-EP), sPAB y sPAB 1, PAB Agua de Zuñiga (AdZ), Obsidiana Maule 2 (OM), Cantera Laguna El Maule 2 (CLM 2), y sitios cercanos como Loma Alta (LAIta).

20.3. Sensibilidad patrimonio arqueológico del área de MDMO

La información recabada fue volcada en un mapa donde es posible identificar tanto las áreas con información arqueológica disponible en la bibliografía consultada, como aquellas áreas con vacíos de información producto de la ausencia de trabajos arqueológicos. Donde se representa en color rojo aquellos sitios donde se registran hallazgos documentados en la bibliografía analizada, con un buffer de 100 m desde el punto de hallazgo (Sensibilidad Arqueológica Alta).

Mapa 20.6 Mapa sensibilidad del patrimonio arqueológico



Fuente: GT Ingeniería SA en base a Salgán y Sugrañes, 2023

21. Sitios de valor paleontológico

El objetivo del apartado es generar una base de datos bibliográfica y un mapa hallazgos en el área de MDMO.

La sistemática del trabajo se realizó sobre la base de imágenes satelitales, hojas geológicas y bibliografía existente para luego con la información obtenida diseñar una base de datos con hallazgos paleontológicos y poder identificar sitios de interés paleontológica.

Debido a la gran extensión de terreno con sus correspondientes formaciones geológicas y por consecuente la amplia paleobiodiversidad para la secuencia Mesozoica (Triásico-Jurásico-Cretácico) y las secuencia Terciarias y Cuaternarias, se realizó una división en dos áreas, tomando como sector Norte la Hoja geológica 3569-III, Malargüe y sector Sur Hoja geológica 3769-I, Barrancas, cubriendo la mayor parte de MDMO.

Los resultados son presentados en una base de datos, que se adjunta al presente informe (ver Anexo V). En la misma, se detallan las localidades y formaciones del departamento Malargüe que presentan interés paleontológico, según se puede inferir del conocimiento del área a partir de trabajos científicos publicados y hallazgos inéditos.

21.1. Área Norte - Hoja Geológica 3569-III, Malargüe

El área de estudio se extiende entre los 69° 00' de longitud Oeste, el límite internacional con Chile, y los 35° 00' a 36° 00' de latitud Sur, abarca el cincuenta por ciento del departamento Malargüe, extendiéndose desde la localidad de El Sosneado al Norte y cubriendo todo el sector de la localidad de Bardas Blancas al Sur, con una superficie cercana a los 12.633 km².

21.1.1. Estratigrafía

21.1.1.1. Relaciones generales

Esquistos y pelitas de la Formación Arroyo Mendino del Paleozoico superior constituyen la unidad más antigua reconocida en el área. Le sigue durante el Pérmico superior - Triásico medio la acumulación del importante evento volcánico del Grupo Choiyoi, caracterizado por volcanitas ácidas y mesosilíceas. El Mesozoico se encuentra muy bien documentado en la Hoja desde fines del Triásico a fines del Cretácico, si bien de cuando en cuando interrumpido por varias discordancias de diferente magnitud. En el Triásico superior tuvieron lugar la depositación del Grupo Tronquimalal y la intrusión del Granito y pórfiro del Chihuido.

Las unidades previamente citadas constituyen el sustrato de la porción mendocina de la cuenca Neuquina. Puede considerarse que el relleno de esta cuenca de sedimentación comienza con la acumulación de las sedimentitas continentales de la Formación Remoredo. Con la Formación Puesto Araya se manifiesta la primera ingresión marina reconocida en la comarca, cuya edad se adjudica al Sinemuriano - Toarciano. Le siguen areniscas y pelitas de la Formación Tres Esquinas que se depositaron durante el Aaleniano - Calloviano inferior. En el Sur del área aflora la Formación Lajas, que caracteriza los depósitos de playa menos profundos, asignados al Bathoniano - Calloviano inferior. En el área de Bardas Blancas, en discordancia sobre la Formación Tres Esquinas, se ha reconocido a la Formación Calabozo, seguida por los depósitos de yeso de la Formación Tábanos, asignados al Calloviano medio - superior. Luego de producida esa fuerte desecación de la cuenca, se depositan en el Oxfordiano las calizas marinas de la Formación La Manga, en tanto que en el Oxfordiano superior - Kimmeridgiano, se acumularon nuevamente depósitos de yeso de la Formación Auquílco. Tras la discordancia determinada por la acción de la fase Araucánica, que produjo el retiro del mar de la cuenca, tuvo lugar durante el Kimmeridgiano la depositación de las areniscas continentales de la Formación Tordillo. Entre el Tithoniano inferior tardío hasta el Barremiano, la cuenca fue invadida nuevamente por el mar, acumulándose sedimentitas marinas del Grupo Mendoza (Formaciones Vaca Muerta, Chachao y Agrio), de amplia extensión en la Hoja, y luego sedimentitas mixtas y continentales agrupadas en la Formación Huitrín, que se adjudica al Aptiano - Albiano. Seguidamente se identificaron depósitos continentales de la Formación Diamante, que se asignan al Cretácico superior.

Una nueva ingresión marina somera de origen Atlántico se manifiesta en la comarca, estando representada por el Grupo Malargüe (Formaciones Loncoche, Roca y Pircala) depositado durante el Campaniano superior - Daniano. Sigue a continuación, durante el Paleoceno, la acumulación de la Formación Coihueco.

Tanto durante el Paleógeno como el Neógeno se han documentado importantes eventos volcánicos, marcando el paulatino ascenso de la Cordillera de los Andes. Durante el Mioceno tuvo lugar el emplazamiento del Ciclo Eruptivo Huincán constituido por cuerpos subvolcánicos de composición intermedia. Los depósitos elásticos de la Formación Agua de la Piedra compuestos por rocas volcánicas intermedias se desarrollaron durante el Mioceno medio, considerando que en su base existen niveles conglomerádicos atribuidos a los "Rodados Lustrosos". También se han identificado en el Mioceno superior basaltos de la Formación Coyocho inferior, los que al Oeste de la localidad de Malargüe están cubiertos por depósitos clásticos y piroclásticos de la Formación Pincheira.

Durante el Plioceno inferior la región fue cubierta por depósitos de conglomerados y areniscas correspondientes al primer nivel de agradación. En concomitancia con el ascenso regional de la comarca, se derramaron en el Plioceno tardío y el Pleistoceno temprano coladas basálticas de las Formaciones Coyocho superior y Chapúa.

En el Pleistoceno inferior se manifiestan los depósitos del segundo nivel de agradación, así como nuevos derrames basálticos correspondientes de la Formación El Puente. El Pleistoceno se completa con las ignimbritas y tobas de la Formación Loma Seca y los depósitos de la llanura pedemontana. En el Holoceno se identificaron nuevas coladas basálticas (Basaltos Cerro Campanario y Peteroa), a las que suceden depósitos morénicos y basálticos (Formación Tromen), tanto como depósitos eólicos y aluviales.

21.1.1.2. Paleontología general

En el Sur de la provincia de Mendoza, las rocas y fósiles de la Era Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica están ampliamente representados (ver Anexo V).

Los sedimentos paleozoicos tienen su máxima exposición en la provincia en el Bloque San Rafael. Las formaciones con estudios más detallados son la Formación El Imperial y las secuencias silisovolcanicas del grupo Cochico. Estas rocas han sido referidas al Carbonífero-Pérmico (360-250 millones de años aproximadamente) mediante dataciones radimétricas (Rocha Campos et al. 2012) y correlaciones palinológicas (Vazquez y Cesari, 2017; Pazos et al. 2007). Entre los restos de macroflora se ha reconocido la flora de NBG (Espejo y Césari 1987). Icnitas referidas a vertebrados también han sido documentadas en la formación Yacimiento Los Reyunos, destacándose los recientes trabajos de Mancuso et al. (2016) y Krapovic et al. (2015).

Las rocas pertenecientes al Periodo Triásico (250-205 millones de años aproximadamente) afloran ampliamente por el Noroeste de la provincia, en las localidades de Potrerillos, Paramillos de Uspallata, Cacheuta, entre otros y en el Departamento de San Rafael (Strelkov y Álvarez, 1984, Ottone et al., 2014). Estos estratos han brindado una variedad de vertebrados fósiles entre los que se destacan temnospóndilos y terápsidos (Báez et al., 1993) como también restos de sinapsidos basales (Martinelli et al. 2010), entre la paleoflora se destaca la presencia de la "Flora de Dicroidium" predominando las Pteridospermófitas (helechos con semillas), evidenciando una paleogeografía que corresponde a ambientes de ríos con lagunas de agua dulce los cuales cubrían grandes sectores en el ámbito de Precordillera (Morel y Artabe, 1993).

Las rocas del Periodo Jurásico-Cretácico (205-65 millones de años aproximadamente), se localizan en el ámbito de Cordillera Principal, observándose prácticamente distribuidos en todo el Departamento de Malargüe y cerca del límite con Chile. Los fósiles representativos para el periodo Jurásico son los invertebrados marinos como amonites, bivalvos y corales (Vennari, 2015; Damborenea y Leanza, 2016; Echeverría et al., 2017) también son frecuentes los restos de reptiles marinos como, por ejemplo: ictioasurios, plesiosaurios, mosasaurios, y tortugas marinas (Fernández, 2000; de la Fuente et al., 2016). La presencia de estos fósiles marinos, es un claro elemento de las grandes transgresiones y regresiones que efectuaba el océano Pacífico proveniente desde el oeste en este periodo.

En general, los materiales paleontológicos más abundantes del Sur mendocino se basan en su gran mayoría en restos de invertebrados marinos, y en segunda medida reptiles marinos. Los restos de vertebrados continentales son menos abundantes. Sin embargo, en los últimos veinte años diferentes proyectos de investigación y descubrimientos fortuitos han comenzado a revertir esta realidad, logrando importantes hallazgos de reptiles continentales para la provincia (Alcober et al., 1995; Wilson, 1999; González Riga, 2003, de la Fuente et al, 2017).

El grupo Neuquén, en la provincia de Mendoza, también ha brindado importantes restos de vertebrados fósiles. Particularmente los hallazgos provenientes de la Formación Loncoche (89 millones de años

aproximadamente), presentan una marcada diversidad faunística (González Riga; 1999, Previtera y González Riga, 2008) y otorgan materiales muy completos (de la Fuente et al., 2017). La Formación Loncoche ha sido caracterizada como un ambiente continental tipo fluvial representada por espesas secuencias de areniscas, conglomerados y pelitas.

La era Cenozoica iniciada hace 65 millones de años, se extiende hasta la actualidad, integrada por los períodos Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Se caracterizó por la radiación evolutiva de los mamíferos luego de la extinción del límite Cretácico-Paleógeno. Estos se diversificaron ocupando la mayoría de los nichos ecológicos dejados por los dinosaurios. También se diversificaron y extendieron ampliamente las aves, y las angiospermas. En la provincia de Mendoza se destacan importantes hallazgos de fauna Cenozoica en la Formación Aisol (Garrido et al. 2014, Forasiepi et al. 2015), y Formación Mariño (Cerdeño et al., 2006) entre otros sitios. En los últimos años a través de proyectos de investigación y descubrimientos fortuitos se han presentado los primeros hallazgos de megafauna extinta en el departamento de Malargüe (Praderio et al., 2012).

21.2. Área Sur – Hoja geológica 3769-I, Barrancas.

El área se extiende entre los paralelos 36° y 37° de latitud Sur y los meridianos 69° y 70° 30' de longitud Oeste, abarcando la región Sur del departamento Malargüe, provincia de Mendoza, y la sección Norte y Noreste de los departamentos Pehuenches y Chos Malal pertenecientes a la provincia del Neuquén, cubriendo una superficie aproximadamente de 14.600 km².

21.2.1. Estratigrafía

21.2.1.1. Relaciones generales

La Hoja Barrancas está ubicada en la Faja Plegada y Corrida de la Cordillera Principal. La unidad más antigua reconocida en el área corresponde a las volcánicas mesosilíceas del Grupo Choiyoi de edad permo-triásica, las cuales constituyen el basamento sobre el que se depositan mediante discordancia las sedimentitas que conforman la Cuenca Neuquina de edades triásica superior, jurásica, cretácica y paleógena inferior. Durante el Cenozoico se registra una fuerte actividad magmática de retroarco extrandina, simultáneamente con la acumulación de sedimentitas en las cuencas de antepaís y piggy back.

La Cuenca Neuquina ubicada en el retroarco de un margen activo convergente, comienza como un sistema de rift para evolucionar al ritmo de los cambios de velocidad de convergencia durante un período de aproximadamente 200 Ma. Ello se traduce en complejas relaciones estratigráficas. Los cambios en las tasas de subsidencia, la actividad del arco magmático, los ciclos eustáticos y la tectónica andina son los principales responsables de las discordancias y de la configuración geométrica de las distintas unidades litoestratigráficas genéticamente relacionadas.

21.2.1.2. Paleontología general

Para el caso de las rocas del Periodo Jurásico y Cretácico (205-135 millones de años), éstas se localizan en el ámbito de Cordillera Principal, observándose desde las inmediaciones del Cerro Aconcagua, hasta el Departamento de Malargüe cerca del límite con Chile. Los fósiles representativos para el periodo Jurásico son los invertebrados marinos tales como amonites (moluscos), bivalvos y braquiópodos, también son frecuentes los restos de reptiles marinos como, por ejemplo: ictioasurios, plesiosaurios, mosasaurios, etc. (Gasparini, 1985). La evidencia de estos fósiles marinos, es un claro elemento de las grandes transgresiones y regresiones que efectuaba el océano Pacífico proveniente desde el oeste cuando aún no se había levantado la Cordillera de los Andes.

En general, el conocimiento paleontológico del Sur mendocino se basaba en su gran mayoría a fósiles de invertebrados marinos, como así también reptiles marinos y muy escasamente evidencias de vertebrados continentales. Sin embargo, en los últimos años diferentes proyectos de investigación y descubrimientos fortuitos han comenzado a revertir esta realidad, logrando los primeros hallazgos de dinosaurios para la provincia (Alcober et al., 1995, Wilson, 1999, Gonzáles Riga, 2003) (ver Anexo 1).

Los únicos depósitos que han brindado fósiles de dinosaurios en la provincia de Mendoza corresponden al Cretácico Tardío en particular al Grupo Neuquén y la Formación Loncoche, siendo representados por espesas secuencias de areniscas, conglomerados y pelitas los cuales corresponden a típicos ambientes continentales del tipo fluvial.

La Era Cenozoica iniciada hace 65 millones de años, se extiende hasta la actualidad, integrada por los periodos Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Se caracterizó por la impresionante radiación evolutiva de los mamíferos (monos, elefantes, tigres, caballos, murciélagos, ballenas etc.) luego de la extinción de los dinosaurios. Estos se diversificaron ocupando la mayoría de los nichos ecológicos dejados por los dinosaurios. También se diversificaron y extendieron ampliamente las aves, y las plantas modernas con flores (angiospermas) las cuales ya habían surgido en el Cretácico.

21.3. Compilación de hallazgos

A continuación, se presenta la Tabla con los hallazgos paleontológicos del área:



Hallazgo/especie	Tipo de fósil	Taxonomía	Área	Formación	Edad	Localización	Coordenadas	Citas
<i>Quetecsaurus rusconii</i>	Vertebrado	Sauropoda, Titanosauria	Sur	Cerro Lisandro	Turoniano medio tardío, Cretácico Superior	Cañada del Pichanal, cerca del río Colorado.		Gonzalez Riga y Ortiz David, 2014
<i>Notocolossus gonzalezparejasi</i>	Vertebrado	Sauropoda, Titanosauria	Sur	Plottier	Coniaciano superior - Santoniano inferior, Cretácico superior	Al norte del Cerro Guillermo	S 37° 3' 10.97"; W 69° 25' 0.29"	Gonzalez Riga, Lamanna, Ortiz David, Calvo y Coria, 2016
Pterosaurio, género y especie indet	Vertebrado	Pterosauria, Azhdarchidae	Sur	Plottier	Coniaciono superior - Santoniano inferior, Cretácico superior	Agua del Padrillo	S 37° 3' 11.16"; W 69° 26' 58.32"	Ortiz David, Gonzalez Riga y Kellner, 2018
<i>Mendozasaurus neguyelap</i>	Vertebrado	Sauropoda, Titanosauria	Sur	Sierra Barrosa	Coniaciano medio superior	Al sur del área Cerro Guillermo	S 37° 3' 10.97"; W 69° 25' 0.29"	Gonzalez Riga et al., 2018b; Gonzalez Riga, Lamanna, Otero, Ortiz David, Kellner, Ibiricu, 2019a
<i>Malarguesaurus florenciae</i>	Vertebrado	Dinosauria, Sauropoda	Sur	Los Bastos	Coniaciano medio inferior, Cretácico superior	Área Paso de Bardas, 20km al oeste		Gonzalez Riga, Previtera y Pirrone, 2009
<i>Titanopodus mendozensis</i>	Huellas de vertebrados	Sauropoda, Titanosauria	Norte	Loncoche	Campaniano tardío - Maastrichtiano temprano, Cretácico superior	Área Agua del Choique	S 35° 26' 56.66"; W 69° 44' 2.39"	Gonzalez Riga et al., 2014; Gonzalez Riga, Ortiz David, Tomaselli, Candeirol, Coria y Prámparo, 2015
<i>Teratopodus malarguensis</i>	Huellas de vertebrados	Sauropoda, Titanosauria	Norte	Anacleto	Campaniano medio Cretácico superior	Agua del Choique, 14km al oeste de Malargue	S 35° 26' 56.66"; W 69° 44' 2.39"	Gonzalez Riga et al., 2015; Tomaselli et al., 2022
Huellas de dinosaurios pterópodos	Huellas de vertebrados	Theropoda	Norte	Loncoche	Campaniano tardío - Maastrichtiano temprano, Cretácico superior	Agua del Choique, 14km al oeste de Malargue	S 35° 26' 56.66"; W 69° 44' 2.39"	Gonzalez Riga et al., 2015
Especimen megaraptórico	Vertebrado	Theropoda, Coelurosauria	Sur	Anacleto	Campaniano, Cretácico Superior	Cañadón Amarillo		Méndez et al., 2019
<i>Aerosteon riocoloradensis</i>	Vertebrado	Dinosauria, Theropoda	Sur	Anacleto	Santoniano, Cretácico Superior	Cañadón Amarillo	S 37.5° ; W 70.5°	Sereno et al., 2008
<i>Mendozachelys wichmanni</i>	Vertebrado	Chelidae	Sur	Loncoche	Campaniano superior - Maastrichtiano inferior, Cretácico superior	Ranquil Có		De la Fuente et al., 2015; de la Fuente et al., 2017
<i>Pyrotherium</i>	Vertebrado	Pyrotheria, Pyrotheriidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3"; W 69° 42' 3.5"/ S 36° 33' 26"; W 69° 41' 35"	Ameghino, 1888; Vera y Cerdeño, 2017
<i>Gualta cuyana</i>	Vertebrado	Toxodontia, Leontiniidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3"; W 69° 42' 3.5"/ S 36° 33' 26"; W 69° 41' 35"	Cerdeño y Vera, 2014
<i>Asmodeus petrasnerus</i>	Vertebrado	Notoungulata, Homalodotheriidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3"; W 69° 42' 3.5"/ S 36° 33' 26"; W 69° 41' 35"	Seoane y Cerdeño, 2014
<i>Mendozahippus fierensis</i>	Vertebrado	Notoungulata, Notohipiidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3"; W 69° 42' 3.5"/ S 36° 33' 26"; W 69° 41' 35"	Cerdeño y Vera, 2010; Cerdeño y Vera, 2014
<i>Archaeohyrax</i>	Vertebrado	Notoungulata, Archaeohyracidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3"; W 69° 42' 3.5"/ S 36° 33' 26"; W 69° 41' 35"	Cerdeño, Reguero y Vera, 2010



Hallazgo/especie	Tipo de fósil	Taxonomía	Área	Formación	Edad	Localización	Coordenadas	Citas
<i>Prohegetotherium malalhuense</i>	Vertebrado	Notoungulata, Hegetotheriidae	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3''; W 69° 42' 3.5'' / S 36° 33' 26''; W 69° 41' 35''	Cerdeño y Reguero, 2015
<i>Fieratherium sorex</i>	Vertebrado	Mammalia, Metatheria	Sur	Agua de la Piedra	Oligoceno tardío	Quebrada Fiera	S 36° 33' 13.3''; W 69° 42' 3.5'' / S 36° 33' 26''; W 69° 41' 35''	Forasiepi et al., 2014
<i>Peirosaurus torminni</i>	Vertebrado	Crocodyliformes, Peirosauridae	Sur	Anacleto	Cretácico tardío	Área Cañadón Amarillo	S 37° 07' 31.6''; W 69° 02' 59.3''	Praderio, Martinelli y Candeiro, 2009
<i>Megatherium</i> cf. <i>M. americanun</i>	Vertebrado	Xenarthra, Megatheriidae	Norte		Pleistoceno, Cuaternario	Manqui-Malal	S 35° 45' 31'' ; W 69° 34' 08''	Praderio, Gil y Forasiepi, 2012
Tardigrada indet	Vertebrado	Mammalia, Xenarthra	Norte		Pleistoceno - Holoceno, Cuaternario	Cueva El Chacay		Bargo et al., 2010; Cerdeño et al., 2008;
Camelidae indet	Vertebrado	Mammalia, Artiodactyla	Norte		Pleistoceno - Holoceno, Cuaternario	Cueva El Chacay		Rusconi 1946; 1949; Forasiepi et al., 2010
cf. <i>Equus neogeus</i>	Vertebrado	Mammalia	Norte		Pleistoceno - Holoceno, Cuaternario	Cueva El Chacay		Forasiepi et al., 2010
<i>Megatherium</i> sp.	Vertebrado	Xenarthra, Megatheriidae	Sur		Cuaternario	Gruta El Manzano	S 36° 0.6'; W 69° 52'	Gambier, 1980; 1985
<i>Megatherium</i> sp.	Vertebrado	Xenarthra, Megatheriidae	Sur		Cuaternario	Agua de Perez, La Payunia	S 36° 50' 44.8'' W 69° 29' 15.9''	Bargo et al., 2010; Neme y Gil, 2008
<i>Myodontidae</i> indet.	Vertebrado	Mammalia	Sur		Cuaternario	Cueva del Volcán el Hoyo	S 36° 08' 4.45'' W 69° 07' 47.38''	Bargo et al., 2010
Asociación florística (14 taxones)	Paleoflora	varias	Sur	El Freno	Jurásico Inferior	Cerro La Brea	S 35° W 70°	Artabe et al., 2005; Gnaedinger et al., 2015
Asociación florística (25 taxones)	Paleoflora	varias	Norte	Chihuíu	Triásico superior	Llantenos, Arroyo Tronquimalal y Cerro Chihuido	S 35° 40' ; W 69° 40'	Artabe et al., 1999
Asociación florística (36 taxones)	Paleoflora	varias	Norte	Llantenos	Triásico superior	Llantenos, Arroyo Tronquimalal y Cerro Chihuido	S 35° 40' ; W 69° 40'	Artabe et al., 1999; Crisafulli y Herbst, 2010
Troncos fósiles (4 taxones)	Paleoflora	Gimnospermas	Norte	Llantenos	Triásico superior	Cerro Chihuido	S 35° 38'; W 69° 35'	Zuliani y Crisafulli, 2021
<i>Ancanamunia mendoza</i>	Vertebrado	Ichthyosauridae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior - Triásico inferior	Quebrada de Leiva	S 35° 48'; W 69° 48'	Rusconi, 1940; Vennari et al., 2021
Cocodrilos metriorrínquidos, tortugas y peces	Vertebrado	restos varios reptiles marinos	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior - Triásico inferior	Quebrada de Leiva	S 35° 48'; W 69° 48'	Vennari et al., 2021
Peces fósiles	Vertebrado	Chondrichthyes; Teleostei; Lepisosteidae y Dipnoi, entre otros	Sur	Loncoche	Cretácico superior	Calmu Co	S 36° 30'; W 69° 50'	Previtera y Gonzalez Riga, 2008
cf. <i>Yaminuechelys</i> ; cf. <i>Prochelidella</i>	Vertebrado	Chelidae	Sur	Loncoche	Cretácico superior	Calmu Co	S 36° 30'; W 69° 50'	Previtera y Gonzalez Riga, 2008
Plesiosauroidea indet.	Vertebrado	Plesiosauria	Sur	Loncoche	Cretácico superior	Calmu Co	S 36° 30'; W 69° 50'	Previtera y Gonzalez Riga, 2008
<i>Cricosaurus puelchorum</i>	Vertebrado	Crocodylomorpha, Metriorhynchidae	Norte	Vaca Muerta	Cretácico	Arroyo Paulino	S 34° 58'; W 69° 49'	Herrera Y; Fernandez M., y Vennari V.V., 2021



Hallazgo/especie	Tipo de fósil	Taxonomía	Área	Formación	Edad	Localización	Coordenadas	Citas
<i>Neusticemys neuquina</i>	Vertebrado	Testudinata, Thalassochelydia	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez y de la Fuente, 1988; Fernandez et al., 2019
<i>Cricosaurus</i> sp.	Vertebrado	Crocodylomorpha, Metriorhynchidae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Ichthyosauria indet.	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Metriorhynchidae indet	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Geosaurini indet.	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Platypterygiinae indet.	Vertebrado	Ichthyosauria, Ophthalmosauridae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Ophthalmosauridae indet	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Durazno	S 35° 5´; W 69° 45´	Fernandez et al., 2019
Metriorhynchidae indet	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
Platypterygiinae indet.	Vertebrado	Ichthyosauria, Ophthalmosauridae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
<i>Cricosaurus</i> sp.	Vertebrado	Crocodylomorpha, Metriorhynchidae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
Ichthyosauria indet.	Vertebrado		Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
Geosaurunae indet	Vertebrado	Geosaurinae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
cf. <i>Dakosaurus</i>	Vertebrado	Crocodylomorpha, Geosaurinae	Norte	Vaca Muerta	Jurásico superior	Arroyo Paulino	S 34° 58´; W 69° 49´	Fernandez et al., 2019
<i>Cricosaurus araucanensis</i>	Vertebrado	Crocodyliformes, Thalattosuchia	Sur	Vaca Muerta	Jurásico			Herrera et al., 2013; Gasparini y Dellapé, 1976
<i>Purranisaurus potens</i>	Vertebrado	Crocodyliformes	Norte	Vaca Muerta	Jurásico	Arroyo del Cajón Grande	S 35° 54´; W 70° 16´	Rusconi, 1948; Herrera, Gasparini y Fernandez, 2015
<i>Dakosaurus andiniensis</i>	Vertebrado	Crocodyliformes	Sur	Vaca Muerta	Jurásico	Cari-Lauquen, márgenes del Río Barrancas		Vignaud y Gasparini, 1996; Pol y Gasparini, 2009
Sauropoda indet	Vertebrado	Saurischia, Sauropoda	Norte	nivel suprayacente Fm. Remoredo	Jurásico medio	Cerro Tricolor		Salgado y Gasparini, 2004
araucarias y coníferales	Paleoflora	Araucariaceae	Norte	Diamante	Cretácico superior	Llano Blanco	S 35° 55´ 7.5´´; W 69° 46´ 28.5´´	Pujana, 2022; Praderio pers. comm.
Hallazgos publicados no	Vertebrado	Mammalia	Norte		Holoceno	Agua Botada	S 35° 53´ 02.9´´; W 69° 42´ 48.4´´	Praderio, 2017. Inf. inédito
Hallazgos publicados no	Vertebrado	Mammalia	Norte		Holoceno	Lindero de Piedra	S 35° 26´ 19.26´´; W 69° 28´ 58.62´´	Praderio, 2014. Inf. Inédito
Hallazgos publicados no	Vertebrado	Reptiles marinos	Sur	Vaca Muerta	Jurásico superior	El Manzano	S 36° 6´ 43.61´´; W 69° 50´ 34.72´´	Praderio, 2009a. Inf. Inédito
Hallazgos publicados no	Vertebrado	Restos indeterminados	Norte	Diamante	Cretácico	Agua Botada	S 35° 46´ 9.9´´; W 69° 38´ 43.46´´	Praderio, 2009b. Inf. Inédito
Hallazgos publicados no	Vertebrado	Restos indeterminados	Sur	Grupo Neuquén	Cretácico superior	El Vatro	S 36° 42´ 37.18´´; W 69° 57´ 3.62´´	Praderio, 2006. Inf. Inédito


MARIO CUELLO
GT Ingeniería S.A.



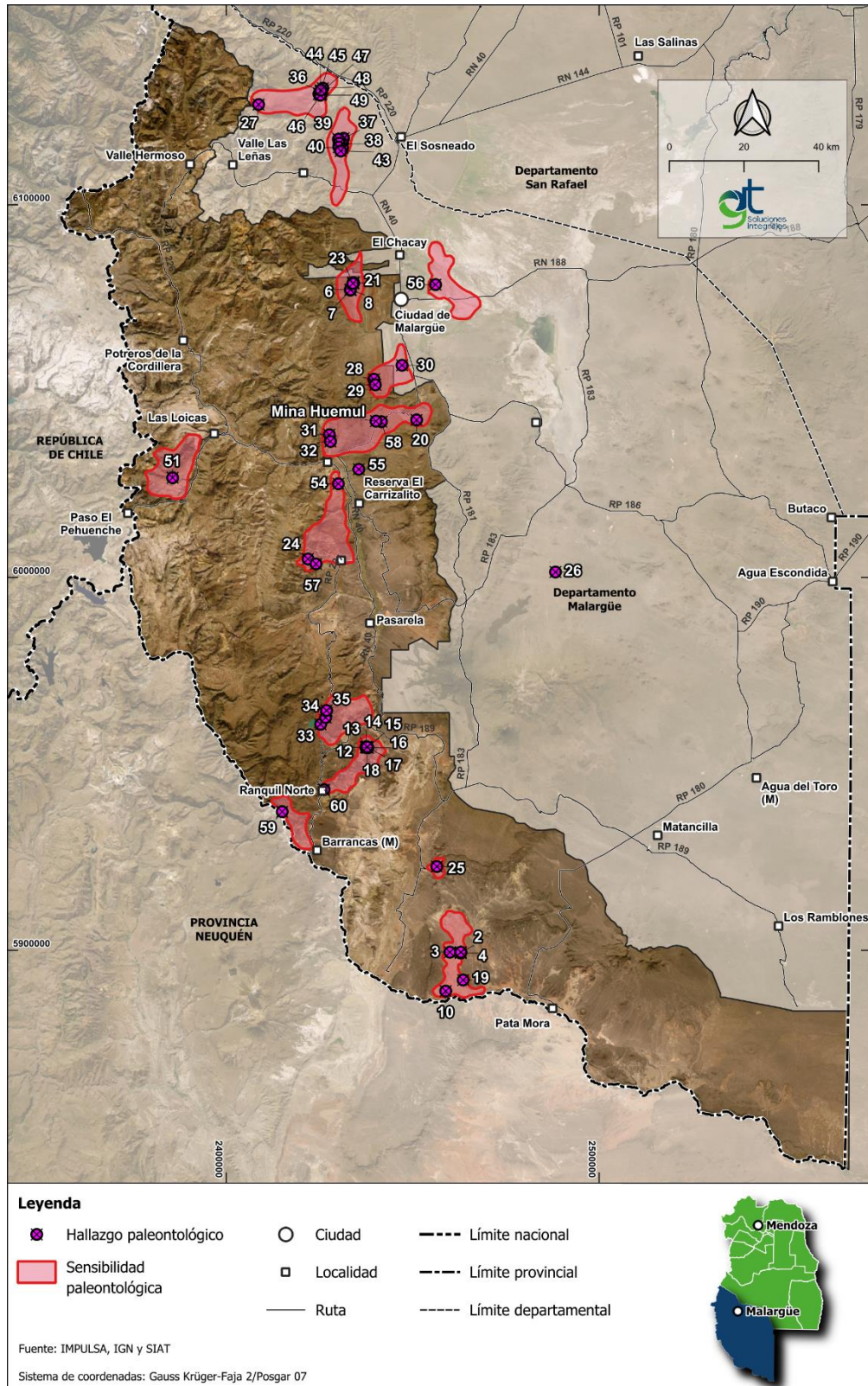
Hallazgo/especie	Tipo de fósil	Taxonomía	Área	Formación	Edad	Localización	Coordenadas	Citas
Hallazgos no publicados	Vertebrado	Restos indeterminados	Sur	Grupo Neuquén	Cretácico superior	Ranquil Norte	S 36° 39' 28.83"; W 69° 49' 28.45"	Praderio, 2006. Inf. Inédito

Fuente: GT Ingeniería, 2024

* Aquellos hallazgos que no tienen coordenadas se debe a que no han sido informadas en la cita original.

En el mapa a continuación, se presentan los hallazgos identificados en el área de estudio:

Mapa 21.1 Mapa sensibilidad del patrimonio paleontológico



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024 en base a Pradeiro y Fernández (2024)

22. Paisaje

El paisaje es un concepto amplio, su percepción va más allá de una apreciación estética, involucra la interrelación de todos sus componentes espaciales y ambientales considerados como recursos naturales y culturales.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos. Si consideramos el paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales (Andrés Muñoz-Pedrerros, 2004).

Determinado esto, el paisaje es unidad integradora de elementos constitutivos del sistema, integrado tanto por factores físicos, bióticos y humanos que interfieren en el mismo y pueden modificarlo o no a lo largo del tiempo. Se habla de los impactos y repercusiones que tienen los factores dentro del paisaje que lo definen y determinan en el espacio que se emplaza. Definirlo y caracterizarlo es una herramienta principal para gestionar y ordenar el territorio.

Asimismo, para lograr un adecuado y eficaz estudio de paisaje, se necesita determinar el tipo al cual corresponde el terreno en evaluación, esto ofrecerá posteriormente mayor facilidad para la determinación de variables relevantes según las condiciones que presente el tipo de paisaje. Se puede determinar principalmente dos tipos de paisaje: el natural y el cultural.

El paisaje natural es aquel que no ha sido modificado por la acción del hombre, lo constituyen componentes físico naturales como los seres vivos e inertes. Este posee las características propias del medio que lo compone y solo puede ser modificado por los seres que lo habitan o por situaciones extremas naturales (terremotos, huracanes, inundaciones, etc.).

Para el paisaje cultural o antrópico es aquel que se ve modificado por la presencia e intervención del humano para el desarrollo de actividades y satisfacción de necesidades. Este presenta una percepción del espacio basado en diversas infraestructuras creadas que impactan visualmente y cambian el paisaje natural original. En este sentido se considera todo tipo de infraestructura, caminos, etc. Actualmente se ha dado valor a los paisajes antrópicos con la planificación y ordenamiento del territorio, en donde se combina de manera equilibrada los componentes naturales y sociales agradable a la vista.

22.1. Componentes del paisaje

Se entiende como componente o elementos del paisaje a aquellos factores determinantes para definir el paisaje:

- **Componente físico:** La tierra, el relieve (llanuras, montañas, colinas, etc.) y la naturaleza del terreno (disposición de los materiales, afloramientos rocosos) el agua en sus diversas expresiones y todo elemento inerte.
- **Componente biológico:** vida vegetal y animal. La fauna tiene menos importancia, aunque a veces es determinante como en el caso de las reservas faunísticas
- **Componente antrópico:** las actuaciones humanas se consideran separadamente dado que su papel en el paisaje es muy activo. Especialmente en los últimos siglos, la tecnología desarrollada permite unas intervenciones sobre el medio imposibles anteriormente, lo que ha aumentado y acelerado los procesos de transformación antrópica de éste, y por lo tanto la evolución de los paisajes.

22.2. Atributos del paisaje

Según la Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS), en los estudios de paisaje se consideran tres atributos del paisaje: calidad visual, fragilidad visual y visibilidad.

22.2.1. Calidad visual

La **calidad visual** del paisaje corresponde al valor que se asigna por razones ambientales, sociales, culturales o visuales y/o que otorga la sociedad en función de su belleza escénica, visual, cultural, etc. Es el grado de excelencia para no ser alterado o destruido, para poder evaluar la importancia de los impactos derivados de un proyecto, o establecer zonificaciones para asignar usos o establecer normativas y protecciones. Al analizar la calidad visual, es importante destacar que el valor de esta,

está dado por la totalidad de los rasgos y características del paisaje en estudio, y que a su vez estos tienen relevancia según la percepción de los observadores.

- La **calidad visual intrínseca del punto de vista que se realiza la observación**. Los valores están contruidos por aspectos naturales (morfología, vegetación, presencia de agua, etc.).
- La **calidad visual del entorno inmediato**. Evalúa las características naturales que se observan hasta una distancia de unos 700 m, señalando la posibilidad de observación de elementos visualmente atractivos.
- La **calidad del fondo escénico**. Evalúa la calidad del fondo visual del paisaje considerando aspectos como: intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas.

La calidad de los elementos constituyentes del paisaje puede verse afectado por impactos negativos visibles en el territorio, como es la degradación de los suelos, zonas erosionadas, basuras, etc.

22.2.2. Fragilidad visual

La **fragilidad visual del paisaje** es la susceptibilidad o vulnerabilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Es el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. La aptitud de un territorio para admitir cambios sin quebranto de sus aspectos visuales está muy relacionada con la visibilidad ya que las áreas más visibles serán más frágiles. La capacidad de absorción visual (CAV) es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. A mayor fragilidad corresponde menor capacidad de absorción visual, y a menor fragilidad la capacidad de absorción visual es mayor.

La fragilidad intrínseca, depende de las características del territorio y se estudia bajo los factores biológicos; de visualización, singularidad y accesibilidad. Éstos, clasifican y analizan paisajes de acuerdo a indicadores principales que lo componen, dividido en cuatro factores.

22.2.3. Visibilidad

Por último, la **visibilidad**, como paso previo y complementario a la calidad visual y fragilidad, teniendo en cuenta los puntos de observación.

El objeto de estudio de este análisis es determinar las áreas visibles desde cada punto para una evaluación de la medida en la que cada área contribuye a la percepción del paisaje, obteniendo parámetros que permitan caracterizar un territorio.

Además, de la correcta elección de los datos para el análisis (físicos, biológicos, y antrópicos) también es necesario definir para este atributo la altura de observación. En general, para los estudios de fragilidad se suele tomar 1,60 o 1,70 metros de altura.

La visión se ve afectada por la distancia. La distancia provoca una pérdida de la precisión o nitidez y, debido a las condiciones de transparencia de la atmósfera y a los efectos de curvatura y refracción de la tierra, tiene un límite máximo (denominado alcance visual) por encima del cual no es posible ver. En función de las peculiaridades de la zona de estudio pueden fijarse tres 3 rangos de distancias o alcance visual: corta, media y larga.

- Corta: de 0 a 1 Km., donde el observador tiene una participación directa y percibe todos los detalles inmediatos.
- Media: de 1 a 3 Km., donde las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores.
- Larga: de 3 a 10 Km. Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles.

22.3. Unidad de paisaje

Se entiende por Unidad de Paisaje al área geográfica con una configuración estructural, funcional o perspectivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo período de tiempo. Se identifican por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades de paisaje contiguas.

La delimitación de la UP es muy importante para la gestión de los recursos. La homogeneidad, evidentemente, variará según la escala de trabajo. A menor escala las UP serán de mayor tamaño y pueden ser regulares, irregulares o mixtas.

Las UP permiten sintetizar la caracterización del paisaje y conocer la diversificación paisajística de un territorio, así como interpretar el funcionamiento de cada porción del ámbito de estudio.

Para determinar una unidad de paisaje se seguirá el procedimiento (MOPT, 1993) que indica, que para realizar una correcta delimitación de unidad de paisaje se debe en primer lugar, elegir el componente central y representativo del área; luego, mediante un mapa representar de manera homogénea los espacios escogidos; y, agregar los componentes resaltantes del paisaje.

En las tablas a continuación se establecen ejemplos de criterios de delimitación de unidades de paisaje.

Tabla 22.1 Unidades de paisaje a partir de la morfología del terreno

Unidades de paisaje a partir de la morfología del terreno como componente central	
Formas	1. Plana 2. Ondulada 3. Escarpada
Texturas	4. Cuerpo de agua léntico 5. Cuerpo de agua lótico 6. Arenas/dunas 7. Cantos rodados/aristas vivas 8. Afloramientos rocosos 9. Cubierta vegetal herbáceo/matorral 10. Cubierta arbórea
Estructuras	11. Capa continua que recubre todo el suelo 12. Capa no continua que no recubre todo el suelo 13. Capa en parches

Fuente: Andrés Muñoz-Pedrerros. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural

Tabla 22.2 Unidades de paisaje a partir de la cobertura de vegetación

Unidades de paisaje a partir de la cobertura de vegetación como componente central	
Vegetación palustre	Matorrales
1. Plantas de ribera (e.g. junciales) 2. Plantas flotantes 3. Otras plantas acuáticas	13. Matorral nativo poliespecífico 14. Matorrales monoespecíficos 15. Cultivos de frutales menores
Vegetación herbácea	Parques
4. Líquenes y musgos 5. Hierbas ralas 6. Pastizales naturales 7. Praderas antropizadas 8. Empastadas agrícolas 9. Cultivos de cereales 10. Cultivos de tubérculos 11. Cultivos de oleaginosas 12. Otros cultivos	16. Parques en pastizales naturales 17. Parques en praderas antrópicas 18. Parques en barbechos
	Bosques y plantaciones
	19. Bosques nativos densos 20. Bosques nativos ralos 21. Plantaciones monoespecíficas adultas 22. Plantaciones monoespecíficas jóvenes

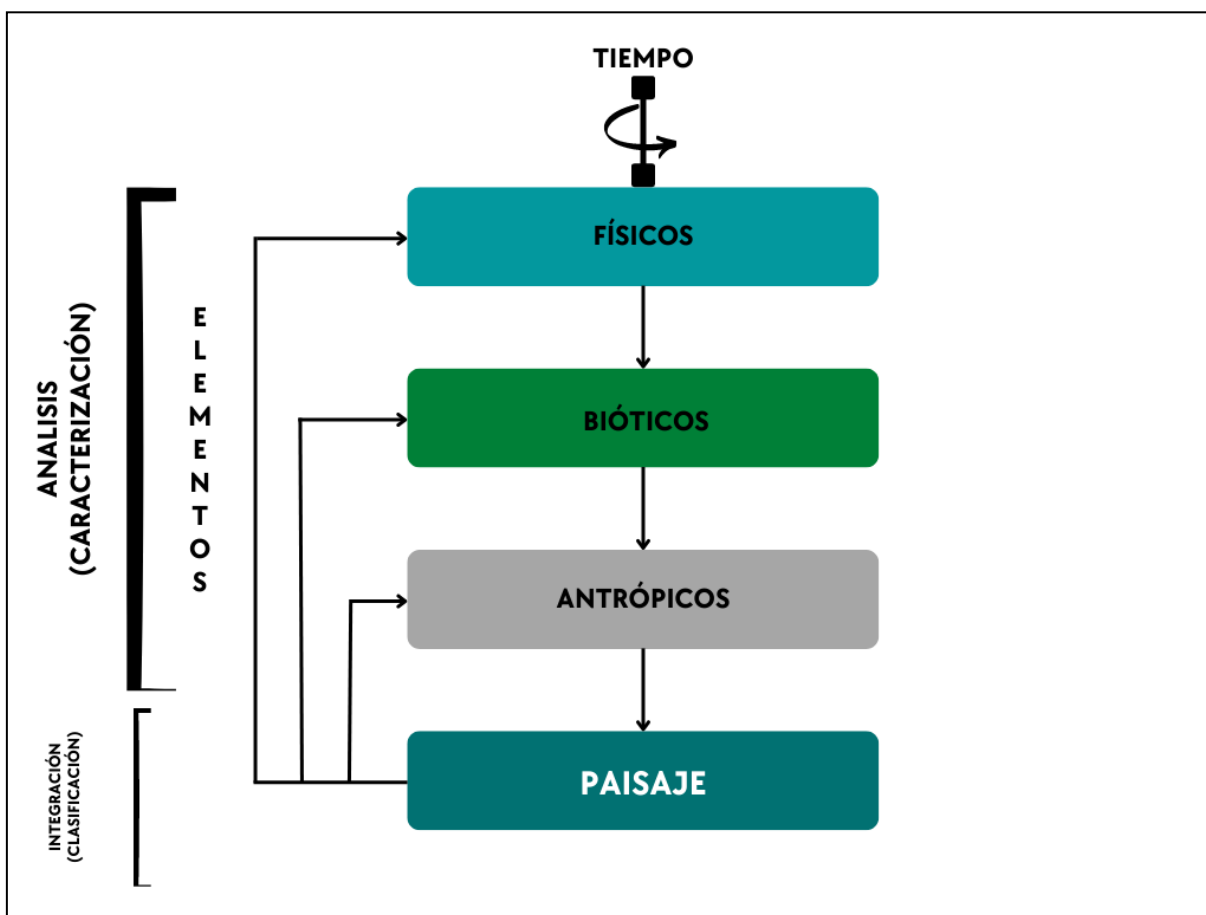
Fuente: Andrés Muñoz-Pedrerros. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural

Cabe aclarar que además de estas variables consideradas se tomarán otras de referencia para lograr el análisis integral.

22.4. Metodología

Para el desarrollo del presente estudio, se entenderá al paisaje como la “expresión visual o externa del territorio” que se caracteriza por la descripción y clasificación de los elementos que lo conforman, ya sea físico, biótico o antrópico; para llegar a una integración y como consecuencia una clasificación del paisaje. A su vez, se debe considerar que todo este conjunto está condicionado por el factor tiempo debido a su dinamismo por cambios en su estructura por consecuencias naturales o antrópicas. En la siguiente Figura se esquematiza la metodología a utilizar.

Figura 22.1 Metodología para el estudio de paisaje



Fuente: Adaptado de Gómez Zotano, José, 2000

El trabajo a realizar consiste en una caracterización física y social de los factores considerados para la elaboración de cada unidad de paisaje, definidas, se realizará de cada una el análisis de fragilidad y capacidad de absorción mediante matrices y se cruzarán ambos resultados obtenidos mediante una matriz obteniendo los espacios considerados sensibles a impactos.

22.4.1. Indicadores para el estudio de paisaje

Los indicadores para medir la fragilidad intrínseca en el área de estudio se tomaron a partir de cuatro factores:

Tabla 22.3 Factor físico

Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Pendiente	Superior al 30%, laderas muy modeladas, erosionadas, abarrancadas o con rasgos muy dominantes	15 al 30%, vertientes con modelado suave u ondulado	0 al 15%, escaso modelado. Ausencia de rasgos predominantes

Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Vegetación: densidad	Cubierta discontinua, presencia de agrupaciones aisladas, grandes espacios sin vegetación.	Cubierta vegetal casi continuo, con presencia de claros en el bosque	Grandes masas boscosas cubriendo el 100% del suelo
Vegetación: contraste	Cultivos monoespecíficos. Escaso contraste.	Mediana diversidad de especies; contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta biodiversidad, fuerte estacionalidad, grandes contrastes
Vegetación: altura	Baja	Media, poca estratificación	Alta, muchos contrastes

Fuente: Morláns, María Cristina. El paisaje visual o paisaje percibido (II). Universidad Nacional de Catamarca.

Tabla 22.4 Factor accesibilidad

Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Percepción visual	Alta, visible a distancia y sin mayores restricciones	Ocasional, desde determinados sitios	Vistas repentinas, escasas o breves

Fuente: Morláns, María Cristina. El paisaje visual o paisaje percibido (II). Universidad Nacional de Catamarca.

Tabla 22.5 Factor visualización

Elementos	Alta	Media	Baja
Tamaño de la cuenca visual	Visión cercana (hasta 300 m)	300 a 1000 m	+ de 1000 m
Forma de la cuenca visual	Alargada, casi unidireccional en el flujo visual	Cuencas irregulares	Cuencas regulares, extensas, generalmente redondeadas.
Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas	Vistas simples o múltiples	Vistas cerradas u obstaculizadas

Fuente: Morláns, María Cristina. El paisaje visual o paisaje percibido (II). Universidad Nacional de Catamarca.

Tabla 22.6 Factor singularidad

Elemento	Alta	Media	Baja
Unidad del paisaje	Paisajes singulares, notables, con riqueza de elementos únicos y distintivos	De importancia visual pero comunes, sin presencia de elementos singulares	Paisajes comunes sin riqueza visual o alterados

Fuente: Morláns, María Cristina. El paisaje visual o paisaje percibido (II). Universidad Nacional de Catamarca.

A partir de los resultados obtenidos de las tablas anteriores se indica la clasificación de la fragilidad en la siguiente figura.

Figura 22.2 Clasificación de la fragilidad

Fuente: Morláns, María Cristina. El paisaje visual o paisaje percibido (II). Universidad Nacional de Catamarca.

A esta descripción de la fragilidad intrínseca debe incorporarse el concepto de fragilidad adquirida, que incluye aspectos relacionados a la accesibilidad al paisaje tenido en cuenta.

Para la evaluación de la **capacidad de absorción visual (CAV)** se establece el método desarrollado por el autor Yeomans (1986) que indica.

$$C.A.V. = S * (E + R + D + C + V)$$

En donde:

- S: Pendiente
- D: Diversidad de vegetación
- E: Estabilidad y potencial erosión del suelo
- V: Contraste vegetación/suelo
- R: Regeneración potencial de la vegetación
- C: Contraste de color suelo/roca.

La valoración de cada factor esta dado por valores Bajo (1), Medio (2) y Alto (3).

Tabla 22.7 Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.)

Factor	Característica	C.A.V	
		Cualitativo	Cuantitativo
Pendiente (S)	Pendiente mayor a 55%	Bajo	1
	Pendiente entre el 25% y 55%	Medio	2
	Pendiente menor a 25%	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Sin vegetación o monoespecífica	Bajo	1
	Medianamente diversificado	Medio	2
	Diversificada	Alto	3
Estabilidad y potencial erosión del suelo (E)	Alta capacidad de erosión e inestabilidad. Baja capacidad de regeneración	Bajo	1
	Moderada capacidad de erosión e inestabilidad. Potencial de regeneración.	Medio	2
	Bajo potencial de erosión e inestabilidad. Buen potencial regenerativo	Alto	3
Contraste vegetación/suelo (V)	Alto contraste visual entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente	Bajo	1
	Moderado contraste visual entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente	Medio	2
	Bajo contraste visual entre el suelo expuesto y la vegetación adyacente	Alto	3
Regeneración potencial de la vegetación (R)	Bajo potencial	Bajo	1
	Moderada potencial de regeneración	Medio	2
	Alta regeneración	Alto	3
Contraste de color suelo/roca	Alto contraste	Bajo	1
	Contraste moderado	Medio	2
	Alto contraste	Alto	3

Fuente: Yeomans, W.C., (1986) "Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. Foundations for visual Project análisis"

Finalmente, para obtener la sensibilidad del paisaje, se toma los valores obtenidos por la fragilidad y la capacidad de absorción visual, en donde, mediante una matriz de valores cruzados podemos obtener.

Tabla 22.8 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje

Capacidad de Absorción visual	Fragilidad visual			
		Baja	Media	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Media
	Media	Baja	Media	Media Alta
	Alta	Media	Media Alta	Alta

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

El análisis de cada matriz se realizó teniendo en cuenta a cada factor de manera independiente, y mediante el valor obtenido en base a las características singulares de cada unidad de paisaje, se estableció la sensibilidad del mismo en base a su fragilidad y su capacidad de absorción.

22.5. Componentes constitutivos del paisaje

De acuerdo a los factores determinantes indicados para definir el paisaje, se realiza una breve descripción de cada componente para comprender la elección de cada uno y su influencia en el mismo.

22.5.1. Componentes físicos considerados para el área de estudio

22.5.1.1. Geomorfología

La geomorfología que presenta esta extensa área que corresponde al área de estudio se observan paisajes determinados por la Cordillera principal, Áreas Karsticas, Cerrilladas, Macizo Volcánico de la Payunia, planicies y depresiones, y Valles Fluviales (Mapa 3.3).

22.5.1.2. Hidrología

Dentro del área de estudio se observa la influencia principal de la cuenca del Río Colorado ocupando la mayor extensión del área (99,52% de la superficie total de la cuenca en territorio mendocino). También se observa que el área abarca una parte de la cuenca del Río Atuel (4,08%), cuenca del Malargüe (12,23%) y cuenca del Río Grande (21,87%) - Mapa 7.2.

El sistema de drenaje se configura principalmente a través de los ríos Grande, Salado, Malargüe y Atuel, y la laguna Llanquanelo, que constituye el nivel de base más importante de la región.

22.5.2. Componentes bióticos considerados para el área de estudio

22.5.2.1. Flora

Con respecto al componente biótico, el área de estudio se encuentra dentro de 3 ecorregiones: Los Altos Andinos, la Estepa Patagónica y el Monte de Llanuras y Mesetas (Mapa 9.1).

- Altos Andinos: Esta ecorregión cuenta con una única unidad de vegetación denominada "Estepa baja de *Senecio algens* y *Oxalis compacta*". La vegetación de la misma, suele estar compuesta por *Senecio algens* en manchones densos y *Oxalis compacta*, que forma cojines, con *Jaborosa laciniata*, *Nastanthus ventosus*, *Calandrinia spp* (Oyarzabal et al. 2018).

Cada unidad, esta descrita con las comunidades zonales y otras regionales más importantes. En el caso de la Unidad Vegetal mencionada anteriormente mencionada está compuesta por estepa gramínea muy abierta, de hasta 40 cm de altura, representada por una asociación de *Festuca orthophylla*, *Festuca chrysophylla*, *Poa gymnantha*, *Stipa speciosa* o *Pappostipa vaginata*, con varias especies acompañantes cespitosas como *Pappostipa frigida*, *Nassella mucronata*, *Deyeuxia cabreræ*, etc. Otros tipos de vegetación zonal también presentes son la estepa arbustiva y el semidesierto de líquenes, y, como azonal, la vega de *Poáceas*, *Juncáceas* y *Ciperáceas* (Oyarzabal et al. 2018).

- **Estepa Patagónica:** Esta ecorregión, está conformada por 10 unidades de vegetación. Dentro del área de estudio, la “Estepa arbustiva con *Ephedra ocreata* o *Chuquiraga rosulata* es la única que se encuentra dentro del área de Proyecto.
 La vegetación típica es una mezcla de estepa graminosa con baja cobertura de *Sporobolus rigens*, *Panicum urvilleanum* o *Pappostipa speciosa* y matorral de *Ephedra ocreata*, *Mulinum spinosum*, *Stillingia patagonica*, *Anarthrophyllum rigidum*, *Neosparton aphyllum* y *Grindelia chilensis*. En esta unidad existen también matorrales dominados por *Chuquiraga rosulata*, *Prosopis denudans*, *Schinus polygamus* (Oyarzábal et al.2018).
- **Monte de Llanuras y Mesetas:** La vegetación posee características xerofitas: plantas con hojas pequeñas, reducidas a espinas o ausentes, tallos fotosintetizantes, cobertura foliar y caulinar cerosa o resinosa, cutículas engrosadas, ciclo anual breve y órganos aéreos y subterráneos suculentos.
 La comunidad zonal es la estepa arbustiva de *Larrea divericata*, *L. vuneifolia*, *Parkinsonia aculeata*, *L. ameghionoi* y *L. nítida*. Esta unidad presenta muy poca cobertura y escasez de *Cactaceas*. Las especies más frecuentes en las comunidades, además de las pertenecientes al género *Larrea* ya nombradas, corresponden a los géneros *Lycium*, *Chuquiraga*, *Prosopis*, *Ephedra*, *Gutierrezia*, *Verbena* y *Bacchari*. (Oyarzábal et al. 2018).

22.5.3. Componentes socioculturales para el área de estudio

22.5.3.1. Comunidades

La distribución de la población dentro del departamento de Malargüe es muy dispersa, la mayor cantidad de población se encuentra en la ciudad cabecera (Malargüe) con un 88% de residencia sobre el mismo, mientras que el 12% reside en localidades del distrito de Río Grande (6%), Río Barrancas (3%) y Agua escondida (3%).

El área de estudio solo contempla las localidades de Las Loicas, Los Molles, Bardas Blancas, Carapacho, El Manzano, Raquil Norte y Pata Mora que además cuenta con los siguientes servicios:

Tabla 22.9 Servicios disponibles por distrito, por localidad/paraje

Distrito	Localidades y/o Parajes	Servicios
Malargüe	La Junta	Luz- tendido eléctrico- Agua Telefonía Móvil Internet
	Los Molles	Luz- tendido eléctrico- Agua Telefonía fija
	Carapacho	Luz- grupo electrógeno- Agua Telefonía fija
Río Grande	Bardas Blancas	Luz -por tendido eléctrico-. Agua Telefonía móvil y fija Internet Alojamiento (Hostería)
	El Manzano	Luz -Generador - Agua

Distrito	Localidades y/o Parajes	Servicios
		Telefonía fija Telefonía móvil Internet
	Las Loicas	Luz - grupo electrógeno- Agua Telefonía móvil Telefonía fija Internet. Alojamiento Gastronomía
Río Barrancas	Ranquil Norte	Luz - Tendido eléctrico-. Agua Telefonía móvil Telefonía fija Internet. Almacén
	Pata Mora	Luz - Tendido eléctrico-. Agua Telefonía móvil Telefonía fija Internet. Almacén

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Municipal del Malargüe, 2022.

Además, el área de estudio cuenta con 300 puestos habitados que practican la ganadería caprina y/o bovina. Se trata, en su mayoría de grupos familiares que poseen una actividad basada en la trashumancia o veraneo de ganado y en la agricultura de subsistencia.

22.5.3.2. Vías de Acceso

Malargüe es atravesado por corredores nacionales como la ruta Nacional 40 que atraviesa al departamento de Norte a Sur por el sector Oeste y que permite la conexión regional entre Mendoza-Tunuyán –Malargüe – San Martín de Los Andes – Neuquén- Bariloche (Rio Negro.) y Corredor transversal Bioceánico por la ruta 188 que conecta a Bahía Blanca - La Pampa - Mendoza – Talca, en la Región del Maule, en Chile.

La conectividad hacia el interior departamental se estructura por las siguientes redes viales (Mapa 13.2):

- **Red Vial Primaria:** Rutas Nacionales como la RN 40 que une hacia el Sur a Malargüe con la provincia de Neuquén y al Norte con provincia de San Juan. RN 145 se accede desde el empalme con la RN 40, conecta Bardas Blancas con el Paso Internacional Pehuenche;
- **Red vial Secundaria:** compuesta por rutas provinciales como la RP 222 empalma con la RN 40 norte y permite acceder Valle de Los Molles y Las Leñas; RP 226, a partir del empalme con RN 145 conecta Las Loicas- Termas de Cajón Grande y El Azufre; RP186 empalma con RN 40 y conecta la Ciudad de Malargüe-Llancanelo- Agua Escondida; RP 180 vía de acceso

alternativa a Malargüe desde San Rafael con dirección norte-sur conecta Trintrica -El Cortaderal- Patamora, RP 183 en dirección norte-sur permite acceder a Reserva Provincial La Payunia; RP 184 en dirección oeste-este conecta la ciudad de Malargüe con el límite norte del ANP Llancanelo – Trintrica- San Rafael- General Alvear;

- **Red vial Terciaria:** Compuesta por caminos y huellas productivos como camino a Castillos de Pincheira, a portezuelo Carqueque, al Dique Blas Brisoli entre otros.

22.5.3.3. Áreas Naturales Protegidas

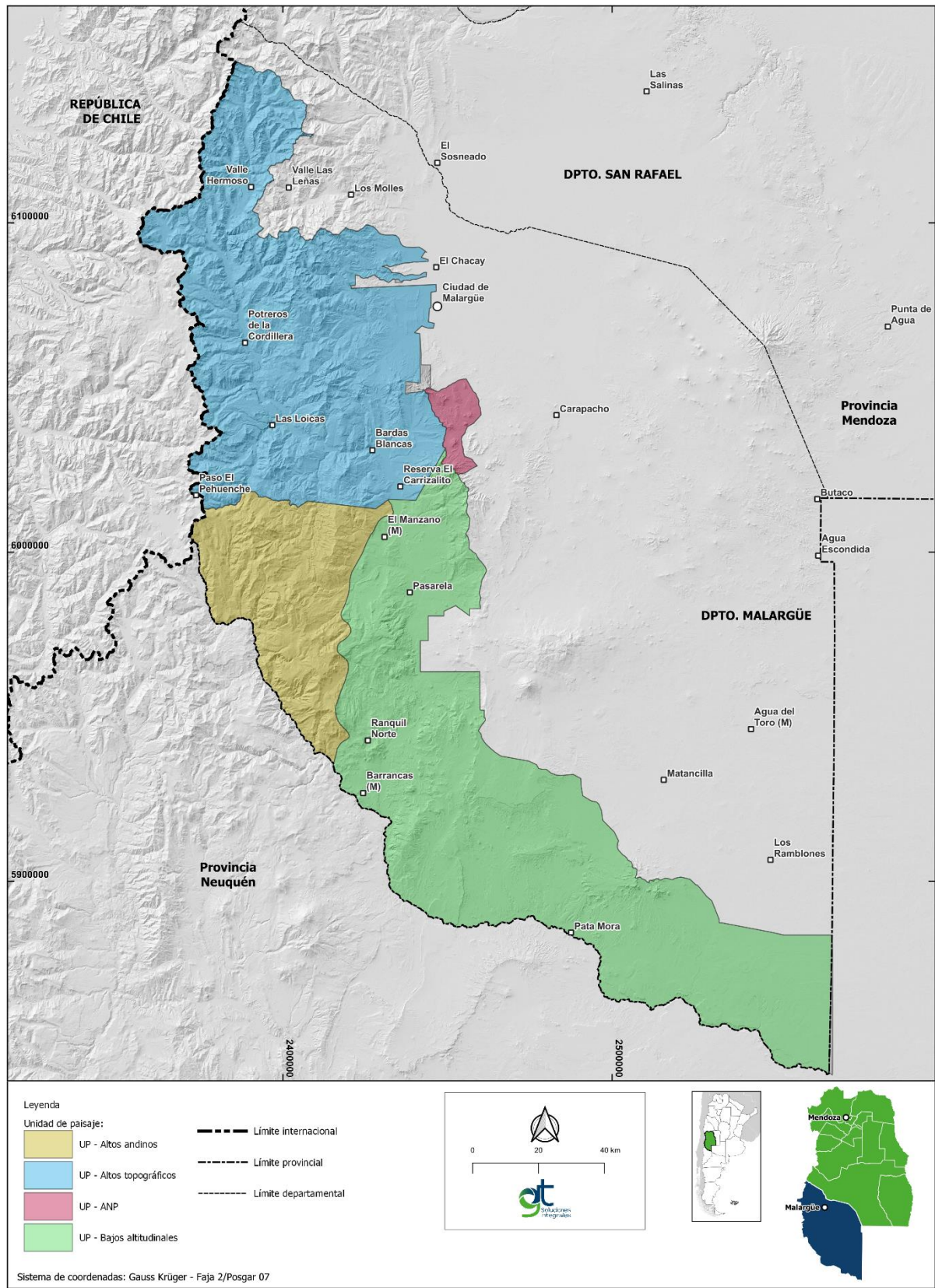
El departamento de Malargüe, precisamente el área de estudio, cuenta con 5 áreas protegidas que se encuentran dentro o poseen una porción que ingresa en el mismo. Dado así se tiene en cuenta la Reserva Natural la Payunia, la Reserva Natural Llancanelo, el Parque Provincial Científico de Observación del Espacio, la Reserva Natural Castillos de Pincheira, la Reserva Caverna de las Brujas (Mapa 12.1)

22.6. Análisis de paisaje

22.6.1. Delimitación de las Unidades de Paisaje (UP)

Con respecto a la metodología propuesta y los factores definidos como determinantes del paisaje se definen las UP:

Mapa 22.1 Unidades de paisaje



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

22.6.1.1. Unidad de paisaje 1: Altos topográficos

Esta Unidad de paisaje está definida principalmente por encontrarse una gran cantidad de altos topográficos (90 en éste área) que corresponden a cerros que se distribuyen entre las cotas 1395 y 5000. Otra característica principal de esta unidad de paisaje es que la mayor área se encuentra sobre la cordillera principal y la ecorregión altos andes. Esto indica que por sus condiciones ambientales y climáticas la vegetación que se desarrolla es de estepa baja.

Por otro lado, en esta unidad de paisaje se emplazan la mayor cantidad de localidades y parajes del oeste del departamento, como Bardas Blancas, Las Loicas, Los Molles, entre otros. Atraviesa el área la Ruta Nacional 145 donde al extremo Oeste se encuentra el Paso Internacional Pehuenche. Finalmente, al Norte se encuentra la zona de amortiguación de la Reserva Laguna del Atuel.

Tabla 22.10 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Altos Topográficos

Factores	Elementos	Valor cuantitativo	Valor cualitativo
Factor Físico	Pendiente	3	Alta
	Vegetación Densidad	3	Alta
	Vegetación Contraste	3	Alta
	Vegetación Altura	3	Alta
Accesibilidad	Percepción visual	2	Media
Factor visible	Tamaño de la cuenca visual	2	Media
	Forma de la cuenca	3	Alta
	Compacidad	2	Media
Singularidad	Unidad del Paisaje	3	Alta
Fragilidad visual: 2,66 (Alto)			

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.11 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Altos Topográficos

Factor	C.A.V.	
	Cualitativo	Cuantitativo
Pendiente (S)	Bajo	1
Densidad de vegetación (D)	Bajo	1
Estabilidad y potencial erosión del suelo (E)	Bajo	1
Contraste de vegetación (V)	Medio	2
Regeneración potencial de la vegetación (R)	Bajo	1
Contraste de color suelo/roca	Medio	2
C.A.V = 7 (Bajo)		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.12 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Altos Topográficos

Capacidad de Absorción visual	Fragilidad visual			
		Baja	Media	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Media
	Media	Baja	Media	Media Alta
	Alta	Media	Media Alta	Alta

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La matriz de sensibilidad para el paisaje altos topográficos se observa que posee una fragilidad visual Alto con una Capacidad de Absorción Visual baja, dando una sensibilidad del paisaje Medio, las características naturales presentes en esta zona influyen directamente, como así también las influencias antrópicas.

22.6.1.2. Unidad de paisaje 2: ANP

Esta unidad de paisaje contempla principalmente el área del Parque Provincial Científico De Observación Del Espacio. Se trata de una antenna DS3 en el marco de los acuerdos de cooperación espacial para usos pacíficos. Se encuentra parcialmente dentro del área de estudio y en la ecorregión de estepa patagónica, en donde la vegetación típica es la estepa, con numerosas variantes que dependen de la abundancia relativa de gramíneas y arbustos. Geomorfológicamente se encuentra dentro del macizo volcánico de la Payunia, planicies y depresiones.

Según la red vial, esta unidad de paisaje es atravesada por la RP 186, 181 y una parte de la RN 40, y únicamente se encuentra la localidad de Carapacho.

Tabla 22.13 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje ANP

Factores	Elementos	Valor cuantitativo	Valor cualitativo
Factor Físico	Pendiente	2	Media
	Vegetación Densidad	3	Alta
	Vegetación Contraste	2	Media
	Vegetación Altura	1	Baja
Accesibilidad	Percepción visual	2	Media
Factor visible	Tamaño de la cuenca visual	2	Media
	Forma de la cuenca	1	Baja
	Compacidad	2	Media
Singularidad	Unidad del Paisaje	3	Alta
Fragilidad visual: 2 (Medio)			

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.14 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje ANP

Factor	C.A.V.	
	Cualitativo	Cuantitativo
Pendiente (S)	Medio	2
Densidad de vegetación (D)	Alto	3
Estabilidad y potencial erosión del suelo (E)	Medio	2
Contraste de vegetación (V)	Medio	2
Regeneración potencial de la vegetación (R)	Medio	2
Contraste de color suelo/roca	Alto	3
C.A.V = 24 (Medio)		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.15 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje ANP

Capacidad de Absorción visual	Fragilidad visual			
		Baja	Media	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Media
	Media	Baja	Media	Media Alta
	Alta	Media	Media Alta	Alta

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

La matriz de sensibilidad para el paisaje ANP se observa que posee una fragilidad visual con una Capacidad de Absorción Visual medio, dando una sensibilidad del paisaje Medio, las características naturales presentes en esta zona influyen directamente, como así también las influencias antrópicas.

22.6.1.3. Unidad de paisaje 3: Altos Andinos

Esta unidad de paisaje se encuentra dentro de la ecorregión altos andinos, por lo que contiene vegetación baja correspondiente al tipo estepa. Geomorfológicamente se encuentra dentro de la Cordillera Principal.

Esta área no posee intervención antrópica, quiere decir que no hay localidades dentro del área ni rutas que se encuentren atravesando esta unidad de paisaje.

Tabla 22.16 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Altos Andinos

Factores	Elementos	Valor cuantitativo	Valor cualitativo
Factor Físico	Pendiente	3	Alta
	Vegetación Densidad	3	Alta
	Vegetación Contraste	3	Alta
	Vegetación Altura	3	Alta
Accesibilidad	Percepción visual	1	Baja
Factor visible	Tamaño de la cuenca visual	2	Media
	Forma de la cuenca	2	Media
	Compacidad	1	Baja
Singularidad	Unidad del Paisaje	2	Media
Fragilidad visual: 2,22 (Alto)			

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.17 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Altos andinos

Factor	C.A.V.	
	Cualitativo	Cuantitativo
Pendiente (S)	Bajo	1
Densidad de vegetación (D)	Bajo	1
Estabilidad y potencial erosión del suelo (E)	Bajo	1
Contraste de vegetación (V)	Bajo	1
Regeneración potencial de la vegetación (R)	Medio	2
Contraste de color suelo/roca	Medio	2
C.A.V = 7 (Bajo)		

Fuente: GT Ingeniería SA, 202

Tabla 22.18 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Altos andinos

Capacidad de Absorción visual	Fragilidad visual			
		Baja	Media	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Media
	Media	Baja	Media	Media Alta
	Alta	Media	Media Alta	Alta

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

La matriz de sensibilidad para el paisaje altos andinos se observa que posee una fragilidad visual alto, con una Capacidad de Absorción Visual bajo, dando una sensibilidad del paisaje Medio, las características naturales presentes en esta zona influyen directamente, como así también las influencias antrópicas.

22.6.1.4. Unidad de paisaje 4: Bajos altitudinales

Esta Unidad de paisaje particular, cuenta con un área geomorfológicamente rica, en donde se encuentran cerrilladas, valles fluviales, planicies y depresiones y el macizo volcánico de La Payunia. Dentro de las ecorregiones de estepa patagónica donde la vegetación típica es la estepa, con numerosas variantes que dependen de la abundancia relativa de gramíneas y arbustos y monte de llanuras y estepas; y la ecorregión de monte de llanuras y mesetas característica de vegetación xerofitas: plantas con hojas pequeñas, reducidas a espinas o ausentes, tallos fotosintetizantes, cobertura foliar y caulinar cerosa o resinosa, cutículas engrosadas, ciclo anual breve y órganos aéreos y subterráneos suculentos.

Se emplazan dentro de esta área las localidades de Pasarela, Ranquil Norte, Barrancas y Pata Mora. Es atravesado por la RN40 y RP221, 183, 189 Y 180.

Tabla 22.19 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Bajos altitudinales

Factores	Elementos	Valor cuantitativo	Valor cualitativo
Factor Físico	Pendiente	2	Media
	Vegetación Densidad	2	Media
	Vegetación Contraste	1	Baja
	Vegetación Altura	2	Media
Accesibilidad	Percepción visual	3	Alta
Factor visible	Tamaño de la cuenca visual	2	Media
	Forma de la cuenca	2	Media
	Compacidad	2	Media
Singularidad	Unidad del Paisaje	3	Alta
Fragilidad visual: 2,11 (Alto)			

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.20 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Bajos altitudinales

Factor	C.A.V.	
	Cualitativo	Cuantitativo
Pendiente (S)	3	Alto
Densidad de vegetación (D)	3	Alto
Estabilidad y potencial erosión del suelo (E)	2	Medio
Contraste de vegetación (V)	2	Medio
Regeneración potencial de la vegetación (R)	2	Medio
Contraste de color suelo/roca	2	Medio
C.A.V = 33 (Alto)		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Tabla 22.21 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Bajos altitudinales

Capacidad de Absorción	Fragilidad visual			
		Baja	Media	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Media

	Media	Baja	Media	Media Alta
	Alta	Media	Media Alta	Alta

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

La matriz de sensibilidad para el paisaje Bajos altitudinales se observa que posee una fragilidad visual alto, con una Capacidad de Absorción Visual alto, dando una sensibilidad del paisaje Alto, las características naturales presentes en esta zona influyen directamente ya que es un área de mayor extensión y variabilidad de características ambientales, como así también las influencias antrópicas mencionadas en la descripción de esta unidad.

23. Análisis de Vulnerabilidad Ambiental

Este apartado tiene como fin, a través de una jerarquización de datos, y por medio de Sistemas de Información Geográfico (SIG's), determinar aquellas áreas vulnerables de sufrir algún impacto en caso de ser alteradas por su propia naturaleza.

Se entiende por **Vulnerabilidad** al factor interno de una comunidad o sistema. Comprende sus características, acorde a su contexto que la hacen susceptibles a sufrir un daño o pérdida grave en caso que se concrete una amenaza. La vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante los fenómenos naturales, por ejemplo, está ligada íntimamente a los procesos sociales que allí se desarrollan, es decir que la vulnerabilidad no solo depende de la susceptibilidad física del contexto material, sino de la fragilidad social y la falta de resiliencia o capacidad de recuperación de los elementos expuestos ante amenazas de diferente índole.

En las últimas décadas se ha entablado una discusión en torno al concepto de vulnerabilidad, considerándose diferentes tipos, como son la natural, ambiental, social y socioambiental (Zanella et al., 2011). La comprensión de la vulnerabilidad ambiental de una determinada zona implica entender con precisión la susceptibilidad o resistencia de un área con respecto a los agentes desestabilizadores y debe analizarse teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada comunidad (Castro, 1999). El análisis de vulnerabilidad puede realizarse en diversos ambientes y bajo diferentes condiciones, ajustando la metodología a la realidad del lugar y a la problemática específica.

La Vulnerabilidad Natural/Ambiental, se define como el estado y relación de estabilidad/inestabilidad de los elementos físicos y biológicos, frente a la intensidad, dinámica y magnitud de las acciones de los procesos morfogenéticos, pedogenéticos y biológicos, intrínsecos a cada unidad ecodinámica (Tricart, 1997; Grigio, 2003).

23.1. Metodología aplicada para el análisis de vulnerabilidad – Jerarquías matemáticas

La presente metodología tiene como fin determinar categorías de vulnerabilidad mediante el análisis y jerarquización de componentes ambientales influyentes dentro del área de estudio.

23.1.1. Proceso matemático

El método de jerarquías analíticas -*Analytical Hierarchy Process* (AHP), Saaty 1980 es un modelo matemático para la resolución de una decisión con criterios múltiples, con la finalidad de obtener una valoración analítica de las alternativas, mediante preguntas formuladas con base en una comparación por pares. De esta forma se obtiene una estructura de jerarquía de dominancia de unos criterios respecto a los otros por comparación entre ellos.

Para la aplicación del método, se elabora una matriz donde se incluyen en las filas y en las columnas, todos los elementos o criterios a considerar en la forma de decisión final. En el caso del presente informe, estos elementos se corresponden con los factores ambientales.

Tabla 23.1 Ejemplo de Matriz inicial

Factor		Topografía	Hidrología	Suelo	Flora	Fauna	Humedales
	Indicador	Pendiente	Cuerpos de agua	Calidad de suelo	Cobertura	Presencia	Valor
Topografía	Pendiente						
Hidrología	Cuerpos de agua						
Suelo	Calidad de suelo						
Flora	Cobertura						
Fauna	Presencia						
Humedales	Valor Ecosistémico						
Suma							

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

El AHP utiliza una escala de valores de 1 a 9 para calificar la relación entre dos elementos de la matriz. En este estudio este rango se adaptó de 1 a 5 para que sea acorde a la dimensión del área de estudio determinado por GT.

Tabla 23.2 Grados de importancia para establecer la ponderación de los atributos

Valor	Grado de importancia
1	Importancia igual
2	Importancia moderada
3	Importancia fuerte
4	Importancia muy fuerte o demostrada
5	Importancia extrema

Al completar la matriz se realiza una valoración de los componentes ambientales con respecto al otro, definiendo cual es de mayor importancia, esto se da colocando el valor de importancia con respecto a su inverso. Los valores inversos son representados desde 1/2 hasta 1/5 en dicha matriz. En la siguiente tabla se detalla un ejemplo que se basa en la importancia o el peso que tiene un componente ambiental sobre el otro. Este criterio para definir el grado de importancia es realizado por el equipo multidisciplinario de GT.

Tabla 23.3 Ejemplo de ponderación de los atributos

Factor		Topografía	Hidrología	Suelo
	Indicador	Pendiente	Cuerpos de agua	Calidad de suelo
Topografía	Pendiente	1	2	1
Hidrología	Cuerpos de agua	0,50	1	2
Suelo	Calidad de suelo	1	0,5	1
Suma por columna		2,5	3,5	4

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Luego de obtener la matriz de comparación por pares se realiza una normalización de todos los valores de dicha matriz. Para la normalización, la sumatoria de los valores de cada columna en la matriz normalizada debe ser igual a 1. Esto se realiza dividiendo cada valor de la matriz anterior por el número total de su columna correspondiente. A modo de ejemplo, en base a la matriz de la Tabla 19.3 para Cuerpos de agua, el resultado sería

Cuerpos de agua: $(2/3,5 = 0,57)$; $(1/3,5 = 0,28)$; $(0,5/3,5 = 0,14)$; etc....

En base a la normalización de la matriz, se realiza una ponderación de cada criterio mediante el cálculo del valor promedio, es decir, la media aritmética. La misma se obtiene sumando los valores de una fila de matriz normalizada y dividiendo dicha suma por el número de los componentes tenidos en cuenta.

Tabla 23.4 Matriz normalizada

Factor		Topografía	Hidrología	Suelo	Flora	Fauna	Vegas	
	Indicador	Pendiente	Área de la cuenca	permeabilidad	Cobertura	presencia	Valor Ecosistémico	Ponderación
Topografía	Pendiente	0,18	0,44	0,1	0,13	0,1	0,15	0,18

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

El proceso de normalización permite verificar la coherencia de la matriz inicial. Finalizado el proceso de normalización, se calcula la Relación de Consistencia (CR) de dicha matriz mediante el Índice de Consistencia (CI) y el Índice Aleatorio (RI) a través de la siguiente formula

$$CR=CI/RI$$

Para llevar a cabo dicha verificación, se multiplican la matriz con los criterios de evaluación (matriz de comparación por pares) con, los valores de ponderación (de la matriz normalizada). Los valores obtenidos para cada componente se suman, dando un valor que se denomina nmax.

Una vez calculado el nmax, se calcula el Índice de Consistencia (CI):

$$CI= (nmax-n) / (n-1)$$

Siendo n el número total de criterios o indicadores utilizados.

Para el Índice Aleatorio (RI) se emplea la siguiente ecuación:

$$RI= 1,98*(n-2) / n$$

Si el valor obtenido es menor a 0,10 se considera que los juicios asignados en la matriz de comparación por pares son suficientemente adecuados.

23.1.2. Generación del índice de vulnerabilidad

Los SIG (Sistemas de Información Geográfica) son un conjunto de herramientas que tienen como fin analizar distintos componentes espaciales mediante una visualización global a distintas escalas.

El modelo vectorial organiza los datos geográficos en base a la perspectiva de bases de datos relacionadas y a partir de la misma trabajar digitalmente utilizando las tres entidades gráficas que se usan para la confección de un mapa: punto, línea y áreas (polígonos).

Por otro lado, el modelo raster divide el espacio geográfico mediante una matriz cuadriculada en donde cada celda contiene información correspondiente a la característica dominante. Cada celda es una localización técnicamente denominada como pixel (picture element) y es la unidad mínima de representación espacial

Para este proceso se consideran los componentes ambientales seleccionados para realizar el análisis en formato vectorial. Se realiza una selección y categorización de acuerdo a la importancia que tiene dentro del sistema. Se tomarán en cuenta componentes ambientales para ponderar, indicando un valor 1 para presencia y 0 para ausencia; y, otros para excluir (entendiendo a estos como zonas de máxima vulnerabilidad ambiental).

Luego, se procede a rasterizar cada componente ambiental con un pixel de 25x25 metros

Mediante el álgebra de mapas, se procederá, con cada elemento ambiental considerado, un análisis matemático que incluye el ráster y el resultado obtenido de la matriz de comparación de pares mediante la siguiente ecuación.

Componente ambiental rasterizado * peso (obtenido de la matriz)

Hecho esto para cada componente ambiental, se procede a superponer aquellos raster considerados de ponderación, mediante una sumatoria para generar una única capa, que representará la importancia global de todos los elementos ambientales.

Obtenido este resultado, se procede a multiplicar esta capa agregada, por todas y cada una de las capas de los indicadores de exclusión, es decir, por aquellas zonas ocupadas por un elemento ambiental de máxima sensibilidad. Estas zonas vienen representadas mediante ceros (0) en su presencia, tal y como se ha indicado anteriormente, de manera que en aquellos lugares en los que se presente una sensibilidad ambiental máxima el valor será nulo.

El objetivo de este procedimiento es obtener un índice de vulnerabilidad ambiental aplicable para definir la factibilidad del espacio, teniendo en cuenta tanto los componentes ambientales como la interacción entre ellos.

23.2. Análisis de vulnerabilidad ambiental MDMO

23.2.1. Selección de elementos ambientales

Se genera el mapa de vulnerabilidad para el área de Malargüe Distrito Minero Occidental, el cual incluye una descripción de cada una de las categorías definidas.

Una vez establecidos los atributos que definen la vulnerabilidad ambiental mediante el método de jerarquía para cada factor ambiental considerado, indicando que componentes se tendrán en cuenta para ponderar y cuales, para excluir, de tal modo que:

Los elementos tenidos en cuenta para ponderar son:

- Factor Físico
 - Geomorfología (topografía)
 - Suelo (calidad del suelo)
 - Hidrología (distancia a colector principal)
- Factor Biológico
 - Flora (cobertura)
 - Fauna (áreas de probabilidad de presencia)
 - Humedales
- Factor Sociocultural

○ Áreas Naturales Protegidas

Con respecto a los factores a excluir, se consideraron a aquellos críticos de ser modificados, por lo que más allá que se encuentren excluidos y sean zonas altamente vulnerables, se pueda realizar acción siempre y cuando tengan un plan de manejo claro y no posean alguna otra restricción como por ejemplo una Ley.

En base a esto se determinaron que los componentes a excluir son:

- Factor Sociocultural
 - Puestos (con un buffer de 2 km) y caminos de trashumancia (100 m de ancho a cada lado de la traza)
 - Arqueología (se toman las áreas de sensibilidad alta)
 - Paleontología (se toman las zonas de sensibilidad alta)
 - Pueblos originarios

Para los elementos ambientales como geomorfología, suelo, hidrología, flora y fauna, se procedió a realizar una categorización teniendo en cuenta aquellas características ambientales que hacen esos espacios sean más y menos vulnerables.

En el caso de los componentes ambientales restantes se incluirá el área completa entendiendo como el área de importancia máxima.

23.2.2. Categorización de los componentes ambientales

23.2.2.1. Geomorfología

Para este componente ambiental se tomará en cuenta la topografía, principalmente su grado de pendiente, ya que este influye directamente en la capacidad de escurrimiento, estabilidad de cobertura, capacidad de desarrollo del suelo, desarrollo de la flora, probabilidad de presencia de fauna, etc. Las fuertes pendientes se asocian con fenómenos de sedimentación o depósito, facilitando el desarrollo de suelos y fijación de sustratos verdes.

Son productos de procesos erosivos de origen fluvial, aunque al ser escasas las precipitaciones es poco activa. La meteorización física y química se contribuye a la génesis de estas pendientes erosivas.

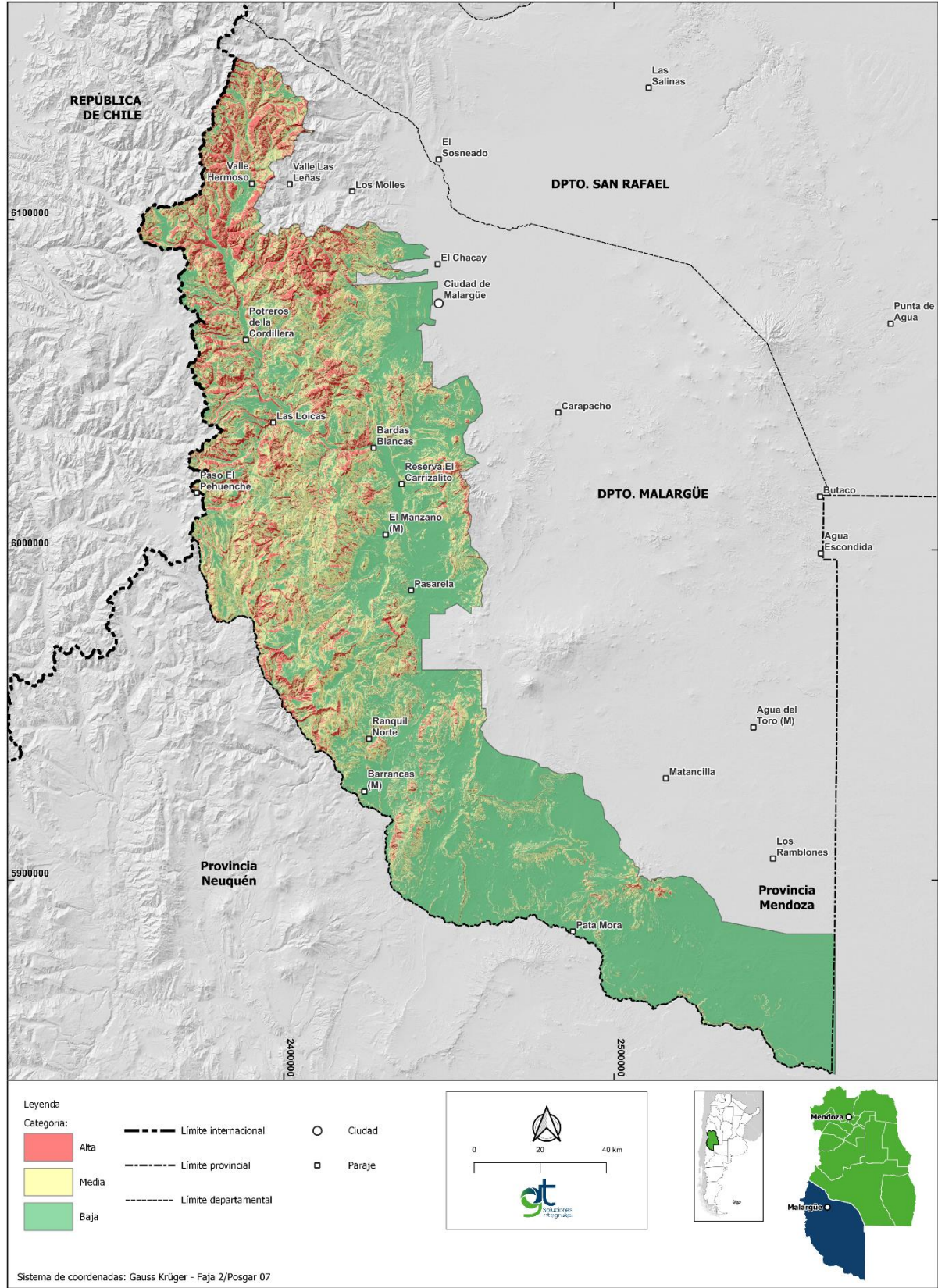
Para definir el grado de pendiente se clasifico de manera porcentual las pendientes según el grado de erosión:

Tabla 23.5 Clasificación de la pendiente según su grado de erosividad

Categoría	Pendiente (%)	Grado de erosión
1	>16	Bajo
2	16-43	Medio
3	<43	Alto

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.1 Mapa de categoría de pendiente por grado de erosividad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

23.2.2.2. Suelo

En base a la categorización del INTA se realiza un análisis para definir la erodabilidad del suelo correspondiente al área de estudio.

Tabla 23.6 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA

Símbolo	TIPO_UC	Limitancia principal	Limitancia principal	Orden	Grupo	Subgrupo	Textura
Eltc-26	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torrifluventes típico	Franca	Franca
Eltc-20	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torrifluventes típico	Franca	Franca
ENtc-51	Asociación	Climática	Pedregosidad	Entisoles	Torriortentes típico	Arenoso gruesa	Arenoso gruesa
EBtc-1	Complejo	Climática	Erosión hídrica actual	Entisoles	Fluvacuantes típico	Franco limosa	Franco limosa
DFtc-18	Asociación	Climática	Erosión hídrica actual	Aridisoles	Calciortides típico	Arenosa	Areno-franca
ENli-8	Asociación	Climática	Pendientes	Entisoles	Torriortentes lítico	Areno franca	Arenosa
ENli-6	Complejo	Climática	Pendientes	Afloramiento rocoso	Rocas	No Clasificado	No determinada
R	Roca			Afloramiento rocoso	Rocas	No Clasificado	No determinada

Fuente: Elaborado por GT Ingeniería en base a la información disponible en GeoINTA, 2024

Se define erodabilidad como la susceptibilidad que posee el suelo a ser erosionado por desprendimiento y transporte de partículas, de las cuales se definen 3 categorías:

Se considera **erodabilidad baja** a aquella cobertura de suelo en donde el material este compuesto por rocas duras y poco erosionables.

Se considera **erodabilidad media** a aquellas planicies (bajo a nulo % de pendiente) donde se encuentran tanto depósitos aluviales como basálticos.

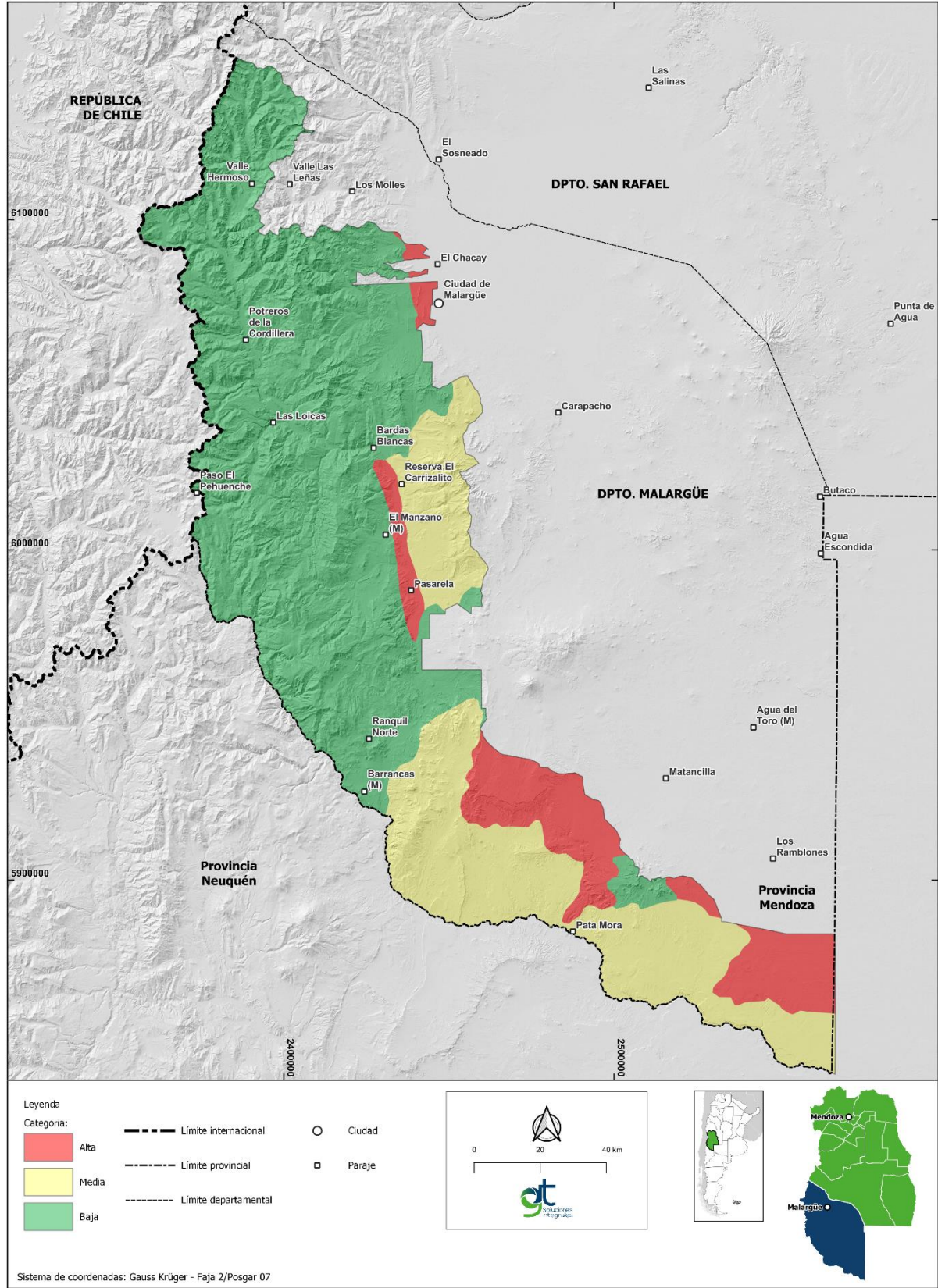
Se considera **erodabilidad alta** a aquellas planicies en donde la cobertura de suelo es erosionable

Tabla 23.7 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA

Símbolo	Limitancia principal	Grupo	Subgrupo	Valoración según la erodabilidad	Categoría
Eltc-26	Pendientes	Torrifluventes típico	Franca	Media	2
Eltc-20	Pendientes	Torrifluventes típico	Franca	Media	2
ENtc-51	Pedregosidad	Torriortentes típico	Arenoso gruesa	Media	2
EBtc-1	Erosión hídrica actual	Fluvacuantes típico	Franco limosa	Alta	3
DFtc-18	Erosión hídrica actual	Calciortides típico	Arenosa	Alta	3
ENli-8	Pendientes	Torriortentes lítico	Areno franca	Media	2
ENli-6	Pendientes	Rocas	No Clasificado	Baja	1
R		Rocas	No Clasificado	Baja	1

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.2 Mapa de categoría de suelo



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

23.2.2.3. Hidrología

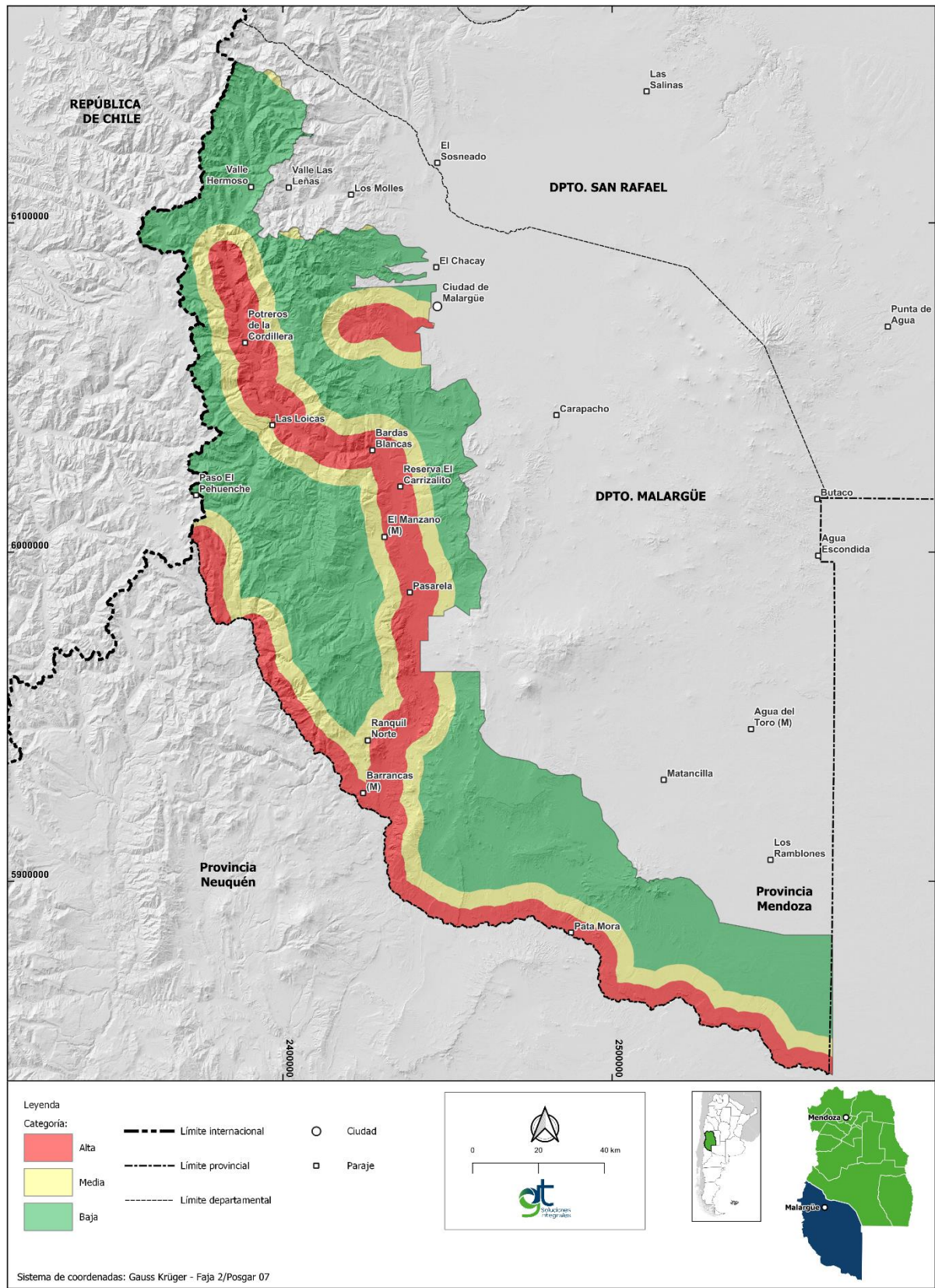
Con respecto al componente hidrológico, se toma de la red hidrográfica el colector principal de cada cuenca, de allí se realiza una categorización basada en la distancia al colector principal. Mientras más lejano esté al colector principal, menor será el impacto de producirse alguna afectación por acción de factor ambiental o antrópico.

Tabla 23.8 Categorización de la hidrografía según la distancia al colector principal

Categoría	Valoración	Características
1	Baja	Áreas que se encuentran a una distancia mayor a 10 km del colector principal
2	Media	Áreas que se encuentran a una distancia entre 10 km y 5 km del colector principal
3	Alta	Áreas que se encuentran a una distancia menor a 5 km del colector principal

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.3 Mapa de categoría de hidrología, distancia al colector principal



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

23.2.2.4. Flora

Para el factor ambiental flora se tuvo en consideración 2 atributos de las unidades vegetales determinados en el Mapa de Vegetación de la provincia de Mendoza realizado por el IADIZA:

- **Complejidad estructural y resiliencia:** complejidad propia del ecosistema, en relación a formas de vida, estratos vegetales (tipos fisonómicos) y la capacidad de estos ambientes a recolonizar zonas degradadas, luego de un disturbio. Se considera que las clases de mayor complejidad estructural presentarán mayor resiliencia ante procesos degradativos.
- **Representatividad:** Distribución de la especie dentro del área de estudio. Considerando que aquellas clases de distribución acotada presentan una mayor capacidad de alteración ya que un cambio en las condiciones naturales genere probabilidad alta de impacto.

Para el factor ambiental flora se tuvo en consideración 2 atributos de las unidades vegetales determinados en el Mapa de Vegetación de la provincia de Mendoza realizado por el IADIZA:

Complejidad estructural y resiliencia: complejidad propia del ecosistema, en relación a formas de vida, estratos vegetales (tipos fisonómicos) y la capacidad de estos ambientes a recolonizar zonas degradadas, luego de un disturbio. Se considera que las clases de mayor complejidad estructural presentarán mayor resiliencia ante procesos degradativos.

Representatividad: Distribución de la especie dentro del área de estudio. Considerando que aquellas clases de distribución acotada presentan una mayor capacidad de alteración ya que un cambio en las condiciones naturales genere probabilidad alta de impacto

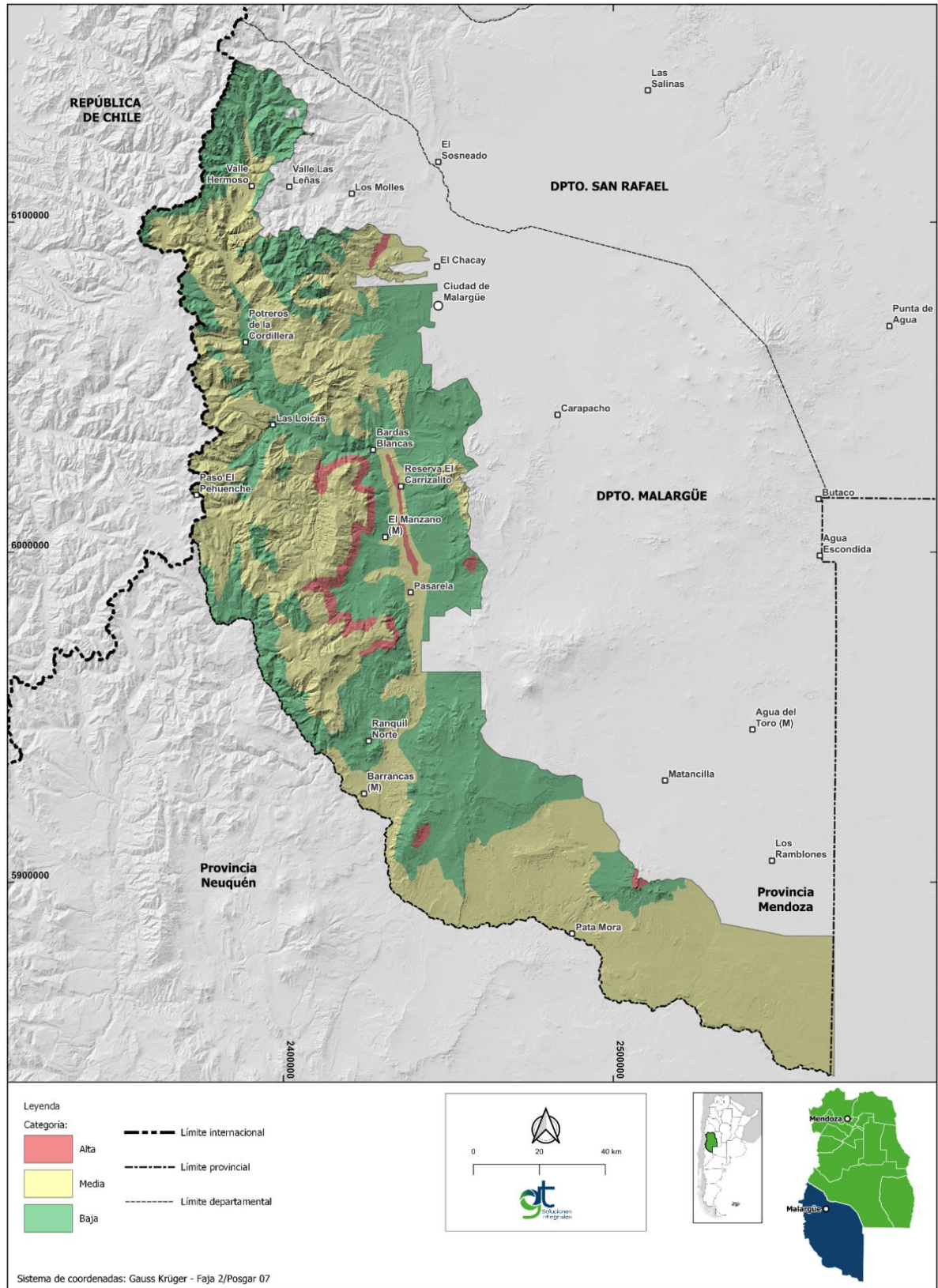
Tabla 23.9 Categorización de la vegetación

Clase	Representatividad (%)	Representatividad/ categoría	Complejo estructural	Categoría Total	Valoración
4: Comunidades de pulvinadas (<i>Junelia uniflora</i> , <i>Oxalis compacta</i> , <i>Azorella lycopodioides</i> , etc., pastizales de <i>Poa holciformis</i> , de <i>Stipa</i> , div. Ssp. Etc.	10,15%	Baja	Media/baja	1	Baja
5: Comunidades de nanofanerófitos, <i>Adesmia pinifolia</i> , <i>A. Scheiderii</i> , <i>Adesmia obovata</i> , etc., pastizales de <i>Poa holciformis</i> , de <i>Stipa</i> , div. Ssp. Etc.	27,60%	Baja	Media	2	Media
7: Matorrales arbustivos húmedos del pie de los Andes con <i>Colluguaja integerrima</i> , <i>Junellia ligustrina</i> , etc.	1,78%	Alta	Alta	3	Alta
29: Arenas de inundación con totorales (<i>Thypha subulata</i>), carrizales (<i>Phragmites australis</i>), cortaderas (<i>Cortaderia rudiusscula</i>), etc.	0,26%	Alta	Alta	3	Alta
40: Travesía de Chachahuén, estepa	23,76%	Baja	Alta	2	Media

Clase	Representatividad (%)	Representatividad/ categoría	Complejo estructural	Categoría Total	Valoración
arbustiva de Larrea con <i>Grindelia chilensis</i> , <i>Retanilla patagónica</i> , etc.					
41: Estepa Arbustiva sobre suelos arenosos con <i>Neoesparthon aphyllum</i> alterando con vegetación de médanos con <i>Sporobolus rigens</i> y vegetación saxícola sobre basaltos.	33,94%	Baja	Media	1	Baja
42: Piedemontes con <i>Mulinum spinosum</i> , <i>Senna arnottiana</i> , <i>Stillingia patagónica</i> , etc.	1,23%	Alta	Media/baja	2	Media
44: Vegetación con <i>adesmia pinifolia</i> , <i>Anarthrophyllum rigidum</i> , etc. En mesetas volcánicas altas.	0,32%	Alta	Media	3	Alta
45: Pastizales (coroinales) de altura con <i>Poa ligularis</i> , <i>Stipa speciosa</i> , etc.	0,81%	Alta	Baja	2	Media

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.4 Mapa de categoría de vegetación



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

23.2.2.5. Fauna

Para analizar este componente se tuvieron en cuenta un conjunto de factores ambientales considerados de mayor importancia que impliquen la presencia y ausencia de la fauna dentro del área de estudio. Se tomaron:

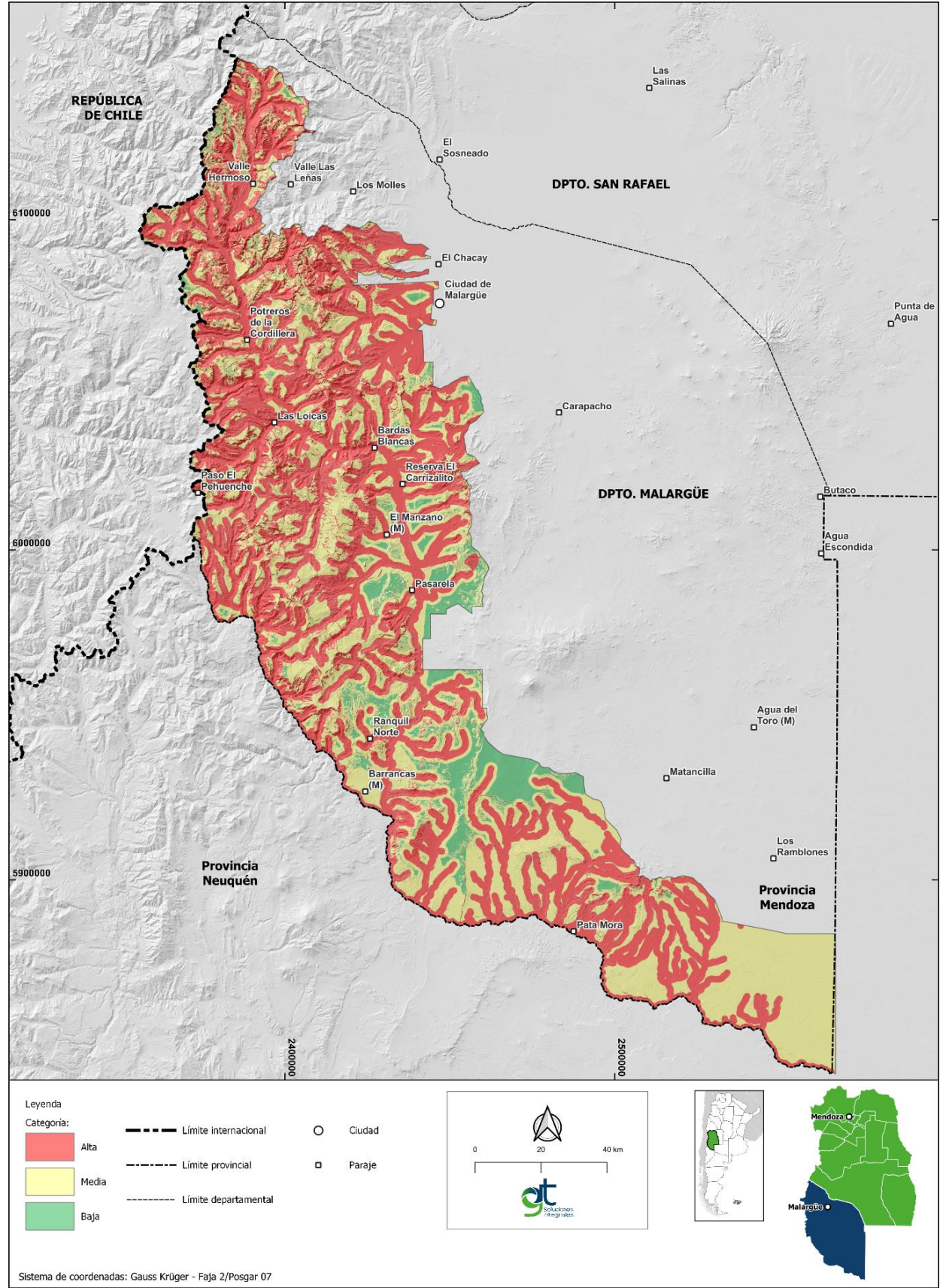
- Distancia a los cuerpos de agua principales (cursos de agua perenne) a 1 km
- Grados de pendiente
- Complejidad estructural de la vegetación

Tabla 23.10 Categorización de la presencia de fauna

Categoría	Valoración	Características
1	Baja	Áreas que se encuentran a más de 2 km de algún curso de agua perenne, con pendientes mayores a 43% y baja complejidad estructural.
2	Media	Áreas que se encuentran entre 2 y 1 km de algún curso de agua perenne, con pendientes entre 16 y 43% con una complejidad estructural media.
3	Alta	Áreas que se encuentran a menos de 1 km de algún curso de agua perenne, con pendientes menores a 16 y alta complejidad estructural.

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.5 Mapa de categoría de fauna



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

23.2.2.6. Humedales

Para el componente humedales, en base a la información obtenida de la página del INTA, se tendrán en cuenta para la ponderación aquella probabilidad mayor al 60% de encontrar humedales dentro del área de estudio a fin de que el estudio tenga una mejor coherencia y precisión.

23.2.2.7. Áreas Naturales Protegidas

Para ambos componentes ambientales y entendiendo la importancia de los mismos con respecto al entorno para el análisis final se tendrá en cuenta la totalidad del área de cada área natural descripta dentro del apartado anterior.

23.2.2.8. Puestos

Con respecto a la ubicación de los puestos, además de localizarlos se le realizará un buffer de 2 km a fin de determinar zonas de desplazamiento de los mismos en relación a la práctica de trashumancia.

23.2.2.9. Arqueología y Paleontología

Para ambos componentes ambientales se tendrá en cuenta solo las áreas que poseen algún tipo de hallazgo mapeado dentro de la descripción del componente ambiental.

23.2.2.10. Pueblos Originarios

Para el análisis de Pueblos Originarios se tuvo en cuenta la ubicación de los dos pueblos originarios que se encuentran dentro del área de MDMO. En base a esa ubicación se determinó 2 km de buffer para cada uno.

23.2.3. Resultados del análisis de vulnerabilidad

23.2.3.1. Valoración de la Matriz de comparación por pares

La valoración de los componentes ambientales realizados para incluir dentro de la matriz de comparación por pares se realizó de manera interdisciplinaria. En la siguiente tabla se identifican los resultados de la matriz.

Tabla 23.11 Matriz de comparación por pares

Factor		Topografía	Hidrología	Suelo	Flora	Fauna	Humedales	ANP
	Indicador	Pendiente	Cursos de agua	Permeabilidad	Cobertura	Presencia	Valor Ecosistémico	Patrimonio
Topografía	Pendiente	1	2	1	1	1	1	1
Hidrología	Cursos de agua	0,5	1	2	3	3	3	3
Suelo	Permeabilidad	1	0,5	1	0,5	1	0,33	1
Flora	Cobertura	1	0,33	2	1	1	1	4
Fauna	Presencia	1	0,33	1	1	1	0,33	4
Humedales	Valor Ecosistémico	1	0,33	3	1	3	1	2
ANP	Patrimonio	1	0,33	1	0,25	0,25	0,5	1
Suma		6,5	4,82	11	7,75	10,25	7,16	16

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

En base a la metodología adoptada para dicho proceso se realizó la normalización de los valores y su posterior ponderación, siendo esta el *input* para determinar el peso de cada componente ambiental tenido en cuenta para el análisis de vulnerabilidad. Se presenta en la siguiente tabla la matriz normalizada y el resultado de la ponderación.

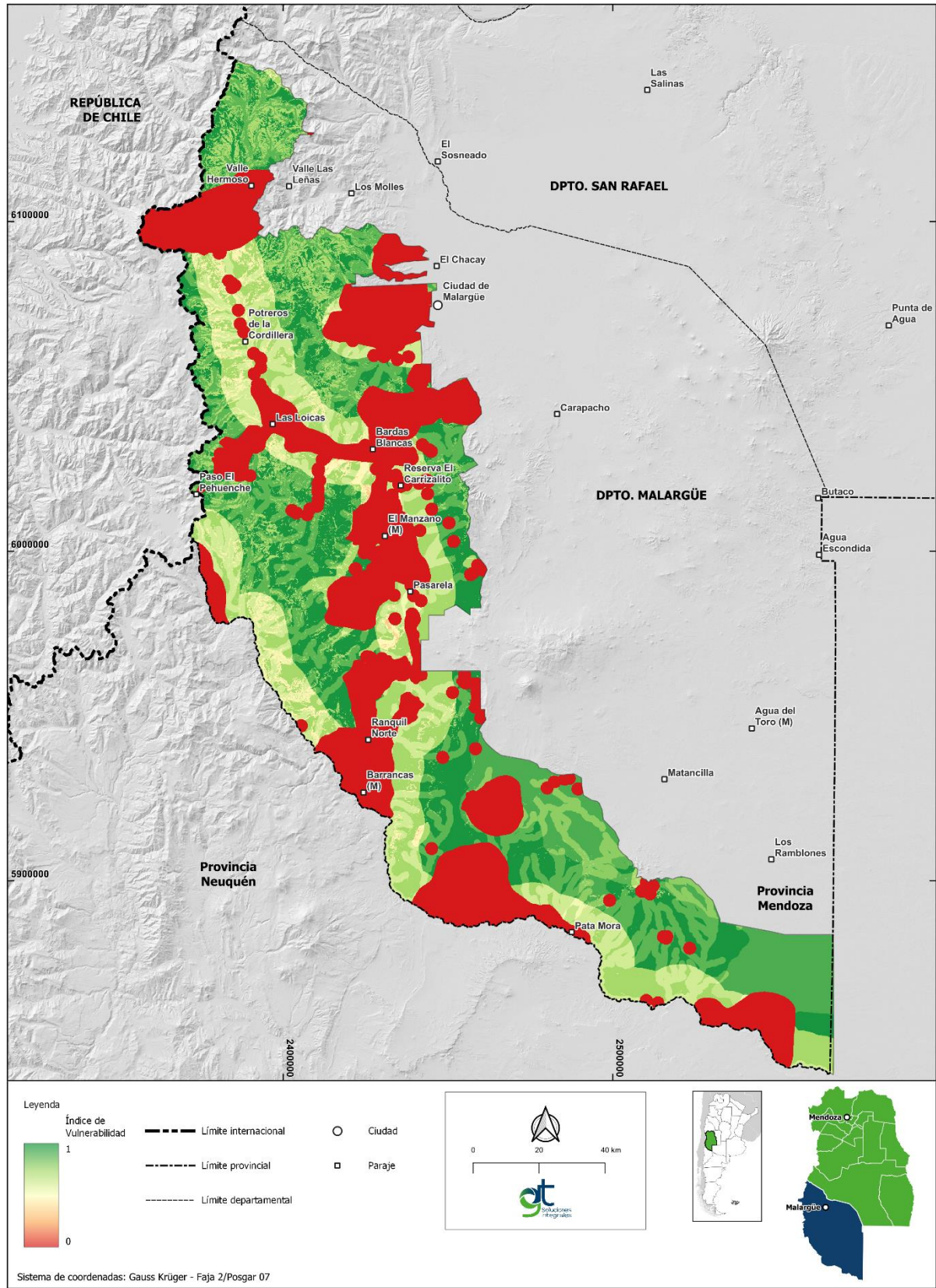
Tabla 23.12 Matriz de normalización

Factor		Topografía	Hidrología	Suelo	Flora	Fauna	Humedales	ANP	
	Indicador	Pendiente	Área de la cuenca	Permeabilidad	Cobertura	Presencia	Valor ecosistémico	Patrimonio	PONDERACIÓN
Topografía	Pendiente	0,153846	0,41493	0,0909090	0,12903	0,09756	0,139664	0,0625	0,155493006
Hidrología	Área de la cuenca	0,076923	0,20746	0,1818181	0,38709	0,29268	0,418994	0,1875	0,250354893
Suelo	Permeabilidad	0,153846	0,10373	0,0909090	0,06451	0,09756	0,046089	0,0625	0,088450882
Flora	Cobertura	0,153846	0,06846	0,1818181	0,12903	0,09756	0,139664	0,25	0,145769586
Fauna	Presencia	0,153846	0,06846	0,0909090	0,12903	0,09756	0,046089	0,25	0,119414656
Humedales	Valor ecosistémico	0,153846	0,06846	0,2727272	0,12903	0,29268	0,139664	0,125	0,168774021
ANP	Patrimonio	0,153846	0,06846	0,0909090	0,03225	0,02439	0,069832	0,0625	0,071742955
		1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024.

Finalmente, mediante los sistemas de información geográfica (SIG's) se procede a evaluar y calcular los componentes ambientales en conjunto dando como resultado el Índice de Vulnerabilidad Ambiental para el área de MDMO, donde aquellas zonas que se encuentran en los valores a 0 (cero) son más vulnerables y los que están en los valores 1 (uno) son menos vulnerables. En el siguiente mapa se presenta el resultado final del análisis.

Mapa 23.6 Mapa de vulnerabilidad ambiental (rango)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

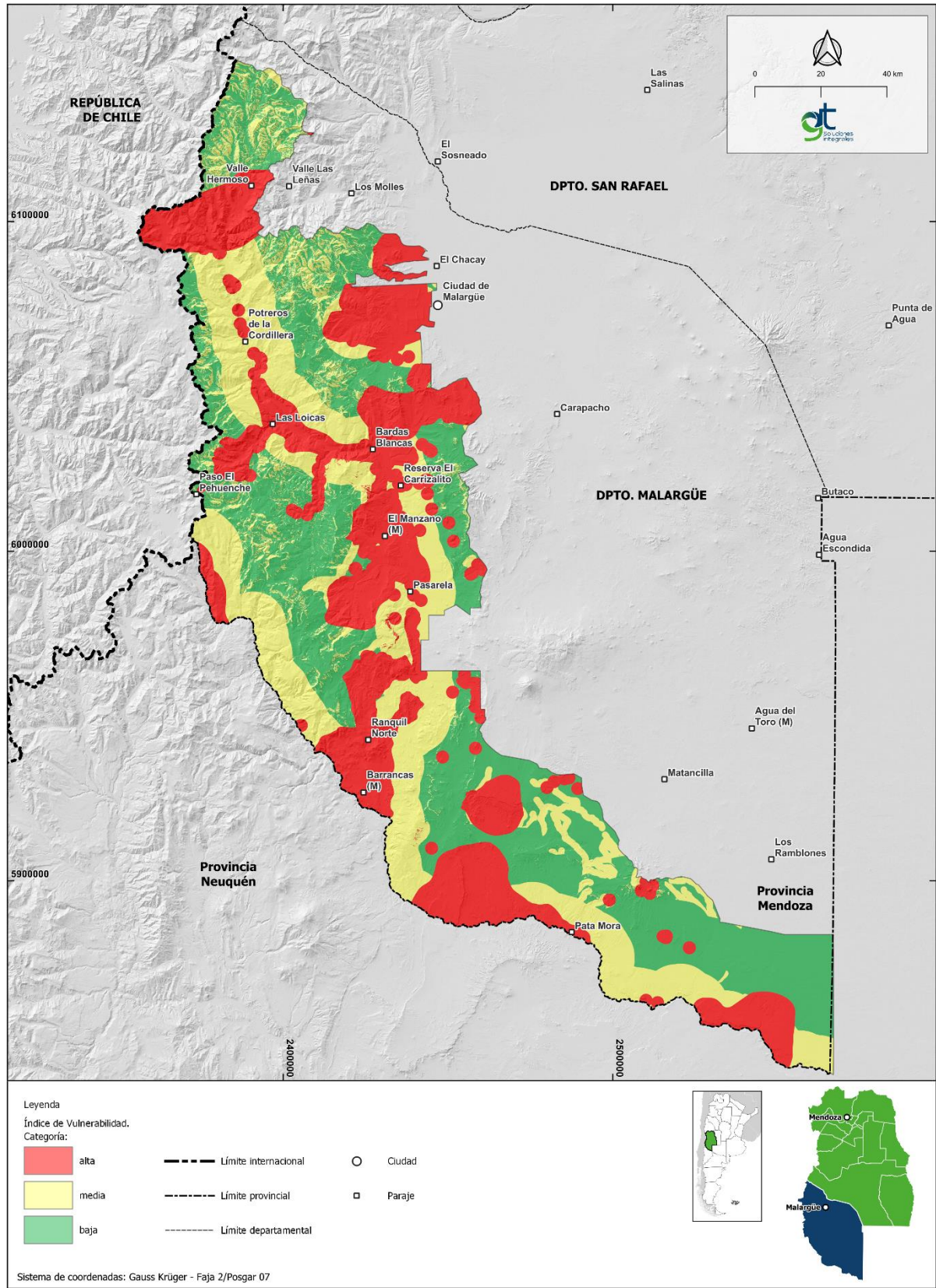
Con el fin de simplificar la gestión de los datos y generar tres categorías de vulnerabilidad ambiental (Alta, Media y Baja) se procede a la reclasificación y el resultado final del análisis es el Mapa 26.7 Vulnerabilidad Ambiental MDMO, donde las diferentes categorías de vulnerabilidad ambiental de los atributos se describen en la siguiente tabla.

Tabla 23.13 Categorización de vulnerabilidad de los atributos de los factores socioambientales

Factor de reclasificación	Vulnerabilidad	% de superficie	Descripción
1	Baja	33% (6.238,58 km ²)	El atributo del factor socioambiental considerado presenta una vulnerabilidad baja a experimentar cambios y/o modificaciones en las condiciones naturales y humanas por la acción de un agente externo y/o interno del sistema analizado.
2	Media	32% (6.023,3 km ²)	El atributo del factor socioambiental considerado presenta una vulnerabilidad media a experimentar cambios y/o modificaciones en las condiciones naturales y humanas por la acción de un agente externo y/o interno del sistema analizado.
3	Alta	34% (6.490,19 km ²)	El atributo del factor socioambiental considerado presenta una vulnerabilidad alta a experimentar cambios y/o modificaciones en las condiciones naturales y humanas por la acción de un agente externo y/o interno del sistema analizado, por lo que a la hora de realizar algún cambio dentro de esta área deberá observarse cada plan de manejo correspondiente.

Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Mapa 23.7 Mapa de vulnerabilidad ambiental



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

IV. Descripción de los trabajos a realizar

El presente Capítulo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental (en adelante MDMO) tiene por finalidad:

- Describir los posibles trabajos de exploración que el concesionario de un Proyecto Minero puede desarrollar dentro del Área MDMO, como así también aquellas actividades necesarias, denominadas de apoyo, para llevar a cabo los trabajos de exploración directa, y las correspondientes al cierre de sectores intervenidos.
- Dimensionar las actividades involucradas en los trabajos de exploración, las actividades de apoyo y las de cierre de sectores intervenidos, en función de los recursos e insumos requeridos y los residuos generados durante una campaña de exploración, considerando una situación operativa de máxima.

Este Capítulo se desarrolla en base a los títulos indicados por el Decreto 820 /2006 en el punto c) correspondiente al apartado II Exploración, para su mejor entendimiento a la hora de ser consultado por el proponente de un Proyecto Minero.

24. Objeto de la exploración en el Área MDMO

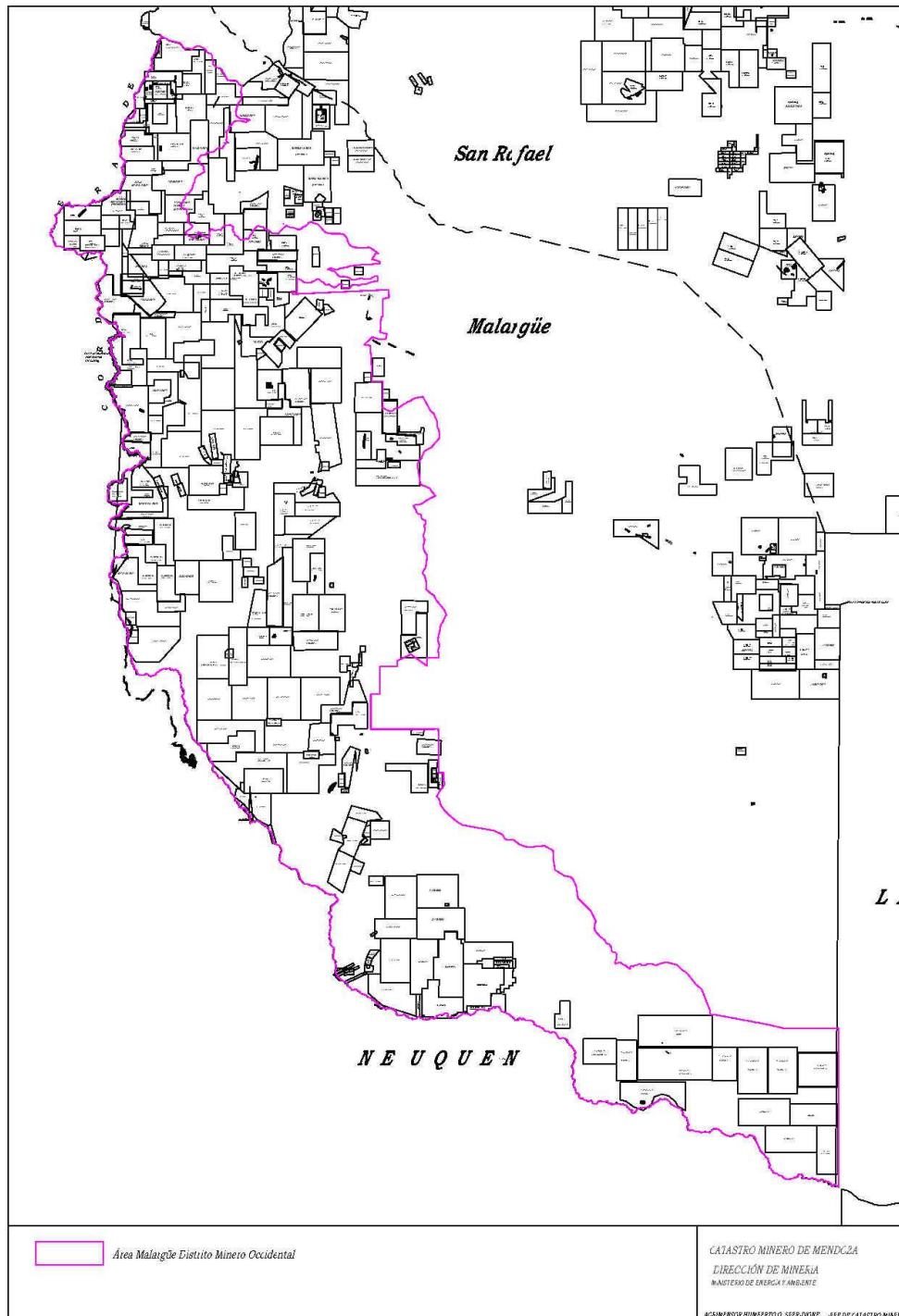
El objeto de la exploración en el Área MDMO es el desarrollo e incremento en el conocimiento técnico de la misma, debido a su gran potencial geológico minero, mediante la puesta en marcha de Proyectos Mineros interesados en la exploración de pórfidos de cobre y otras estructuras metalíferas mineralizadas asociadas.

El Área MDMO posee una superficie de 1.875.484 ha (18.754 km²) dentro de la cual se encuentran Propiedades Mineras que poseen la figura legal para poder desarrollar actividades exploratorias vinculadas a la minería metalífera. Estas Propiedades Mineras abarcan una superficie de 703.432 ha, lo que representa un 37,5% de la superficie del área MDMO (Ver Anexo VI).

El siguiente mapa muestra:

- La ubicación del Área MDMO
- Las Propiedades Mineras incluidas en el Área MDMO
- Las rutas de acceso al Área MDMO.

Mapa 24.1 Área Malargüe Distrito Minero Occidental.



Fuente: Dirección de Minería, 2024.

25. Trabajos de exploración a realizar

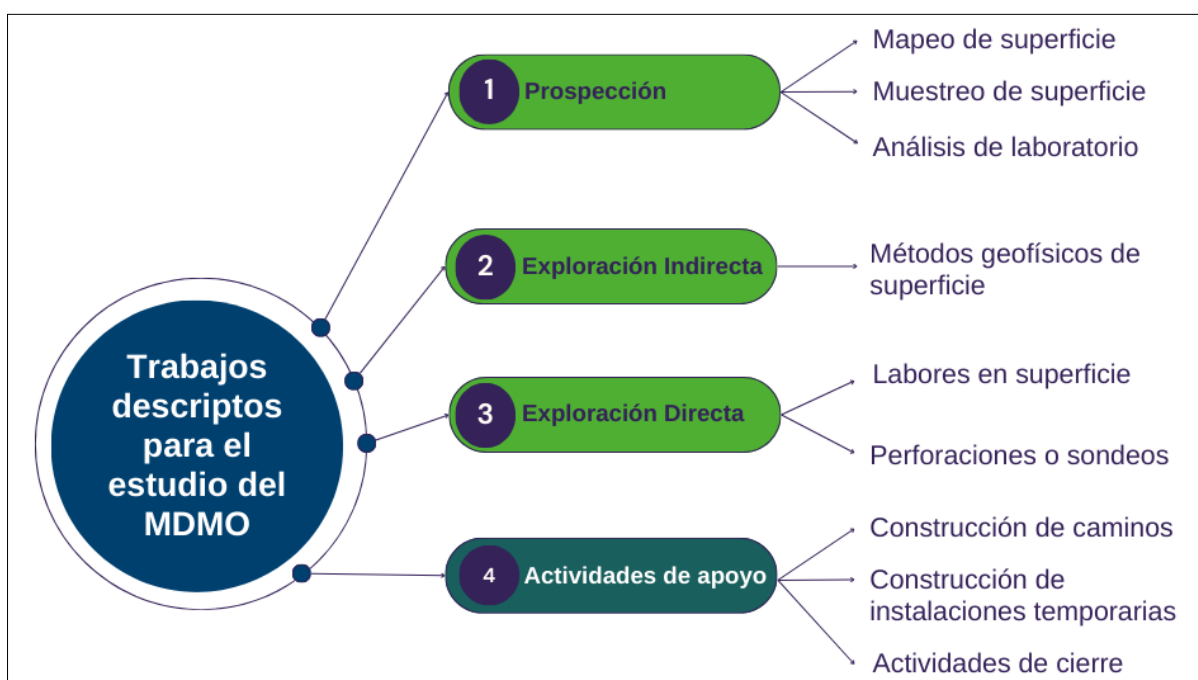
Los posibles trabajos de exploración a realizar en el Área MDMO y que se describen en el presente Capítulo, son aquellos que corresponden a actividades de prospección, exploración indirecta o inicial y exploración directa o avanzada.

Así mismo se describen:

- Las actividades necesarias, denominadas de apoyo, para llevar a cabo los trabajos de exploración directa, como son la construcción de caminos y de instalaciones temporarias.
- Las actividades de cierre que deben ser aplicadas sobre un sector intervenido, una vez finalizada la actividad exploratoria.

En la siguiente Figura se listan los posibles trabajos y actividades que el proponente de un Proyecto Minero, puede desarrollar en el Área MDMO

Figura 25.1 Trabajos y actividades posibles a desarrollar en el Área MDMO



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

Para la descripción objetiva de los trabajos de exploración a realizar en el Área MDMO (Ver punto 20.1) se consideran las siguientes definiciones:

Si bien las definiciones de prospección y exploración son relativamente confusas y sus actividades suelen solaparse (ej.: el mapeo de superficie y la toma de muestras de roca de superficie se pueden realizar en simultáneo y pueden corresponder tanto a la etapa de exploración como de prospección), se asumen para el Área Malargüe Distrito Minero Occidental, definiciones acotadas, siendo la **prospección** referida a una escala regional, mientras que la **exploración** a una escala local, por la profundidad de las investigaciones y por los recursos invertidos en cada una de ellas, incrementándose desde la prospección a la exploración.

El Código de Minería comentado por Edmundo F. Catalano, Ed Zavalia (1999, p20) en los comentarios al Título 1, Art 1, se indica que “La *prospección*, o reconocimiento superficial y extensivo de los terrenos en busca de yacimientos de sustancias minerales, ... porque constituye el primer contacto que el hombre establece con el medio geográfico.”

Otras definiciones técnicas indican que “La *prospección* consiste en la búsqueda de anomalías que respondan a potenciales yacimientos. Implica mapeo superficial, estudios geofísicos y geoquímicos a escala regional no invasivos, como muestreo de sedimentos de

corriente, suelo, roca, concentrados de minerales pesados, etc. orientados a definir tentativamente localización y forma del yacimiento.” Lestussi, M. (2018, p.6).

“....., prospección será la etapa inicial de búsqueda de indicios, anomalías, o manifestaciones minerales en áreas extensas, que son de muy alto riesgo (baja probabilidad de éxito) pero a su vez de bajo costo. Exploración será una etapa posterior de investigación de los hallazgos hasta dimensionarlos y caracterizarlos; se desarrolla en áreas mucho más reducidas y es de alto riesgo, que disminuye con su avance, pero con costos cada vez más elevados.” (R. Fernandez, M. Tessone, 2015, p2).

Respecto a la exploración, desde los aspectos legales, Catalano aporta una definición indicando, “A esta etapa inicial (la prospección), le sucede la *exploración*. Esta se realiza en áreas de terreno más circunscriptas y respecto a un yacimiento identificado a través de aquellos trabajos previos. El verdadero objeto de la exploración es determinar la importancia económica del hallazgo para establecer sus posibilidades de explotación comercial. A este respecto debe señalarse que de cada 100 minas o prospectos descubiertos, sólo un pequeño número, del orden de 2 ó 3, llega a convertirse en verdadero negocio minero.”

Por otro lado, el Código de Minería en su Art. 25 indica que las actividades exploratorias se realizan en un área determinada.

Otras definiciones técnicas indican que “La exploración es la actividad que consiste en la determinación de la cantidad (reservas) y de la calidad (ley promedio) del mineral de un depósito. Pero también es necesario en esta actividad saber si el mineral es tratable, es decir si es posible recuperar económicamente su contenido metálico, para lo cual se realiza pruebas metalúrgicas de laboratorio y planta piloto de tratamiento de minerales. En esta fase se busca establecer y calcular técnicamente las reservas del mineral o minerales, la ubicación y características de los depósitos o yacimientos, la elaboración del plan minero, los medios y métodos de explotación, y la escala y duración factible de la producción esperada.” (Estudios Mineros del Perú, p34).

En ciertas oportunidades, conforme al cronograma de avance de las investigaciones, las actividades de exploración en un sitio objetivo (target) pueden ser apoyadas por actividades de prospección en sitios inmediatos o aledaños.

Para que la vida productiva de las minas en operación sea continua requiere del mantenimiento o incremento de sus reservas, por lo que el *alumbramiento* de nuevos depósitos minerales rentables exige permanentes actividades de prospección-exploración definidas como *brownfield* las que aprovechan instalaciones preexistentes y son aplicadas al mantenimiento de las reservas consumidas y a la continuidad de la productividad de las instalaciones existentes o *greenfield* cuando son realizadas sobre áreas vírgenes, sin instalaciones o actividades productivas previas.

25.1. Descripción de los trabajos de exploración a realizar

La descripción de los posibles trabajos de exploración a realizar en el Área MDMO, se clasifican según indica la siguiente Tabla:

Tabla 25.1 Clasificación de los trabajos de prospección y exploración a realizar

Clasificación	Tipo de trabajo a realizar
Prospección	Mapeo de Superficie
	Muestreo de Superficie
	Análisis de Laboratorio
Exploración Indirecta	Métodos Geofísicos
Exploración Directa	Labores en Superficie
	Perforaciones o Sondeos

Fuente: GT Ingeniería, 2024

25.1.1. Prospección

Las actividades correspondientes a trabajos de prospección incluyen:

- Mapeo de superficie
- Muestreo de Superficie
- Análisis de Laboratorio

25.1.1.1. Mapeo de Superficie

Esta actividad de prospección consiste en la elaboración del mapa de superficie para el área comprendida dentro de las propiedades mineras que se desea estudiar su potencial minero en base a las características litoestratigráficas aflorantes y sus relaciones en profundidades inferidas.

Para la elaboración del mapa de superficie, se utilizan antecedentes prospectivos, imágenes satelitales del área de interés y hojas geológicas que permiten a los profesionales en geología estudiar los sectores con mayor potencial para continuar con la exploración. Una vez identificada un área específica, un equipo de prospectores, se dirige a terreno para registrar la ubicación de las rocas mediante GPS y de sus características (color, textura, estructura, relación estratigráfica, mineralogía, alteraciones, presencia de minerales diagnóstico), complementando con esta información el Mapa de Superficie y aumentando su descripción con información primaria de campo.

El mapa de superficie puede ser acompañado por la preparación de cartografía de base, para obtener imágenes multiespectrales estéreo de alta resolución (> 0,50 m) y generar contornos de 1 m, 5 m, 10 m o 50 m, siendo el resultado un modelo digital de elevación (DEM).

Las imágenes pueden ser ASTER de 14 bandas ortorectificadas, imágenes multiespectrales de 8 bandas, Landsat 5, Landsat 7 ETM+ y Landsat 8, entre las más utilizadas para el análisis de gabinete de las diferentes alteraciones minerales, y tipos de roca que caracterizan a los yacimientos metalíferos.

Para la georreferenciación de las imágenes se posicionan cruces georreferenciadas con GPS diferencial, en sistema Posgar 94, proyección Gauss Kruger con datum WGS84, según lo requerido por la autoridad de aplicación.

La compilación de esas imágenes permite obtener mapas de base con mayor nivel de detalle para la identificación de anomalías de alteración y límites o contactos de unidades geológicas en superficie.

Con los mapas de gabinete elaborados, se recorre el área a prospectar caminando o en camioneta 4x4 por caminos preexistentes o siguiendo huellas. Se describen los afloramientos de las rocas cartografiadas, se toman fotografías, se definen los contactos reales en superficie de diferentes tipos de rocas (con GPS), se intenta definir relaciones de contacto y temporalidad, se definen zonas para desarrollar mapeos de mayor detalle y muestreos de roca.

Los mapas de superficie suelen tener escalas de detalle diversas, comprendidas entre las escalas 1:100.000 y 1:10.000 como las más comunes.

25.1.1.2. Muestreo de Superficie

Cuando se identifica un área específica, en base al mapeo de superficie, el equipo de prospectores que se dirige a terreno para registrar la ubicación y características de las rocas, procede también a realizar el muestreo de superficie.

Las muestras recolectadas (roca, sedimento, suelo, chips de roca) son enviadas a laboratorios externos especializados, para determinar, mediante análisis geoquímicos, la abundancia, distribución y migración de elementos minerales o estrechamente asociados a los mismos con el fin de detectar depósitos metálicos (trazadores o indicadores).

El muestreo de superficie durante la prospección puede ser: muestro de roca, de sedimentos, de suelo y de chips de roca, también conocido como chipeo (derivado del término inglés *chip*: astilla).

La metodología general del muestro de superficie consiste en recolectar muestras del área de estudio, de manera tal que:

- El grupo de muestras representen lo mejor posible el área de estudio y sus zonas de interés.
- Las diferentes partes del área de estudio estén contenidas de manera proporcional en el grupo de muestras y manejen una relación de representatividad.

- Las herramientas que se utilizan para colectar las muestras son pico, pala, piqueta o martillo de geólogo, cincel, bolsas de nylon de 20 micrones, etiquetas de papel y cinta *flyer* biodegradable.
- Colocar cada muestra en una bolsa plástica resistente con la correspondiente identificación (código).
- Registrar en el documento de campo la muestra (código), las coordenadas del sitio donde se toma la muestra y sus condiciones geológicas.

Según el tipo de muestreo las actividades simplificadas para cada tipo son:

- **Muestreo de chip de roca:** Las muestras son extraídas lo más frescas posibles, utilizando piqueta o cincel con una masa para extraer partículas (chips de rocas) de 5 cm a 10 cm de largo hasta generar un peso entre 1/2 kg a 1 kg.
- **Muestreo de roca:** Las muestras se toman en la sección que represente el afloramiento en base a su mineralización o alteración la cual permita analizar, mediante geoquímica, el contenido mineralógico y metalífero de los minerales que la integran. Se pica con masa o piqueta y se toma un volumen de roca no superior a los 5 kg. Se registra en planillas su geolocalización, se le asigna un código de identificación, registro fotográfico y se guarda en una bolsa de nylon y se cierra. En el terreno donde se tomó la muestra se identifica su sitio de muestreo con una cinta *flyer* biodegradable y el código de identificación asignado a la roca que se envía a análisis de laboratorio. Se suele tomar una muestra de menor tamaño como contramuestra que sirva para describir en gabinete, bajo lupa binocular, la mineralogía, textura, asociación de minerales y alteración mineral.
- **Muestreo de sedimento:** Consiste en tomar muestras de material particulado en las márgenes y lechos de los cursos de agua transitorios o permanentes, aguas abajo de zonas de interés geológico a fin de identificar metales o elementos químicos que se asocian a los yacimientos minerales deseables de hallar en depósitos minerales metalíferos.
- **Muestreo de suelo:** Similar a lo que ocurre con el muestreo de sedimento, se muestrean suelos, que puedan contener elementos químicos o rastreadores que permitan relacionarse con la yascencia en sus proximidades o en subsuperficie de depósitos minerales.

25.1.1.3. Análisis de Laboratorio

Las muestras recolectadas en el muestreo de superficie, son enviadas al Laboratorio Externo Especializado para realizar los análisis geoquímicos los cuales incluyen los siguientes métodos:

- Estudio de sedimentos de quebradas
- Estudio de suelos
- Estudio de rocas (incluye chips)

Los resultados de los análisis por lo general demoran entre 30 a 45 días desde la recepción de las muestras en el laboratorio.

Se analizan las concentraciones de los metales y elementos trazas, colocando los resultados obtenidos sobre el mapeo de superficie, a fin de:

- generar relaciones de contenido metálico/roca entre ambas metodologías de estudio, y contar con resultados para la toma de decisiones por parte de la empresa encargada de la prospección sobre continuar con los trabajos con los trabajos correspondientes a las etapas sucesivas de exploración; y
- definir en que sectores de los prospectados se realizarán estudios con una escala de trabajo que permita mejor detalle para profundizar la calidad y cantidad de información geológica.

25.1.2. Exploración Indirecta

Las actividades correspondientes a trabajos de exploración indirecta se describen como exploración geofísica.

Consiste en realizar e interpretar mediciones de propiedades físicas para determinar condiciones del subsuelo, con el objetivo de determinar zonas que presentan posibilidad de contener yacimientos económicamente explotables.

Los métodos de exploración geofísica que están disponibles para su uso se describen a continuación:

25.1.2.1. Método Geoelectrico

Este método permite detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas, considerando su contraste resistivo, para lo cual se basan en la medición de las variaciones de resistividad del subsuelo al paso de una corriente eléctrica según dos variantes:

- La primera: inyectando corriente eléctrica artificial (emitida por una batería u otro generador) a través de electrodos insertados en el suelo.
- La segunda: detectando o midiendo las corrientes eléctricas naturales generadas en el subsuelo a través de los mismos electrodos.

En el método geoelectrico se presentan las siguientes variantes:

- **Sondeo eléctrico vertical:** Permite obtener información en una dimensión del terreno mediante la aplicación de pulsos de corriente directa como estímulo y obtener al mismo tiempo el registro de la diferencia de potencial generada por el terreno a modo de respuesta.
- **Tomografía eléctrica resistiva:** Utiliza corriente continua para determinar la variación de la resistividad eléctrica del subsuelo en función de la profundidad y a lo largo de un perfil, es decir en 2 dimensiones.
- **Calicatas Eléctricas:** Esta técnica consiste en inyectar corriente en el subsuelo mediante arreglos de electrodos, la corriente inyectada genera a su vez una diferencia de potencial que es medida por el instrumento utilizado y traducida posteriormente en resistividades. Al ser la resistividad una propiedad física de las rocas, es posible interpretar geológicamente dichos contrastes de resistividad, y determinar la composición del subsuelo.
- **Polarización Inducida:** Esta técnica consiste en la medición del decaimiento de la diferencia de potencial, luego de finalizar la inyección de una corriente eléctrica mediante un arreglo de electrodos metálicos, permitiendo determinar la cargabilidad y la resistividad eléctrica de la roca. Si la corriente inyectada es continua el análisis de la caída de potencial se realiza en el dominio del tiempo, mientras que si es alterna el análisis de la misma se realiza en el dominio de la frecuencia.
- **Potencial Inducido:** Comprende los procesos electroquímicos que se originan en las rocas bajo la influencia de una corriente continua que circula por ella y que se manifiestan por la aparición de fuerzas electromotrices secundarias.
- **Potencial Espontáneo:** Tiene su base teórica en la medición de la diferencia de potencial eléctrico que genera el subsuelo de forma natural. El origen de estos campos eléctricos se debe a fenómenos variables en el subsuelo, por ejemplo, cambios en la humedad y temperatura del suelo, la presencia de cuerpos metálicos, actividad biológica o de materia orgánica y en general cualquier interacción química del terreno. La principal diferencia con los demás métodos eléctricos recae en que los contrastes de resistividad son medidos horizontalmente. Esto se logra manteniendo una separación entre electrodos constante y moviendo por completo el arreglo, permitiendo realizar un barrido a una misma profundidad.

En este contexto, en las campañas de exploración se determina la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo a partir de mediciones efectuadas desde la superficie, mediante el uso de un sistema geoelectrico conformado por:

- Transmisor conectado a una fuente de energía (batería o generador eléctrico).
- Electrodos de diferentes metales como acero inoxidable, cobre o aluminio. Estos electrodos se insertan en la superficie, en diferentes formaciones de línea o grillas de acuerdo al estudio que se va a realizar. Estos tienen una separación uniforme y están unidos por un "cable inteligente" que a su vez se conecta al transmisor del sistema.
- Cables eléctricos necesarios para las conexiones.
- Tablet / PC.

Fotografía 25.1 Vista de los elementos de un sistema geoelectrico.



Fuente: <https://www.cartomex.com/estudios-geoelectricos-geoelectrica.html>

25.1.2.2. Método Electromagnético Inducido

Otra variante es el Método Electromagnético Inducido (MEI), por el cual se estudia la estructura del subsuelo de una determinada región a partir de la medida y análisis del comportamiento de los campos electromagnéticos inducidos en el terreno mediante impulsos de corriente de cierta intensidad, circulando por una bobina situada horizontalmente sobre el suelo. Las características del campo electromagnético inducido dependen de las propiedades del subsuelo, principalmente de su conductividad eléctrica y su permeabilidad magnética, por lo cual este método permite obtener una imagen del subsuelo en función de dichas propiedades, haciendo posible detectar y caracterizar cualquier objeto o rasgo que presente un contraste en alguna de dichas propiedades respecto a la matriz sedimentaria.

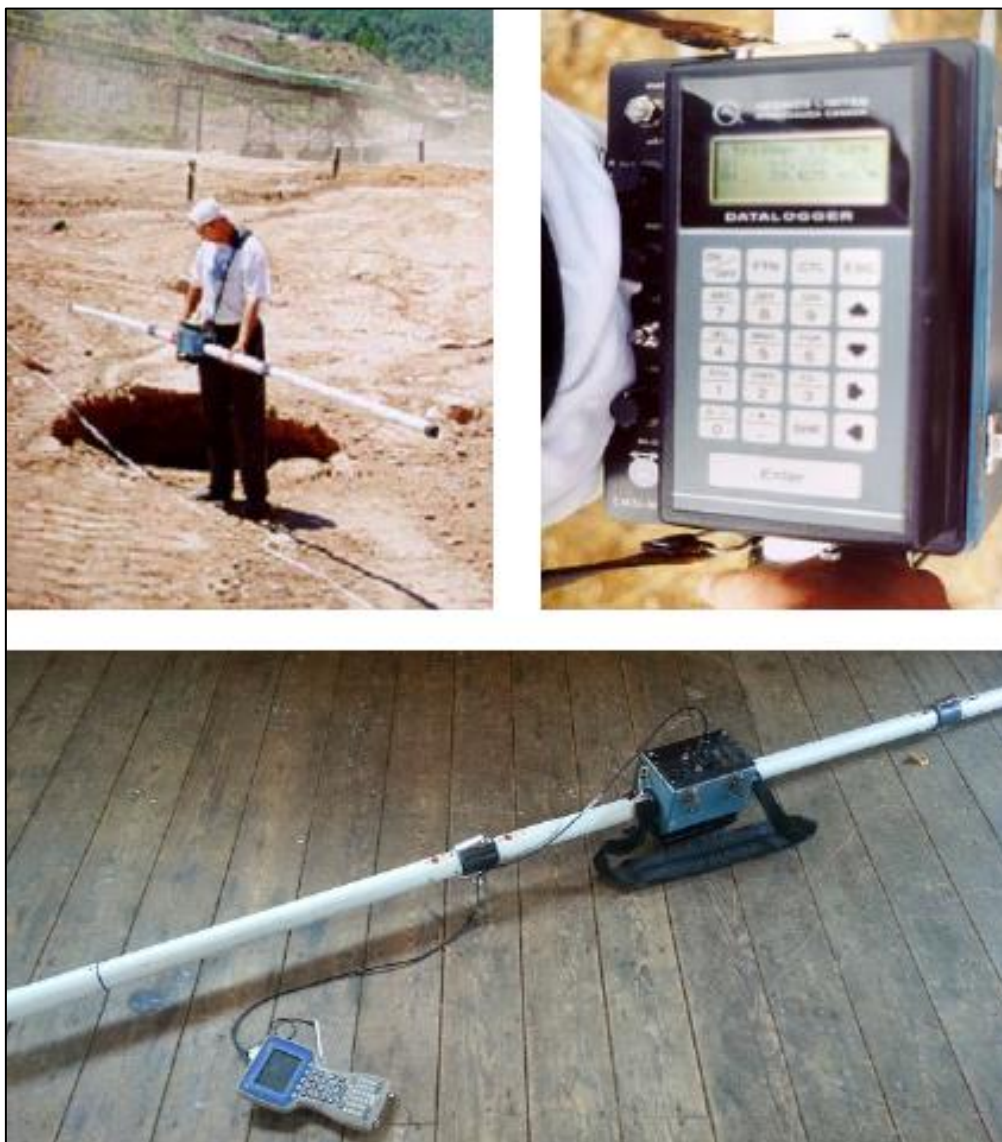
El Método Electromagnético Inducido, puede clasificarse en:

- Método Electromagnético Inducido de Dominio Temporal (TDM), los cuales realizan las mediciones y análisis en el dominio del tiempo.
- Método Electromagnético Inducido de Dominio de Frecuencias (TDM), los cuales realizan las mediciones y análisis en el dominio de la frecuencia.

En este contexto en las campañas de exploración se obtiene la imagen del subsuelo en función de su conductividad y permeabilidad magnética a partir del levantamiento de datos efectuado desde la superficie, mediante el uso de un sistema conformado por:

- Un transmisor de corriente conectado a una fuente de energía (batería o generador eléctrico).
- Una bobina transmisora.
- Una bobina receptora.
- Receptor de la señal electromagnética.
- Un registrador digital de los datos obtenidos, que permite su posterior estudio y análisis.
- Cables eléctricos necesarios para las conexiones.
- Tablet / PC.

Fotografía 25.2 Vista de los elementos de un sistema electromagnético.



Fuente: <https://www.https://ocw.unican.es/course/> Geotecnia y Prospección Geofísica (2021)

25.1.2.3. Método Sísmico

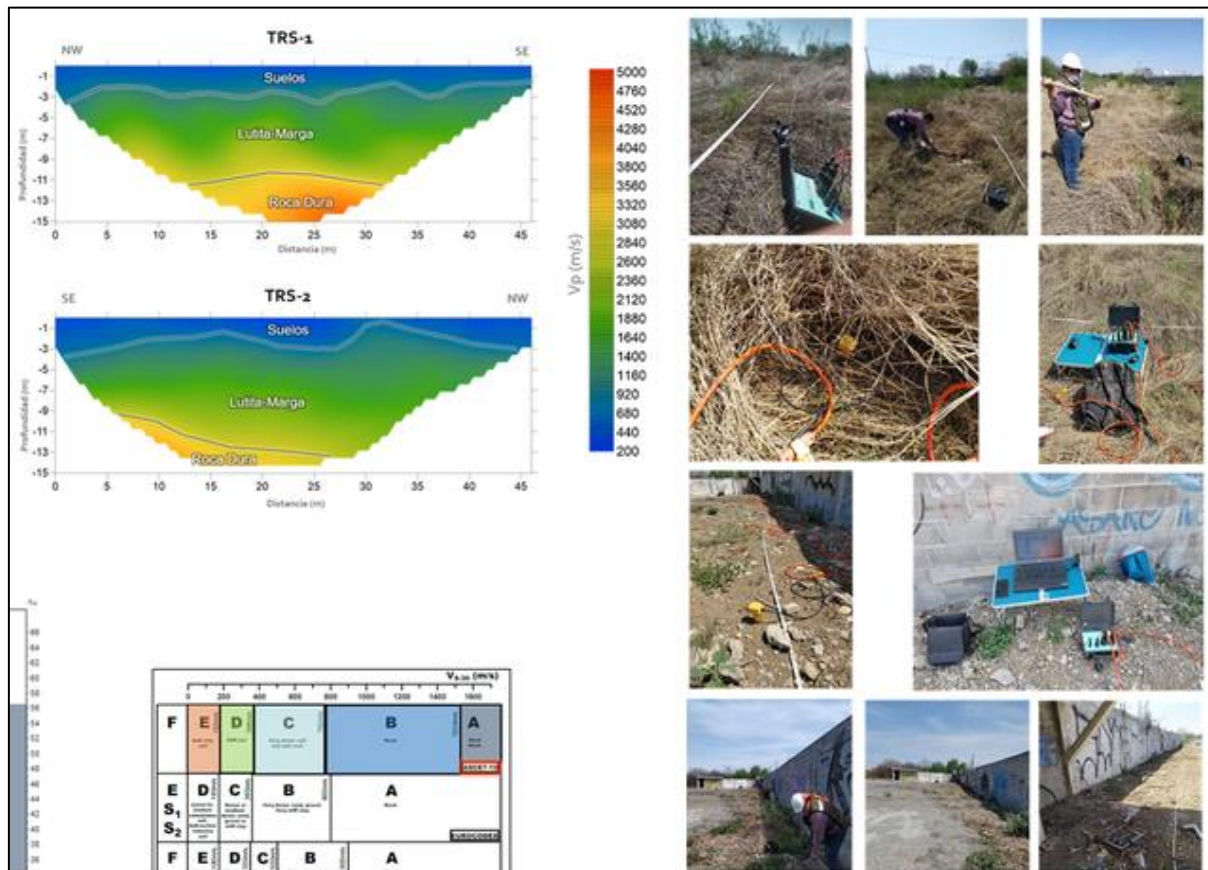
Este método permite obtener una imagen del terreno en base a las propiedades elásticas de los materiales que lo constituyen y deduciéndose, por tanto, la geometría de estructuras geológicas en profundidad. Se basa en la detección del frente de ondas elásticas producidas por una fuente sísmica artificial (maza o dispositivo mecánico mediante el cual se genere un golpe o pulso fuerte sobre el suelo), propagadas a través del subsuelo que se investiga y detectadas en superficie mediante sensores, denominados geófonos. Los geófonos convierten las vibraciones del suelo en una señal eléctrica, la cual es registrada y procesada por un sísmógrafo. El tiempo de viaje de la onda sísmica (desde la fuente hasta el geófono) se determina a partir de la forma de la onda sísmica.

En este contexto en las campañas de exploración se obtiene información de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas producidas, a partir del levantamiento de datos efectuado desde la superficie, mediante el uso de un sistema conformado por:

- Dispositivo mecánico para utiliza como fuente sísmica artificial
- Geófonos

- Sismógrafo
- Líneas
- Software

Fotografía 25.3 Vista de los elementos de un sistema sísmico.



Fuente: <https://www.ureslainer.com/estudio-geofisico-estudio-sismico/>

25.1.2.4. Método Magnetométrico

Este método permite investigar la geología del subsuelo sobre la base de anomalías en el campo magnético de la Tierra como resultado de las propiedades magnéticas de las rocas subyacentes.

La aplicación de este método se realiza con un equipo de medición denominado Magnetómetro; estos sensores están diseñados para percibir alteraciones en el campo magnético terrestre. Dependiendo del tipo de magnetómetro que se utilice, los datos se tienen que analizar e interpretar para obtener el resultado final: mapas de anomalía magnética.

La exploración magnetométrica se puede realizar:

- A pie en pequeñas escalas.
- Con drones y magnetómetros equipados con sistemas de georreferenciación para grandes extensiones.

Fotografía 25.4 Vista de magnetómetro portátil.



Fuente: <https://basaltoit.com/magnetometro-de-precision-de-protones-con-opcion-de-vlf-integrado-gsm-19t-v7-0/>

25.1.2.5. Método Gravimétrico

Este método permite investigar la geología del subsuelo sobre la base de las variaciones en el campo gravitatorio de la Tierra que surgen de las diferencias de densidad entre las rocas del subsuelo.

La aplicación de este método se realiza con un equipo de medición denominado Gravímetro; estos sensores están diseñados para percibir variaciones en el campo gravitatorio terrestre, que surgen de las diferencias de densidad entre las rocas del subsuelo. Dependiendo del tipo de gravímetro que se utilice, los datos se tienen que analizar e interpretar para obtener el resultado final: perfiles o mapas de anomalía gravimétrica.

La exploración gravimétrica se puede realizar:

- A pie en pequeñas escalas.
- Con drones y gravímetros equipados con sistemas de georreferenciación para grandes extensiones.

25.1.3. Exploración Directa

Los trabajos a realizar como actividades de exploración directa incluyen:

- Labores de Superficie
- Perforaciones o Sondeos

25.1.3.1. Labores de Superficie

Las labores de superficie se efectúan para alcanzar la posible mineralización cuando la cobertura de suelo y/o regolito es de poco espesor, o bien cuando la roca está meteorizada de modo de lograr un mejor reconocimiento y muestreo de la mineralización.

Las labores de superficie consisten en pequeñas excavaciones en forma de pozos o zanjas (calicatas y trincheras), que no exceden unos pocos metros de profundidad, generalmente no más de 3 metros, denominadas destapes, calicatas o trincheras. Según el caso, la apertura se puede realizar con pico y pala, con excavadora, pala retroexcavadora, topadora, entre otros equipos, atravesando la cubierta y dejando expuesto en la labor el mineral del yacimiento, permitiendo:

- La exposición de rasgos geológicos en profundidad.
- Respecto al mapeo del afloramiento, un ajuste de datos de rumbo e inclinación de estructuras asociadas a la mineralización como vetas, vetillas, fallas, contactos, así como observar otras características que, por el grado de meteorización, pasaron desapercibidas en el afloramiento.
- Obtener muestras para su análisis geoquímico (chip de rocas, ver descripción apartado Muestreo de Superficie).

Finalmente, estos tipos de labores, con sus respectivos muestreos, permiten ajustar el programa y diseño de perforaciones.

La siguiente fotografía muestra una labor de superficie, específicamente una pala retroexcavadora realizando una calicata.

Fotografía 25.5 Vista de una labor de superficie.



Fuente: <https://geotecniachile.cl>

25.1.3.2. Perforaciones o Sondeos

La realización de sondeos es uno de los puntos cruciales en la etapa de exploración minera. Para llegar a esa etapa se debe cumplir previamente con una serie de pasos consecutivos y exitosos en la prospección y exploración.

La decisión de perforar constituirá un salto cuantitativo en las inversiones, no obstante, su ejecución dará información fehaciente de la tercera dimensión de los cuerpos mineralizados, es decir que aportará los datos fundamentales para calcular su volumen y ley.

Conforme a la etapa de la exploración, los sondeos tienen distintos objetivos. En la exploración preliminar (de reconocimiento), estos pueden ser:

- Reconocer la extensión en profundidad de una veta mapeada en superficie o en una trinchera o calicata (p.ej. a 50 m o 100 m).

- Investigar en profundidad la expresión superficial de una anomalía geoquímica.
- Indagar si una anomalía geofísica situada en profundidad corresponde a una zona mineralizada.

En esta etapa, donde el interés es certificar o descubrir mineralización en profundidad, suele ocurrir que no se tenga seguridad acerca de su forma y posición, por lo tanto, los sondeos son programados en distintas direcciones e inclinaciones.

En las etapas avanzadas de la exploración, donde uno o más de los sondeos de reconocimiento cortaron mineralización, el objetivo será delimitarla, definir con mayor seguridad su forma y posición y establecer la distribución y variaciones de sus leyes, composición mineralógica, texturas, entre otras características. En las etapas finales será necesario conformar una red de perforaciones de modo que la densidad de intersecciones permita la definición de las distintas categorías de recursos minerales.

La ubicación de la boca de pozo ("collar"), orientación, buzamiento y profundidad deseada de los sondeos se programa sobre los mapas geológicos luego de haber volcado los mapas de trincheras y calicatas. De acuerdo a esa planificación, se ubica el (los) "collar" en el terreno dejando una marca visible (ej. una estaca de madera) con el nombre del sondeo y, si éste no es vertical se marca también la orientación (azimut). Su posición se registra normalmente con GPS manual y el azimut con brújula geológica. En ocasiones, por razones topográficas o posibles inconvenientes de acceso del equipo de perforación, la ubicación predeterminada de algún sondeo se modifica. Con los datos finales registrados se ajusta la ubicación sobre los mapas.

La elección de la técnica de perforación requiere siempre llegar a un compromiso entre velocidad, costo y cantidad y calidad de la muestra a recuperar. Las técnicas de perforación de uso habitual en exploración minera son perforación a rotación con aire reversa (RC) y perforación a rotación con recuperación de testigos (DDH), siendo esta última de costo generalmente más elevado y la más utilizada durante las etapas de exploración que requieran conocer las estructuras mineralizadas, paragénesis mineral, minerales de caja, ganga y mena.

A continuación, se describe cada una de las mencionadas técnicas de perforación:

Perforación a rotación (RC): Los sistemas de perforación a rotación se caracterizan por que la perforación es realizada únicamente por la rotación del elemento de corte, sobre la que se ejerce un empuje desde el extremo del varillaje o tubería de perforación.

La rotación se genera por medio de un conjunto de motor y engranajes, llamado "cabeza de rotación" que además mueve hacia arriba o hacia abajo la sarta de perforación para proporcionar el empuje requerido sobre la boca de perforación.

En la perforación por rotación se usa una herramienta de corte denominada tricono, que tritura y desgarrar la roca. El empuje aplicado a través de la tubería y de presión adicional, debe ser lo suficientemente poderoso como para que los dientes o insertos de la broca sobrepasen la resistencia a la compresión de la roca.

Existe la posibilidad de perforar con martillo de fondo (DTH por sus siglas en inglés). El martillo que proporciona la percusión se coloca en el interior del barreno, en contacto directo con la boca de perforación. De este modo el pistón del martillo transmite de manera eficiente la energía al elemento de corte.

Para la recuperación del detritus se utiliza aire comprimido con circulación inversa como fluido de limpieza, el cual se recoge en un ciclón colocado en el retorno del fluido de limpieza. La circulación inversa del fluido de perforación (aire) consiste en hacerlo descender por el anular y retornar por el interior del varillaje o tubería de perforación. Este método es conocido como Circulación Reversa (RC), llamado comúnmente aire reverso.

Las perforadoras rotativas se encuentran montadas sobre chasis con orugas, y se componen de:

- un cuerpo estructural,
- convertidor de corriente alterna a continua,
- generador,
- motor principal,
- compresor,

- motor hidráulico,
- motor del cabezal,
- motor de propulsión,
- recolector de detritos
- equipo de empuje e izado;
- estabilizadores; y
- una cabina para el manejo y control de los parámetros de perforación.

El mástil, a veces de tipo telescópico, está constituido por una estructura metálica reforzada y es abatible y/o desmontable para el transporte.

El compresor para la circulación inversa del aire con su propio motor, suelen ir montados sobre el propio chasis de la máquina, aunque a veces, debido al tamaño pueden disponerse en remolques independientes.

La siguiente fotografía muestra una perforadora rotativa para perforación con aire reverso (RC):

Fotografía 25.6 Vista de una máquina perforadora rotativa para perforación con aire reverso



Fuente: <https://www.rocktechnology.sandvik>

La secuencia de la actividad de perforación según la técnica descrita es:

- Montaje de la máquina perforadora.
- Perforación propiamente dicha.
- Toma de muestras de detritos recogidos durante la perforación. Las muestras son dispuestas en cajas especiales y bolsas porosas, según corresponda.
- Traslado de las muestras a la Loguera, donde se realiza el reconocimiento geológico y mineralógico y descripción del material detrítico recuperado de la perforación. Se toman muestras de roca para envío a laboratorio externo especializado (ver descripción apartado Análisis de Laboratorio).
- Sellado y señalización del pozo. El pozo queda señalizado en terreno con un monolito realizado con mezcla cementicia de dimensiones 50 cm x 50 cm de lado, sobre el cual se coloca un caño de PVC con tapa hermética.
- Desmontaje de la máquina perforadora.

Perforación a rotación con recuperación de testigos (DDH): En todo proceso de exploración existe un punto en el que después del estudio realizado con métodos indirectos de exploración, es necesaria la verificación de éstos mediante la toma de muestras de roca en profundidad. Esta toma de muestras se realiza por medio de los sistemas de perforación con recuperación de testigo.

Los testigos son las muestras del macizo rocoso que permiten un análisis directo de los diferentes materiales que atraviesa, así como la presencia de mineralizaciones, para estudiar su potencial explotación.

La perforación a rotación con recuperación de testigo se basa en que un elemento de corte de forma anular, con diamantes industriales incrustados colocado en el extremo de una sarta de perforación, “corta” la roca obteniendo un cilindro de roca que se aloja en el interior de la sarta, a medida que el elemento de corte avanza. El elemento de corte se denomina corona de diamante o simplemente diamantina.

La perforación con coronas de diamante y recuperación de testigo (DDH) es, generalmente, el método de perforación más útil de cara a la obtención de muestras para su análisis, inspección visual y ensayo, particularmente en depósitos masivos de leyes bajas donde la mineralización se distribuye a través de la roca matriz.

El testigo recuperado se aloja en los denominados tubos saca testigos, que permiten su desmontaje en superficie para una mejor maniobrabilidad del mismo. Para la extracción de los núcleos de roca se han desarrollado tubos saca testigos de diferentes características que han permitido mejorar la recuperación en terrenos difíciles. En los sondeos profundos el sistema “Wireline” ha posibilitado la extracción de testigos sin extraer todo el varillaje o tubería de perforación en cada maniobra, mediante un dispositivo de pesca montado en un alambre de uno o varios hilos.

La perforación con corona de diamante permite realizar sofisticados estudios geológicos, e incluso se pueden obtener gran volumen de muestra para evaluaciones geoquímicas. El testigo puede ser orientado permitiendo la medida de las estructuras geológicas, reproduciendo la posición del testigo en el macizo rocoso. Los tamaños de testigo estándar van desde 27 mm a 85 mm de diámetro, según los diámetros de la corona de diamante: AQ (27 mm), BQ (36,5 mm), NQ (47,6 mm), HQ (63,5 mm) y PQ (85 mm).

Esta técnica de perforación requiere de la circulación de un fluido de perforación que permita el enfriamiento de los diamantes, la eliminación de recortes y el logro de una buena vida útil del elemento de corte. El agua es el fluido de perforación más usual, sin embargo, puede ser necesario el agregado de aditivos para mejorar la habilidad del mismo para remover los sólidos perforados.

Por otro lado, las rocas muy fracturadas (a menudo encontradas cerca de la superficie), además del riesgo que las barras se atasquen, pueden dejar escapar el agua, con el consiguiente recalentamiento del elemento de corte. En estos casos el problema se reduce al mínimo mediante la inyección de fluidos de perforación que contengan materiales que generen un “tapón” en la formación y eviten la fuga y pérdida del fluido de perforación.

El fluido de perforación es bombeado por el interior de la sarta de perforación hasta alcanzar la corona de diamante, sube por el espacio anular entre la sarta de perforación y la roca y sale a la superficie a través de una línea de descarga hacia el sistema de control de los sólidos generados durante la perforación. El sistema de control de sólidos a utilizar, es el conocido como “Locación Seca”, el cual consiste en un circuito especialmente diseñado para deshidratar los recortes de perforación, lo cual permite:

- Recuperar y volver a usar como fluido de perforación el ciento por ciento de la fase líquida separada, disminuyendo el consumo de agua y de aditivos
- Lograr un marcado descenso en la generación de desechos de la perforación, siendo éstos los restos de recortes de perforación deshidratados.
- La eliminación de la construcción y uso de piletas de servicio, evitando de ese modo el saneamiento y tapado de las piletas naturales a cielo abierto.

Las perforadoras para perforación con método diamantina, se encuentran montadas sobre chasis con orugas, y se componen de:

- un cuerpo estructural,
- convertidor de corriente alterna a continua,
- generador,
- motor principal,
- compresor,
- motor hidráulico,
- motor del cabezal,
- motor de propulsión,

- equipo de empuje e izado;
- tambor winche,
- estabilizadores; y
- una cabina para el manejo y control de los parámetros de perforación

El mástil, a veces de tipo telescópico, está constituido por una estructura metálica reforzada y es abatible y/o desmontable para el transporte.

Las bombas de fluidos de perforación se encuentran generalmente montadas sobre el propio chasis de la máquina.

En cada plataforma de perforación la compañía perforadora debe montar un baño químico portátil para el personal.

La siguiente fotografía muestra una máquina perforadora para perforación con método diamantina (DDH).

Fotografía 25.7 Vista de una máquina perforadora para perforación con método Diamantina (DDH)



Fuente: Impulsa Mendoza Sostenible SA, 2023

Fotografía 25.8 Vista de una máquina perforadora para perforación con método Diamantina (DDH)



Fuente: Impulsa Mendoza Sostenible SA, 2023

La secuencia de la actividad de perforación según la técnica descrita es:

- Montaje de la máquina perforadora.
- Montaje del circuito de fluido de perforación (tanques, mangueras y bombas).
- Perforación propiamente dicha.
- Extracción de los testigos en superficie. Una vez en superficie los testigos son limpiados, colocados en cajas porta testigos y codificados. Toda la longitud de sondeo recuperado se coloca en las cajas porta testigos de manera ordenada para su posterior reconocimiento y reconstrucción de la secuencia obtenida.
- Traslado de los testigos a la Loguera, para su descripción e identificación del tipo de roca, la zona de contacto de mineralización, la zona de alteración, estructuras, entre otras características geológicas. Se seleccionan tramos para ser cortados y enviados a análisis a Laboratorios Especializados Externos (Ver apartado Análisis de laboratorio).
- Desmontaje de la máquina perforadora.

- Sellado y señalización del pozo. El pozo queda señalizado en terreno con un monolito realizado con mezcla cementicia de dimensiones 50 cm x 50 cm de lado, sobre el cual se coloca un caño de PVC con tapa hermética.

En cada plataforma de perforación la compañía perforadora debe montar un baño químico portátil para el personal.

25.2. Actividades de Apoyo

Se consideran actividades de apoyo a todas aquellas tareas necesarias para brindar acceso a los prospectos y blancos de exploración, construcción de infraestructura para vivienda y trabajo del personal en sitio.

25.2.1. Construcción de caminos para la prospección y exploración indirecta

El desarrollo de las actividades de prospección y exploración indirecta, no requiere la apertura de caminos, ya que no se utilizan maquinarias pesadas y no se requiere el montaje de campamentos.

El movimiento de personal se realiza en camionetas 4 x 4, preferentemente por huellas preexistentes o en ocasiones especiales a campo traviesa, la aproximación a los sitios de interés en general se realiza caminando.

25.2.2. Construcción de caminos para la exploración directa

Para realizar las actividades de exploración es necesario realizar mejoras en caminos y huellas preexistentes o aperturas de nuevos caminos, ya que se requiere de la circulación segura y eficiente de máquinas perforadoras, camiones, equipos viales y camionetas 4 x 4 que deben acceder a los frentes de trabajo (áreas de labores superficiales y plataformas de perforación).

La construcción de nuevos caminos debe lograrse mediante un enfoque de diseño integrado, aspecto fundamental para contar con caminos seguros y eficientes. Se destacan tres factores: el diseño geométrico: estructural y funcional. El primero de ellos se refiere al trazado y la alineación, tanto en el plano horizontal, como vertical. El diseño estructural, en tanto, se refiere a qué tipo de estructura (materiales y espesores) se debe utilizar para soportar las cargas de tránsito. Por su parte, el diseño funcional, se centra en la selección de los materiales de la carpeta de rodadura (capa superficial de la estructura).

Para la construcción de nuevos caminos se emplean equipos como topadoras y retroexcavadoras, junto con camiones para el movimiento de material.

Para la mejora de caminos y huellas existentes se emplean equipos como motoniveladoras.

La construcción de nuevos caminos y acondicionamiento de caminos y huellas existentes, incluye también la construcción de los sistemas de canalización del agua que llega en forma natural al camino para que no afecte negativamente a su estructura, por ejemplo: entubamientos y alcantarillados.

25.2.3. Conformación de plataformas de perforación

Para la perforación de los pozos de exploración se deben conformar plataformas en el terreno, de superficie horizontal, de manera tal de poder disponer el equipo de perforación o máquina perforadora y los elementos accesorios al mismo (barras de sondeo, herramientas, cajones para testigos, bolsas de muestras, pileta de circulación del fluido de perforación, pileta de agua de reserva e insumos de perforación).

Las plataformas de perforación tienen dimensiones aproximadas de 10 m x 15 m, las dimensiones definitivas estarán sujeta al *lay-out* de disposición de los equipos de la compañía perforadora y localización de los sondeos.

Desde la plataforma, las perforaciones pueden ser ejecutadas con cierto grado de libertad en cuanto al ángulo y dirección del sondeo, sin sacrificar el objetivo exploratorio. Esto permite que las plataformas puedan ser posicionadas en lugares que generen menores riesgos, menores movimientos de suelos, eviten la interrupción de líneas de escorrenría y el impacto a recursos socioculturales, entre otros.

25.3. Montaje de campamento e instalaciones accesorias

25.3.1. Montaje de Campamento

Esta actividad consiste en el montaje de un campamento transitorio conformado por módulos portátiles, carpas tubulares o estructurales. El campamento transitorio contempla:

- Unidades para dormitorios, comedor, cocina, baños y oficinas, con las acomodaciones necesarias para el personal.
- Grupo electrógeno diésel de 60 kVA.
- Tanque para almacenamiento de agua.
- Motobomba naftera para agua de 9 HP.

El área seleccionada para el montaje del campamento debe:

- Ser fácilmente accesible.
- En lo posible presentar baja a nula pendiente.
- Asegurar la estabilidad de los módulos o carpas que lo conforman.
- Estar alejados por lo menos 30 m de cursos de agua permanentes o esporádicos.

En frentes de trabajo alejados del campamento, se prevé el montaje de carpas que funcionen como comedor, oficina local y lugar de abrigo del personal durante la jornada laboral, complementadas con baños químicos portátiles.

25.3.2. Patio de Residuos

El campamento contempla un sector para el montaje de un patio de residuos que oficie de almacenamiento transitorio de los mismos, previo a su traslado a disposición final.

El patio de residuos se sectoriza para el almacenamiento seguro de los distintos tipos de residuos según sus características:

- Residuos peligrosos
- Residuos reciclables
- Residuos no reciclables
- Residuos especiales de generación universal
- Residuos orgánicos

25.3.3. Sistema de tratamiento de efluentes domésticos

El campamento contempla un sector para la construcción del sistema de tratamiento de efluentes domésticos, el cual consiste en:

- Un tratamiento primario para la eliminación de sólidos mediante un proceso anaeróbico. Esta etapa ocurre en el interior de un pozo o tanque séptico.
- Un tratamiento secundario para la descomposición de los sólidos restantes. Esta descomposición es realizada por organismos aerobios mediante un lecho de percolación.

25.3.4. Loguera

En la instalación denominada Loguera se llevan cabo las siguientes actividades:

- Logueo: es la actividad en la cual los geólogos describen la muestra e identifican el tipo de roca, la zona de contacto de mineralización, la zona de alteración, estructuras, entre otras características geológicas.
- Corte de testigos: a partir de la identificación de las características de la muestra de testigo mediante el logueo, se determina en qué zona puede haber potencial mineral y se marca la pauta para el corte y muestreo de testigos. El corte de los testigos se realiza con una sierra de disco, el cual es cortado longitudinalmente con una sierra circular usando discos de diamante.
- Almacenamiento transitorio de muestras, previo al envío a laboratorio o lugar de almacenamiento permanente fuera del área de MDMO.

La Loguera está conformada por una carpa tubular o estructural y debe contar con:

- Una zona para realizar el logueo y almacenamiento de muestras con una superficie aproximada de 150 m²
- Una zona de corte de testigos con una superficie aproximada de 20 m²

El área seleccionada para el montaje de la loguera debe:

- Estar lo más cercanas posible al campamento transitorio.
- Ser fácilmente accesible.
- En lo posible presentar baja a nula pendiente,
- Asegurar la estabilidad de los módulos o carpas que la conforman,
- Estar alejada por lo menos 30 m de cursos de agua permanentes o esporádicos.

25.3.5. Almacenamiento de combustible

A fin de proveer los requerimientos de combustible, es necesario destinar un área que permita el montaje de un tanque de combustible aéreo con todos sus elementos accesorios (contención secundaria, pileta de recuperación de drenaje, plataforma de carga y descarga, cierre perimetral, techo, extintores, cartelera, etc.).

El área seleccionada para el almacenamiento de combustible debe:

- Estar lo más cercanas posible al campamento transitorio, pero cumpliendo con las distancias mínimas de seguridad a los sitios con permanencia de personas (módulos habitacionales, comedor y oficinas ubicadas en el campamento).
- Ser fácilmente accesible.
- En lo posible presentar baja a nula pendiente,
- Estar alejada por lo menos 30 m de cursos de agua permanentes o esporádicos.

25.4. Actividades de cierre

Se denominan actividades de cierre a todas aquellas tareas que se realizan al momento de dar por concluidas las campañas y temporadas de exploración.

25.4.1. Cierre de campamento y loguera

Las actividades de cierre del campamento y loguera incluyen:

- Desmontaje y retiro de módulos, carpas e instalaciones.
- Retiro de residuos remanentes.
- Escarificación, restauración de líneas de escurrimiento superficial y reconformación de la geomorfología.

25.4.2. Cierre de calicatas y trincheras

Las actividades de cierre de calicatas y trincheras incluyen:

- Relleno respetando el orden natural de los suelos extraídos, contribuyendo de esta forma a potenciar la revegetación natural.
- Restauración de líneas de escurrimiento superficial y reconformación de la geomorfología.

25.4.3. Cierre de plataformas de perforación

Una vez finalizado el desmontaje de la máquina perforadora, se procede al cierre de la plataforma de perforación. Las actividades de cierre de las plataformas de perforación incluyen:

- Retiro de aditivos remanentes
- Retiro de residuos remanentes
- Escarificación, restauración de líneas de escurrimiento superficial y reconformación de la geomorfología.

26. Equipos y máquinas a utilizar

La siguiente Tabla indica el tipo y cantidad de equipos y máquinas requeridos por un Proyecto Minero para desarrollar cada uno de los trabajos descriptos en el apartado 20 del presente documento, durante una campaña de exploración.

Tabla 26.1 Equipos y máquinas a utilizar por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración.

Posibles trabajos a desarrollar durante una campaña de exploración	Descripción	Cantidad Requerida por campaña de exploración
Prospección	Camioneta 4 x 4	2
Exploración Indirecta (Métodos Geofísicos)	Camioneta 4 x 4	5
	Equipos para exploración geofísica	4
	Drones	1
Exploración Directa (Labores Superficiales: Calicatas y Trincheras)	Camioneta 4 x 4	2
	Máquina tipo excavadora, pala retroexcavadora o topadora	1
Exploración Directa (Perforación de pozos exploratorios). Se estima que en una campaña un Proyecto Minero puede perforar en una condición de máxima: 5.000 m aproximadamente en exploración preliminar o de reconocimiento inicial por sondeo; y 10.000 m aproximadamente en exploración avanzada por sondeo.	Máquina perforadora	3
	Camión para traslado y montaje de máquinas perforadoras	3
	Camión cisterna	1
	Generador eléctrico diésel o naftero	3
	Camioneta 4 x 4	2
Apertura y adecuación de caminos. Construcción de plataformas de perforación.	Camión de carga	4
	Motoniveladora	2
	Topadora	1
	Retroexcavadora	1
	Rodillo compactador	1
	Camión regador	2
	Camioneta 4 x 4	2
Montaje de campamento y loguera	Hidro grúa	1
	Motoniveladora	1
	Camión de carga	1
	Camioneta 4 x 4	1
Funcionamiento de campamento y loguera	Grupo electrógeno diésel de 60 kVA	1
	Motobomba naftera para agua de 9 HP	1
	Camioneta 4 x 4	1
Actividades de cierre	Hidro grúa	1
	Pala retroexcavadora	1
	Motoniveladora	1
	Camión de carga	1

Posibles trabajos a desarrollar durante una campaña de exploración	Descripción	Cantidad Requerida por campaña de exploración
	Camioneta 4 x 4	1

Fuente: GT Ingeniería, 2024

27. Personal. Número de Personas

La siguiente Tabla indica el personal requerido por un Proyecto Minero para desarrollar cada uno de trabajos descriptos en el apartado 20 del presente documento, durante una campaña de exploración.

Tabla 27.1 Personal requerido por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración

Equipo de trabajo	Función	Cantidad requerida por campaña de exploración
Exploración	Geólogo senior	1
	Geólogo junior	2
	Técnico minero	2
	Encargado de Logística	1
	Técnico en SST	1
Movimiento de Suelo	Maquinista	3
	Supervisor	2
	Mecánico	1
	Técnico en SST	1
Equipo de Perforación	Perforista	6
	Ayudantes	12
	Chofer	6
	Mecánico	6
	Supervisor	6
	Técnico en SST	2
Gestión del Campamento	Administración	1
	Limpieza	2
	Mantenimiento	1
	Responsable de cocina	1
	Ayudante de cocina	2
Cierre	Maquinista	3
	Supervisor	2
	Mecánico	1
	Técnico en SST	1

Fuente: GT Ingeniería, 2024

28. Agua. Fuente, Calidad y Consumo

28.1. Agua para consumo industrial

El agua para consumo industrial es la requerida para la conformación del fluido de perforación para perforaciones realizadas con el método DDH.

La fuente de agua a utilizar es superficial, procedente de los cursos de agua superficiales existentes en el Área MDMO.

Los puntos de captación de agua superficial, así como los caudales de extracción se corresponden con los autorizados por el Departamento General de Irrigación de la provincia de Mendoza, a través de los permisos emitidos por el mismo.

La distribución del agua hacia las plataformas de perforación se realiza desde los puntos de captación, mediante camiones cisternas.

La estimación del consumo de agua industrial durante la perforación de un pozo realizada con el método DDH, varía en función de las características litológicas del sustrato perforado. En términos generales se estima un consumo de agua de 25 litros por cada m perforado.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista del consumo de agua industrial, esto es:

- Perforación de 5.000 m en exploración preliminar o de reconocimiento inicial y de 10.000 m en exploración avanzada
- La totalidad de los metros perforados a través del método DHH

La cantidad de agua para uso industrial requerida por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración es de 375.000 litros o 375 m³.

28.2. Agua para uso humano

El agua para uso humano es la requerida por un Proyecto Minero, para:

- Abastecer los baños dispuestos en el campamento
- Realizar la limpieza de los módulos que componen el campamento

La fuente de agua a utilizar es superficial, procedente de los cursos de agua superficiales existentes en Área Malargüe Distrito Minero Occidental.

Los puntos de captación de agua superficial, así como los caudales de extracción se corresponden con los autorizados por el Departamento General de Irrigación de la provincia de Mendoza, a través de los permisos emitidos por el mismo.

La distribución del agua hacia el campamento se realiza desde los puntos de captación, mediante camiones cisternas.

Se estima un consumo diario de agua para uso humano de 0,6 m³ por persona.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista del consumo de agua para uso humano, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del equipo de gestión del campamento.

La cantidad de agua para uso humano requerida por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración es de 4.235 m³.

28.3. Agua para consumo humano

El agua para consumo humano es la requerida por un Proyecto Minero para bebida del personal y preparación de alimentos. Su provisión se realiza en bidones de 20 l adquiridos en proveedores habilitados para su venta y con certificado de calidad del agua.

Se estima un consumo diario por persona de 0,004 m³ / día.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista del consumo de agua para consumo humano, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del equipo de gestión del campamento.

La cantidad de agua para consumo humano requerida por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración es de 52 m³.

29. Energía. Tipo. Consumo

La energía eléctrica requerida por un Proyecto Minero, es la necesaria para:

- Proveer de energía eléctrica a las luminarias LED dispuestas en las plataformas de perforación.
- Proveer de energía eléctrica al campamento y loguera.

La fuente de energía está conformada por:

- Un grupo electrógeno diésel de 60 kVA para campamento y loguera.
- Un generador diésel de 1200 W para las plataformas de perforación.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista del consumo de energía eléctrica, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del equipo de gestión del campamento.

La cantidad de eléctrica requerida por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración es de:

- 11.000 kWh para proveer de energía eléctrica a las luminarias LED dispuestas en las plataformas de perforación.
- 45.000 kWh para proveer de energía eléctrica al campamento y loguera.

30. Insumos químicos, combustibles y lubricantes. Consumos

30.1. Insumos químicos

Las actividades de perforación por el método DHH utilizan como insumos químicos aditivos para mejorar el desempeño de los fluidos de perforación y de los parámetros de la perforación. Los tipos de aditivos a utilizar como sus cantidades, varían en función de las características litológicas del sustrato perforado.

Actualmente existen en el mercado aditivos biodegradables, por lo cual el Proyecto Minero debe optar por los mismos al momento de definir sus programas de perforación.

Los aditivos comúnmente utilizados son:

- Aceite de origen vegetal para la lubricación de barras de perforación provistos en recipientes plásticos de 20 l.
- Grasa para mejorar la lubricación y reducir la presión rotacional y el torque, provistos en recipientes plásticos de 20 l.
- Lubricante superior conformado con material de base biológica para aplicaciones de perforación direccional horizontal, extracción de núcleos y perforación rotatoria, provisto en recipientes plásticos de 20 l.
- Bentonita, en general sódica para utilizar como viscosificante en la conformación del fluido de perforación, provista en bolsas de 25 kg.

- Inhibidor de arcilla de alto peso molecular (líquido aniónico), provisto en recipientes plásticos de 20 l.
- Encapsulador de recortes y estabilizador de la formación (copolímero PHPA de alto peso molecular), provisto en bolsas de 25 kg.
- Floculantes aniónicos o catiónicos, provistos en bolsas de 25 kg.

30.2. Combustibles

El gas oil requerido por un Proyecto Minero, es el necesario para:

- El funcionamiento de las máquinas viales utilizadas para la apertura de caminos, construcción de plataformas de perforación, apertura de trincheras y calicatas exploratorias.
- El funcionamiento de generadores eléctricos y máquinas perforadoras.
- El funcionamiento de la hidro grúa requerida para el montaje y desmontaje del campamento y loguera.
- El transporte de personal y equipos para exploración geofísica en camionetas 4 X 4.
- El transporte de equipos de perforación, agua, aditivos de perforación, combustibles y aceites en camiones pertinentes al tipo de carga que transportan.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista del consumo de gas oil, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del equipo de gestión del campamento.

La cantidad de gas oil requerida por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración es de 500.000 l.

31. Descargas al ambiente

Se consideran descargas al ambiente a todas aquellas emisiones y vertidos en estado sólido, gaseoso, líquido o en forma de energía (ruido) que se generan producto del desarrollo de las actividades vinculadas a los trabajos de exploración y de las actividades de apoyo.

31.1. Residuos Industriales y Domésticos

La siguiente Tabla indica los residuos generados por un Proyecto Minero durante el desarrollo de los trabajos y actividades descriptos en el apartado 20 del presente documento, en una campaña de exploración.

La cantidad de residuos se estima considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de la generación de residuos, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del equipo de gestión del campamento.

Tabla 31.1 Residuos generados por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración

Tipo de Residuo	Características	Residuos generados por campaña de exploración (kg)
Residuo Industrial Peligroso	Residuo que contiene sustancias peligrosas o tóxicas para el ser humano o contaminantes para el medio ambiente generados por una actividad industrial. Están clasificados en la legislación y su	450

Tipo de Residuo	Características	Residuos generados por campaña de exploración (kg)
	transporte y operación se realiza a través de gestores habilitados. Por ejemplo: • Trapos y otros elementos contaminados con hidrocarburos. • Aceites usados	
Residuo Industrial No Peligroso	Residuo de origen orgánico (pueden descomponerse en un tiempo relativamente corto) e inorgánico (sufren procesos de degradabilidad muy largos) que pueden ser valorizados, generados por una actividad industrial. Por ejemplo: restos de maderas, plásticos, cartones, metales, etc.	1.800
Residuo Doméstico	Residuo de origen orgánico (pueden descomponerse en un tiempo relativamente corto) e inorgánico (sufren procesos de degradabilidad muy largos) que no pueden ser valorizados. Por ejemplo: Restos de comida, envases de comida, vidrios rotos, etc.	5.000

Fuente: GT Ingeniería, 2024

31.2. Residuo de Perforación

El residuo de perforación se genera durante la perforación de un pozo o sondaje con la técnica de perforación a rotación con recuperación de testigos (DDH), y está conformado por los restos de recortes de perforación deshidratados procedentes del sistema de locación seca, ya que la fase líquida separada se utiliza para la perforación de un nuevo pozo.

Considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de vista de la generación de efluentes industriales (lodos de desecho), esto es:

- Perforación de 5.000 m en exploración preliminar o de reconocimiento inicial y de 10.000 m en exploración avanzada
- La totalidad de los metros perforados a través del método DHH

Se estima que la cantidad restos de recortes de perforación deshidratados generada por un Proyecto Minero durante una campaña no supere los 130 m³.

31.3. Efluentes domésticos

Los efluentes domésticos son generados por:

- La limpieza de los baños químicos dispuestos en frentes de trabajo y plataformas de perforación.
- El funcionamiento del campamento.

La cantidad de efluentes domésticos se estima considerando la situación operativa de máxima posible para una campaña de exploración de un Proyecto Minero desde el punto de la generación de efluentes domésticos, esto es:

- Tres máquinas perforadoras operando simultáneamente para alcanzar los 5.000 m en exploración preliminar y 10.000 m en exploración avanzada, lo que implica 19 personas alojadas por día en campamento, a las cuales se suman 7 personas que forman parte del

equipo de gestión del campamento. Se estima que la cantidad de efluentes domésticos generados en campamento por persona y por día de 160 l.

- Un baño químico disponible en cada plataforma de perforación.

La siguiente Tabla indica los efluentes domésticos generados por un Proyecto Minero, durante una campaña de exploración:

Tabla 31.2 Efluentes domésticos generados por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración

Punto de Generación	Efluentes domésticos generados por campaña de exploración (m³)
Baños Químicos	12
Campamento	1.120

Fuente: GT Ingeniería, 2024

31.4. Emisiones gaseosas

31.4.1. Material particulado

Los trabajos a realizar generan material particulado debido a:

- La emisión por fuentes móviles, durante el funcionamiento de:
 - Las máquinas viales utilizadas para la apertura de caminos, construcción de plataformas de perforación, apertura de trincheras y calicatas exploratorias.
 - Los camiones de transporte de equipos de perforación, agua, aditivos de perforación y combustibles.
- La emisión por fuentes fijas durante el funcionamiento de:
 - Los generadores diésel utilizados para suministrar energía eléctrica
 - Los motores diésel de los equipos de perforación
- La emisión por fuentes difusas, durante el movimiento de las unidades de transporte sobre caminos internos no pavimentados.
- La emisión por fuentes difusas, durante al movimiento de suelos realizado para la apertura de caminos y construcción de plataformas.

31.4.2. Gases de combustión

Los trabajos a realizar generan gases de combustión debido a:

- La emisión por fuentes móviles, durante el funcionamiento de:
 - Las máquinas viales utilizadas para la apertura de caminos, construcción de plataformas de perforación, apertura de trincheras y calicatas exploratorias.
 - Los camiones de transporte de equipos de perforación, agua, aditivos de perforación y combustibles.
 - Los vehículos para el transporte del personal y equipos de exploración geofísica.
- La emisión por fuentes fijas debido al funcionamiento de:
 - Los generadores diésel utilizados para suministrar energía eléctrica
 - Los motores diésel de los equipos de perforación

31.5. Emisiones de ruido

Los trabajos a desarrollar generan emisión de ruidos debido a:

- La emisión por fuentes móviles, durante el funcionamiento de:
 - Las máquinas viales utilizadas para la apertura de caminos, construcción de plataformas de perforación, apertura de trincheras y calicatas exploratorias.
 - Los camiones de transporte de equipos de perforación, agua, aditivos de perforación y combustibles.
 - Los vehículos para el transporte del personal y equipos de exploración geofísica.

- La emisión por fuentes fijas debido al funcionamiento de:
 - Los generadores diésel utilizados para suministrar energía eléctrica.
 - Los motores diésel de los equipos de perforación.

V. Metodología para la descripción de los impactos

El presente Capítulo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental (en adelante MDMO) tiene por finalidad presentar la metodología para la descripción de los impactos que el proponente de un Proyecto Minero que desarrolle sus actividades dentro del Área MDMO, debe aplicar.

La metodología propuesta permite la identificación, descripción y posterior evaluación y jerarquización de cada impacto, permite contrastar cada uno de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural; y sus atributos descriptos, caracterizados y analizados, con sus potenciales transformaciones derivadas de la ejecución de las actividades de un Proyecto Minero en su etapa de exploración. Sin embargo, no se consideran aquellos factores y sus atributos correspondientes a áreas restringidas, es decir espacios geográficos delimitados que son parte de áreas legal o normativamente vedadas para el desarrollo de Proyectos, donde son altamente destacables su excelencia ambiental y en razón a ello no es conveniente intervenir. No admiten uso distinto a la conservación, preservación y protección de sus valores fundamentales, a saber:

- Glaciares.
- Áreas Naturales Protegidas.

La identificación, evaluación y jerarquización de los impactos del Proyecto Minero tiene como fuentes de información:

- La descripción del ambiente correspondiente al área que abarca la o las propiedades mineras asociadas al Proyecto Minero donde se desarrollarán los trabajos de exploración (Área de Estudio).
- La descripción de los trabajos los posibles trabajos de exploración que el proponente de un Proyecto Minero puede desarrollar dentro del Área MDMO, como así también aquellas actividades necesarias, denominadas de apoyo, para llevar a cabo los trabajos de exploración directa.

32. Metodología para la identificación, descripción, evaluación y jerarquización de los impactos ambientales

El enfoque metodológico propuesto, está basado en el concepto de cuerpo receptor, definido como las variables ambientales, socioeconómicas y culturales que acogen los efectos producidos por el Proyecto, y cómo dichos efectos son interpretados como impactos positivos o negativos. En este contexto la metodología contempla las siguientes etapas:

- Etapa I: Identificación de las fuentes de alteración y de riesgo que presentan potencial de generar impactos.
- Etapa II: Identificación de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural
- Etapa III: Identificación y Descripción de los Impactos
- Etapa IV: Evaluación y Jerarquización de Impactos

32.1. Etapa I: Identificación de las fuentes de alteración y de riesgo que presentan potencial de generar impactos

Las fuentes de alteración son elementos o partes de una actividad derivada del desarrollo del Proyecto Minero, que pueden generar efectos directos e indirectos (alteraciones) sobre uno o más de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural identificados en el área de estudio.

Las fuentes potenciales de riesgo (peligros) son elementos o partes de una actividad que pudieran dañar uno o más de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural identificados en el área de estudio. Este daño se produciría en caso de manifestarse un suceso iniciador que genere la exposición de uno o más factores a las fuentes potenciales de riesgo (peligros)

La identificación de las fuentes de alteración y potenciales de riesgo se realiza en base al análisis de los trabajos a desarrollar vinculados con el Proyecto Minero y la recopilación de información suficiente

para determinar los elementos que pueden constituir una fuente de riesgo (peligro). Como resultado se deben obtener:

- Las actividades involucradas en cada uno de los trabajos a desarrollar
- Las actividades específicas derivadas de cada actividad
- Las fuentes de alteración y las fuentes potenciales riesgo que forman parte o son elementos constitutivos de cada actividad específica.

32.2. Etapa II: Identificación de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural susceptibles de ser impactados

La identificación de factores susceptibles de ser afectados, consiste en un análisis del entorno, de manera que éste pueda ser dividido en variables técnicas capaces de ser estudiadas y analizadas. De este modo, el entorno es dividido en medio físico, biótico, socioeconómico y cultural, y dentro de ellos se identifican los factores (geomorfología, suelo, atmósfera, agua, flora, fauna, población, patrimonio histórico cultural, economía y paisaje) y sus elementos que pueden ser afectados (topografía, calidad del agua superficial, calidad del suelo, etc.)

En este contexto, se definen los elementos, en relación a los factores que conforman cada medio, presentes en el Área de Estudio y que son susceptibles de ser afectados por las fuentes de alteración y/o las fuentes de riesgo identificadas.

Como resultado de este análisis se genera un listado donde se indica para cada e:

- Los factores identificados presentes en el Área de Estudio, que conforman cada medio
- Los atributos de cada factor que son susceptibles de ser impactados.

32.3. Etapa III: Identificación y descripción de impactos

La identificación de los impactos sobre los atributos de cada factor incluido en los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural, se realiza analizando:

- cuáles de las fuentes potenciales de alteración pueden interactuar con uno o más atributos de cada factor; y si esa interacción genera uno o más impactos, tanto positivos como negativos sobre el mismo; y
- cuáles de las fuentes potenciales de riesgo o peligro pueden dañar al factor impactándolo negativamente, en caso de manifestarse un suceso iniciador que genere la exposición del mismo a estas fuentes potenciales de riesgo o peligros.

Como resultado de este análisis se genera para cada componente:

- Un cuadro que indica para cada fuente de alteración y potencial de riesgo la descripción del impacto generado
- El listado de actividades de las cuales forman parte o son elementos constitutivos la fuente de alteración y potencial de riesgo generadora del impacto.

32.4. Etapa IV: Evaluación y Jerarquización de los Impactos

32.4.1. Evaluación de los Impactos

Esta etapa consiste en evaluar los impactos y obtener en consecuencia una valoración y jerarquización de los mismos.

La valoración de cada impacto, consiste en obtener un valor numérico denominado **Valor de Impacto Ambiental, Social y Cultural (VIASC)**, al ponderar su evaluación a través de diversas variables que lo caracterizan: probabilidad de ocurrencia, intensidad, extensión, duración, desarrollo y reversibilidad.

El **Valor del Impacto Ambiental, Social y Cultural (VIASC)** se calcula mediante los valores probabilidad de ocurrencia (**Pr**) y magnitud del impacto (**M**). El carácter del impacto (**Ca**) puede ser positivo (+) o negativo (-), según sea benéfico o perjudicial respectivamente.

$$\text{VIASC} = \text{Ca} \times \text{Pr} \times \text{M}$$



Gobierno de la Provincia de Mendoza
República Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Anexo

Número:

Mendoza,

Referencia: CUARTA PARTE EX-2024-08641642- -GDEMZA-MINERIA

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 100 pagina/s.