

A la Dirección de Minería

Autoridad Ambiental Minera

S _____ / _____ D

Informe de Impacto Ambiental

Proyecto "El Destino"

Emilio Guiñazú Fader, en representación de Impulsa Mendoza Sostenible SA (Impulsa) con CUIT: 30-71803047-8, con domicilio social en cale 25 de mayo N° 1078, Cuida de Mendoza, provincia del mismo nombre, por autorización y requerimiento del titular del proyecto " EL DESTINO", me presento y digo:

Por medio de la presente, se acompaña Informe de Impacto Ambiental (IIA) del proyecto denominado " EL DESTINO", a fin de que el mismo sea incorporado a proyecto denominado Malargüe Distrito Minero Occidental II (MDMO II), expediente administrativo donde se evalúan todos los proyectos mineros de exploración de minerales metalíferos ubicados en un área determinada (con similitudes técnicas, geográficas, territoriales, ambientales, etc.).

A tal fin se acompaña:

- 1- Informe de Impacto Ambiental proyecto EL DESTINO.
- 2- Autorización por parte del titular del Derecho Minero.
- 3- Tasa retributiva.
- 4- Declaración Jurada.

Sin otro particular saluda atentamente.

Presentado ante el escribano de minas, por duplicado

..... SIN firma de letrado, hoy 15 Noviembre

..... de 2024 siendo 17:35

Adjunta Código 771, Nota, Informe Impacto Ambiental General, Informe Impacto Ambiental Proyecto el Destino y pen drive. -

EMILIO GUÑAZÚ FADER
Gerente General
IMPULSA MENDOZA S.A.

FERNANDO A. CALDERON
ESCRIBANO
DIRECCIÓN DE MINERÍA
MENDOZA

SERVICIOS TRANSACCIONALES

GOBIERNO DE MENDOZA

828 - BOLSA DE COMERCIO MENDOZA

Terminal	Fecha Pago	Hora	Transaccion
82807201	01/07/2024	15:47	001453794
Usuario: 1468			

SERVICIOS TRANSACCIONALES

-888-TASA RETRIB. POR SERVICIOS

Cod.de TASA: 00771

Inf. impacto ambiental para exploracion

Importe: \$33.680,00

DETALLE DE SU PAGO:

pesos: 33.680,00

SERVICIOS TRANSACCIONALES

Control: 5ULVRP 011XFO M

8880077100000336800034

-TICKET VALIDO COMO COMPROBANTE DE PAGO-

DEFENSA DEL CONSUMIDOR MZA.08002226678

SERVICIOS TRANSACCIONALES

A la Dirección de Minería

Autoridad Ambiental Minera

S _____ / _____ D

Informe de Impacto Ambiental

Proyecto "El Destino"

Emilio Guiñazú Fader, en representación de Impulsa Mendoza Sostenible SA (Impulsa) con CUIT: 30-71803047-8, con domicilio social en cale 25 de mayo N° 1078, Cuida de Mendoza, provincia del mismo nombre, por autorización y requerimiento del titular del proyecto " EL DESTINO", me presento y digo:

Por medio de la presente, se acompaña Informe de Impacto Ambiental (IIA) del proyecto denominado " EL DESTINO", a fin de que el mismo sea incorporado a proyecto denominado Malargüe Distrito Minero Occidental II (MDMO II), expediente administrativo donde se evalúan todos los proyectos mineros de exploración de minerales metalíferos ubicados en un área determinada (con similitudes técnicas, geográficas, territoriales, ambientales, etc.).

A tal fin se acompaña:

- 1- Informe de Impacto Ambiental proyecto EL DESTINO.
- 2- Autorización por parte del titular del Derecho Minero.
- 3- Tasa retributiva.
- 4- Declaración Jurada.

Sin otro particular saluda atentamente.



EMILIO GUIÑAZÚ FADER
Gerente General
IMPULSA MENDOZA S.A.



Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

Mendoza - Argentina

Preparado para: **Impulsa Mendoza Sostenible S.A.**



Preparado por: **GT Ingeniería SA**

Proyecto N°: 241007 - 152 - Rev00

Noviembre 2024


MARIO CUELLO
GT Ingeniería S.A.

Límites y excepciones

Este documento se limita a reportar las condiciones identificadas en y cerca del predio, tal como eran al momento de confeccionarlo y las conclusiones alcanzadas en función de la información recopilada y lo asumido durante el proceso de evaluación y se limita al alcance de los trabajos oportunamente solicitados, acordados con el cliente y ejecutados hasta el momento de emitir el presente informe.

Las conclusiones alcanzadas representan opinión y juicio profesional basado en la información estudiada en el transcurso de esta evaluación, no certezas científicas.

Todas las tareas desarrolladas para la confección del documento se han ejecutado de acuerdo con las reglas del buen arte y prácticas profesionales habitualmente aceptadas y ejecutadas por consultores respetables en condiciones similares. No se otorga ningún otro tipo de garantía, explícita ni implícita.

Este informe sólo debe utilizarse en forma completa y ha sido elaborado para uso exclusivo de Impulsa Mendoza Sostenible S.A. no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Impulsa Mendoza Sostenible S.A., solamente Impulsa Mendoza Sostenible S.A., puede ceder o autorizar la disponibilidad de una o la totalidad de las partes del presente informe, por ello, todo tercero que utilice o se base en este informe sin el permiso de Impulsa Mendoza Sostenible S.A. expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Impulsa Mendoza Sostenible S.A., GT Ingeniería SA, ni contra sus consultores y subcontratistas y se compromete en mantenerlos indemne de y contra toda demanda que pudiera surgir.

Tabla 00: Control de Revisiones

Nombre Apellido y	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre y Apellido	Fecha Aprobación
Marcela Marchiori	00	11/11/2024	Mario Cuello	13/11/2024

Tabla de contenidos

I. Introducción.....	19
1. Objetivo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental.....	19
2. Estructura del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental.....	19
II. Información General.....	20
3. Nombre del Proyecto/Yacimiento/Instalación/Etc.	20
3.1. Nombre de la empresa.....	20
3.2. Nombre y acreditación del/los representante/s Legal/es. Domicilio real y legal en la jurisdicción. Teléfonos.	20
3.3. Actividad principal de la empresa.....	20
4. Nombre de los responsables técnicos del IIA.....	20
4.1. Profesionales intervinientes	20
5. Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos	21
5.1. Domicilio Real.....	21
5.2. Domicilio Legal	21
III. Descripción General del Ambiente.....	22
6. Breve caracterización y ubicación geográfica del Proyecto	22
7. Principales unidades geológicas y geomorfológicas.	27
7.1. Geología.....	27
7.1.1. Tectónica y evolución geodinámica	32
7.1.2. Descripción de tipos de mineralización y yacimientos	33
7.2. Geomorfología del área de estudio.....	35
7.3. Sismología.....	40
7.3.1. Peligrosidad sísmica actual en el área de Proyecto	42
7.4. Volcanes.....	44
7.4.1. Peligrosidad volcánica actual en el área de Proyecto.....	44
7.5. Espeleología.....	46
8. Ambiente glaciar y periglacial	50
8.1. Ambiente glaciar.....	50
8.1.2. Tipos de glaciares	52
8.1.3. Presencia de Glaciares en el área de estudio	53
8.2. Ambiente Periglacial.....	69
8.2.1. Mapeo de permafrost	69
9. Clima	71
9.1. Contexto climático	71
9.2. Análisis de la estación meteorológica Malargüe Aero	73
9.2.1. Metodología.....	73
9.2.2. Resultados.....	73
9.3. Coberturas de nieve en las cuencas Río Colorado y Río Malargüe	73
9.3.1. Río Colorado	74
9.3.2. Río Malargüe	75

9.4.	Aspectos bioclimáticos	77
9.5.	Fenómeno meteorológico relevante	79
9.5.1.	Viento Zonda	79
10.	Calidad de aire	80
10.1.	Punto 1 – Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	80
10.1.1.	Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos	80
10.1.2.	Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo	83
10.1.3.	Resultados obtenidos	86
10.2.	Punto 2 - Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas	87
10.2.1.	Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos	87
10.2.2.	Condiciones meteorológicas durante el periodo de monitoreo	91
10.2.3.	Resultados obtenidos	94
10.3.	Punto 3 – Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.	95
10.3.1.	Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos	95
10.3.2.	Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo	99
10.3.3.	Resultados obtenidos	101
10.4.	Punto 4- Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad	102
10.4.1.	Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos	102
10.4.2.	Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo	106
10.4.3.	Resultados obtenidos	108
11.	Hidrología e Hidrogeología	109
11.1.	Caracterización morfológica de las cuencas	109
11.1.1.	Características de forma de las cuencas	114
11.2.	Medición de caudales	116
11.2.1.	Estación 2002 – Colorado – Buta Ranquil	116
11.2.2.	Estación 1454 – Malargüe – La Barda	118
11.2.3.	Estación 1224 – Grande – La Gotera	120
11.3.	Calidad de agua superficial – Caracterización hidroquímica del agua superficial	122
11.3.1.	Sitios de muestreo del agua superficial	122
11.3.2.	Metodología de toma de muestra superficial	125
11.3.3.	Resultados	125
11.4.	Hidrogeología de la provincia de Mendoza	168
11.4.1.	Caracterización de las cuencas hidrogeológicas según Dirección General de Irrigación (DGI)	172
11.5.	Uso del agua actual	173
12.	Caracterización y principales unidades de Suelo	177
12.1.	Descripción general del suelo	177
12.2.	Taxonomía de suelos	180
12.3.	Factores de formación de suelos	182
13.	Flora	182
13.1.	Descripción a escala regional - Ecorregiones presentes en el área de estudio	182
13.1.1.	Flora de la Ecorregión de los Altos Andes	184

13.1.2.	Ecorregión Estepa patagónica	184
13.1.3.	Ecorregión del Monte	184
13.2.	Descripción a escala Provincial - Encuadre fitogeográfico de la provincia de Mendoza....	185
13.3.	Descripción a escala local - Comunidades de vegetación presentes en la provincia de Mendoza	186
13.4.	Especies presentes en Malargüe	189
13.4.1.	Especies con categoría de Conservación	192
14.	Ecosistemas con interés de conservación	193
14.1.	Bosques.....	193
14.2.	Vegas	195
14.2.1.	Importancia de las Vegas.....	199
15.	Fauna	199
15.1.	Fauna regional.....	199
15.1.1.	Mamíferos.....	200
15.1.2.	Anfibios.....	202
15.1.3.	Reptiles.....	202
15.1.4.	Aves.....	203
16.	Limnología	203
16.1.	Estudios limnológicos previos	203
16.1.2.	Resultados.....	206
16.2.	Estudios locales limnológicos de referencia	207
16.2.1.	Resultados.....	209
16.2.2.	Resultados y Conclusiones MGIA el Portezuelo (UNC, 2017)	209
16.3.	Resultados de la Caracterización Limnológica de un Tramo del Río Colorado Sobre la Margen Mendocina, para Determinación de Estado Ecológico y Calidad De Agua (Azar, 2019).....	210
17.	Identificación de las áreas naturales protegidas	211
17.1.1.	Sitios Ramsar	212
17.1.2.	Reserva Científica / Reserva Natural Estricta	212
17.1.3.	Reserva Natural Manejada / Santuario de Flora y Fauna.....	212
17.1.4.	Reserva de Paisaje Protegido.....	212
17.1.5.	Reserva Natural y Cultural-	212
17.1.6.	Reserva de Recursos	213
17.1.7.	Reserva Hídrica Natural	213
17.1.8.	Monumento Natural	213
17.1.9.	Áreas de interés Municipal	213
17.2.1.	Parque Provincial Científico de observación del Espacio	216
17.2.2.	Reserva Natural Castillos de Pincheira.....	218
17.2.3.	Reserva Natural Cavernas de las Brujas	219
17.3.	Reservas de interés municipal	221
17.4.	Propuesta de declaración de Patrimonio Mundial Natural La Payunia: Campos Volcánicos Llanquanelo y Payún Matrú	222
18.	Centro poblacionales dentro y próximos al área de estudio	225
18.1.	Distancia. Vinculación	227

18.2.	Población	229
18.2.1.	Distrito Malargüe	229
18.2.2.	Distrito Río Grande	230
18.2.3.	Distrito Río Barrancas	230
18.2.4.	Distrito Agua Escondida	230
18.3.	Educación. Infraestructura para la educación	230
18.4.	Salud. Infraestructura para la atención de la salud	235
18.5.	Vivienda. Infraestructura y Servicios	239
18.5.2.	Distrito Malargüe	240
18.5.3.	Distrito Río Grande	240
18.5.4.	Distrito Río Barrancas	241
18.5.5.	Distrito Agua Escondida	241
18.6.	Estructura económica y empleo	241
18.6.1.	Distrito Malargüe	242
18.6.2.	Distrito Río Grande	242
18.6.3.	Distrito Río Barrancas	242
18.6.4.	Distrito Agua Escondida	242
18.7.	Infraestructura recreativa	242
18.8.	Infraestructura para la seguridad pública y privada	243
18.9.	Modelo territorial	243
18.10.	Población Rural Dispersa – Puestos	244
18.10.1.	Características generales de la población rural dispersa	244
18.10.2.	Ubicación de los puestos del área de MDMO	246
18.10.3.	Relevamiento de campo	269
18.11.	Pueblos originarios	271
19.	Sitios de valor histórico cultural	276
20.	Sitios de valor arqueológico	277
20.1.	Antecedentes arqueológicos en el Departamento de Malargüe	278
20.2.	Descripción de los sectores arqueológicos	278
20.2.1.	Descripción arqueológica del Sector A1: río Atuel-Salado	281
20.2.2.	Descripción arqueológica del Sector A2: Salado Malargüe-Bardas Blancas	293
20.2.3.	Descripción arqueológica del Sector 3: Bardas Blancas – Río Grande – Ranquil Norte ..	304
20.2.4.	Descripción arqueológica del Sector 4: Ranquil Norte - río Barrancas-Colorado	313
20.3.	Sensibilidad patrimonio arqueológico del área de MDMO	319
21.	Sitios de valor paleontológico	321
21.1.	Área Norte - Hoja Geológica 3569-III, Malargüe	321
21.1.1.	Estratigrafía	321
21.2.	Área Sur – Hoja geológica 3769-I, Barrancas	324
21.2.1.	Estratigrafía	324
21.3.	Compilación de hallazgos	324
22.	Paisaje	330

22.1.	Componentes del paisaje	330
22.2.	Atributos del paisaje	330
22.2.1.	Calidad visual	330
22.2.2.	Fragilidad visual.....	331
22.2.3.	Visibilidad	331
22.3.	Unidad de paisaje	331
22.4.	Metodología.....	333
22.4.1.	Indicadores para el estudio de paisaje	333
22.5.	Componentes constitutivos del paisaje	336
22.5.1.	Componentes físicos considerados para el área de estudio	336
22.5.2.	Componentes bióticos considerados para el área de estudio	336
22.5.3.	Componentes socioculturales para el área de estudio	337
22.6.	Análisis de paisaje.....	339
22.6.1.	Delimitación de las Unidades de Paisaje (UP).....	339
23.	Análisis de Vulnerabilidad Ambiental	346
23.1.	Metodología aplicada para el análisis de vulnerabilidad – Jerarquías matemáticas	346
23.1.1.	Proceso matemático.....	346
23.1.2.	Generación del índice de vulnerabilidad	349
23.2.	Análisis de vulnerabilidad ambiental MDMO.....	350
23.2.1.	Selección de elementos ambientales.....	350
23.2.2.	Categorización de los componentes ambientales.....	351
23.2.3.	Resultados del análisis de vulnerabilidad	363
IV.	Descripción de los trabajos a realizar	368
24.	Objeto de la exploración en el Área MDMO	368
25.	Trabajos de exploración a realizar	370
25.1.	Descripción de los trabajos de exploración a realizar.....	371
25.1.1.	Prospección.....	372
25.1.2.	Exploración Indirecta	373
25.1.3.	Exploración Directa	378
25.2.	Actividades de Apoyo	384
25.2.1.	Construcción de caminos para la prospección y exploración indirecta	384
25.2.2.	Construcción de caminos para la exploración directa.....	384
25.2.3.	Conformación de plataformas de perforación	384
25.3.	Montaje de campamento e instalaciones accesorias.....	385
25.3.1.	Montaje de Campamento	385
25.3.2.	Patio de Residuos	385
25.3.3.	Sistema de tratamiento de efluentes domésticos	385
25.3.4.	Loguera	385
25.3.5.	Almacenamiento de combustible	386
25.4.	Actividades de cierre	386
25.4.1.	Cierre de campamento y loguera	386
25.4.2.	Cierre de calicatas y trincheras	386

25.4.3.	Cierre de plataformas de perforación	386
26.	Equipos y máquinas a utilizar	386
27.	Personal. Número de Personas	388
28.	Agua. Fuente, Calidad y Consumo	389
28.1.	Agua para consumo industrial	389
28.2.	Agua para uso humano	389
28.3.	Agua para consumo humano	389
29.	Energía. Tipo. Consumo	390
30.	Insumos químicos, combustibles y lubricantes. Consumos	390
30.1.	Insumos químicos	390
30.2.	Combustibles	391
31.	Descargas al ambiente	391
31.1.	Residuos Industriales y Domésticos	391
31.2.	Residuo de Perforación	392
31.3.	Efluentes domésticos	392
31.4.	Emisiones gaseosas	393
31.4.1.	Material particulado	393
31.4.2.	Gases de combustión	393
31.5.	Emisiones de ruido	393
V.	Metodología para la descripción de los impactos	395
32.	Metodología para la identificación, descripción, evaluación y jerarquización de los impactos ambientales	395
32.1.	Etapas I: Identificación de las fuentes de alteración y de riesgo que presentan potencial de generar impactos	395
32.2.	Etapas II: Identificación de los factores del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural susceptibles de ser impactados	396
32.3.	Etapas III: Identificación y descripción de impactos	396
32.4.	Etapas IV: Evaluación y Jerarquización de los Impactos	396
32.4.1.	Evaluación de los Impactos	396
32.4.2.	Jerarquización de los Impactos Ambientales	399
VI.	Medidas de Protección Ambiental, Programa de Monitoreo Ambiental y Sociocultural. Plan de Contingencias Ambientales	401
33.	Medidas de Protección Ambiental	401
33.1.1.	Medida de Protección Ambiental 1 - Formulación del Proyecto Minero	401
33.1.2.	Medida de Protección Ambiental 2 - Medidas de Cautela Efectiva	402
33.1.3.	Medida de Protección Ambiental 3 - Liberación Ambiental de Áreas	403
33.1.4.	Medida de Protección Ambiental 4 - Cierre Ambiental de Áreas	404
33.1.5.	Medida de Protección Ambiental 5 - Plan de Manejo de Residuos	406
33.1.6.	Medida de Protección Ambiental 6 - Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas	409
33.1.7.	Medida de Protección Ambiental 7 - Plan de Manejo del Recurso Hídrico	412
33.1.8.	Medida de Protección Ambiental 8 - Estándar operacional de unidades de transporte y equipos o máquinas autopropulsados y fijos.	413
33.1.9.	Medida de Protección Ambiental 9 - Plan de Mantenimiento de Caminos	417

33.1.10.	Medida de Protección Ambiental 10 - Actuación ante hallazgos arqueológicos y paleontológicos	419
33.1.11.	Fase 2: Medida de Protección Ambiental 11 - Plan de Relaciones con la Comunidad	420
33.1.12.	Medida de Protección Ambiental 12 - Plan de Capacitación y Concientización	420
33.2.	Programas de Monitoreo Ambiental y Sociocultural	422
33.2.1.	Contenido Mínimo de un Programa de Monitoreo Ambiental y Sociocultural	422
33.3.	Plan de Contingencias Ambientales	424
33.3.1.	Contenido del Plan de Contingencias Ambientales	424
VII.	Anexos	I
Anexo I.	Mapas y Figuras	II
Anexo II.	Documento Fotográfico	III
Anexo. III.	Constancias y Certificaciones	IV
Anexo V.	XXXXXXX	V

Mapas

Mapa 3.1	Ubicación general del área de estudio	23
Mapa 7.1	Provincias geológicas en el área de estudio	28
Mapa 7.2	Unidades tectonoestratigráficas en el área de estudio	29
Mapa 7.3	Unidades geomorfológicas en el area de estudio	39
Mapa 7.4	Peligrosidad sísmica de la Argentina	43
Mapa 7.5	Volcanes activos de Mendoza y su riesgo relativo	45
Mapa 7.6	Cavidades dentro del área de MDMO	49
Mapa 8.1	Sectorización de áreas de estudio para Glaciares	51
Mapa 8.2	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector oriental de la Cuenca de la Laguna Llacanelo	55
Mapa 8.3	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector suroriental de la Cuenca de la Laguna Llacanelo	56
Mapa 8.4	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector sur de la Cuenca de la Laguna Llacanelo	57
Mapa 8.5	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 1	58
Mapa 8.6	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 2	59
Mapa 8.7	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 3	60
Mapa 8.8	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 4	61
Mapa 8.9	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 5	62
Mapa 8.10	Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 6	63

Mapa 8.11 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 7	64
Mapa 8.12 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 1	65
Mapa 8.13 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 2	66
Mapa 8.14 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 3	67
Mapa 8.15 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 4	68
Mapa 8.16 Probabilidad de presencia de permafrost en el área de MDMO	70
Mapa 9.1 Zonas climáticas (clasificación Koppen) para el área de MDMO.	72
Mapa 9.2 Clasificación Bioclimática del Sur de Mendoza.	78
Mapa 11.1 Cuencas hidrográficas con respecto al área de estudio	111
Mapa 11.2 Pendientes de las cuencas hidrográficas del área de estudio	112
Mapa 11.3 Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua	124
Mapa 11.4 Mapa hidrogeológico con referencias a las cuencas de aguas subterráneas en el área de MDMO.	171
Mapa 11.5 Ubicación espacial de los sistemas acuíferos en la provincia de Mendoza	173
Mapa 11.5 Ubicación de los pozos de agua subterráneo y derecho superficiarios dentro del MDMO	176
Mapa 12.1 Grupos de suelos en el área de estudio	178
Mapa 12.2 Clasificación de suelos INTA dentro del área de estudio	179
Mapa 12.3 Ordenes de suelos en el área de estudio – Clasificación Soil Taxonomy	181
Mapa 13.1 Mapa de Ecorregiones presentes en el área de estudio	183
Mapa 13.2 Mapa de vegetación del área de estudio	188
Mapa 14.1 Mapa de Bosques de Mendoza	195
Mapa 14.2 Mapa de probabilidad de humedales de la Region Humedales del Monte Central	197
Mapa 14.3 Mapa de probabilidad de humedales de la subregión Vegas y Lagunas Altoanidas	198
Mapa 16.1 Ubicación de los puntos de muestreo limnológico	205
Mapa 16.2 Mapa de sitios de muestreo limnológico	208
Mapa 17.1 ANP en el área de Estudio	214
Mapa 17.2 Ubicación de sitios de interés municipal	221
Mapa 17.3 Ubicación de la propuesta de declaración de Patrimonio Mundial Natural La Payunia.	224
Mapa 18.1 Mapa de los distritos del departamento de Malargüe según el POTM	226
Mapa 18.2 Mapa de vías de acceso	228
Mapa 18.3 Mapa de puesteros dentro del área de estudio	247
Mapa 18.4 Mapa de ubicación de los puestos dentro del distrito de Ciudad de Malargüe	253
Mapa 18.5 Mapa de ubicación de los puestos dentro del distrito de Río Grande	263
Mapa 18.6 Mapa de ubicación de los puestos dentro del distrito de Río Barrancas	266
Mapa 18.7 Mapa de ubicación de los puestos dentro del distrito de Agua Escondida	268
Mapa 18.8 Mapa de las rutas de trashumancia	270

Mapa 18.9 Mapa de ubicación de Comunidades de Pueblos Originarios – Malargüe	275
Mapa 20.1 Sectores geográficos de abordaje para la descripción de los registros arqueológicos del área de estudio	280
Mapa 20.2 Registro arqueológico en el Sector 1	293
Mapa 20.3 Registro arqueológico en el Sector 2	304
Mapa 20.4 Registro arqueológico en el Sector 3	313
Mapa 20.5 Registro arqueológico en el Sector 4	319
Mapa 20.6 Mapa sensibilidad del patrimonio arqueológico	320
Mapa 21.1 Mapa sensibilidad del patrimonio paleontológico	329
Mapa 22.1 Unidades de paisaje	340
Mapa 23.1 Mapa de categoría de pendiente por grado de erosividad	352
Mapa 23.2 Mapa de categoría de suelo	354
Mapa 23.3 Mapa de categoría de hidrología, distancia al colector principal	356
Mapa 23.4 Mapa de categoría de vegetación	360
Mapa 23.5 Mapa de categoría de fauna	362
Mapa 23.6 Mapa de vulnerabilidad ambiental (rango)	365
Mapa 23.7 Mapa de vulnerabilidad ambiental	367
Mapa 24.1 Área Malargüe Distrito Minero Occidental	369

Figuras

Figura 4.1 Fajas metalogenéticas en el área de estudio	34
Figura 4.2 Zonificación sísmica para el proyecto	44
Figura 4.2 Volcanes activos de Mendoza y su riesgo relativo	45
Figura 1.1 Porcentaje de días con nieve en la Cuenca del Río Colorado	74
Figura 1.2 Porcentaje de días con nieve en la Cuenca del Río Malargüe	76
Figura 6.1 Rosa de los vientos durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	86
Figura 6.2 Rosa de los vientos durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	94
Figura 6.3 Rosa de los vientos durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos	101
Figura 6.4 Rosa de los vientos durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad	108
Figura 4.1 Regiones Fitogeográficas de Mendoza	186
Figura 16.1 Planta del sitio CP-1 y localización del sector excavado; B. Planta de CP-1 y ubicación de la cuadrícula de excavación	282
Figura 16.2 Vista de Valle Hermoso. La flecha blanca indica la localización del sitio arqueológico VH- 1, y al fondo la laguna del Valle Hermoso. La flecha roja indica el emplazamiento de los sitios VH-2 y VH-3 con arte rupestre	284
Figura 16.3 Puntas de flecha del sitio Cueva Salamanca 1	286
Figura 16.4 Excavación de GN-5 reflejando las bioturbaciones generadas por microvertebrados	287

Figura 16.5 Obsidiana Las cargas	288
Figura 16.6 Sitio VP-16. hallazgos arqueológicos en superficie	292
Figura 16.7 Entierros humanos en sitio Bajada de las Tropas 1.	294
Figura 16.8 Distribución de sitios arqueológicos hasta el año 2014 en Laguna Llanquanelo	296
Figura 16.9 Motivos de arte rupestre y distribución de sitios en el sur de Mendoza	297
Figura 16.10 Vista de la entrada de Caverna de las Brujas	299
Figura 16.11 Vista sitio El Gancho 1	300
Figura 16.12 Petroglifos del sitio Las Loicas Cueva 2	300
Figura 16.13 Vista del sitio Puesto Villar 2.....	301
Figura 16.14 Vista de la Gruta del Manzano.....	306
Figura 16.15 Vista de sitio Cueva de Luna	308
Figura 16.16 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)	308
Figura 16.17 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.....	310
Figura 16.18 Núcleo de obsidiana en sitios superficiales de Ruta Nacional N 40.....	312
Figura 16.19 Vista de sitio Agua de Pérez 8B	315
Figura 16.20 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.....	317
Figura 18.1 Metodología para el estudio de paisaje	333
Figura 18.2 Clasificación de la fragilidad	334
Figura 20.1 Trabajos y actividades posibles a desarrollar en el Área MDMO	370
Figura 1.1 Ficha del Programa de Monitoreo Ambiental y Sociocultural.....	423

Gráficas

Gráfica 1.13 Coberuras de nieve en la cuenca del Río Colorado.....	75
Gráfica 1.14 Valores medios mensuales de la cuenca del Río Colorado	75
Gráfica 1.15 Coberturas de nieve en la cuenca del Río Malargüe	76
Gráfica 6.13 Valores medios mensuales de la cuenca del Río Malargüe	77
Gráfica 6.13 Comparacion de cobertura nival entre cuencas para el año 2024.....	77
Gráfica 6.1 Variación de la concentración de PM ₁₀ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	81
Gráfica 6.2 Variación de la concentración de SO ₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	82
Gráfica 6.3 Variación de la concentración de NO y NO ₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	82
Gráfica 6.4 Variación de la concentración de CO durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	83
Gráfica 6.5 Variación de la concentración de O ₃ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	83

Gráfica 6.6 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el período de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	84
Gráfica 6.7 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	85
Gráfica 6.8 Variación de la concentración de PM ₁₀ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	89
Gráfica 6.9 Variación de la concentración de SO ₂ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	89
Gráfica 6.10 Variación de la concentración de NO y NO ₂ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	90
Gráfica 6.11 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	90
Gráfica 6.12 Variación de la concentración de O ₃ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	91
Gráfica 6.13 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	92
Gráfica 6.14 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	93
Gráfica 6.15 Variación de la concentración de PM ₁₀ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	97
Gráfica 6.16 Variación de la concentración de SO ₂ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	97
Gráfica 6.17 Variación de la concentración de NO y NO ₂ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	98
Gráfica 6.18 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	98
Gráfica 6.19 Variación de la concentración de O ₃ durante el período de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.	99
Gráfica 6.20 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	100
Gráfica 6.21 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	100
Gráfica 6.22 Variación de la concentración de PM ₁₀ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	104
Gráfica 6.23 Variación de la concentración de SO ₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	104
Gráfica 6.24 Variación de la concentración de NO y NO ₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	105
Gráfica 6.25 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	105
Gráfica 6.26 Variación de la concentración de O ₃ durante el período de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad	106
Gráfica 6.27 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	107
Gráfica 6.28 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad.....	107
Gráfica 8.1 Área y perímetro de las cuencas del Sur de la provincia de Mendoza (Malargüe)	115

Gráfica 8.2 Índice de compacidad, Factor de forma e Índice de alargamiento de las cuencas del sur de Mendoza	116
Gráfica 8.3 Datos históricos del caudal medio mensual de la Estación 2002 – Colorado – Buta Ranquil (Río Colorado) (1940 a 2022)	117
Gráfica 8.4 Variación mensual del caudal (1940 a 2022)	118
Gráfica 8.5 Variación mensual del caudal (1987 a 2022)	119
Gráfica 8.6 Variación mensual del caudal (1987 a 2022)	120
Gráfica 8.7 Datos históricos del caudal medio anual de la Estación 1424 – Grande – La Gotera (1972 a 2022)	121
Gráfica 8.8 Variación mensual del caudal.....	122
Gráfica 8.9 Gráfico de Pípper para el Punto ZM1: Agua Botada	126
Gráfica 8.10 Gráfico de Pípper para el Punto ZM1: Agua Botada (segundo período)	127
Gráfica 8.11 Gráfico de Pípper para el Punto ZM2: Arroyo Buta-ló	128
Gráfica 8.12 Gráfico de Pípper para el Punto ZM2: Arroyo Buta-ló (segundo período)	129
Gráfica 8.13 Gráfico de Pípper para el Punto ZM3: El Carrizalito	130
Gráfica 8.14 Gráfico de Pípper para el Punto ZM3: El Carrizalito (segundo período)	131
Gráfica 8.15 Gráfico de Pípper para el Punto ZM4: Arroyo El Salto	132
Gráfica 8.16 Gráfico de Pípper para el Punto ZM4: Arroyo El Salto (segundo período)	133
Gráfica 8.17 Gráfico de Pípper para el Punto ZM5: Arroyo Divisadero	134
Gráfica 8.18 Gráfico de Pípper para el Punto ZM6: Arroyo Agua de Arias	135
Gráfica 8.19 Gráfico de Pípper para el Punto ZM6: Arroyo Agua de Arias (segundo período)	136
Gráfica 8.20 Gráfico de Pípper para el Punto ZM7: Los cavaos.....	137
Gráfica 8.21 Gráfico de Pípper para el Punto ZM8: Cajón de los Caballos.....	138
Gráfica 8.22 Gráfico de Pípper para el Punto ZM8: Cajón de los Caballos (segundo período)	139
Gráfica 8.23 Gráfico de Pípper para el Punto ZM9: Pasarela.....	140
Gráfica 8.24 Gráfico de Pípper para el Punto ZM9: Pasarela (segundo período)	141
Gráfica 8.25 Gráfico de Pípper para el Punto ZM10: El Zampal.....	142
Gráfica 8.26 Gráfico de Pípper para el Punto ZM10: El Zampal (segundo período)	143
Gráfica 8.27 Gráfico de Pípper para el Punto ZM11: Arroyo Calmuco	144
Gráfica 8.28 Gráfico de Pípper para el Punto ZM11: Arroyo Calmuco (segundo período)	145
Gráfica 8.29 Gráfico de Pípper para el Punto ZM12: Pte Río Barrancas	146
Gráfica 8.30 Gráfico de Pípper para el Punto ZM12: Pte Río Barrancas (segundo período).....	147
Gráfica 8.31 Gráfico de Pípper para el Punto ZM15: Pata Mora	148
Gráfica 8.32 Gráfico de Pípper para el Punto ZM15: Pata Mora (segundo período).....	149
Gráfica 8.33 Gráfico de Pípper para el Punto ZM16: Arroyo Mechanquil.....	150
Gráfica 8.34 Gráfico de Pípper para el Punto ZM16: Arroyo Mechanquil (segundo período)	151
Gráfica 8.35 Gráfico de Pípper para el Punto ZM17: Arroyo El Manzano	152
Gráfica 8.36 Gráfico de Pípper para el Punto ZM17: Arroyo El Manzano (segundo período).....	153
Gráfica 8.37 Gráfico de Pípper para el Punto ZM18: Río Grande Bardas Blancas	154
Gráfica 8.38 Gráfico de Pípper para el Punto ZM18: Río Grande Bardas Blancas (segundo período)	155

Gráfica 8.39 Gráfico de Piper para el Punto ZM19: Arroyo Chequen-có.....	156
Gráfica 8.40 Gráfico de Piper para el Punto ZM19: Arroyo Chequen-có (segundo período)	157
Gráfica 8.41 Gráfico de Piper para el Punto ZM26: Arroyo Pincheiras	158
Gráfica 8.42 Gráfico de Piper para el Punto ZM26: Arroyo Pincheiras (segundo período)	159
Gráfica 8.43 Gráfico de Piper para el Punto ZM27: Arroyo Torrecillas.....	160
Gráfica 8.44 Gráfico de Piper para el Punto ZM27: Arroyo Torrecillas (segundo período)	161
Gráfica 8.45 Gráfico de Piper para el Punto ZM32: Cerro Mollar Oeste	162
Gráfica 8.46 Gráfico de Piper para el Punto ZM32: Cerro Mollar Oeste (segundo período)	163
Gráfica 8.47 Gráfico de Piper para el Punto ZM33: Arroyo El Durazno	164
Gráfica 8.48 Gráfico de Piper para el Punto ZM33: Arroyo El Durazno (segundo período)	165
Gráfica 8.49 Gráfico de Piper para el Punto ZM34: Arroyo Mallin Largo.....	166
Gráfica 8.50 Gráfico de Piper para el Punto ZM34: Arroyo Mallin Largo (segundo período)	167
Gráfica 8.51 Gráfico de Piper para el Punto ZM38: Solariego (Toma pluspetrol)	168
Gráfica 14.1 Condición de asistencia escolar por distrito en el area de estudio	231
Gráfica 14.2 Uso de tiempo libre de la población de Malargüe.	243

Tablas

Tabla 4.1 Profesionales Intervinientes /Titulo: Arial 10/Negrita /Alineación izquierda.....	20
Tabla 7.1 Características principales de las unidades tectonoestratigráficas del área de estudio	30
Tabla 7.2 Terremotos históricos ocurridos en la provincia de Mendoza.....	40
Tabla 7.3 Cavidades de Malargüe	46
Tabla 8.1 Superficie cubierta por glaciares en el área de estudio.....	53
Tabla 8.2 Superficie cubierta por glaciares en cada Cuenca comprendida en el área de estudio	53
Tabla 9.1 Resumen de periodos, variables y medidas estadísticas consideradas	73
Tabla 9.2 Caracterización bioclimática de las localidades del Sur mendocino.	79
Tabla 10.1 Ubicación puntos de monitoreo.....	80
Tabla 10.2 Concentraciones obtenidas. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad.....	80
Tabla 10.3 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	84
Tabla 10.4 Comparación de los valores promedios con los límites legislados	87
Tabla 10.5 Concentraciones obtenidas. Punto 2: Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas.....	87
Tabla 10.6 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas	92
Tabla 10.7 Comparación de los valores promedios con los límites legislados	95
Tabla 10.8 Concentraciones obtenidas. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.	96
Tabla 10.9 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.....	99
Tabla 10.10 Comparación de los valores promedios con los límites legislados	102

Tabla 10.11 Concentraciones obtenidas. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad	102
Tabla 10.12 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 4: Localidad Las Loicas – Puesto Vialidad	106
Tabla 10.13 Comparación de los valores promedios con los limites legislados	109
Tabla 11.1 Superficie de las cuencas dentro del área de estudio	110
Tabla 11.2 Modelos matemáticos de los parámetros morfológicos	113
Tabla 11.3 Interpretación de Relación de forma	113
Tabla 11.4 Forma de la cuenca.....	113
Tabla 11.5 Interpretación de Índice de Compacidad Kc	113
Tabla 11.6 Valores de índice de alargamiento.....	114
Tabla 11.7 Parámetros de Forma de las cuencas del Sur de la provincia de Mendoza	114
Tabla 11.8 Comparación de parámetros de forma de las cuencas del sur Mendocino.....	115
Tabla 11.9. Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial	122
Tabla 11.10. Parámetros medidos para aguas superficiales en la cuenca de Malargüe.	125
Tabla 11.11 Principales usos hídricos concesionados con equivalencias superficial de la provincia de Mendoza	174
Tabla 11.12 Ubicación de los pozos de agua subterránea y el tipo de uso	174
Tabla 12.1 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA	180
Tabla 13.1 Especies identificadas en Malargüe.....	189
Tabla 13.2 Especies en conservación	193
Tabla 15.1 Especies de Mamíferos con categoría de protección	200
Tabla 15.2 Especies de Anfibios	202
Tabla 15.3 Especies de Reptiles.....	203
Tabla 16.1 Coordenadas de Muestreo de los puntos ubicados dentro del área de MDMO	204
Tabla 16.2 Coordenadas de Muestreo.....	209
Tabla 17.1 Áreas Naturales Protegidas	215
Tabla 18.1 Datos censales del departamento de Malargüe, 2022	225
Tabla 18.2 Población total y estimada para el departamento de Malargüe.....	229
Tabla 18.3 Datos Censales por distrito, departamento de Malargüe, 2010	229
Tabla 18.4. Población de 10 años y más por condición de alfabetismo a distintas escalas- Año 2010....	230
Tabla 18.5 Registro de establecimientos educativos en Malargüe.....	232
Tabla 18.6 Establecimientos de salud para Malargüe	236
Tabla 18.7 Servicios disponibles por distrito, por localidad/paraje	239
Tabla 18.8 Ubicación de los puestos del distrito de Ciudad de Malargüe	248
Tabla 18.9 Ubicación de los puestos del distrito Río Grande	254
Tabla 18.10 Ubicación de los puestos del distrito de Río Barrancas.....	264
Tabla 18.11 Ubicación de los puestos del distrito de Agua Escondida	267
Tabla 18.12 Comunidades de Pueblos Originarios – Malargüe.....	273
Tabla 22.1 Unidades de paisaje a partir de la morfología del terreno	332
Tabla 22.2 Unidades de paisaje a partir de la cobertura de vegetación.....	332

Tabla 22.3 Factor físico	333
Tabla 22.4 Factor accesibilidad.....	334
Tabla 22.5 Factor visualización.....	334
Tabla 22.6 Factor singularidad.....	334
Tabla 22.7 Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.)	335
Tabla 22.8 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje	336
Tabla 22.9 Servicios disponibles por distrito, por localidad/paraje	337
Tabla 22.10 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Altos Topográficos	341
Tabla 22.11 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Altos Topográficos	341
Tabla 22.12 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Altos Topográficos	342
Tabla 22.13 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje ANP	342
Tabla 22.14 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje ANP	343
Tabla 22.15 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje ANP	343
Tabla 22.16 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Altos Andinos.....	344
Tabla 22.17 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Altos andinos	344
Tabla 22.18 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Altos andinos.....	344
Tabla 22.19 Análisis de fragilidad para la unidad de paisaje Bajos altitudinales.....	345
Tabla 22.20 Análisis de capacidad de absorción para la unidad de paisaje Bajos altitudinales	345
Tabla 22.21 Matriz de sensibilidad para el estudio de paisaje Bajos altitudinales	345
Tabla 23.1 Ejemplo de Matriz inicial	347
Tabla 23.2 Grados de importancia para establecer la ponderación de los atributos.....	347
Tabla 23.3 Ejemplo de ponderación de los atributos	348
Tabla 23.4 Matriz normalizada	349
Tabla 23.5 Clasificación de la pendiente según su grado de erosividad	351
Tabla 23.6 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA	353
Tabla 23.7 Caracterización de suelos del área de estudio según GeoINTA	353
Tabla 23.8 Categorización de la hidrografía según la distancia al colector principal	355
Tabla 23.9 Categorización de la vegetación	358
Tabla 23.10 Categorización de la presencia de fauna.....	361
Tabla 23.11 Categorización de vulnerabilidad de los atributos de los factores socioambientales	366
Tabla 25.1 Clasificación de los trabajos de prospección y exploración a realizar	371
Tabla 26.1 Equipos y máquinas a utilizar por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración.	387
Tabla 27.1 Personal requerido por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración	388
Tabla 31.1 Residuos generados por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración	391
Tabla 31.2 Efluentes domésticos generados por un Proyecto Minero durante una campaña de exploración	393
Tabla 32.1. Escala y valores para evaluar las variables que caracterizan el impacto.....	397
Tabla 32.2. Criterios para definir el Grado de Perturbación	398
Tabla 32.3. Nivel y Calificación de la Sensibilidad Ambiental.....	399

Tabla 32.4. Criterios para definir el Valor Socioambiental y Cultural del Factor399

Tabla 32.5. Valor de intensidad del impacto según su grado de perturbación y el valor socioambiental
y cultural del factor399

Tabla 32.6. Escala del VIASC y jerarquización del impacto399

06 de Noviembre de 2024

Ing. Emilio Guiñazú Fader
Impulsa Mendoza Sostenible

R: Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

GT Ingeniería S.A. ha sido contratada por Impulsa Mendoza Sostenible S.A. para el desarrollo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental (MDMO), ubicado en el departamento de Malargüe, provincia de Mendoza, Argentina.

Malargüe Distrito Minero Occidental (MDMO) se enmarca dentro de un proyecto minero ambiental que abarca una extensa área en el departamento de Malargüe, que incluye múltiples proyectos mineros individuales.

El presente estudio toma como base la Constitución Nacional y Tratados Internacionales, la Ley N° 24.585 de la Protección Ambiental para la Actividad Minera (modificatoria del Código Minero Nacional -Ley N° 1919-), Ley General del Ambiente de la Nación N° 25.675, y demás normas de presupuestos mínimos vigentes. Además, se tiene en consideración la Legislación de la Provincia de Mendoza, en especial, la Ley General del Ambiente N° 5.961 y su decreto reglamentario N° 820/06, y demás normativa vigente.

Atentamente,

Mario Cuello

Gerente General

GT Ingeniería S.A.
T: +54 261 6184217

I. Introducción

1. Objetivo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

El objetivo del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental (en adelante MDMO) es establecer las condiciones y directrices que todo concesionario de un Proyecto Minero que pretenda realizar trabajos de exploración en el Área denominada Malargüe Distrito Minero Occidental, debe considerar al momento de desarrollar el correspondiente Informe de Impacto Ambiental y sus actualizaciones.

Este Documento Marco brindará a los concesionarios de los Proyectos Mineros información suficiente y una guía, que permitirá que los Informes de Impacto Ambiental y sus actualizaciones presenten un estándar mínimo y uniforme tanto en la suficiencia como en la calidad del contenido incluido en cada uno de ellos.

Este Documento Marco acompaña como anexo a los Informes de Impacto Ambiental de cada uno de los Proyectos Mineros.

2. Estructura del Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental

El Documento Marco Socioambiental, Técnico y Legal de Malargüe Distrito Minero Occidental, está conformado por cuatro capítulos y sus correspondientes anexos:

- Capítulo 3: Descripción general del ambiente. En este capítulo se desarrolla la descripción de los componentes ambientales, sociales y culturales presentes en el área MDMO, a partir de la recopilación, sistematización, interpretación y análisis de información pública de fuentes oficiales, consulta a entidades gubernamentales competentes y de trabajos ambientales publicados, circunscriptos en el área de estudio. Como síntesis y vinculación de los componentes ambientales (incluidos los patrimoniales y socioculturales) se determinaron áreas vulnerables, a través de una jerarquización de datos, y por medio de Sistemas de Información Geográfico (SIG's) se presenta un mapa de zonificación de vulnerabilidad ambiental para el Área MDMO.
- Capítulo 4: Descripción de los trabajos a realizar. En este capítulo se desarrolla:
 - La descripción de 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.
 - El dimensionamiento de 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
- Capítulo 5: Metodología para la descripción de los impactos: En este capítulo se desarrolla 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.
- Capítulo 6: Medidas de Protección Ambiental. En este capítulo se desarrollan los Instrumentos de Gestión Ambiental y Sociocultural, que conforman los estándares mínimos a cumplimentar por el proponente de un Proyecto Minero que desarrolle sus actividades dentro del Área MDMO.

II. Información General

3. Nombre del Proyecto/Yacimiento/Instalación/Etc.

Malargüe Distrito Minero Occidental (MDMO)

3.1. Nombre de la empresa

Impulsa Mendoza Sostenible

3.2. Nombre y acreditación del/los representante/s Legal/es. Domicilio real y legal en la jurisdicción. Teléfonos.

- Representante Legal: Emilio Guiñazú Fader
- Domicilio Real: 25 de Mayo 1078, Ciudad, Mendoza
- Domicilio Legal: 25 de Mayo 1078, Ciudad, Mendoza
- E-Mail: info@impulsamendoza.com
- Teléfono: 0261 405220

3.3. Actividad principal de la empresa

La sociedad tiene por objeto, entre otras actividades, dedicarse, por cuenta propia o ajena, o asociada con terceros, ya sea dentro o fuera del país, al desarrollo de la actividad minera, realizando por cuenta propia o de terceros o asociada a terceros, sean personas físicas o jurídicas, todas las actividades mencionadas en el art. 249 del Código Minero.

4. Nombre de los responsables técnicos del IIA

GT Ingeniería S.A.

Lic. en Cs. Geológicas Mario Cuello

Inscripta en: Registro Provincial de Consultores Ambientales, según Resolución N° 375/2021, Expediente N° 2021-06923434-GDEMZA-SAYOT, CA-0041. Modificada por Resolución N° 396/2023. En el Anexo II se adjunta constancia.

4.1. Profesionales intervinientes

En la siguiente Tabla se presentan los profesionales que han participado de la elaboración del informe y las funciones/disciplinas desarrolladas.

Tabla 4.1 Profesionales Intervinientes /Título: Arial 10/Negrita /Alineación izquierda

Nombre	Título	Puesto	Función
Mario Cuello	Lic. en Cs Geológicas	Responsable Técnico	Descripción de las actividades de proyecto, revisor Sr.
Pamela Martin	Lic, Gestión Ambiental	Revisor Sr.	Revisor Sr. Plan de Manejo ambiental
Marcela Marchiori	Ingeniera Civil	Directora Técnica	Descripción de Proyecto, descripción de los impactos ambientales, descripción de los planes de manejo
Armando Albin	Lic en Geología	Consultor Ambiental Sr.	Análisis de hidrología e hidrogeología
Florencia Bianchi	Est. Avanzada Geógrafo Profesional	Consultor Ambiental	Redacción de la línea de base ambiental, análisis de vulnerabilidad

Nombre	Título	Puesto	Función
Joaquín Reina	Est. Avanzado en Lic. en Cs Biológicas	Consultor Ambiental	Redacción de la línea de base ambiental
Verónica González	Lic. en Geología	Consultor Ambiental Sr.	Desarrollo línea de base componente sociocultural
Eduardo Mamani	Técnico en Cartografía, SIG y Teledetección	Técnico GIS	Cartografía Temática

Fuente: Datos proporcionados por los profesionales.

5. Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos

5.1. Domicilio Real

Vicente Gil 330.

Ciudad (5500), Mendoza.

E-mail: info@gtarg.com

5.2. Domicilio Legal

Miguel de Azcuénaga 2453, Dpto:1 M:1, Barrio Alto Los Olivos

San Francisco del Monte (5503), Mendoza

III. Descripción General del Ambiente

6. Breve caracterización y ubicación geográfica del Proyecto

El área Malargüe Distrito Minero Occidental (en adelante MDMO) abarca una superficie de 18.754 km² (1.875.484 ha) se ubica en el sector cordillerano y sector centro sur del departamento de Malargüe, abarcando parcialmente los distritos de Río Barrancas, Río Grande, Agua Escondida y Malargüe, en la provincia de Mendoza, República Argentina.

Dentro del área MDMO se encuentran propiedades mineras que poseen, a la fecha del presente documento, la figura legal para poder desarrollar actividades prospectivas y exploratorias vinculadas a la minería metalífera. Estas propiedades mineras abarcan una superficie de 703.432 ha (37,5% de la superficie de MDMO).

El departamento de Malargüe es atravesado por corredores viales nacionales como la RN 40 que cruza al departamento de Norte a Sur por el sector Oeste y que permite la conexión regional entre Mendoza y Malargüe, continuando hacia — Neuquén y Río Negro y el Corredor transversal Bioceánico por la RN 188 que conecta a Bahía Blanca - La Pampa - Mendoza – Talca, en la Región del Maule, en Chile.

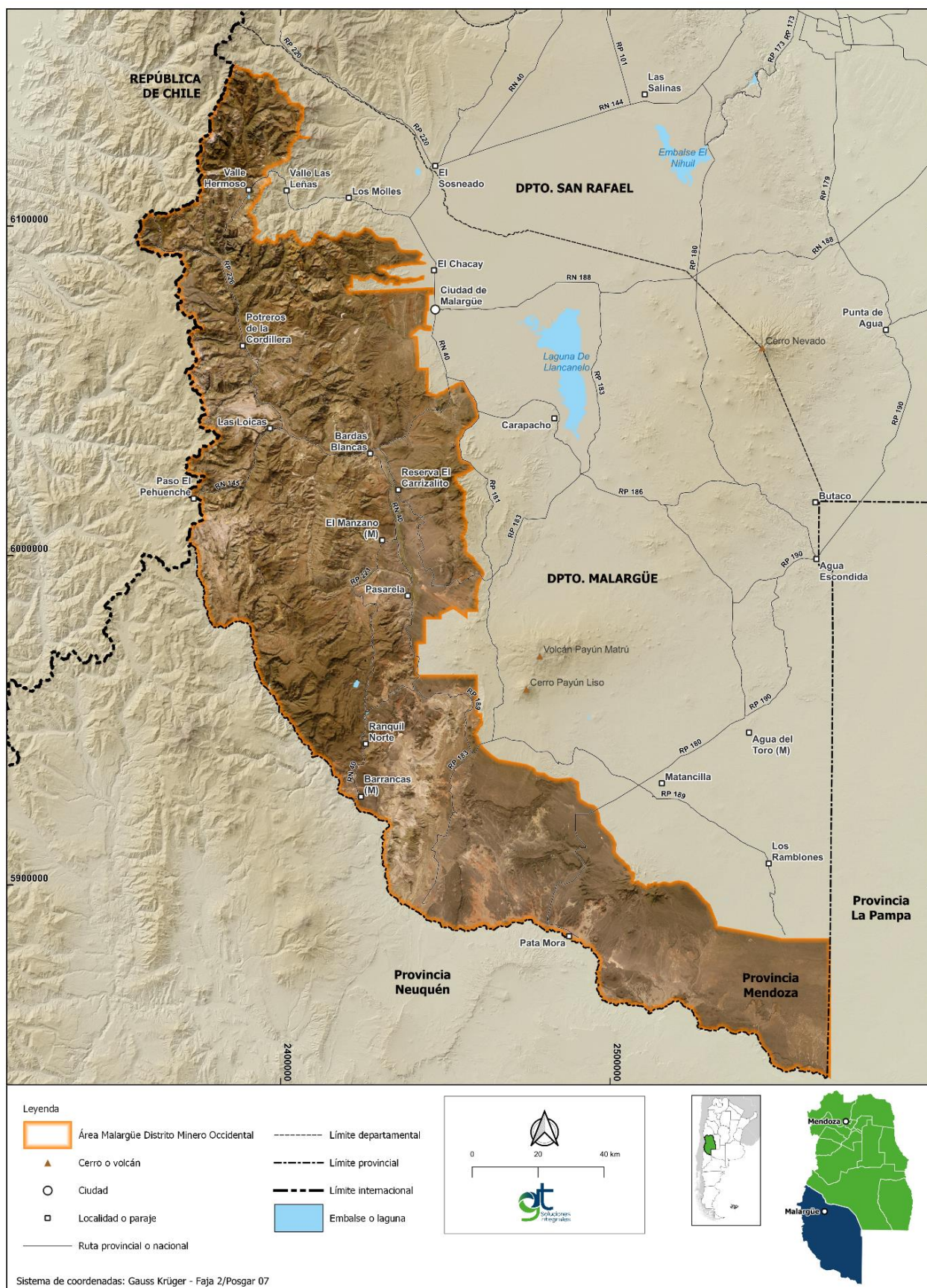
El área de estudio queda comprendida entre las provincias geológicas Cordillera Principal (I), la Cuenca Neuquina (IV) y el Bloque de San Rafael (V), donde se incluye Payunia que se superpone parcialmente a la Cuenca Neuquina y el Bloque San Rafael. Se describen en el departamento de Malargüe 5 fajas metalogenéticas: Arco Magmático Pérmico, Magmatismo poscolisional Permo-Triásico, Arco Magmático Jurásico, Cuenca de retroarco Cretácico-Paleógeno y Arco Magmático Mioceno-Plioceno.

El basamento se corresponde con unidades ígneo metamórficas del Proterozoico superior, seguido de unidades del Paleozoico medio y superior (Carbonífero-Pérmico), registros litoestratigráficos de todo el Mesozoico (Triásico-Cretácico) y del Cenozoico (Paleógeno-Cuaternario).

La morfología del área del departamento de Malargüe se define en dos amplios territorios con relieves diferentes. En el sector occidental predomina un sistema orogénico en estado juvenil, compuesto por rocas sedimentarias de edad mesozoica fuertemente deformadas por la tectónica andina (faja plegada y corrida de Malargüe), afectadas por el vulcanismo terciario que transformaron el paisaje preexistente. El sector oriental está integrado por una amplia bajada que incluye la porción sur de la depresión Los Huarpes, la subcuenca Llancanelo y la porción austral del Bloque exhumado de San Rafael.

En general, se trata de un paisaje compuesto, modelado a partir de la interacción de procesos geomórficos controlados por la tectónica, el clima, el relieve relativo, el gradiente de las pendientes y la litología. Los procesos endógenos fueron los responsables de elevar el área y dejar el relieve expuesto a la degradación a través de los procesos fluviales, glaciares y de remoción en masa que se sucedieron desde el Plioceno Temprano hasta la actualidad.

Mapa 6.1 Ubicación general del área de estudio



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

En cuanto a la peligrosidad sísmica, definida por el INPRES, el área MDMO corresponde a la Zona Sísmica 2, con una peligrosidad sísmica moderada, siendo por tanto medianamente probable de que las actividades y/o infraestructura proyectada sean afectadas con daños significativos a partir de la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

Los cuerpos de glaciares representan el 0,37% de la superficie total de MDMO, representado por glaciares descubiertos, glaciares cubiertos, glaciares cubiertos con glaciar de escombros, glaciares de escombros activos, glaciares de escombros inactivos y manchones de nieve permanentes o glaciaretos, contabilizando un total de 635 cuerpos mapeados (Inventario Nacional de Glaciares, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019), cubriendo una superficie de 70,73 km².

La provincia de Mendoza, posee condiciones climáticas particulares de un clima de transición entre el clima de grandes montañas, dominadas por masas del Pacífico al Oeste, y el clima templado de piedemonte, con marcada influencia de la depresión del Noroeste y masas del Atlántico al Este (MAYOP, 1998). En base a los datos de la estación meteorológica más cercana al área de MDMO (Estación Malargüe, SMN, 2023) se resume lo siguiente:

- Las mayores velocidades de viento se presentan durante la temporada de invierno, sin embargo, durante todo el año no hay diferencias significativas. La velocidad promedio del viento es 9,36 km/h, con dirección predominante NE-SO.
- El valor medio de precipitación acumulada anual es de 274,30 mm. El mes con la máxima precipitación media mensual es abril con 29,72 mm precipitados.
- El valor medio anual de humedad relativa fue 49,92% para todo el período considerado. El valor máximo medio mensual registrado fue de 98,10% en el mes de mayo. El valor mínimo medio registrado fue de 3% en septiembre y octubre
- La temperatura máxima absoluta registrada fue 36,6 °C correspondiente al mes enero de 2019. La temperatura mínima absoluta registrada en el período corresponde al mes de julio 2007 fue -15,6 °C, mientras que la temperatura promedio en todo el período resultó en 12,88 °C
- Las menores coberturas de nieves se presentan en los meses de enero a abril. Mientras que presenta las máximas coberturas en los meses de agosto a septiembre
- El viento zonda, sopla en cualquier época del año, pero es más frecuente y de mayor intensidad en el invierno.

Las cuencas incluidas en el área de estudio son del Río Colorado, de Pampas de Malargüe y del Río Malargüe. La cuenca de mayor tamaño es la cuenca del Río Colorado (15.794.007 km²), mientras que la de menor tamaño es la cuenca Pampas de Malargüe con 7.395,53 km².

El área de estudio se encuentra en una región árida, donde las condiciones climáticas y geológicas dan lugar a la existencia de suelo poco desarrollados en profundidad y salinos. En superficie, los materiales constituyentes son principalmente arenosos, con bajo grado de cohesión y por lo tanto susceptibles de ser erosionados. La vegetación que se desarrolla sobre los mismos es principalmente arbustiva. Según la clasificación de suelos, realizada en el año 2021 por la Municipalidad de Mendoza, los suelos presentes en el área de estudio se clasifican como suelos misceláneos, suelos salinos, suelos eólicos arenosos y suelos aluvionales, ordenados según abundancia relativa (Secretaría de Desarrollo Urbano de Mendoza, 2021).

Las ecorregiones presentes en el área de estudio son: Altos Andes, Estepa patagónica y Monte. Se registraron 3 especies vegetales en las categorías de endemismo para Argentina de la lista roja preliminar de las plantas endémicas de Argentina (Resolución SAyDS 84/2010): *Hypochaeris patagónica*, *Poa huecu* y *Neosparton ephedroides*. Ninguna especie posee algún estado de conservación internacional. Es importante mencionar que se debe considerar que todas las especies de cactáceas *Maihuenia patagonica*, *Maihueniopsis glomerata*, se encuentran protegidas de acuerdo a la Convención CITES.

Se identificaron, en base al Estado de conservación según Lista Roja (UICN), como especie de avifauna vulnerable al Condor (*Vultur gryphus*) y casi amenazado al Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*). El resto de especies de aves identificados que poseen estatus de conservación se corresponde a la categoría de preocupación menor. La especie de mamíferos que reviste mayor categoría de conservación (según lista roja UICN) es el *Leopardus jacobita* (Gato andino), con categoría En Peligro. En cuanto a la herpetofauna, las especies con mayor categoría de conservación (según lista roja UICN) son *Phymaturus payunia* (Reptil), identificada como Casi Amenazado y por los anfibios *Alsodes pehuenche* en peligro Crítico.

Las áreas naturales protegidas (ANP) de la provincia de Mendoza están categorizadas en provinciales y de declaración internacional, siendo la única provincia que no tiene áreas integrantes del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Existen también reservas de propiedad privada que han sido reconocidas por el Estado provincial. Se reconocen 3 ANP comprendidas total o parcialmente dentro del área MDMO: Parque Provincial Científico de Observación del Espacio, Reserva Natural Castillos de Pincheira, Reserva Natural Cavernas de las Brujas.

La densidad poblacional en el departamento de Malargüe pasó de 0,56 hab/km² (teniendo en cuenta que la superficie total del departamento es de 41.317 km²) para el año 2001 a 0,67 hab/km², con una variación intercensal de 4.640 habitantes (2001 – 2010)– variación relativa intercensal de 20,15%. Los últimos datos obtenidos del 2022 indican que hubo una variación intercensal relativa de 19,22%, con un total de 5.317 habitantes más que el año 2010, la densidad de población creció a un 0,79 hab/km². Para el CENSO 2010, la mayor parte de la población y hogares se concentra en el distrito de Malargüe, con un total de 24.290 habitantes, en el otro extremo se hallan los distritos de Río Grande con 1.505, Río Barrancas con 937 y Agua Escondida con 928 habitantes. Existe una gran concentración de población en la ciudad cabecera y disparidad en la densidad poblacional del departamento. Hacia el interior del mismo, la población rural se distribuye en puestos, en pequeñas localidades, caseríos o parajes ampliamente distribuidos a lo largo del territorio en referencia.

La matriz productiva del departamento de Malargüe está dada por el turismo, la actividad petrolera, la minería, la agricultura y la ganadería caprina (Portal del Gobierno Municipal de Malargüe, 2023, disponible en web: <https://www.malargue.gov.ar/matriz-productiva/>). La estructura productiva está liderada por el sector primario, la agricultura y la ganadería. Por otro lado, la minería y las canteras, especialmente la producción de yeso, son los sectores más productivos, generando el 80% de la riqueza en el departamento.

El departamento de Malargüe es el principal productor de petróleo de la provincia de Mendoza. También destaca como el principal productor caprino del país. En el sector agrícola, se enfoca en cultivos como la papa semilla, ajo, centeno y alfalfa. El turismo es una fuente de ingresos cada vez más importante en Malargüe, debido a sus atractivos naturales y paisajes. La combinación de su producción, especialmente la extracción de petróleo, junto con el tamaño de su población, convierte a Malargüe en el departamento con el PBG per cápita (Producto Bruto Geográfico por Habitante) más alto de la provincia. Además de la minería, la ganadería y la agricultura, el turismo es una actividad en constante crecimiento en Malargüe.

El registro arqueológico posee la particularidad de ser continuo en el espacio, dado que refleja las actividades de las sociedades humanas en el pasado; es por ello que puede presentarse en múltiples formas, ya sea como hallazgos aislados o como concentraciones de bienes arqueológicos. En el desarrollo del estudio se observó como lugares críticos para el patrimonio arqueológico del Departamento de Malargüe, a los espacios contiguos a las cuencas fluviales y lagunares, así como a los diferentes niveles de planicies de inundación de los mismos. Sin embargo, esta definición no debe considerarse como una característica propia del registro arqueológico, sino como el resultado de las acciones de investigación desarrolladas en el área y registradas hasta el momento de este informe. Por tanto, este criterio de "lugares críticos" debe ser tomado como relativo y no un fundamento para restar importancia a los sectores no definidos como tales.

Se reconocen al menos dos etapas contrastantes en la producción de conocimientos arqueológicos (Gil, 2006; Neme, 2007). La primera corresponde a principios del Siglo XX y se caracteriza por la comunicación de hallazgos fortuitos (Rusconi, 1961-1962; Agüero Blanch, 1965, 1971). La segunda, se inicia hacia mediados de Siglo XX, con la incorporación de investigadores diplomados que potencia el desarrollo de trabajos de excavación sistemáticos y análisis detallados de colecciones (Lagiglia, 1975; Gambier, 1985; Durán, 2000; Gil, 2002; Lagiglia, 2002; Neme, 2002; Gil, 2006; Neme, 2007).

Las rocas sedimentarias, en base a los ambientes que representan y como se forman, suelen ser los tipos litológicos con mayor potencial fosilífero en el registro geológico. En el área de MDMO se reconocen unidades litoestratigráficas con potencial paleontológico representadas, principalmente por: Grupos Tronquimalal, Ciclo Precuyo, Grupo Cuyo, Grupo Lotena, Grupo Mendoza, Grupo Malargüe, Formación Diamante y Grupo Neuquén y Depósitos de Llanura pedemontana, como unidades principales, comprendiendo edades de registro desde el Triásico superior al Holoceno.

Como síntesis y vinculación de los componentes ambientales desarrollados en el presente apartado de Descripción del Ambiente se determinaron áreas vulnerables, a través de una jerarquización de datos, y por medio de Sistemas de Información Geográfico (SIG's).

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. Del área total de MDMO el 35% presenta una vulnerabilidad ambiental alta, un 4% una vulnerabilidad ambiental media y 61% una vulnerabilidad ambiental baja.

7. Principales unidades geológicas y geomorfológicas.

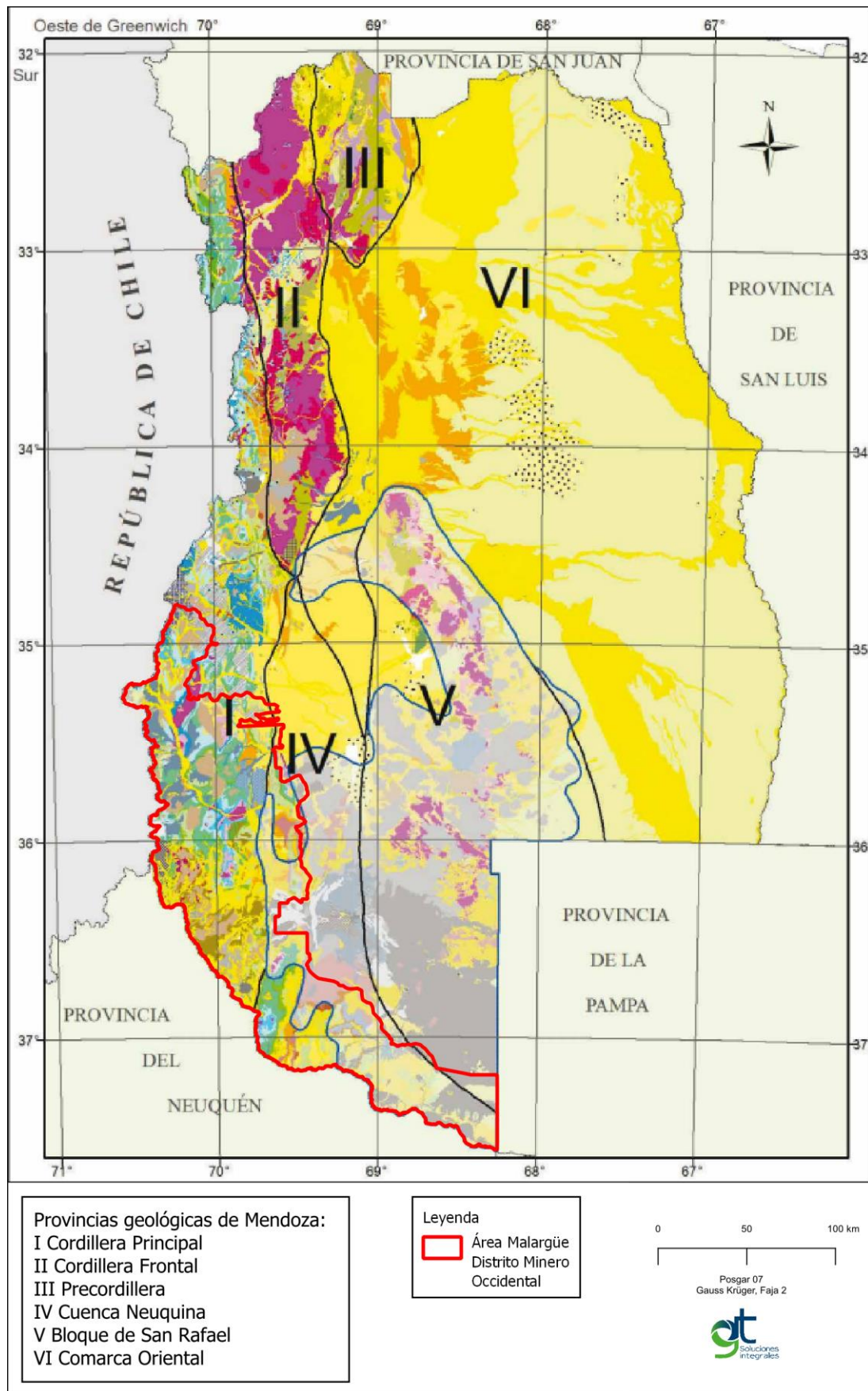
7.1. Geología

Para describir la geología del área de estudio se tomó de referencia la última versión del Mapa Geológico de la provincia de Mendoza, a escala 1:500.000, realizado por el SEGEMAR, publicado a inicios del 2023 (Mapa Geológico de la Provincia de Mendoza. Escala 1:500.000 (Lavandaio, Eddy Omar Luis; Marengo, Hugo Guillermo; Rosas, Mario Adolfo, SEGEMAR, 2023) y la Evaluación del Potencial Minero Metalífero del Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza. Modelos de Mineralización en Oro, Plata, Cobre, Molibdeno y Metales Base (Plomo, Zinc), también publicada por el SEGEMAR en el año 2019.

El área de estudio queda comprendida entre las provincias geológicas Cordillera Principal (I), la Cuenca Neuquina (IV) y el Bloque de San Rafael (V), donde se incluye Payenia que se superpone parcialmente a la Cuenca Neuquina y el Bloque San Rafael. El basamento se corresponde con unidades ígneo metamórficas del Proterozoico superior, seguido de unidades del Paleozoico medio y superior (Carbonífero-Pérmico), registros litoestratigráficos de todo el Mesozoico (Triásico-Cretácico) y del Cenozoico (Paleógeno-Cuaternario).

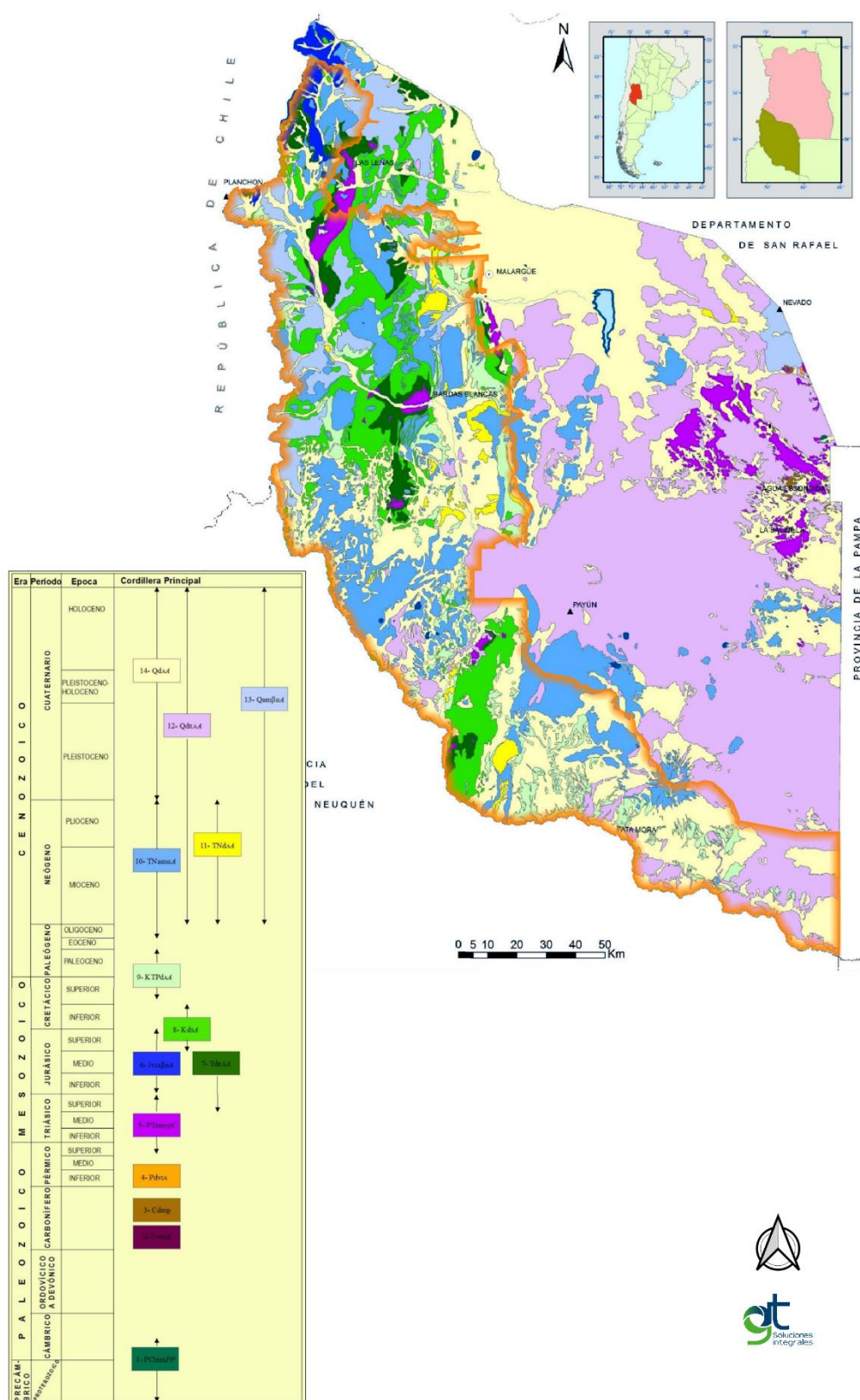
El basamento se corresponde con unidades ígneo metamórficas del Proterozoico superior, seguido de unidades del Paleozoico medio y superior (Carbonífero-Pérmico), registros litoestratigráficos de todo el Mesozoico (Triásico-Cretácico) y del Cenozoico (Paleógeno-Cuaternario). En las figuras a continuación se presentan las provincias geológicas presentes en el área de estudio y las unidades tectonoestratigráficas y en la tabla se presenta un resumen de las unidades tectonoestratigráficas simplificadas del área de estudio, caracterizadas para la Cordillera Principal.

Mapa 7.1 Provincias geológicas en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a Mapa Geológico de la Provincia de Mendoza. Escala 1:500.000, SEGEMAR, 2024

Mapa 7.2 Unidades tectonoestratigráficas en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a Evaluación del Potencial Minero Metalífero del Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza. Modelos de Mineralización en Oro, Plata, Cobre, Molibdeno y Metales Base (Plomo, Zinc), SEGEMAR, 2019.

Tabla 7.1 Características principales de las unidades tectonoestratigráficas del área de estudio

ID	Sigla	Denominación y litología principal	Descripción
1	PCbimPP	Basamento ígneo-metamórfico. Metamorfitas y plutonitas milonitizadas	Formación Cerro La Ventana. El único afloramiento importante en el departamento Malargüe se localiza a 20 km al norte de Agua Escondida, en la Hoja 3569-IV Embalse El Nihuil, donde afloran anfibolitas, micacitas cuarzosas, metacuarcitas, gneises, esquistos anfibólicos, granitos, dioritas, tonalitas, y filones de pegmatita y aplita. Su edad se considera como pre ordovícica, a partir de relaciones estratigráficas, en tanto que una datación K-Ar sobre una muestra de subsuelo indicó una edad de 605 Ma, y fue correlacionada tentativamente con el "Precámbrico de la sierra de Pie de Palo" (Sepúlveda et al. 2007).
2	CmyA	Magmatismo granítico del Carbonífero	Formación Piedra de Afilas, aflorante en pequeñas localidades cercanas a la Ciénaga de Borbarán, 30 km al NW de Agua Escondida. Según Sepúlveda et al. (2007), está constituida por granitoides porfiroides, con fenocristales de feldespato potásico; se encuentran fuertemente meteorizados, y fueron datados en 330 Ma (Carbonífero inferior).
3	Cdmp	Depósitos de intra-arco del Carbonífero. Rocas clásticas detríticas.	Transición entre los ambientes marinos someros a continentales, con influencia glacial en la base. Son reconocidas como las formaciones El Imperial y Agua Escondida, aflorantes en diversas localidades al oeste de Agua Escondida, en la Ciénaga de Borbarán, y al sur del cerro Plateado. Su contenido fosilífero permite asignarlos al Carbonífero superior-Pérmico inferior.
4	PvdIA	Vulcanismo y depósitos de intra-arco del Pérmico inferior	Agrupación conglomerados, areniscas, ignimbritas dacíticas y riolíticas, brechas y aglomerados andesíticos, coladas andesíticas, pórfiros granodioríticos, y plutonitas e hipabisales graníticas. Representa un ambiente pedemontano, donde se instalaron centros volcánicos. Según las relaciones estratigráficas y las dataciones disponibles, se asignó al Pérmico inferior. Estas rocas, denominadas como Grupo Cochicó, se localizan en un único afloramiento localizado al sur del cerro Plateado, hallando su mayor desarrollo al este y al norte, en el departamento San Rafael.
5	PTamypG	Arco magmático granítico y riolítico permo-triásico	Se incluyen los grupos Choiyoi y Tronquimalal, y los granitos y porfiros del Chihuido. Esta unidad aflora en varios sectores del departamento Malargüe, tanto en el sector oriental (Bloque de San Rafael), como en la cordillera Principal, donde forma el basamento de los depósitos mesozoicos de la cuenca Neuquina. Típicas rocas del ciclo magmático Gondwánico, dominadas por volcanitas ácidas a básicas, asociadas a rocas plutónicas y depósitos volcanoclásticos; mayormente poseen naturaleza calcoalcalina, con algunos términos alcalinos, hasta tholeiíticos.
6	JvIAβαA	Vulcanismo de intra-arco basáltico-	Esta unidad está compuesta por basaltos, andesitas, diques andesíticos brechas volcánicas, y sedimentitas aluviales intercaladas, y grada en forma transicional con la Formación Tordillo del Grupo Mendoza.

ID	Sigla	Denominación y litología principal	Descripción
		andesítico Jurásico	El arco volcánico mesozoico se desarrolló principalmente en el sector chileno de la cordillera Principal; durante los períodos de mayor expansión llegó hasta el territorio argentino. En el departamento Malargüe solamente se registran rocas del Jurásico superior, conocidas como Formación Río Damas, entre las nacientes del río Atuel y cercanías del paso de Vergara.
7	TdRAA	Depósitos de retro-arco en ambiente sin-rift Triásico	Se trata de depósitos terrígenos, calcáreos y evaporíticos con escasa influencia volcánicla; fueron generados en ambientes continentales que gradaron a plataforma somera, entre fines del Triásico y comienzos del Cretácico. Se incluyen las Formaciones Remoredo, Puesto Araya, El Freno, Tres Esquinas, Los Molles, Lajas, Calabozo y Tábanos, entre otras denominaciones, habitualmente reunidas en el Grupo Cuyo. Aflora en numerosos sectores de la cordillera Principal.
8	KdSA	Depósitos de subsidencia térmica Cretácico	Se trata de depósitos terrígenos, calcáreos y evaporíticos, con influencia volcánicla esporádica. Ambientes continentales a marinos profundos, con frecuentes variaciones en el nivel del mar. Se desarrolló entre el Jurásico medio y el Cretácico inferior, y es reconocida como los grupos Lotena, Mendoza y Rayoso (Formaciones Lotena, La Manga, Auquico, Tordillo, Vaca Muerta, Chachao, Agrio, Huitrín y Rayoso). Aflora en numerosos sectores de la cordillera Principal.
9	KTPdAA	Depósitos de antepaís del Cretácico- Paleógeno	Esta unidad, también conocida en forma general, como ciclo Riograndico, integra sedimentos terrígenos y calcáreos, continentales a marinos muy someros, depositados entre comienzos del Cretácico superior y comienzos del Paleógeno. La Formación Diamante, equivalente local del Grupo Neuquén, constituye una acumulación de sedimentos aluviales y palustres de gran potencia, en tanto que el Grupo Malargüe está formado por depósitos continentales y marinos muy someros de procedencia atlántica. Recientemente, se identificaron rocas volcánicas emplazadas en un ambiente de arco magmático hacia fines del Cretácico, localizadas al SO de la sierra de Cara-Cura y al norte de la sierra Azul (Spagnuolo et al. 2012).
10	TNamaA	Arco magmático Neógeno	Se incluyen numerosas unidades constituidas por rocas de afinidad calcoalcalina depositadas durante el Neógeno, aunque en ocasiones su relación con el arco volcánico sea controvertida por su distribución oriental. Se distribuyen en forma muy amplia en la cordillera Principal y las regiones de Payunia y Llanqueto. Esta unidad está formada por basaltos, andesitas, riolitas, granitoides, y rocas piroclásticas, y conocida como las formaciones Palaoco o Palauco, Molle, Huincán, Coyocho, Chachahuén, Cortadera, El Zaino, etc.
11	TNdAA	Depósitos de antepaís Neógenos	Se trata de numerosas acumulaciones terrígenas y volcániclas depositadas en ambientes pedemontanos, en cercanías de aparatos volcánicos o fluviales distales. Las principales litologías descritas son areniscas,

ID	Sigla	Denominación y litología principal	Descripción
			conglomerados, brechas, pelitas, calizas y tobas; son conocidas como las formaciones Tristeza, Letelier, Agua de la Piedra, Pincheira, Butaló y Loma Fiera, para la zona oriental de la cordillera Principal y el oeste de Payunia, y como las formaciones Aisol y Puesto Barros, para el este departamental.
12	QdRAA	Vulcanismo de retro-arco cuaternario	Coladas, diques y brechas basálticas, acumulaciones de lapilli, ignimbritas, traquitas y andesitas formadas en ambiente de retroarco durante el Pleistoceno y Holoceno, con afinidad alcalina. Este vulcanismo estuvo dominado por la emisión de inmensas coladas basálticas de tipo pahoehe, pequeños conos monogenéticos de lapilli con coladas basálticas asociadas, y la construcción de dos importantes edificios volcánicos más complejos. Las rocas son conocidas con diversas denominaciones entre las que destacan las Formaciones Chapúa, Puente, Mancha Jarilla, El Portezuelo, La Planchada, Tromen, y los basaltos, traquitas y andesitas del Payún Matrú.
13	QamβαA	Arco magmático cuaternario	Se agrupan rocas volcánicas calco alcalinas, principalmente basalto, andesitas, tobas e ignimbritas. Se distribuyen principalmente en la cordillera Principal, aunque se han descripto rocas de naturaleza calco alcalina en la zona de los volcanes Nevado y Plateado, en el Bloque de San Rafael. Entre otros nombres son reconocidas como Formación Loma Seca, Basalto Peteroa, Basalto cerro Campanario, Asociación volcánica Paleopleistocena.
14	QdAA	Depósitos de antepaís cuaternarios	Esta unidad engloba todos los depósitos terrígenos cuaternarios, tanto de ambiente glacial, pedemontano, palustre, fluvial o eólico.

Fuente: Elaboración propia en base a Evaluación del Potencial Minero Metalífero del Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza. Modelos de Mineralización en Oro, Plata, Cobre, Molibdeno y Metales Base (Plomo, Zinc), SEGEMAR, 2019.

7.1.1. Tectónica y evolución geodinámica

El levantamiento de los Andes se debe al acortamiento de la corteza, producto de la convergencia de las placas de Nazca y Sudamérica a partir del Cretácico. Se reconocen como producto de la orogenia andina las unidades morfoestructurales de Cordillera Principal, Bloque San Rafael, Cuenca Neuquina y Payenia.

En el presente, se reconoce a este sector de la Cordillera como tectónicamente activo; existen fallas de tipo extensional que generaron depocentros como el de la cuenca de antepaís Río Grande, donde la expresión más llamativa es la formación de la Laguna de Llancanelo. Desde el terremoto de Bío-Bío (Chile) de 8.8 grados, en 2010, la actividad sísmica en la zona se incrementó nueve veces en este sector.

A continuación, una síntesis de la evolución geodinámica y los eventos tectónicos más relevantes ocurridos en el área de estudio:

- El basamento cristalino se compone de una serie de terrenos acrecionados durante diferentes **orogenias paleozoicas**; a la última de estas pertenece el ciclo Choiyoi de edad permotriásica, durante la cual la corteza sufrió compresión y engrosamiento cortical, con un característico fallamiento con dirección NW a NNW
- Durante el **Mioceno Medio a Tardío** estos terrenos ascendieron como una peneplanicie, y se desmembraron como un bloque fallado de antepaís (tipo Sierras Pampeanas), territorio actualmente conocido como Bloque de San Rafael. En el basamento de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina afloran mayormente las rocas del ciclo Choiyoi.

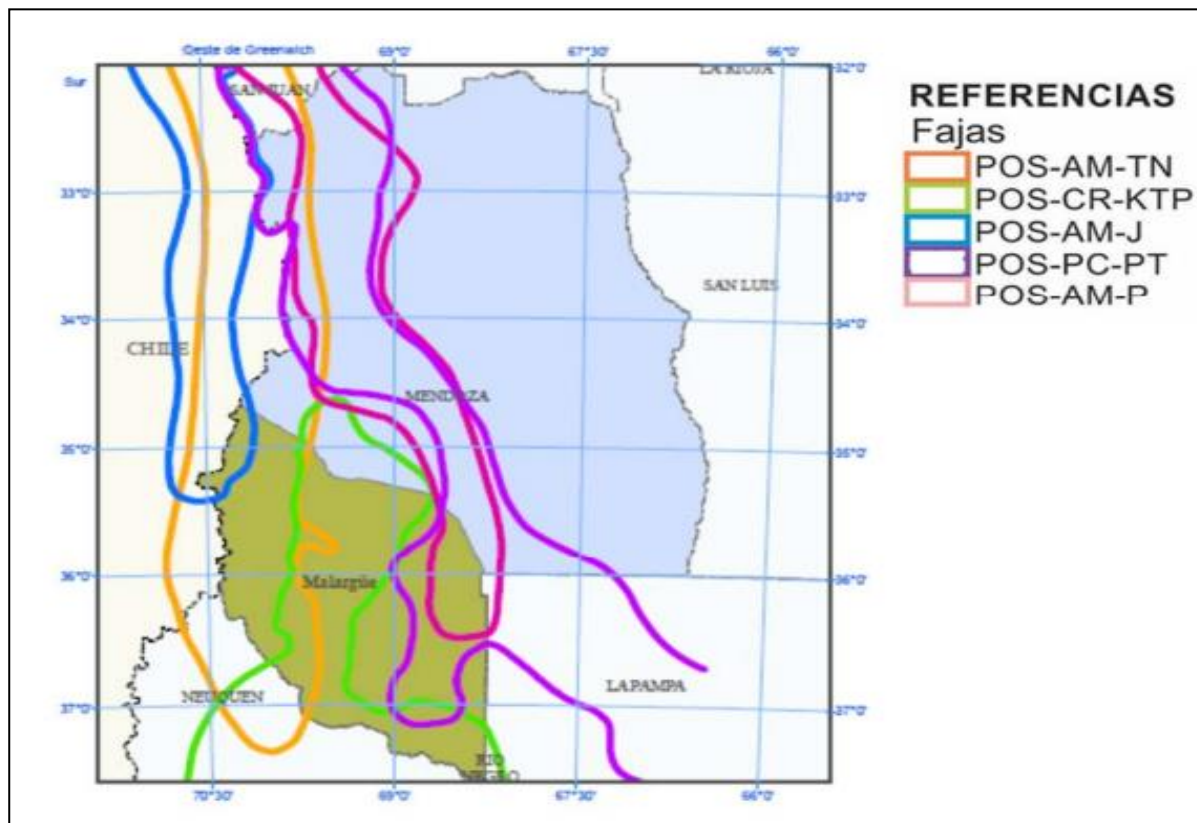
- En el **Triásico** se generó la apertura del océano Atlántico (ciclo Gondwánico) y dio inicio la orogenia Andina en el margen occidental de Gondwana. En este período se generaron fallas normales de extensión por retroarco, y un estadio de rift, que dieron inicio a la formación de la Cuenca Neuquina, cuyo relleno detrítico inicial provino del basamento ubicado en el sector NE (Bloque San Rafael).
- El engrosamiento y elevación del arco volcánico durante el **Jurásico Temprano**, al oeste, produjeron un cambio en la procedencia y el tipo de aporte de sedimentos detríticos a la cuenca. Hacia el Jurásico Medio y el Cretácico, la cuenca sufre un estadio de subsidencia térmica y, en consecuencia, se registran los mayores espesores de depósitos sedimentarios (sedimentos marinos y aporte detrítico de basamento nororiental). En el Cretácico Medio a Paleoceno Temprano, el arco magmático ubicado en Chile generó compresión en el retroarco, y la cuenca entró en la etapa de antepaís, con relleno mayormente continental.
- Durante el **Eoceno**, la actividad volcánica y sedimentaria se concentró en el sector chileno, en tanto que en el territorio argentino se produjo el inicio de las fajas corridas y plegadas (FCP) que deforman el sector occidental de la Cuenca Neuquina (Cordillera Principal); hacia el Oligoceno se incrementó la deformación, dando lugar a una FCP de doble vergencia de tipo híbrido (piel gruesa-piel fina).
- Ya en el **Oligoceno Tardío y Mioceno Temprano** (25 - 19 Ma), el esfuerzo cortical fue principalmente extensivo, en relación a un proceso de “roll back” de la placa de Nazca; como consecuencia en el sector sur de la cordillera y en Payenia, se registra efusión de vulcanismo alcalino con firma geoquímica típica de retroarco. Posteriormente, hacia los 18-14 Ma, el magmatismo de arco comenzó a migrar hacia el este, hacia la zona del límite internacional; en el norte de la cordillera principal se registró magmatismo calco alcalino (Formación Cordón del Burrero).
- Entre los 18 y los 3,5 Ma (**Mioceno Medio-Plioceno Temprano**) comenzó la subducción de la dorsal Juan Fernández, en dirección oblicua NE, lo que generó un cambio en los esfuerzos tectónicos; la placa de Nazca cambió su ángulo de subducción a bajo grado, por lo cual toda la región fue sometida a esfuerzos compresivos; la faja corrida y plegada Malargüe se deformó hacia el este y finalizó el magmatismo alcalino de retroarco en el sector sur; el magmatismo de arco calco alcalino migró hacia el este y formó las efusiones Palaoco y Huincán I (14-8 Ma) en la FCP (Faja Corrida y Plegada) Malargüe. Para la época de mayor horizontalización de la placa (7.3 - 3.5 Ma) se fracturó el basamento en bloques.
- El retorno a la subducción normal, produjo la migración del arco Plioceno-Cuaternario de la Cordillera Principal hacia su posición actual (centros volcánicos Planchón-Peteroa y Maipo), y se reanudaron las condiciones extensivas en el antepaís, y el profuso magmatismo alcalino en el retroarco conocido como Payenia (5 - 0.8 Ma).
- Se registra un acortamiento diferencial de la FCP Malargüe en sentido norte-sur, debido al cambio de la inclinación de subducción de la placa en el presente. Se estima hacia el norte del departamento, un acortamiento horizontal de corteza entre 26 a 30 km, mientras en el sur de la provincia se calcula una reducción cortical de 10 km. Esto se debe a que, en el sector norte de Mendoza, continúa actuando en el presente una subducción de geometría plana, en tanto en el sur (Neuquén) la geometría responde a subducción normal.

7.1.2. Descripción de tipos de mineralización y yacimientos

Se describen en el departamento de Malargüe 5 fajas metalogenéticas, definiéndose como unidades geológicas que contienen o son favorables para contener, un grupo de modelos de depósitos coetáneos y genéticamente relacionados (Nokleberg et al., 1998). Las unidades así definidas, incluyen áreas mineralizadas con uno o más metales asociados, y relacionados en el tiempo y en su petro-tectónica, implicando la extensión a posibles áreas de acumulación, con o sin mineralizaciones conocidas.

- POS-AM-P: Arco Magmático Pérmico
- POS-PC-PT: Magmatismo poscolisional Permo-Triásico
- POS-AM-J: Arco Magmático Jurásico
- POS-CR-KTP: Cuenca de retroarco Cretácico-Paleógeno
- POS-AM-TN: Arco Magmático Mioceno-Plioceno

Figura 7.1 Fajas metalogenéticas en el área de estudio



Fuente: SEGEMAR, 2023

7.1.2.2. Arco Magmático Pérmico (POS-AM-P)

En este complejo ígneo, las rocas del Grupo Cochicó se consideran como el metalotecto principal, que aloja mineralizaciones tipo pórfido de cobre y epitermales polimetálicos.

Esta faja se compone de un complejo ígneo, perteneciente al arco magmático Pérmico del ciclo orogénico Choiyoi; forma parte de la Cordillera Frontal en las provincias de San Juan y Mendoza, así como también del Bloque de San Rafael.

Se infiere un nivel estructural alto a superficial, lo cual es beneficioso para el desarrollo de sistemas epitermales y pórfiros. Los depósitos conocidos regionalmente son de tipo vetiformes polimetálicos de plomo, plata, cobre y zinc (San Pedro, San Jorge, Grupo La Salvadora y Mina Potosí); En el sector norte, en el departamento San Rafael, se encuentran depósitos diseminados tipo pórfido Cu-Mo, como Cerro San Pedro, Anchoris, Arroyo La Chilca-Zanjón El Buitre y Cerro Tres Hermanos.

7.1.2.3. Magmatismo poscolisional Permo-Triásico (POS-PC-PT)

Las evidencias de este evento se distribuyen saltuariamente, a lo largo de toda la Cordillera de los Andes, donde se generaron sectores de debilidad cortical al momento de la ruptura de Gondwana. En la provincia de Mendoza se define una faja comprendida desde el Bloque de San Rafael, hasta sectores de Cordillera Frontal y Precordillera.

Esta faja es de edad permotriásica, y está compuesta de un magmatismo de intraplaca de composición ácida. Los metalotectos principales son las riolitas de la Formación El Portillo, y el fuerte control estructural de fallas de rumbo NNO. Son claros los lineamientos geofísicos que controlan el emplazamiento de vetas, que indican los canales preferenciales por donde circularon fluidos hidrotermales.

Esta faja contiene vetas de fluorita (La Morocha, Buena Esperanza, La Susana, etc.), vetas polimetálicas (Don Sergio, Borbarán, Las Minas), vetas epitermales de manganeso (Ethel), el depósito epitermal de baja sulfuración Don Sixto (ex La Cabeza) y vetas de W-Mo asociadas a granitoides.

7.1.2.4. Arco Magmático Jurásico (POS-AM-J)

El arco jurásico se compone de intrusivos graníticos y extrusiones basálticas-andesíticas, interdigitados hacia los bordes con depósitos sedimentarios de ante, intra y retroarco. El metalotecto principal es la Formación Río de las Damas y su interdigitación con la Formación Tordillo.

La anomalía geoquímica de cobre, en el área que afloran estas rocas, es correlacionable con los depósitos de cobre en manto, desarrollados sobre esta faja en el sector argentino (Villagra, Elisa, etc.). A su vez, esta faja tiene potencial para sistemas tipo IOCG (González, et al., 2018).

7.1.2.5. Cuenca de retroarco Cretácico-Paleógeno (POS-CR-KTP)

Esta faja presenta una importante extensión areal y atraviesa al departamento Malargüe en su parte central continuando hacia el sur en la provincia de Neuquén. Está formada por los depósitos sedimentarios clásticos cretácico-paleógenos de la cuenca de retroarco (Cuenca Neuquina) formada al este de la FPC (faja plegada y corrida) de Malargüe.

Las areniscas de la Formación Diamante alojan depósitos de cobre y uranio-cobre-vanadio producto de removilización y precipitación en los niveles óxido-reducción, espacialmente vinculados a niveles con hidrocarburos y las estructuras de borde de cuencas. En el departamento Malargüe se encuentran los depósitos San Romeleo, El Burrero y Guanaco, entre otros.

7.1.2.6. Arco Magmático Mioceno-Plioceno (POS-AM-TN)

Esta faja está definida por los intrusivos subvolcánicos mesosilícicos del arco magmático neógeno, emplazados a lo largo de la Cordillera Principal. En el centro-norte de la Cordillera Principal de Malargüe, y regiones aledañas de Chile, durante el Mioceno y Plioceno se desarrolló un pulso magmático asociado a la formación de sistemas de pórfido de cobre-oro, skarns de hierro, skarns de cobre y vetas polimetálicas ricas en plomo. El emplazamiento de los intrusivos presenta fuerte control estructural, cresta de anticlinales y corrimientos, además de incluir numerosos depósitos y manifestaciones metalíferas, anomalías geoquímicas de Cu-Pb-Zn, Au y áreas con alteraciones hidrotermales. Los principales depósitos de la faja son los pórfidos Cerro Amarillo y Las Choicas y el skarn Hierro Indio.

Regionalmente esta faja es la continuación sur de la Faja Mioceno-Plioceno inferior definida por Sillitoe y Perelló (2005) y que constituye una de las mayores fajas cupríferas del mundo alojando depósitos porfíricos como El Teniente, Río Blanco-Los Bronces y Pachón, entre otros.

7.2. Geomorfología del área de estudio

Para la descripción de la geomorfología del área de estudio se utilizó la Caracterización Geomorfológica de Mendoza basada en la clasificación general de unidades de relieve (Gonzales, Díaz y Fauque 1993; Abraham 1996). El relieve preexistente del área de estudio comprende zonas de Cordillera principal, Área Kárstica, Cerrilladas, Payunia, Planicies y Valles y depresiones.

7.2.1.1. Cordillera Principal

Ocupa el sector norte del área de estudio, conformando una alargada faja de orientación meridiana de relieve montañoso elevado. Las serranías del sector son elongadas, en general de corta extensión, y se encuentran cortadas por la red de drenaje principal y afluentes, que en general tienen rumbo transversal a las estructuras.

La Provincia geológica de Cordillera Principal (Yrigoyen, 1979) se subdivide estructuralmente en dos subzonas: Faja Plegada y Corrida del Aconcagua al norte y de Malargüe al sur, cada una de ellas con sus características particulares. En la mitad norte domina el cuadro de corrimientos y de fracturación intensa. A medida que se avanza hacia el sur, éste pasa a un cuadro de plegamiento más armónico, con fracturación subordinada. La mitad norte de la unidad tiene límites definidos. En el sur, por el contrario, resulta altamente difícil decidir sus límites con la región extrandina. De acuerdo con otros autores, faltan argumentos orográfico-estratigráficos y estructuralmente se pasa en suave transición a ambientes geológicos diferentes.

En la clasificación utilizada se ha optado, en este sector, por reducir hacia el oeste el ámbito de Cordillera, privilegiando la definición de una subunidad no suficientemente estudiada con anterioridad como es el piedemonte andino. Por este motivo, en el extremo sur, aparece bien definida esta unidad sobre el occidente de la combadura sinclinal por la que discurre el río grande inferior (Mechanquil,

Ranquil del N y Bajo Barrancas). Hacia el este, en ambiente de Payunia, aparece nuevamente la Cordillera Principal en las Sierras de Cara Cura y Reyes, con relieve kárstico residual.

La Cordillera Principal está coronada por altos volcanes del Terciario superior (Neógeno) y del Cuaternario que funcionan como condensadores de nieve y reservorios de glaciares. Luego de la última orogenia, ya en el Cuaternario, entre los avances glaciares se intercalan efusiones andesíticas y basálticas, más frecuentes al sur del Cerro Tupungato, responsables de la edificación de imponentes conos compuestos y estrato volcanes que se alinean en una faja paralela al límite internacional. Son estas geoformas asociadas a procesos endógenos, cuya manifestación más importante es el denominado "Arco Volcánico Andino" (), donde aparecen vulcanitas efusivas y rocas asociadas (volcanismo andesítico), desde paleovolcanes miocenos (como el Aconcagua, Ramos 1993), hasta volcanes del Cuaternario y especialmente volcanes activos (como el Tupungatito, San José, Peteroa), campos lávicos y piroclásticos.

Las manifestaciones más importantes son el estrato volcán Maipo (5.323 m s.n.m.) y los campos volcánicos del Planchón (3.970 m s.n. m.), Peteroa (4.880 m s.n.m. y Peñón (4.080 m s.n.m.).

La intensa actividad magmática se manifiesta además en el ciclo plutónico postorogénico. Núcleos intrusivos que afloran como batolitos, macizos y cuerpos menores paleo y mesozoicos en la Cordillera Frontal y cenozoicos en la Principal.

Una mención aparte merece los denominados "Andes kársticos", ya que por primera vez se reconoce la magnitud del proceso kárstico en extensas superficies de la Cordillera Principal, sobre todo en su tramo central y sur. Estudios realizados en Valle Hermoso, Valle del Salado, Sierra Azul, Sierra de Cara Cura, etc. evidencian todo un registro de formas y procesos kársticos no desarrollados en la bibliografía consultada, salvo en las últimas contribuciones, y a modo muy general. Dolinas, simas, cavernas, uvalas, poljes, hums, constituyen geoformas -probablemente residuales en su mayoría- pero con una importancia enorme en la hidrogeología del área.

7.2.1.2. Macizo volcánico de la Payunia

La Payunia se puede considerar como un ambiente volcánico complejo, relieve irregular generado por la alternancia de conos volcánicos con extensas planicies basálticas. Las principales unidades de actividad volcánica son los grandes campos volcánicos de Llancanelo (10.700 km²) y Payún Matrú (5.200 km²), formados por productos emitidos desde hace aproximadamente 5 Ma, hasta tiempos prehistóricos.

En la región se han formado más de 400 conos piroclásticos, sobresaliendo los mayores entre 200 y 300 m sobre el relieve circundante, siendo los más frecuentes conos pequeños de menos de 50 m de altura. Las coladas pueden caracterizarse por el tipo de superficie que presentan: tipo aa (apariencia blocosa, áspera, de difícil transitabilidad) o pahoehoe (apariencia más suave, algunas veces vítreas, correspondiente a lavas más fluidas). Los túneles que dan origen a cavernas son un rasgo morfológico común (Bermudez et Al. 1993).

El resultado geomorfológico de esta intensa actividad volcánica es, por un lado, los grandes estrato volcanes y, por otro, las extensas planicies o altiplanicies lávicas -acompañadas de innumerables volcanes monogénicos - que sepultaron la casi totalidad del relieve maduro previo y su red fluvial, resultando de su apilamiento desde el Plioceno superior un irregular relieve de escalones, resaltos y depresiones ocupadas por salitrales, barreales, arenales y médanos.

Correspondiendo a esta descripción, en el mapa geomorfológico se han determinado tres subunidades principales:

1. Centros volcánicos poligénicos (estrato-volcanes) plioceno-cuaternarios
2. Planicies estructurales lávicas
3. Relieve prebasáltico

Dentro del área de estudio, se encuentra la primera subunidad principal, en la cual se diferencia en primer lugar el gran macizo volcánico del Payún Matrú, aparato volcánico dominante de la Payunia. El otro gran grupo de estrato-volcanes son los macizos volcánicos desmantelados del Terciario superior, donde se destacan las andesitas miopliocenas de las Sierras de "El Nevado", las de "Chachahuén" y el cerro "El Zaino" (andesitas pliocenas). Estos dos últimos presentan en la actualidad sólo su núcleo expuesto, desmantelados por la erosión entre el relieve lávico y tobáceo circundante. El vulcanismo basáltico holoceno lo sepultó parcialmente y se expandió por sus flancos y valles marginales. No es ajeno a la activación del ciclo erosivo la cercanía del nivel de base regional: el río Colorado.

7.2.1.3. Planicie y depresión

Con alturas entre 1.500 y 300 m s.n.m. van desde el borde de las montañas hasta el curso del río Desaguadero. Se divide en tres subunidades principales: el piedemonte, las depresiones y la llanura.

En el área de estudio se encuentra la subunidad depresiones compuesta por la Gran Depresión Central o de los Huarpes y por las Depresiones Intermontanas.

La primera limita al norte con los piedemontes de la cordillera frontal, Precordillera y las Huayquerías, al este con esta última y el bloque de San Rafael, al oeste con los piedemontes de la Cordillera Frontal y Principal y al sur con la Payunia. Conforman una planicie escalonada y ligeramente inclinada al oriente, disectada por una densa red de avenamiento. Bordeando la depresión localizan importantes dallas, a lo largo de las cuales han ocurrido desplazamientos importantes durante el Segundo y Tercer Movimiento Andino. Se pueden distinguir tres subunidades de distintas jerarquías:

- Depresión del Mendoza-Tulumaya o del Norte: Es la más seca y cálida. En su extremo noroeste limita con el piedemonte de la Precordillera y más al sur con el de la Cordillera Frontal. En ella se localiza la más importante zona agrícola de la provincia, en parte rellenada por los conos aluviales del río Mendoza.
- Depresión de las Huarpes o Graben de Tunuyán: Está separada de la anterior por colinas y sierras. Por el norte las cerrilladas de Lunlunta y por el este las del Carrizal y la meseta del Guadal. Por el sur limita con el macizo de San Rafael y por el oeste con el piedemonte de la Cordillera Frontal. Oasis menores –pero muy importantes por su producción agrícola- como los de San Carlos o Tunuyán se desarrollan en esta zona.
- Depresión del Diamante y la laguna y salinas de Llanquanello: Separada de la anterior en su región meridional por extensos sectores pedemontanos con niveles de glaciación o pedimentos, y la Planicie piroclástica pumícea, constituyendo este sector –a ambos lados del cajón del río Diamante- la parte estructuralmente más elevada de la depresión. El límite oeste lo conforman los piedemontes de las Cordilleras Frontal y Principal, por el este y por el sur por la región volcánica de la Payunia.

Los importantes conos aluviales de los ríos andinos funcionan como ambientes de transición entre el piedemonte y la llanura. La laguna y salina de Llanquanello constituye el nivel de base de un sistema cerrado, cuyo aporte superficial principal es el río Malargüe. Recibe aportes subsuperficiales de los ríos Atuel-Salado, a través de antiguos paleocauces. En la actualidad, con el aporte superficial disminuido por la captura de sus más importantes afluentes, la laguna ha retraído considerablemente su espejo. El equilibrio de todo el sistema es muy frágil, predominando la evaporación sobre el conjunto de los ingresos. Sólo se ubican aquí escasos puestos de ganadería de subsistencia. La laguna de Llanquanello, por su importancia como refugio de avifauna es un área protegida provincial.

Por otro lado, las Depresiones intermontanas, forman valles longitudinales, amplios y alargados. Los valles transversales y oblicuos suelen ser más angostos y profundos. La acción tectónica es un factor fundamental en la configuración y evolución de estos valles, manifestada a través de grandes fallas regionales.

Dentro de las depresiones intermontañas se encuentra la geoforma correspondiente a valles fluviales con depósitos glaciales y aluvio actual.

7.2.1.4. Cerrillada

Son estas montañas de erosión de poca altura, elaboradas durante el Cuaternario en depósitos continentales terciarios, plegados y elevados por la neotectónica. Se encuentran dentro de la clasificación de montañas bajas. Conforman sistemas de estructuras plegadas anticlinales, colinas alineadas (como el Cerro de la Gloria) y mesetas, dando origen a un relieve sumamente heterogéneo de lomas, pedimentos locales, sierras, crestas, cuevas y mesetas residuales.

Una extensa meseta "Del Guadal" se extiende a la altura del paralelo 34 S, separada del frente cordillerano por la depresión del Valle de Uco o Graben de Tunuyán, constituyendo una baja divisoria de aguas entre éste y la gran depresión oriental denominada por el mismo autor como "Llanura de la Travesía". Polanski define a esta meseta como una "peneplanicie vieja desde su nacimiento", elaborada a fines del Plioceno, bajo condiciones áridas en la estructura braquianticinal de San Carlos. Cubierta por médanos semifijos por vegetación, se diferencia hacia el sur de la meseta "de los ramblones" por la presencia de depresiones (bajos sin salida, ramblones o guadales), de poca extensión y profundidad (10-20 m), originados por deflación durante el Neopleistoceno, sobre un paisaje maduro.

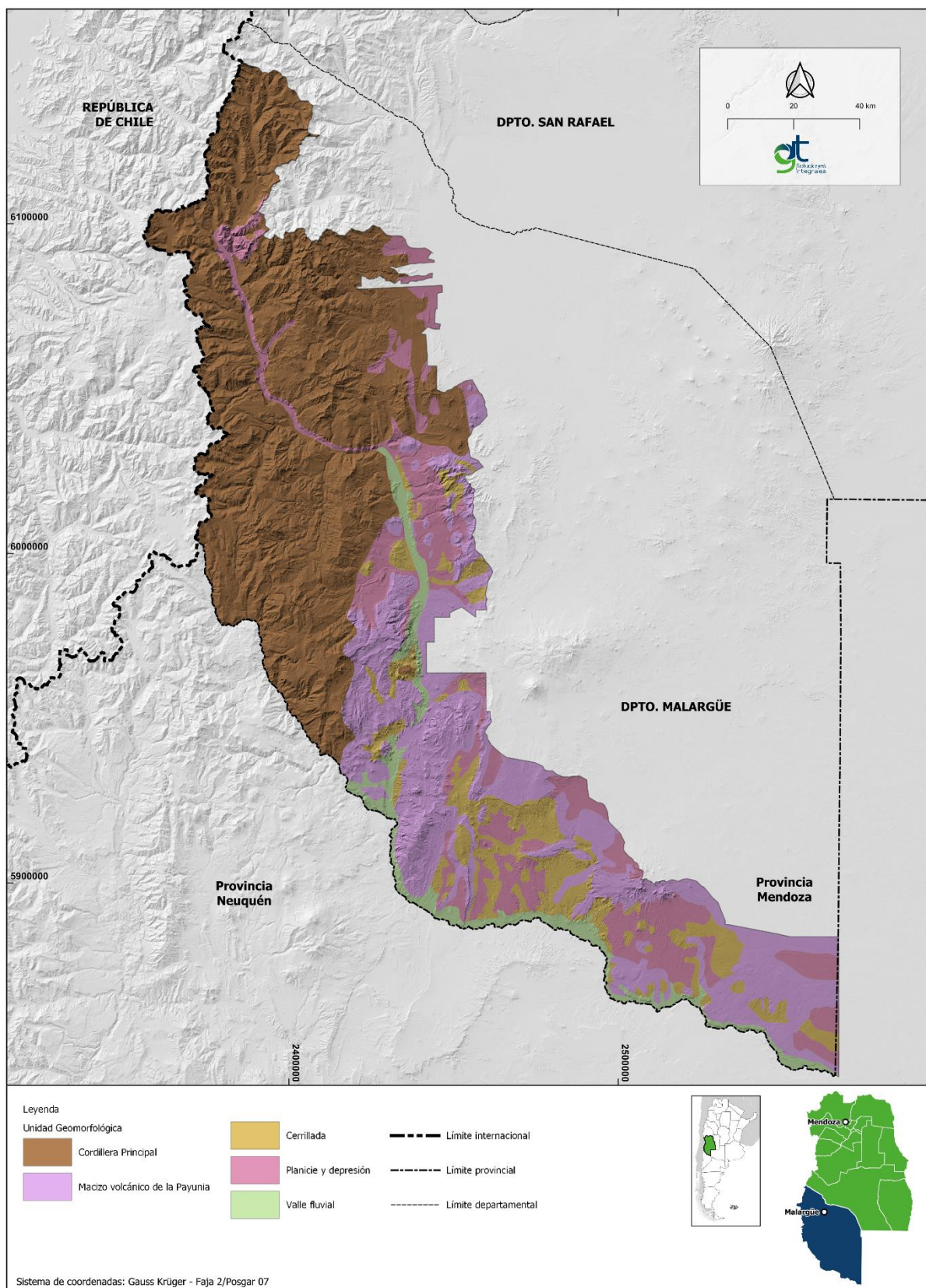
Bordeando las mesetas y cerrilladas, sobre los materiales terciarios, muy deleznales y de poca resistencia a la erosión, las aguas de las tormentas torrenciales han elaborado una complicada y densa red de surcos y cárcavas. Las arcillas y limos forman empinadas paredes casi sin vegetación, conformando el típico paisaje de bad-lands (tierras malas o "mal país") conocido localmente como huayquerías. Los más conocidos son las de San Carlos (1.200 m s.n.m.) Cordón del Carrizal, Cuchilla de Lunlunta (1.000 m s.n.m.) Cerrilladas de Tupungato (2.000 m s.n.m.).

Los suelos están formados por materiales alóctonos -aluviales, coluviales, regosólicos - así como areniscas y calcáreos, poco resistentes a la erosión.

En general falta completamente el agua o, si aparece, es salina. Los puestos ganaderos por lo tanto son escasos, localizados en la periferia.

A continuación, se muestra el mapa con las unidades geomorfológicas descriptas en el área de estudio.

Mapa 7.3 Unidades geomorfológicas en el area de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a Mapa geomorfológico Mendoza Sector Sur, Catalogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la región andina argentina, <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap04.htm>

7.3. Sismología

Al representar los epicentros de los sismos registrados en la Argentina, se observa que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en la región centro oeste y noroeste de nuestro país. Asimismo, teniendo en cuenta la distribución y las intensidades de los mismos, se reconocen 3 grandes zonas de sismicidad en la Argentina:

- **Zona noroeste:** Abarca desde los 21° hasta los 28° de latitud sur, es la región de mayor actividad sísmica y peligrosidad debido a la frecuencia de ocurrencia e intensidad.
- **Zona centro-oeste:** Comprendida entre los 28° y 33,5° de latitud sur, se caracteriza por presentar gran actividad sísmica, con terremotos de gran peligrosidad e intensidad desarrollados a lo largo de las provincias de San Juan y Mendoza principalmente (años 1831 y 1944).
- **Zona sur:** Entre los 33,5° y 54° de latitud sur, comprende una zona de escasa a nula actividad sísmica.

Los terremotos ocurridos en la provincia de Mendoza se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7.2 Terremotos históricos ocurridos en la provincia de Mendoza

ID	Descripción	Coordenadas Epicentro			
		Latitud	Longitud	Y Posgar 2007 Faja 2	X Posgar 2007 Faja 2
1	22 de mayo de 1782, MENDOZA: Primer terremoto importante documentado en la provincia, llamado el "Terremoto de Santa Rita", produjo destrucción y agrietamientos en las construcciones. Alcanzó una intensidad de VIII grados Mercalli.	-33,000	-69,200	2.481.309,56	6.349.200,52
2	27 de octubre de 1804, SAN JUAN – MENDOZA: Reportado por el Observatorio de El Salto-Chile. Publicado en los Anales de la Universidad de Chile y reimpresos por la Universidad de Estrasburgo. Intensidad estimada VI grados Mercalli.	-31,900	-67,900	2.604.058,16	6.470.674,60
3	20 de marzo de 1861, MENDOZA: Se produjo el terremoto porcentualmente más destructivo de toda la historia argentina. Destruyó la ciudad de Mendoza y departamentos vecinos, dejó un saldo de 6.000 muertos sobre una población total de 18.000 habitantes. Su intensidad fue de IX grados Mercalli.	-32,900	-68,900	2.509.356,06	6.360.304,21
4	19 de agosto de 1880, MENDOZA: Afectó a la ciudad de Mendoza, causó el derrumbe de murallas y caída de cornisas. En Tunuyán, se reportó una muerte a causa del derrumbe de una pared. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada	-33,000	-69,000	2.500.000,21	6.349.218,29
5	12 de agosto de 1903, MENDOZA: Afectó al Gran Mendoza, en particular Las Heras, donde afectó los pueblos de Uspallata, Punta de Vacas y Puente del Inca. Hubo 3 muertos e importantes daños en las construcciones de la ciudad. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli.	-32,100	-69,100	2.490.561,17	6.449.020,75
6	27 de julio de 1917, MENDOZA: Afectó al departamento. Las Heras y sectores de la ciudad Capital. Produjo la caída de paredes y cornisas. Hubo varias y fuertes réplicas. Su magnitud fue de VII grados Mercalli.	-32,300	-68,900	2.509.418,63	6.426.842,67

ID	Descripción	Coordenadas Epicentro			
		Latitud	Longitud	Y Posgar 2007 Faja 2	X Posgar 2007 Faja 2
7	17 de diciembre de 1920, MENDOZA: Destruyó Costa de Araujo y localidades aledañas en un radio de 50 Km. Se estimó en 250 los muertos y gran número de heridos. Se formaron grietas en el terreno de las que surgía agua, en algunos lugares se formaron ciénagas. Su intensidad se estimó en VIII grados de la escala Mercalli.	-32,700	-68,400	2.556.261,56	6.382.329,68
8	14 de abril de 1927, SAN JUAN – MENDOZA: En la ciudad hubo derrumbes de cornisas y agrietamiento de paredes, en Las Heras causó la destrucción de viviendas y agrietamiento en el terreno. Este terremoto causó daños y víctimas en Chile. La intensidad fue estimada en VIII grados Mercalli.	-32,000	-69,500	2.452.753,38	6.460.004,65
9	23 de mayo de 1929, MENDOZA: Afectó a la capital provincial y al departamento de Godoy Cruz. Produjo agrietamiento de paredes y caídas de muros. La intensidad fue de VI grados Mercalli.	-32,900	-68,900	2.509.356,06	6.360.304,21
10	30 de mayo de 1929, MENDOZA: Destruyó las construcciones de Colonia Las Malvinas y Villa Atuel, departamento de San Rafael. Causó la muerte de 30 personas y numerosos heridos. El sismo fue sentido hasta San Juan al norte, Buenos Aires al este, Neuquén y Río Negro al sur. Su intensidad fue de VIII grados Mercalli.	-35,000	-68,000	2.591.289,98	6.126.916,47
11	23 de noviembre de 1936, MENDOZA: Afectó al departamento de Rivadavia, donde muchas viviendas resultaron dañadas. Se sintió en San Juan y Mendoza. Se estimó una intensidad de VI grados Mercalli.	-33,300	-68,750	2.523.284,16	6.315.918,26
12	5 de julio de 1942, MENDOZA: Sismo destructivo en Cañada Seca, Salto de las Rosas y Las Malvinas; San Rafael, Mendoza. Su intensidad fue de VI grados Mercalli.	-34,750	-68,250	2.568.674,61	6.154.851,80
13	25 de abril de 1967, MENDOZA: Causó derrumbes de las construcciones de adobe y edificios antiguos, se formaron grietas en paredes y rotura de vidrios, especialmente en el departamento de Las Heras y en la Capital. Se sintió muy fuerte en el valle de Uspallata. Fue de VI grados Mercalli la intensidad del sismo.	-32,700	-69,000	2.500.000,21	6.382.488,82
14	26 de enero de 1985, MENDOZA: Causó daños considerables en los departamentos del Gran Mendoza. Se reportaron pocas víctimas y heridos. La mayor destrucción se observó en los departamentos de Godoy Cruz y Las Heras. Resultaron más afectadas las construcciones de adobe o de ladrillos antiguas. La intensidad del sismo fue de VIII grados Mercalli.	-33,120	-68,820	2.516.798,99	6.335.895,21
15	5 de agosto de 2006, MENDOZA: Sismo destructivo en el área del anticlinal de Barrancas. No se	-33,215	-68,933	2.506.246,35	6.325.371,42

ID	Descripción	Coordenadas Epicentro			
		Latitud	Longitud	Y Posgar 2007 Faja 2	X Posgar 2007 Faja 2
	reportaron víctimas, pero sí daños materiales en viviendas no sismorresistentes en los departamentos de Lujan, Maipú, Guaymallén, Las Heras, Godoy Cruz, Capital, San Martín, Junín y Rivadavia. La intensidad fue de VI grados Mercalli.				
16	10 de diciembre de 2008, MENDOZA: Se reportaron daños en las construcciones en Potrerillos. En la ciudad y departamentos de Mendoza, se sintió más débil. La intensidad fue de VI grados Mercalli.	-32,941	-69,265	2.475.218,61	6.355.730,46

Fuente: GT Ingeniería SA en base a datos del INPRES, 2023

7.3.1. Peligrosidad sísmica actual en el área de Proyecto

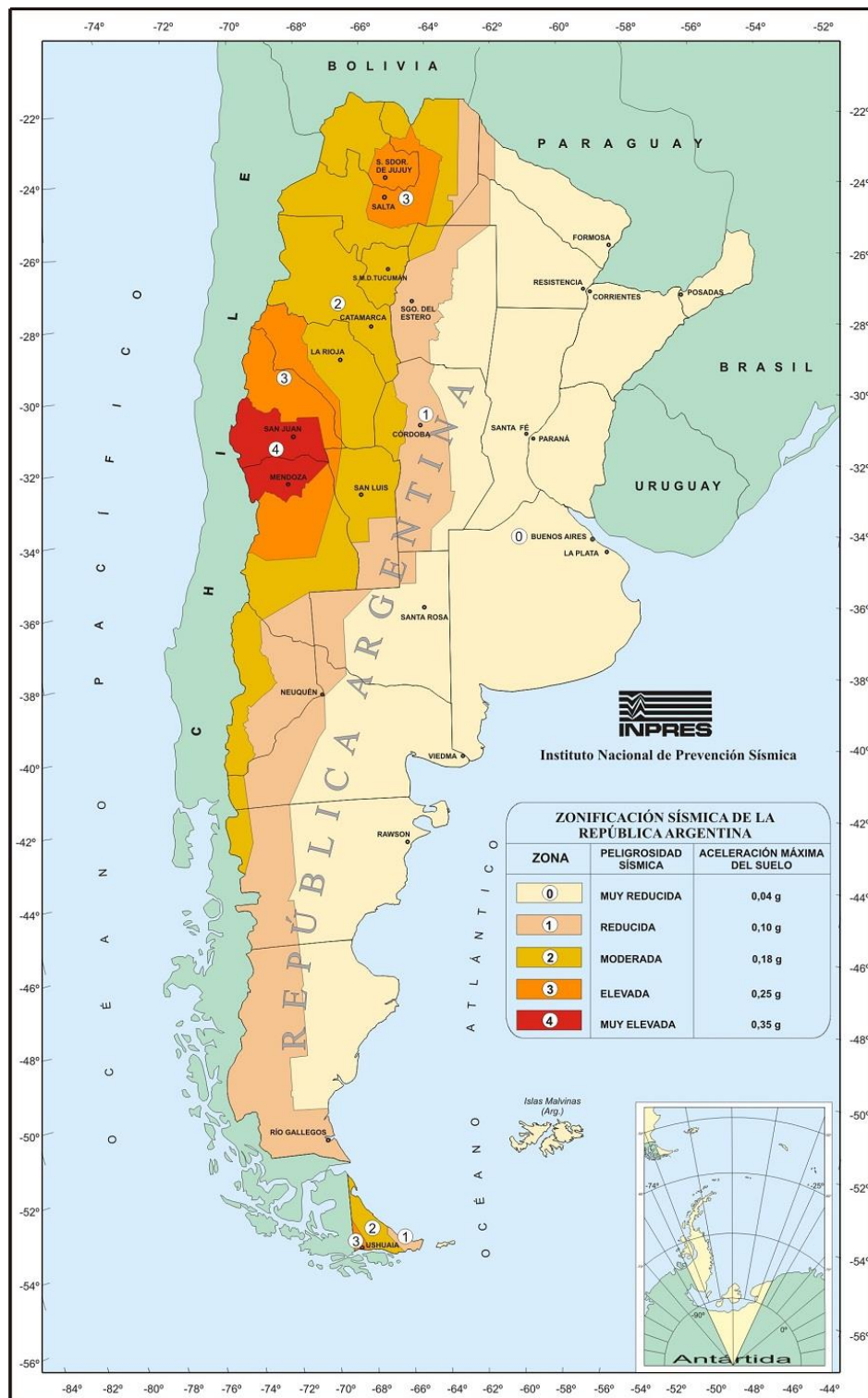
Si bien existe un nuevo mapa de Peligrosidad Sísmica de Argentina, el cual contiene una estimación estadística de las aceleraciones o intensidades máximas del movimiento del suelo que pueden ocurrir en cada punto de Argentina, medido en un intervalo de tiempo en años y asignándole una Probabilidad de Excedencia. Este mapa muestra una distribución gradual de colores y no existen Zonas Sísmicas, lo cual es una de las grandes diferencias respecto del Mapa de Zonificación Sísmica vigente de Argentina. que contempla 5 Zonas Sísmicas, desde la Zona 0 (Peligrosidad muy reducida) hasta la Zona 4 (Peligrosidad muy elevada).

Las aplicaciones del nuevo mapa están enfocadas en la identificación de las regiones de Argentina que tienen mayor Amenaza Sísmica de la conocida, para así poder aunar esfuerzos nacionales y provinciales en incrementar el monitoreo sísmico de manera que los sistemas de respuesta a la emergencia puedan funcionar correctamente. En este sentido, es de gran importancia aumentar el monitoreo sísmico principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Salta, Jujuy, Córdoba, Tierra del Fuego, Santa Cruz y Buenos Aires. Otra de las aplicaciones inmediatas que tiene el nuevo mapa es en los estudios de Amenaza Sísmicas realizados para puntos estratégicos de Argentina como: represas hidroeléctricas, centrales nucleares, diques de cola y zonas potenciales de deslizamientos de laderas, entre otros¹.

Este mapa finalizado en noviembre del 2022 no está aún en vigencia en lo que respecta a su inclusión en el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes para lo cual se debe seguir utilizando el mapa de que aparece en el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I, hasta que el nuevo mapa sea adaptado e incorporado a una nueva versión actualizada del Reglamento.

¹ http://contenidos.inpres.gob.ar/actualizacion_mapa

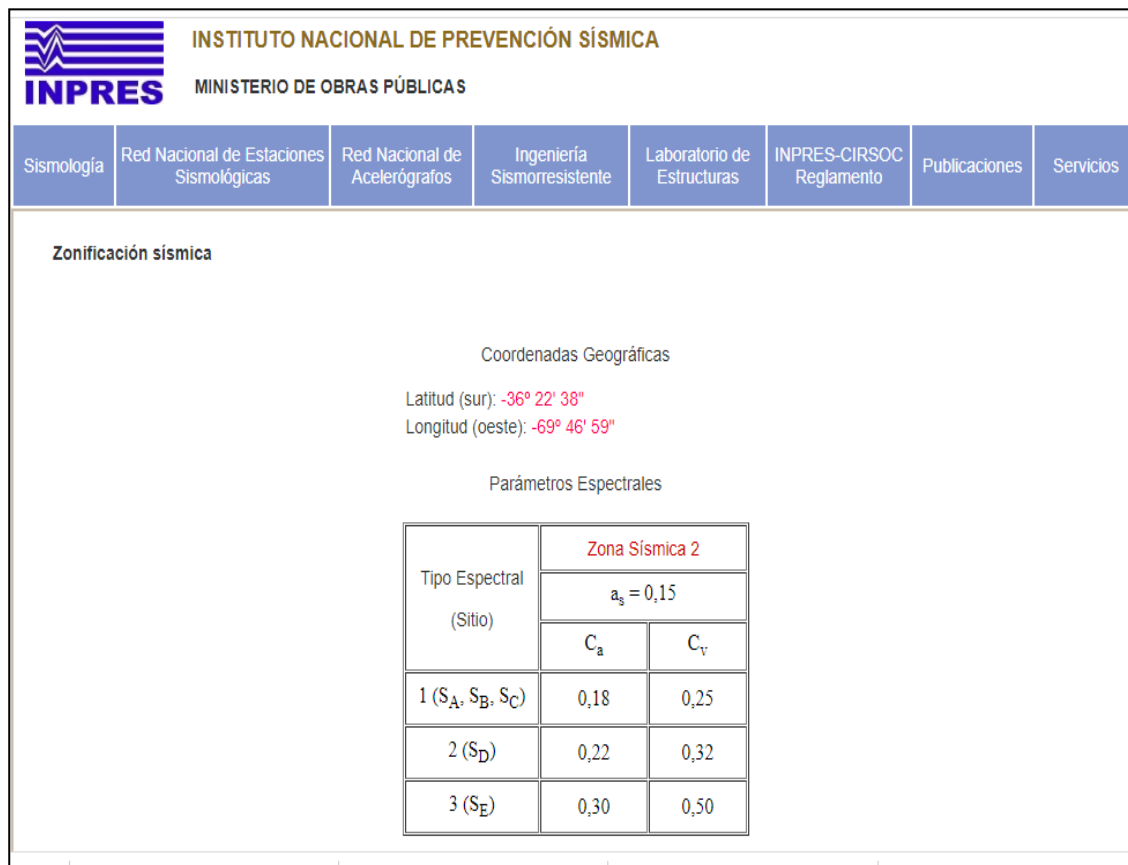
Mapa 7.4 Peligrosidad sísmica de la Argentina



Fuente: INPRES, 2023

Para definir a que zona sísmica pertenece el área del Proyecto, se tomaron las coordenadas centrales aproximadas: 36°22'38.20"S y 69°46'59.72"O (2.429.716,22, 5.974.275,03) y se introdujeron en el calculador de zona sísmica según coordenadas que ofrece la página web del INPRES, corroborando la ubicación del área en Zona Sísmica 2 (Figura 3.3). Con base en ello, se le asigna al proyecto una peligrosidad sísmica moderada, de magnitud dos, siendo por tanto medianamente probable de que las actividades y/o infraestructura proyectada sean afectadas con daños significativos a partir de la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

Figura 7.2 Zonificación sísmica para el proyecto



Fuente: INPRES (<http://contenidos.inpres.gob.ar/zonas>), consultado el 21 de junio de 2023

7.4. Volcanes

En la República Argentina el volcanismo activo se halla directamente vinculado con la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana en el margen pacífico, dando lugar a un arco volcánico discontinuo (García, S et al., 2018). El peligro volcánico más frecuente y con mayor impacto es la dispersión y caída de tefras. Debido a los patrones de circulación atmosférica los productos de erupciones explosivas son dispersos hacia el este, afectando grandes extensiones del territorio y espacio aéreo argentino (García S, et al., 2018).

7.4.1. Peligrosidad volcánica actual en el área de Proyecto

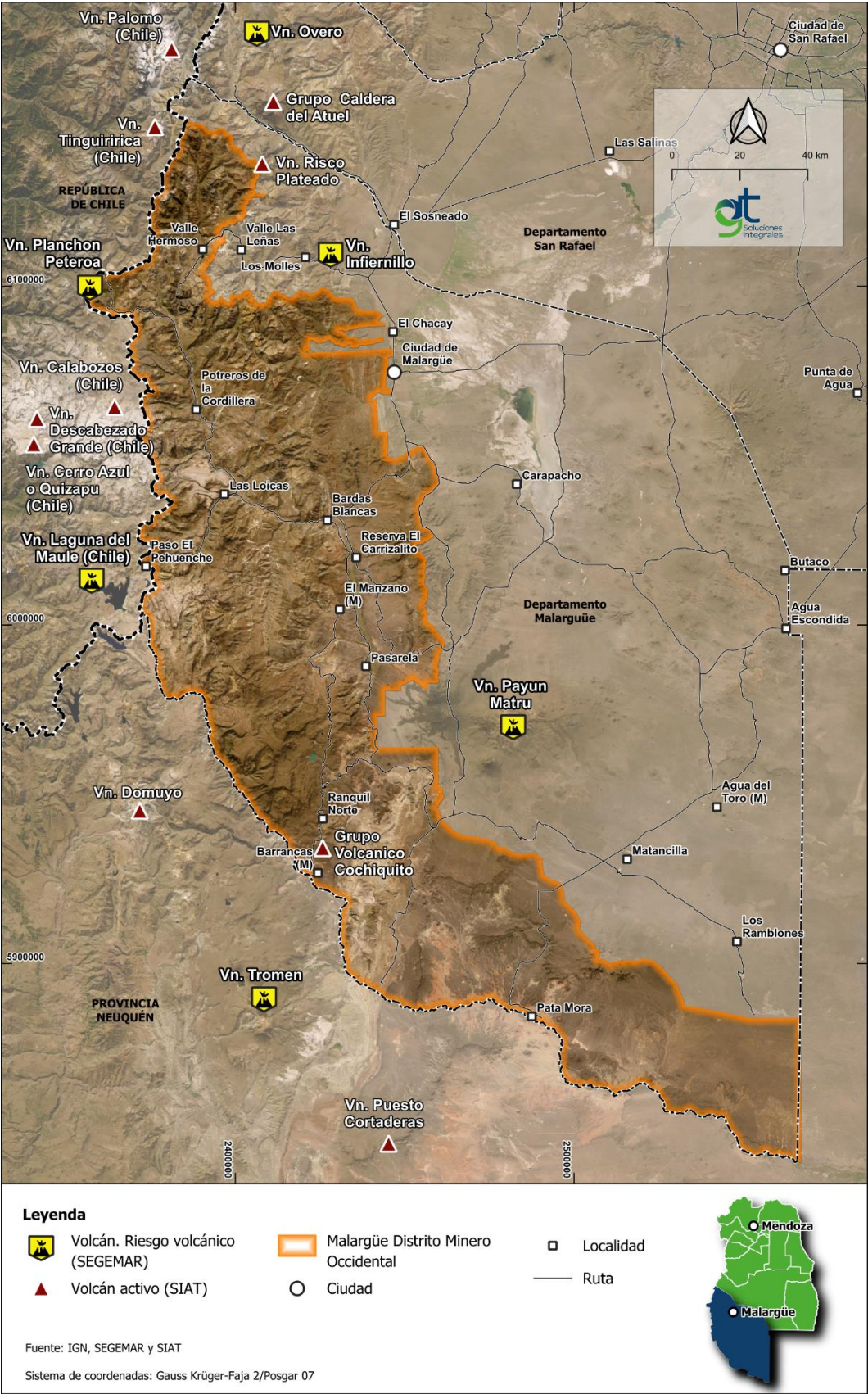
En 2008, debido a la reactivación de los volcanes chilenos Llaima y Chaitén, el SEGEMAR implemento un Programa de Evaluación de las Amenazas Volcánicas (PEAV) para la República Argentina, con el objetivo de establecer la potencial afectación del territorio por los Peligros/Amenazas Volcánicas y los potenciales riesgos socioeconómicos.

En Argentina existen 39 volcanes que se consideran activos, de ellos, ocho se encuentran en la provincia de Mendoza, siendo una de las principales provincias volcánicas. Los volcanes que se ubican en la provincia de Mendoza son: Complejo Volcánico Planchón Peteroa, Complejo Volcánico Laguna del Maule, Tupungatito, Maipo, San José, Overo, Infiernillo y el Payún Matru.

De estos 8 volcanes, en la actualidad, el Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica (dependiente del SEGEMAR), monitorea cuatro de ellos, los cuales son de carácter binacional. Los volcanes Tupungatito, San José y Laguna del Maule son monitoreados desde territorio chileno, mientras que el volcán Planchón Peteroa es monitoreado desde territorio argentino y chileno.

En el siguiente Mapa se observa la ubicación de los volcanes activos de Mendoza y su riesgo relativo. Tupungatito, San José y Laguna del Maule

Mapa 7.5 Volcanes activos de Mendoza y su riesgo relativo



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024 en base a los datos disponibles en la web del SIAT Mendoza y el SEGEMAR.

7.5. Espeleología

El estudio espeleológico permite determinar zonas que puedan albergar cuevas de origen natural, entendiendo que las cuevas o cavernas funcionan como conductos de flujo de agua de un sistema kárstico que abarca un área mayor y que tiene expresiones tanto en superficie como en profundidad.

Se define a las áreas kársticas como regiones que se caracterizan por formas de relieve e hidrología distintivas, que resultan de una combinación de alta solubilidad de las rocas y movimiento de agua subterránea a lo largo de caminos preferenciales. Los accidentes geográficos superficiales distintivos en las áreas kársticas incluyen distintos tipos de depresiones cerradas como dolinas (comúnmente llamadas "sinkholes") y poljes, de estilo planares más grandes, entre otros. Los arroyos que se hunden, los valles secos y las surgencias también son comunes en este tipo de paisajes. (Gilleson et al., 2022).

El proceso característico de la génesis cavernaria en un sistema kárstico, se basa en la disolución de la roca albergante. En condiciones normales (presión y temperatura) la disolución del yeso es hasta 3 órdenes de magnitud mayor a la de la calcita (principal mineral asociado a procesos kársticos de mayor desarrollo). Los niveles freáticos pueden afectar estos tipos de rocas, alojándose y desplazándose a través de su porosidad y microporosidad primaria y secundaria. El constante circular del agua impide la sobresaturación y favorece la disolución de los yesos. Con el tiempo, las cavidades se desestabilizan y se producen desplomes que agrandan sus dimensiones. Cuando alcanzan la superficie, dan lugar a depresiones como dolinas y hoyos de disolución. Al pasar a estados maduros avanzados en su génesis, estas cavidades quedan controladas por condiciones vadosas, caracterizadas por circulación libre de agua en sus conductos y depresiones en superficie con brechas de colapso, dolinas, conductos verticales, cursos fluviales insumidos, etc. (Barredo et al., 2013).

Sólo algunos organismos superficiales han colonizado o pueden colonizar con éxito los hábitats subterráneos, desarrollando en algunos casos características troglófilas de adaptación al frío, húmedo y oscuro ambiente subterráneo, como ser la reducción o ausencia de ojos y/o pigmentación, la elongación de los apéndices, etc. Estos rasgos aparecen gradualmente luego de estar confinados mucho tiempo en el ambiente cavernario; cuando el troglomorfismo es muy marcado son incapaces de sobrevivir en el ambiente epigeo. Por este motivo es que muchas especies cavernícolas se consideran relictuales, ya que han sobrevivido a cambios climáticos severos durante episodios glaciarios cuaternarios, mientras que sus parientes de la superficie se extinguieron localmente, es decir, que son los únicos representantes vivos de su linaje. Por otro lado, muchos organismos que desarrollaron características troglófilas pueden ser organismos cuyas poblaciones estén confinadas al ambiente cavernario, es decir, que sean endémicas de la caverna y muy importantes para la conservación del ambiente cavernario. Es por todo esto, que en el estudio de estos ecosistemas es tan importante el conocimiento del ambiente cavernario como del ambiente epigeo al mismo (Catinari et al, 2022).

El presidente de la Federación Argentina de Espeleología (FAde) Benedetto, C. (2024), ha realizado el estudio de las cavidades de la provincia de Mendoza. Para el área de Malargüe, se hayan un total de 80 cavidades naturales clasificadas por desarrollo y tipo de roca que las conforma.

Tabla 7.3 Cavidades de Malargüe

Código	Nombre	Desarrollo (m)	Departamento	Roca
M-01	Las Brujas	1343,24	Malargüe	caliza
M-02	Las Cabras	22,1	Malargüe	caliza
M-03	Los Tucu Tucu	26,38	Malargüe	caliza
M-04	Viento	17,42	Malargüe	caliza
M-05	Vasco	12	Malargüe	caliza
M-07	La Yesera de Reyes	5	Malargüe	yeso
M-08	Ciénago Grande	8	Malargüe	yeso
M-09	Corral de Las Cabras	35	Malargüe	caliza
M-10	Rincón de La Ramada I	10,2	Malargüe	arcilla
M-14	Manque	6	Malargüe	yeso
M-16	El Chachao	28,7	Malargüe	caliza
M-17	Rincón de La Ramada II	6	Malargüe	arcilla

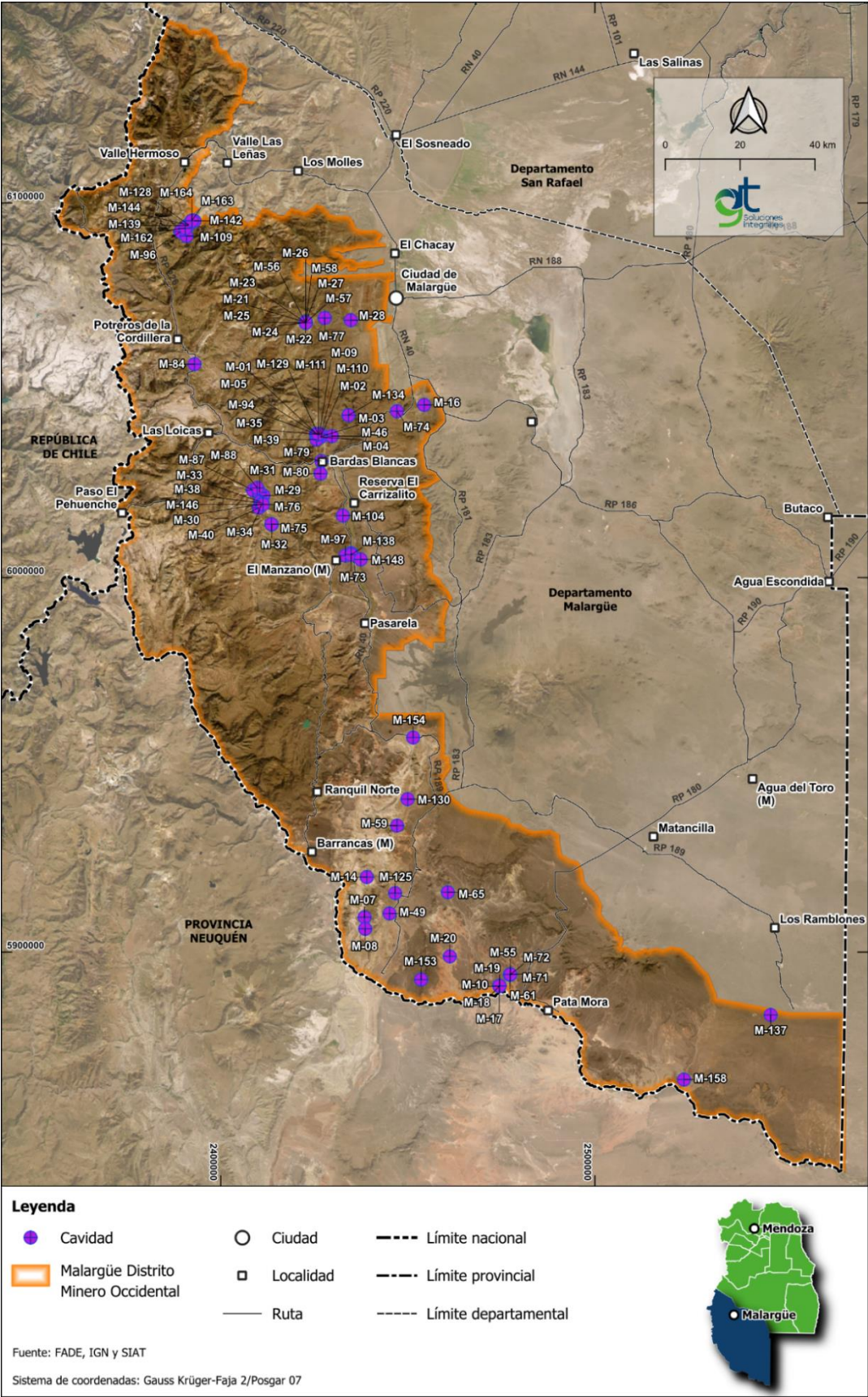
Código	Nombre	Desarrollo (m)	Departamento	Roca
M-18	Rincón de La Ramada III	3	Malargüe	arcilla
M-19	Rincón de La Ramada IV	20	Malargüe	arcilla
M-20	Aguada Arenosa	7,1	Malargüe	arenisca
M-21	Los Morros I (Ex Pincheira I)	34	Malargüe	yeso
M-22	Los Morros II (Ex Pincheira II)	24	Malargüe	yeso
M-23	Los Morros III (Ex Pincheira III)	16	Malargüe	yeso
M-24	Los Morros IV (Ex Pincheira IV)	14	Malargüe	yeso
M-25	Los Morros V (Ex Pincheira V)	15	Malargüe	yeso
M-26	Los Morros VI (Ex Pincheira VI)	18	Malargüe	yeso
M-27	Los Morros VII (Ex Pincheira VII)	23	Malargüe	yeso
M-28	Pequenco I	10	Malargüe	yeso
M-29	Leiva	25	Malargüe	yeso
M-30	San Agustín	359,8	Malargüe	yeso
M-31	La Buitrera 1	8	Malargüe	yeso
M-32	La Gotera	15	Malargüe	yeso
M-33	Doña Palmira	40	Malargüe	yeso
M-34	Federación	350	Malargüe	yeso
M-35	Paso del Cóndor I	17	Malargüe	caliza
M-38	Llano Grande	40	Malargüe	yeso
M-39	El Tojo	120	Malargüe	caliza
M-40	San Antonio (Ex Miranda)	750	Malargüe	yeso
M-46	El Mirador	7	Malargüe	
M-49	Aguada de Reyes	127	Malargüe	yeso
M-55	El Pichanal Sur I	28,5	Malargüe	arcilla
M-56	Los Morros (Ex Pincheira VIII)	10	Malargüe	yeso
M-57	Los Morros (Ex Pincheira IX)	20	Malargüe	yeso
M-58	Los Morros (Ex Pincheira X)	19	Malargüe	yeso
M-59	Malvinas	100	Malargüe	yeso
M-61	El Pichanal Sur II	19	Malargüe	arcilla
M-65	La Amarga	6,85	Malargüe	conglomerado
M-71	El Pichanal Sur IV		Malargüe	arcilla
M-72	El Pichanal Sur V		Malargüe	arcilla
M-73	El Manzano	8	Malargüe	basalto
M-74	Manqui Malal	8	Malargüe	caliza
M-75	Los Cangrejos	25	Malargüe	yeso
M-76	La Lechuza	40	Malargüe	yeso
M-77	Castillos de Pincheira		Malargüe	conglomerado
M-79	Indio Bardas Blancas	30	Malargüe	caliza
M-80	Ranquil	20	Malargüe	caliza
M-84	Pizarras		Malargüe	basalto
M-87	La Buitrera 3	27	Malargüe	yeso
M-88	La Buitrera 4		Malargüe	yeso
M-94	Asada - Edo	98	Malargüe	caliza
M-96	Cajón	125,5	Malargüe	yeso
M-97	Cañada de Cachi	5	Malargüe	basalto
M-104	Chachahuén	3	Malargüe	basalto

Código	Nombre	Desarrollo (m)	Departamento	Roca
M-109	Cristales de Cuarzo	16,2	Malargüe	yeso
M-110	Cuatrerros	29	Malargüe	caliza
M-111	Dolores	30	Malargüe	caliza
M-125	Jarillal	9	Malargüe	yeso
M-128	La Desilusión	9	Malargüe	yeso
M-129	La Mimosa	15	Malargüe	caliza
M-130	La Tosca	15	Malargüe	
M-134	Las Escaleras	4	Malargüe	
M-137	Luanco	40	Malargüe	basalto
M-138	Luna	8,5	Malargüe	basalto
M-139	Madriguera de Zorro	6	Malargüe	yeso
M-142	Osvaldo Martinez	200,4	Malargüe	yeso
M-144	Pompis	16	Malargüe	yeso
M-146	Primera Junta		Malargüe	
M-148	Puesto Carrasco	3	Malargüe	basalto
M-153	Rincón del Álamo	11,1	Malargüe	basalto
M-154	Rosada	5	Malargüe	arenisca
M-158	Torrecillas	5	Malargüe	basalto
M-162	Yesera Cerro Rojo	10	Malargüe	yeso
M-163	Yesera Grande I	20	Malargüe	yeso
M-164	Yesera Grande II	11	Malargüe	yeso

Fuente: Federación Argentina de Espeleología, 2024

En el mapa a continuación se presentan las cavidades naturales del registradas a la fecha en el área de MDMO:

Mapa 7.6 Cavidades dentro del área de MDMO



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024 en base a Federación Argentina de Espeleología, 2024

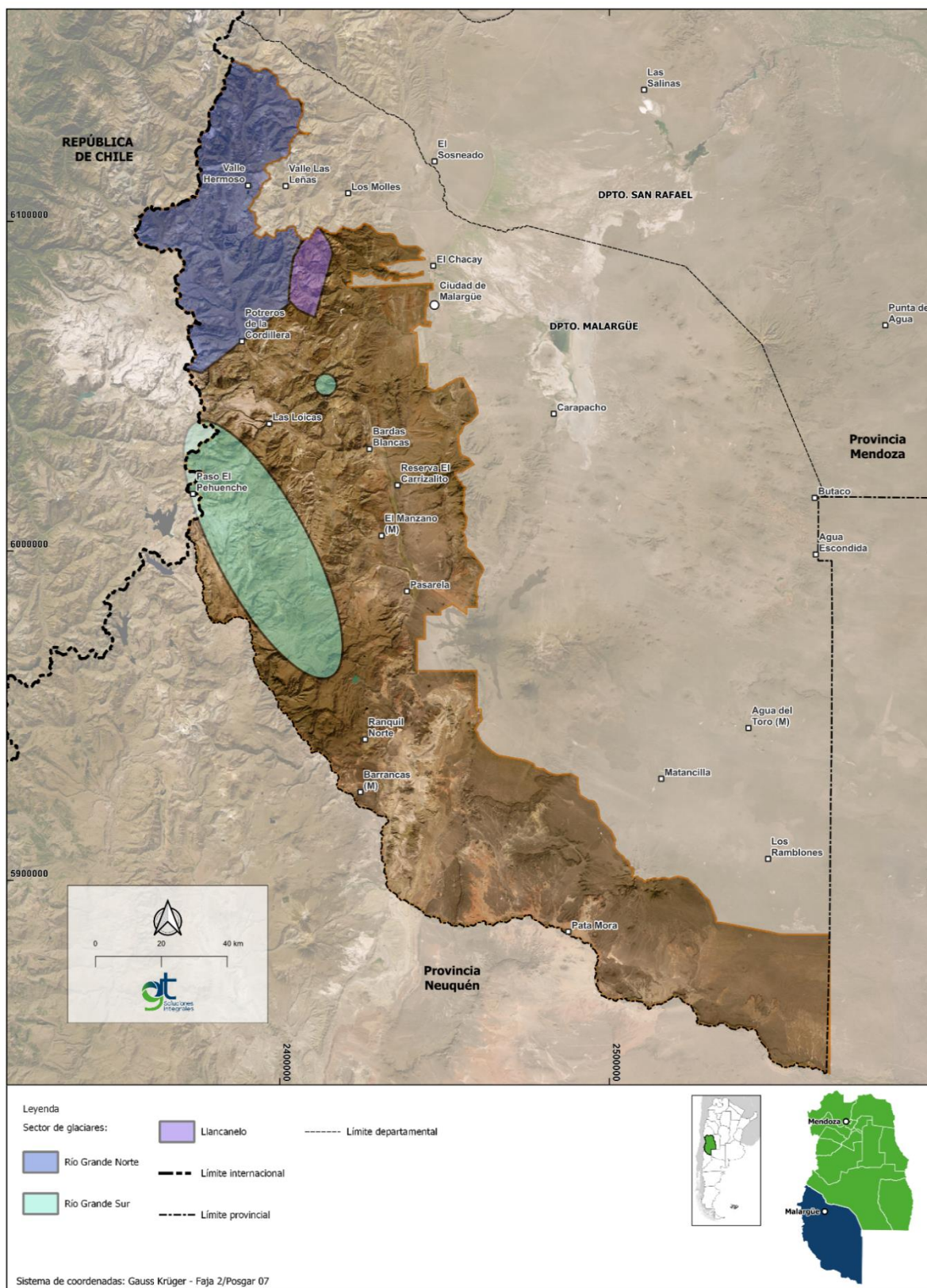
8. Ambiente glaciar y periglaciar

8.1. Ambiente glaciar

La ubicación de los cuerpos de Glaciares identificados en el área de estudio, ha sido en base al Inventario Nacional de Glaciares (ING). La realización del inventario estuvo a cargo del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), con la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. En el inventario Nacional de Glaciares se divide el área de estudio en cuatro sectores:

- Cuenca de la Laguna de Llancanelo
- Cuenca del Río Grande Norte
- Cuenca del Río Grande Sur

Mapa 8.1 Sectorización de áreas de estudio para Glaciares



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

8.1.2. Tipos de glaciares

En el Inventario Nacional de Glaciares se define a un glaciar como un cuerpo de hielo perenne, formado en la superficie terrestre por la acumulación, compactación y recrystalización de la nieve, y que muestra señales de movimiento por acción de la gravedad (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019).

En el área de estudio se identificaron las siguientes categorías de glaciares.

8.1.2.1. Glaciares descubiertos (GD)

Cuerpo de hielo permanente generado sobre la superficie terrestre a partir de la compactación y recrystalización de la nieve y/o hielo, sin cobertura detrítica significativa, que sea visible por períodos de al menos 2 años, con evidencias de movimiento por gravedad (grietas, ojivas, morenas medias), y de un área mayor o igual a 0,01 km² (una hectárea).

En el área de estudio han sido mapeados varios glaciares descubiertos, uno ellos, ha desaparecido en 2016 y los otros dos actualmente presentan una mayor cobertura detrítica.

Hacia el noroeste del área del proyecto, se encuentran cuerpos glaciares como El Azufre, Peñón, entre otros. Más hacia el Norte, se encuentran los cuerpos glaciares Cobre, Lágrimas, Gateados, entre otros.

8.1.2.2. Glaciares cubiertos (GC)

Cuerpo de hielo permanente generado sobre la superficie terrestre a partir de la compactación y recrystalización de la nieve y/o hielo, con una cobertura detrítica significativa, que sea visible por períodos de al menos 2 años, con evidencias de movimiento por gravedad (grietas, ojivas, morenas medias), y de un área mayor o igual a 0,01 km² (una hectárea). Este tipo de cuerpos glaciares fueron identificado, principalmente, hacia el noroeste dentro del área del proyecto.

8.1.2.3. Glaciares de escombros inactivos (GEI)

Cuerpo de detrito congelado y hielo, con evidencias de movimiento por acción de la gravedad y deformación plástica del permafrost, cuyo origen está relacionado con los procesos criogénicos asociados con suelo permanentemente congelado y con hielo subterráneo o con el hielo proveniente de glaciares descubiertos y cubiertos, y de un área mayor o igual que 0,01 km² (una hectárea). Los glaciares de escombros dependen fuertemente del aporte de detritos, nieve y hielo. Los glaciares de escombros se pueden clasificar por su grado de actividad en activos (GEA), inactivos (GEI) y fósiles (GEF) (Haeberli 1985; Ikeda 2004). Los glaciares de escombros activos presentan frentes abruptos (>35°) con lineamientos de flujo, crestas y surcos longitudinales y transversales bien definidos. Una vez que dejan de moverse se llaman inactivos y aparecen como geoformas colapsadas con menor pendiente en el frente (<35°), también puede aparecer cierta cobertura vegetal. El cuerpo de sedimentos que permanece una vez que el hielo se ha derretido se llama glaciar de escombros fósil (Barsch 1978; Trombotto 2002; Brenning 2005). Esta última categoría no ha sido incluida en el inventario por no tener importancia hidrológica.

En los Andes Centrales existen numerosos casos en los que un sector de hielo cubierto por detritos se transforma gradualmente en un glaciar de escombros. En general es muy difícil identificar y determinar la posición del límite entre el hielo cubierto (ambiente glaciar) y el glaciar de escombros glaciogénico (ambiente periglacial) en base a sensores remotos, en particular si no se cuenta con información adicional proveniente de estudios detallados de campo. Por ello, en las tareas de inventario se ha utilizado una categoría nueva denominada glaciar cubierto con glaciar de escombros que incluye las porciones de hielo cubierto junto con el glaciar de escombros que se desarrolla a sus costados o en su porción terminal.

En el norte y el oeste, dentro del área de estudio se han mapeado varios cuerpos de glaciares cubiertos con glaciares de escombros, algunos con orientación oeste-este, otros con orientación norte-sur.

8.1.2.4. Glaciar cubierto con glaciar de escombros (GCGE)

Sector de hielo cubierto por detritos se transforma gradualmente en un glaciar de escombros. En general es muy difícil identificar y determinar la posición del límite entre el hielo cubierto (ambiente glaciar) y el glaciar de escombros glaciogénico (ambiente periglacial) en base a sensores remotos, en particular si no se cuenta con información adicional proveniente de estudios detallados de campo.

8.1.2.5. Manchón de nieve permanente o glaciarete (MN)

Son pequeñas masas de nieve y hielo de forma indefinida. Se localizan generalmente en depresiones, lechos de ríos y pendientes protegidas. En general se desarrollan a partir de la nieve barrida por el viento, avalanchas y/o varios años de fuertes acumulaciones. Generalmente, no presentan patrones de flujo visibles, y existen al menos por dos años consecutivos. Se han mapeado manchones de nieve, en el norte y el oeste del área de estudio, en las subcuencas Río Grande Norte, Río Grande Sur y Río Atuel.

8.1.3. Presencia de Glaciares en el área de estudio

A continuación, se representa cartográficamente la distribución de los glaciares mapeados en el Inventario Nacional de Glaciares (2019) en el sector de las cuencas que se encuentran dentro del área de estudio. En las tablas a continuación se detalla la cantidad de cuerpos mapeados por tipo de glaciar y la superficie total (en km²) en cada una de las cuencas delimitadas para el análisis y una síntesis de cada tipo de glaciar y el área total.

Tabla 8.1 Superficie cubierta por glaciares en el área de estudio

Tipo de glaciar	Cantidad de cuerpos mapeados	Superficie total (km ²)	Superficie relativa porcentual*
Glaciares descubiertos (GD)	51	28,56	0,14%
Glaciares cubiertos (GC)	30	2,90	0,01%
Glaciares cubiertos con glaciar de escombros (GCGE)	25	12,83	0,06%
Glaciares de escombros activos (GEA)	260	16,78	0,08%
Glaciares de escombros inactivos (GEI)	201	7,47	0,04%
Manchones de nieve permanentes o glaciaretes (MN)	68	2,19	0,01%
Total	635	70,73	0,34%

*Porcentaje cubierto por tipo de glaciar del área total de estudio de MDMO (20.229 km²)

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

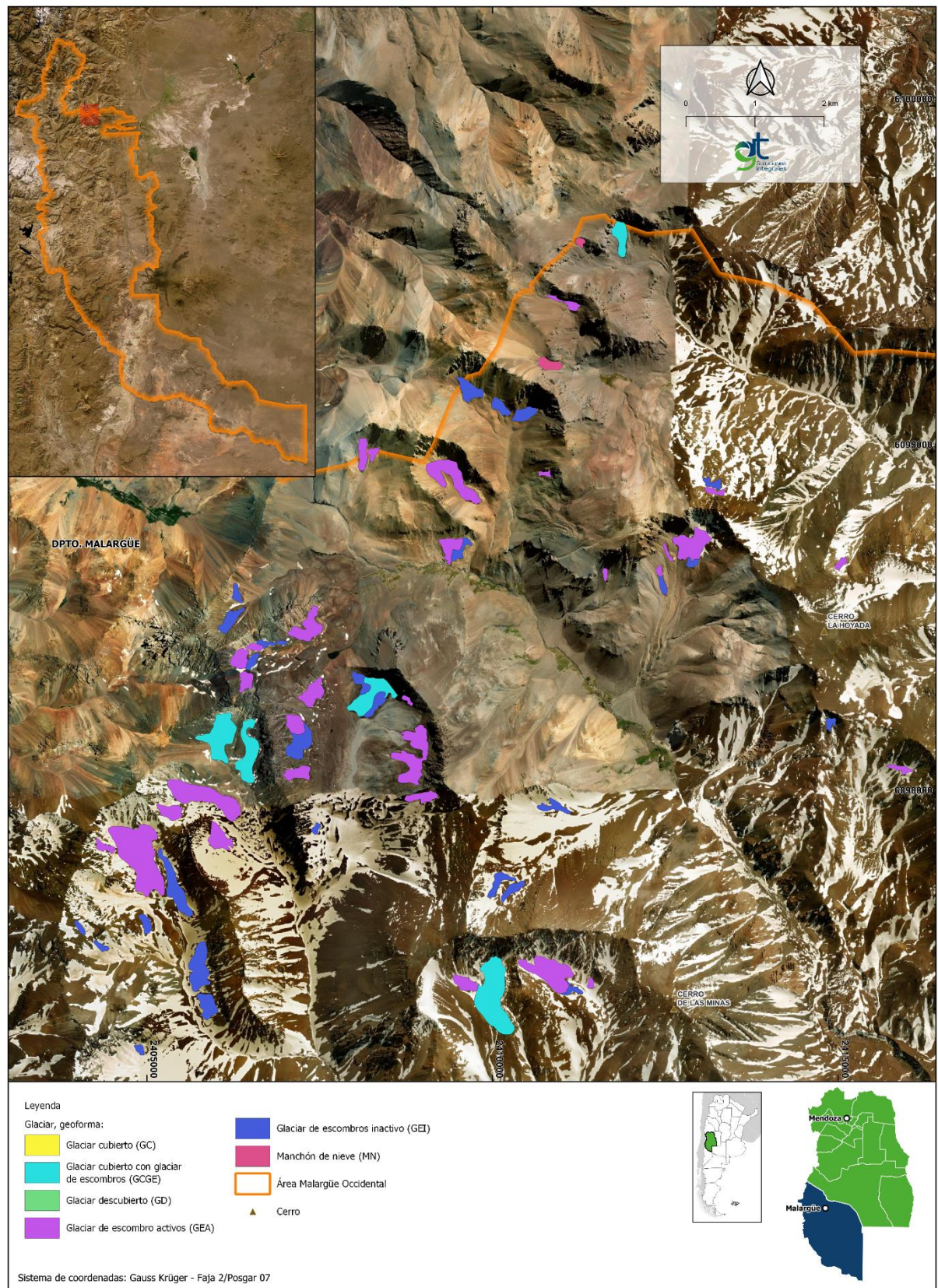
Tabla 8.2 Superficie cubierta por glaciares en cada Cuenca comprendida en el área de estudio

Tipo de glaciar	Cantidad de cuerpos mapeados	Superficie total (km ²)
Sector de la Cuenca de la Laguna Llancanelo		
Glaciares descubiertos (GD)	1	0,08
Glaciares cubiertos (GC)	0	0
Glaciares cubiertos con glaciar de escombros (GCGE)	9	4,01
Glaciares de escombros activos (GEA)	53	4,35
Glaciares de escombros inactivos (GEI)	41	1,87
Manchones de nieve permanentes o glaciaretes (MN)	4	0,09
Total	108	10,4
Sector Norte de la Cuenca del Río Grande		
Glaciares descubiertos (GD)	50	28,46
Glaciares cubiertos (GC)	30	2,9
Glaciares cubiertos con glaciar de escombros (GCGE)	16	8,82
Glaciares de escombros activos (GEA)	201	12,3
Glaciares de escombros inactivos (GEI)	144	5,14
Manchones de nieve permanentes o glaciaretes (MN)	50	1,68
Total	491	59,3
Sector Sur de la Cuenca del Río Grande		

Glaciares descubiertos (GD)	0	0
Glaciares cubiertos (GC)	0	0
Glaciares cubiertos con glaciar de escombros (GCGE)	0	0
Glaciares de escombros activos (GEA)	6	0,12
Glaciares de escombros inactivos (GEI)	16	0,46
Manchones de nieve permanentes o glaciaretes (MN)	14	0,42
Total	36	1

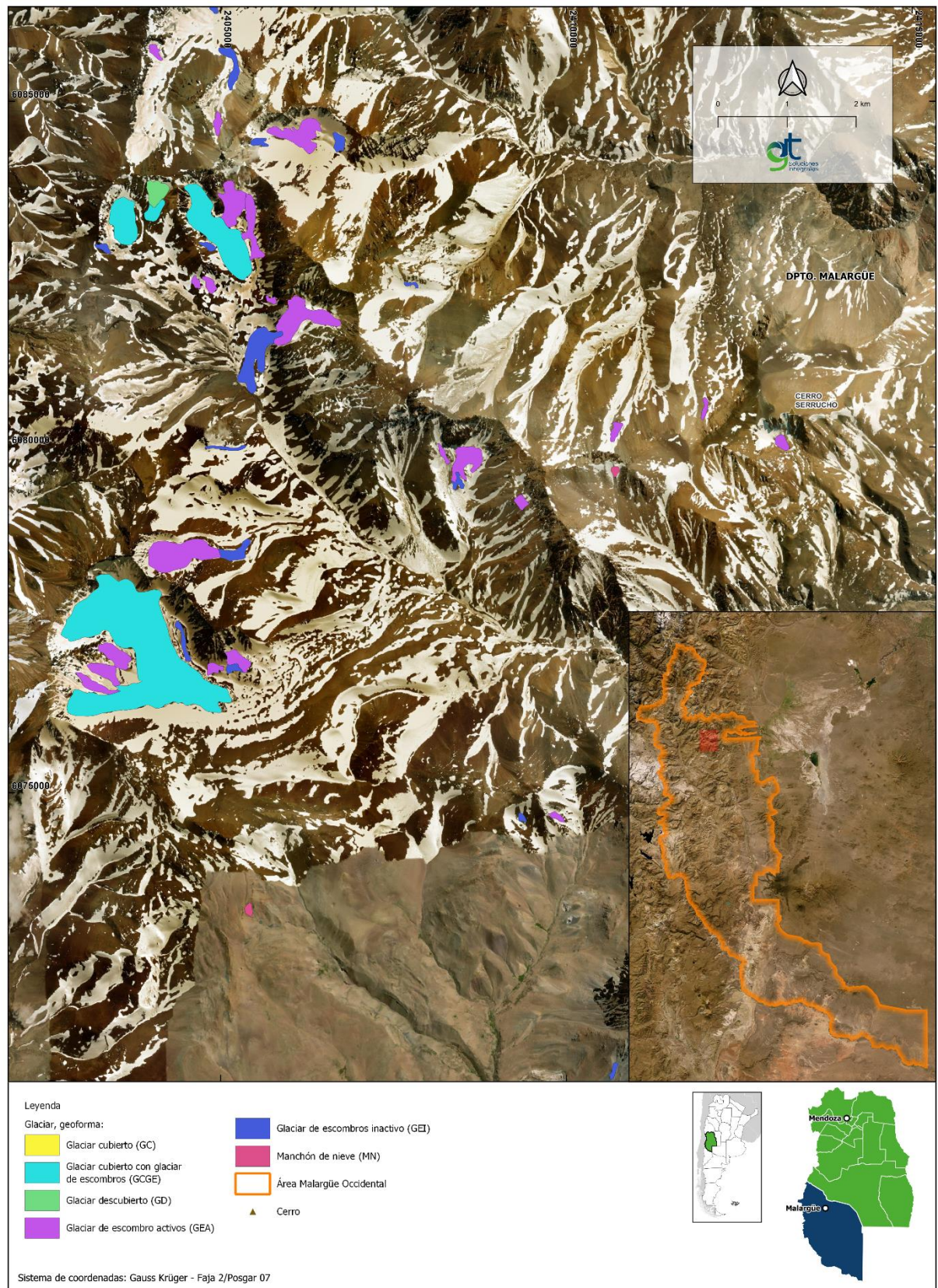
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.2 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector oriental de la Cuenca de la Laguna Llanquanelo



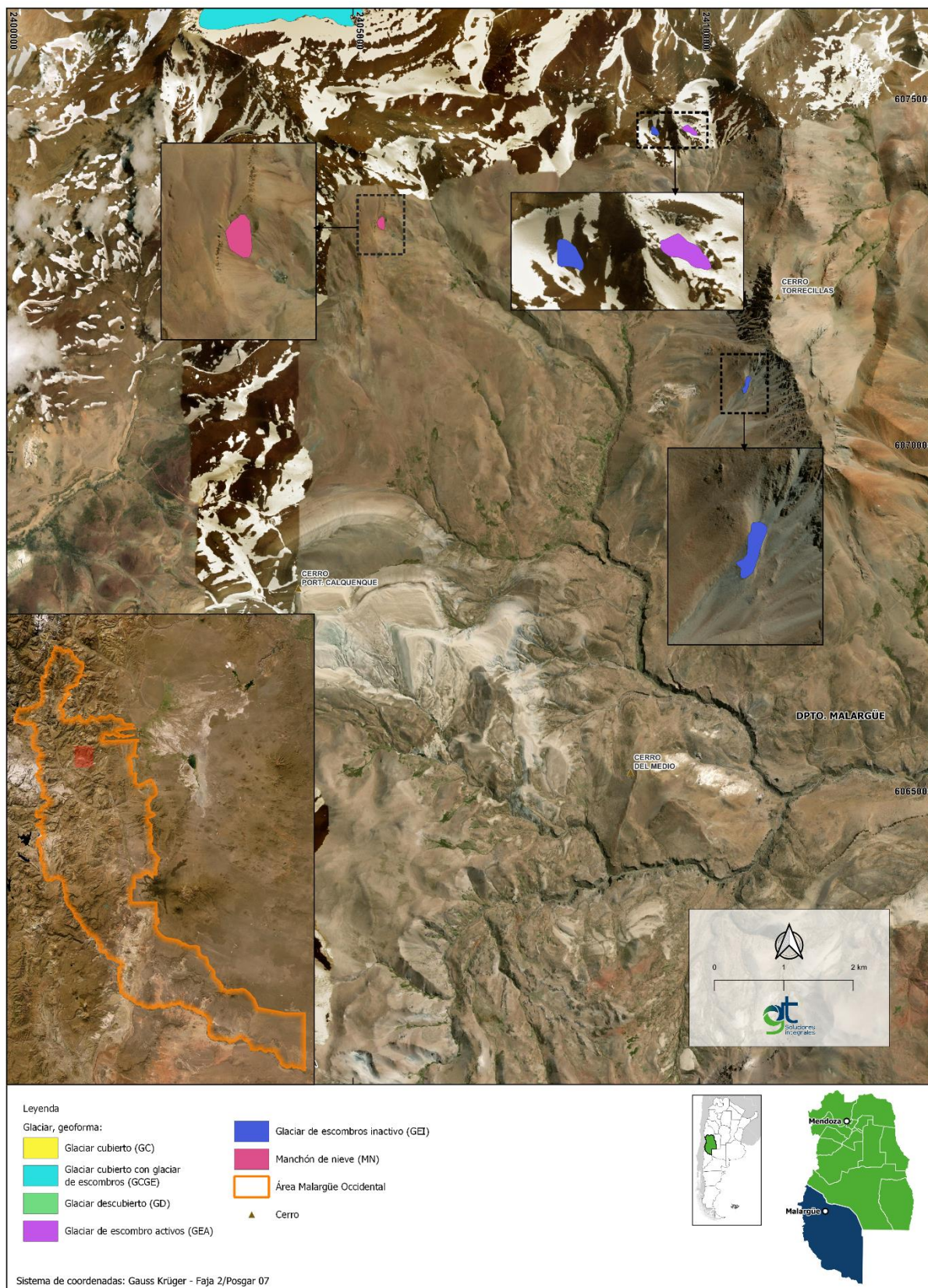
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.3 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector suroriental de la Cuenca de la Laguna Llanquanelo



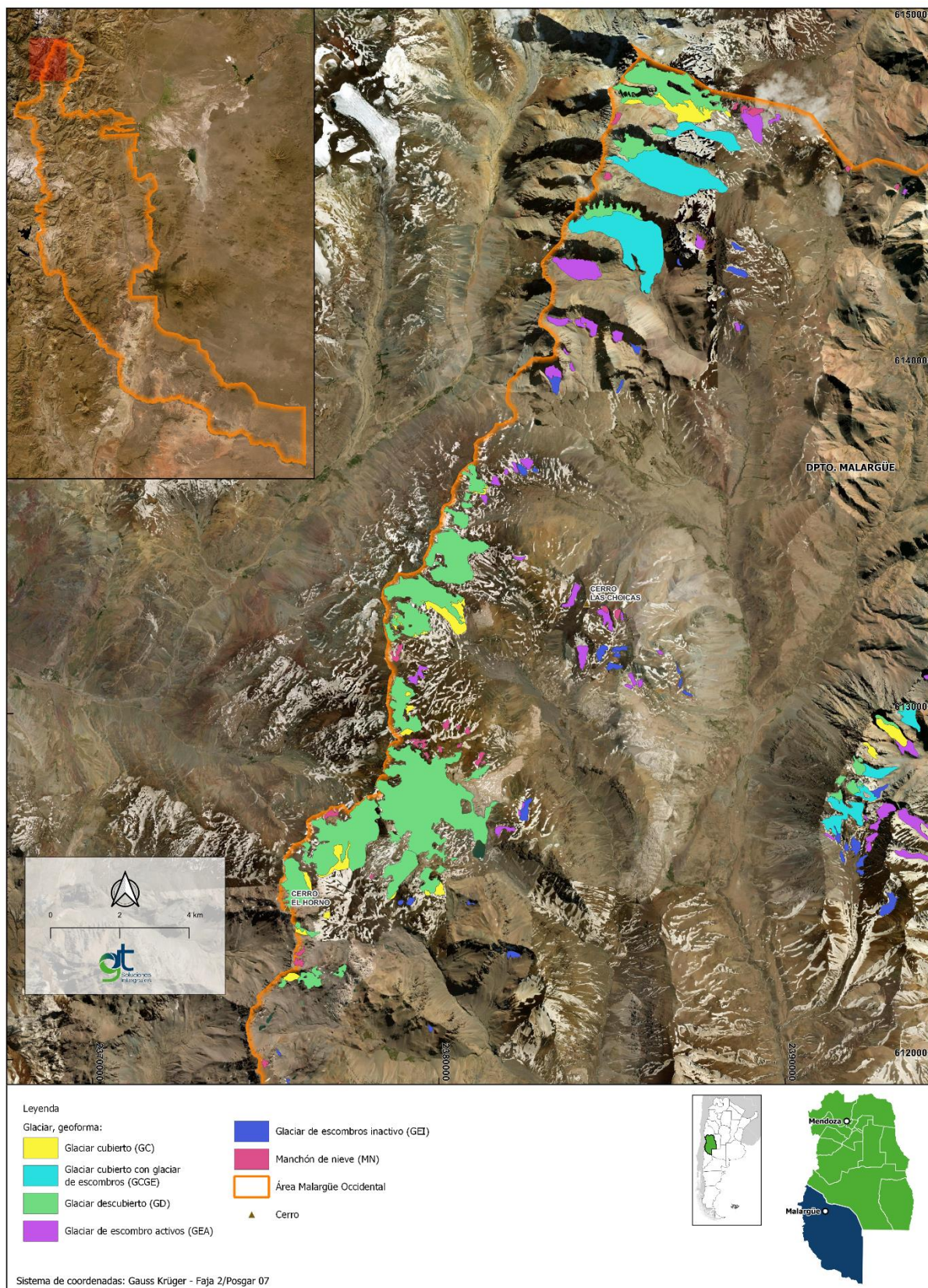
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.4 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector sur de la Cuenca de la Laguna Llanquanelo



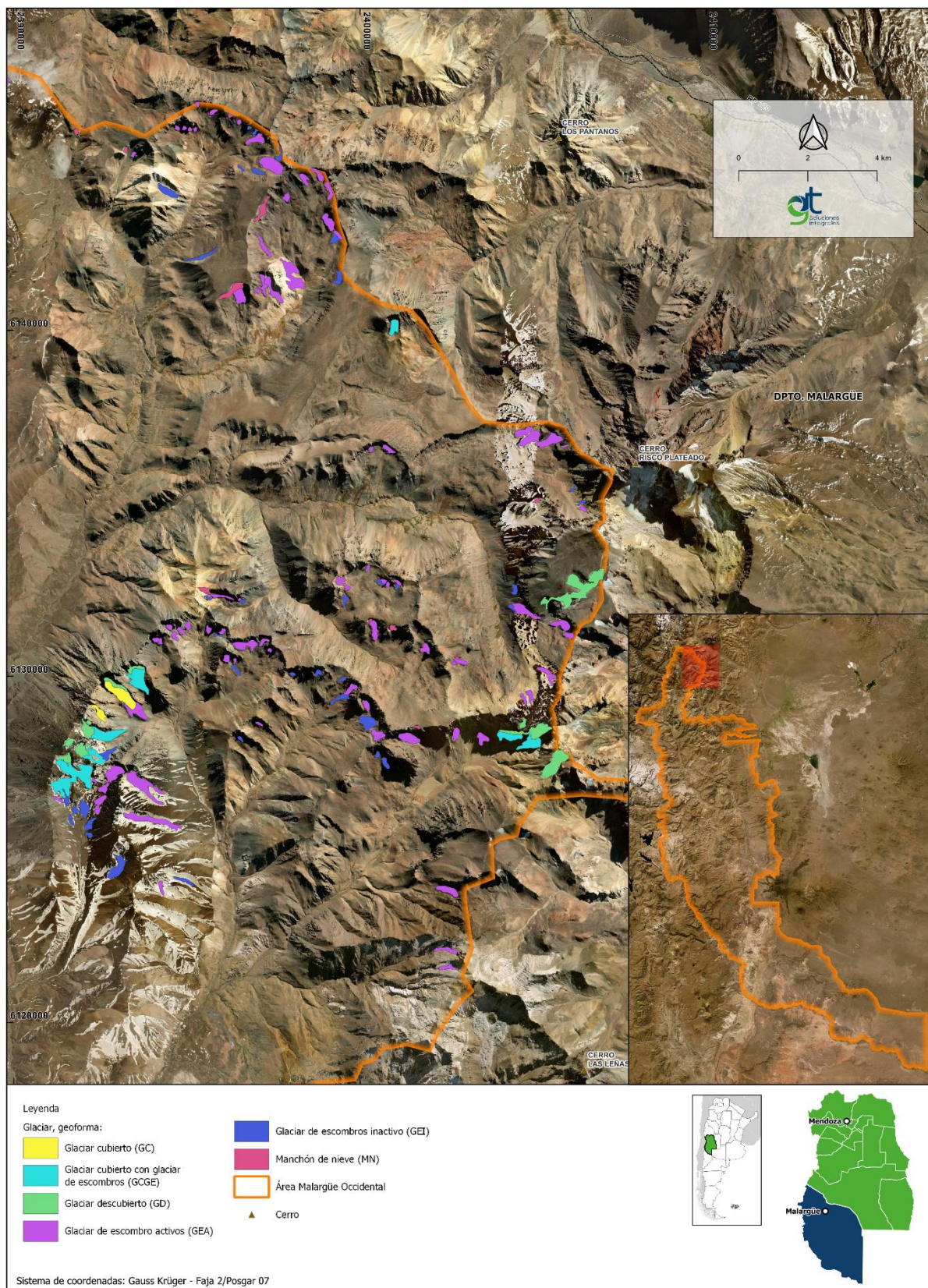
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.5 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 1



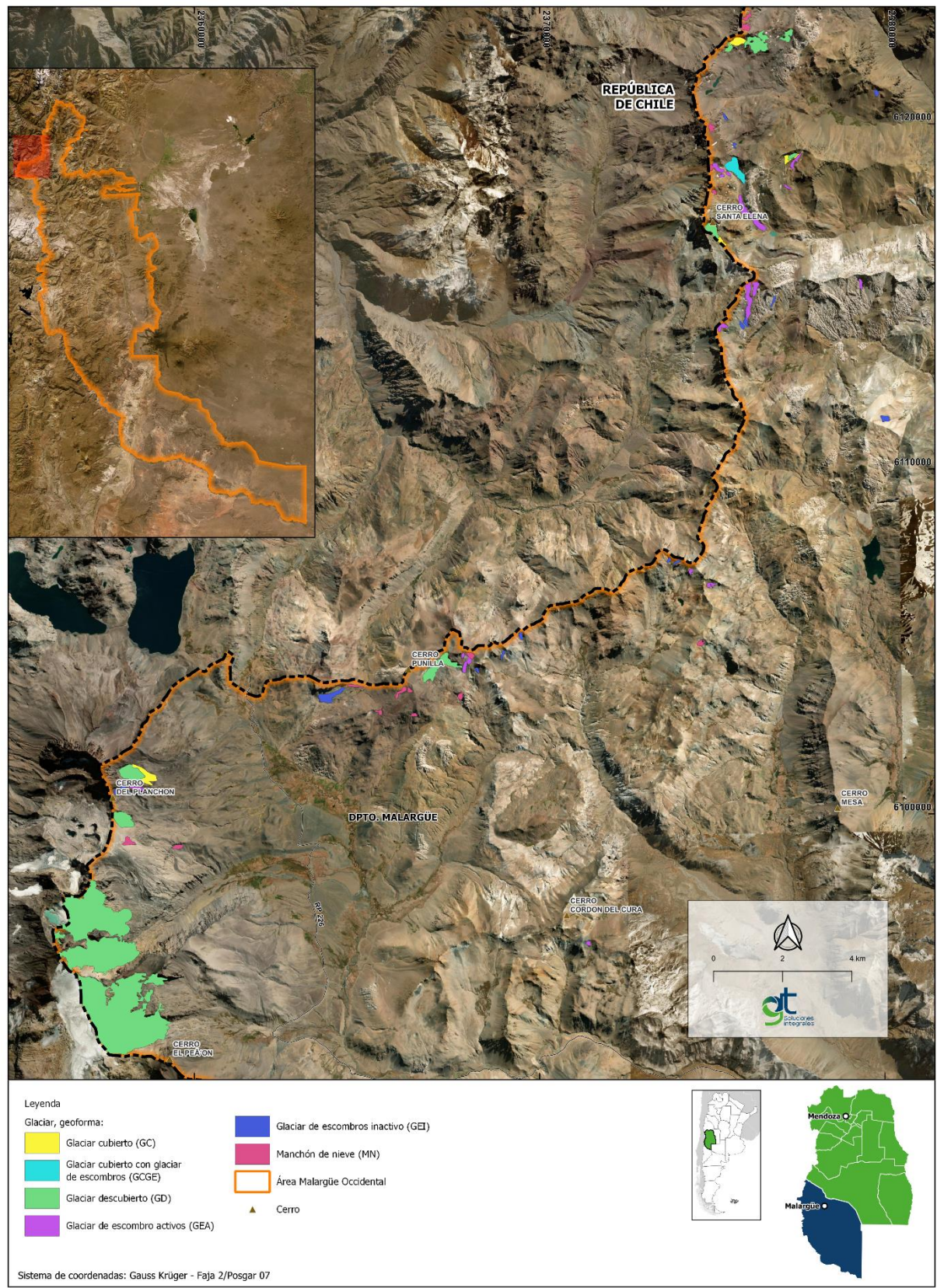
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.6 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 2



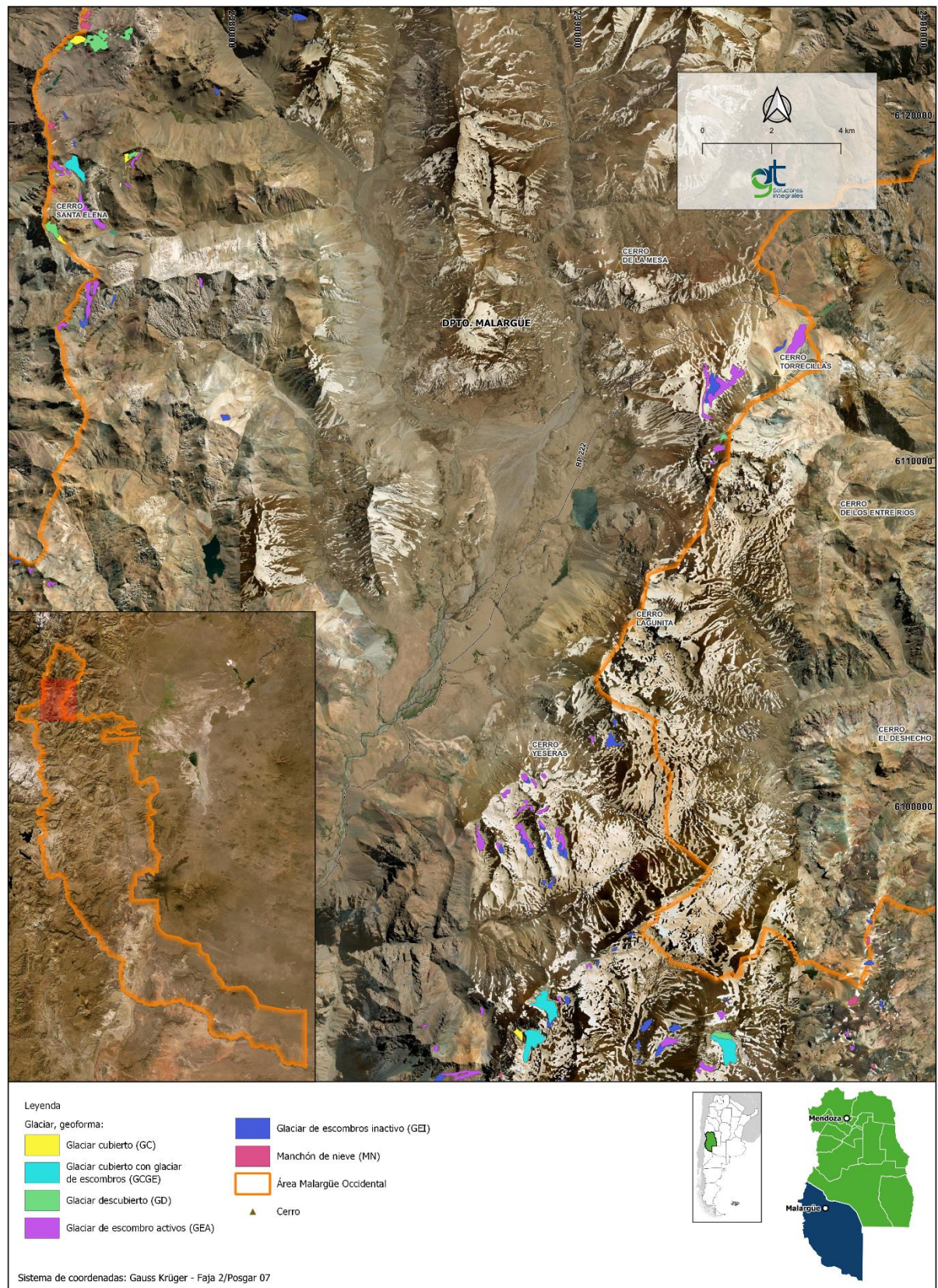
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.7 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 3



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.8 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 4



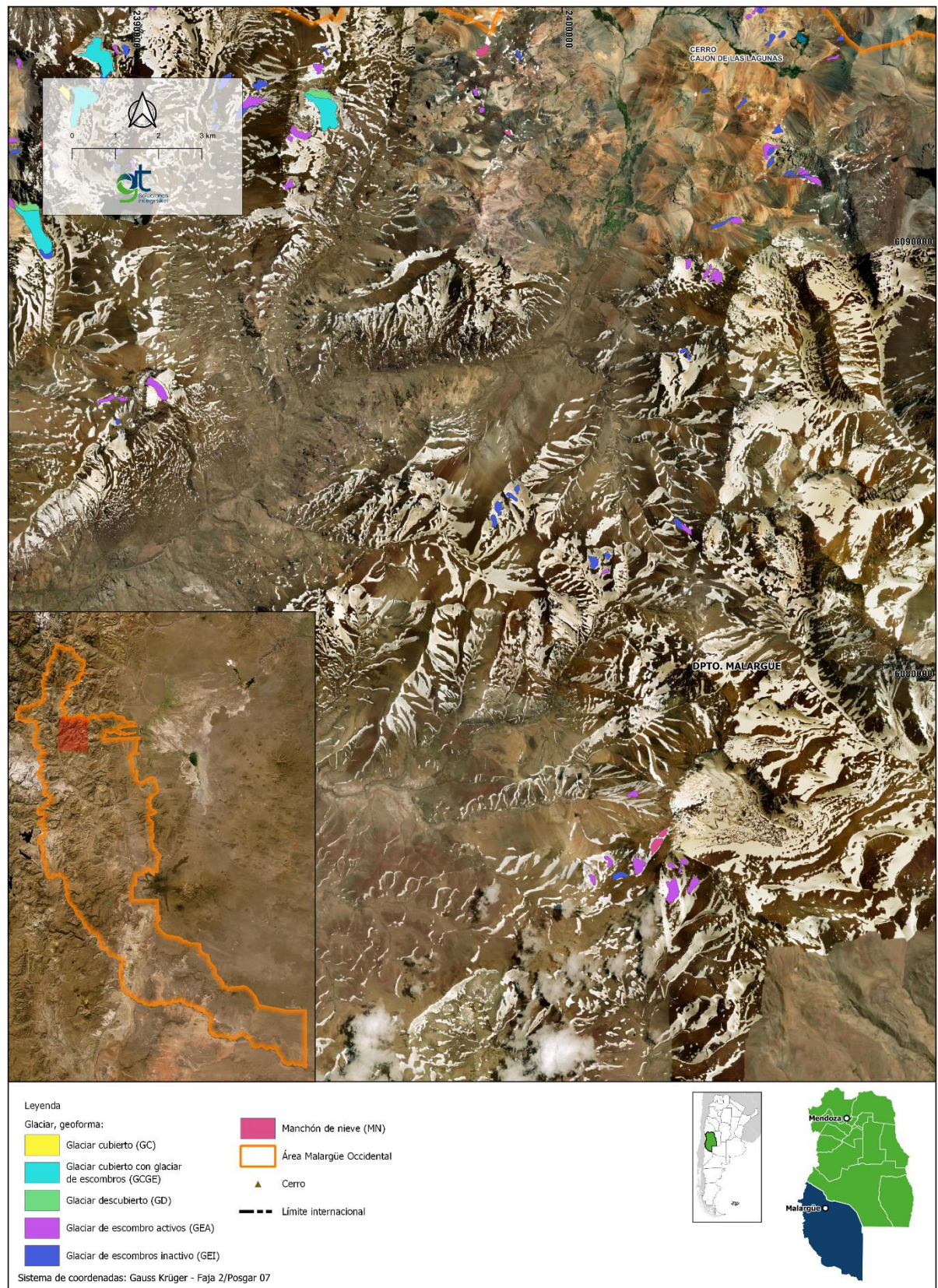
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.9 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 5



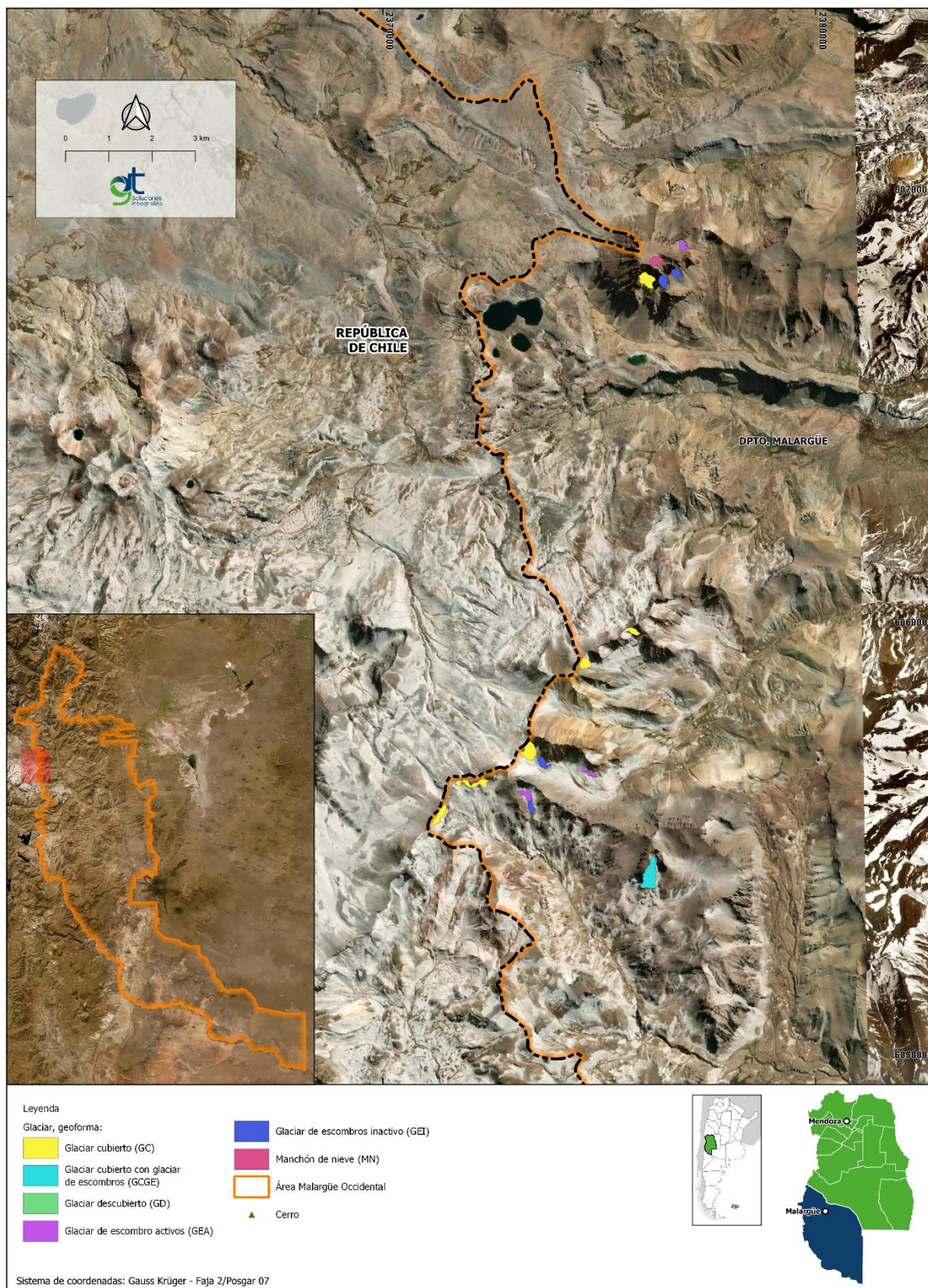
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.10 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 6



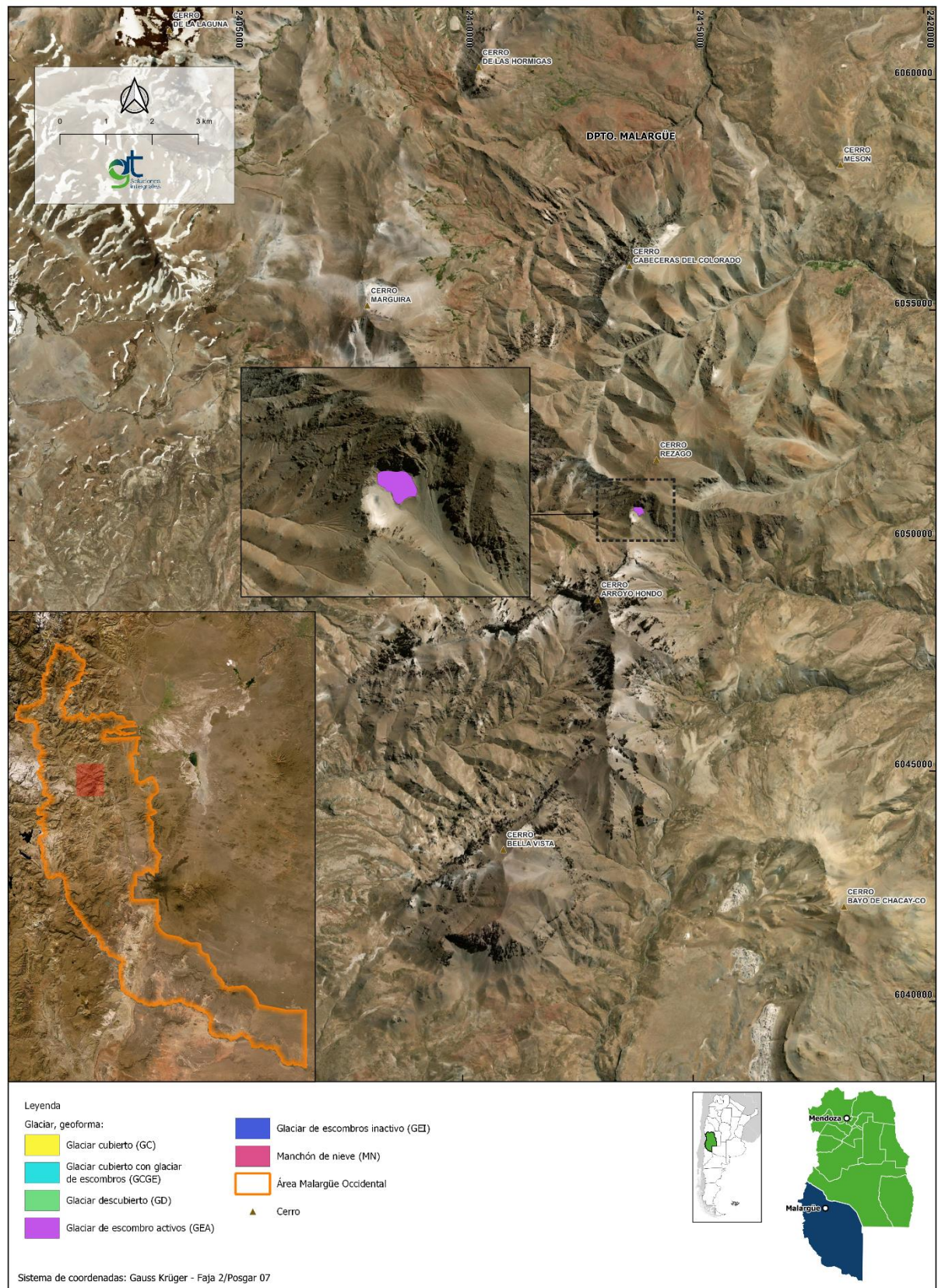
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.11 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Norte de la Cuenca del Río Grande – Detalle 7



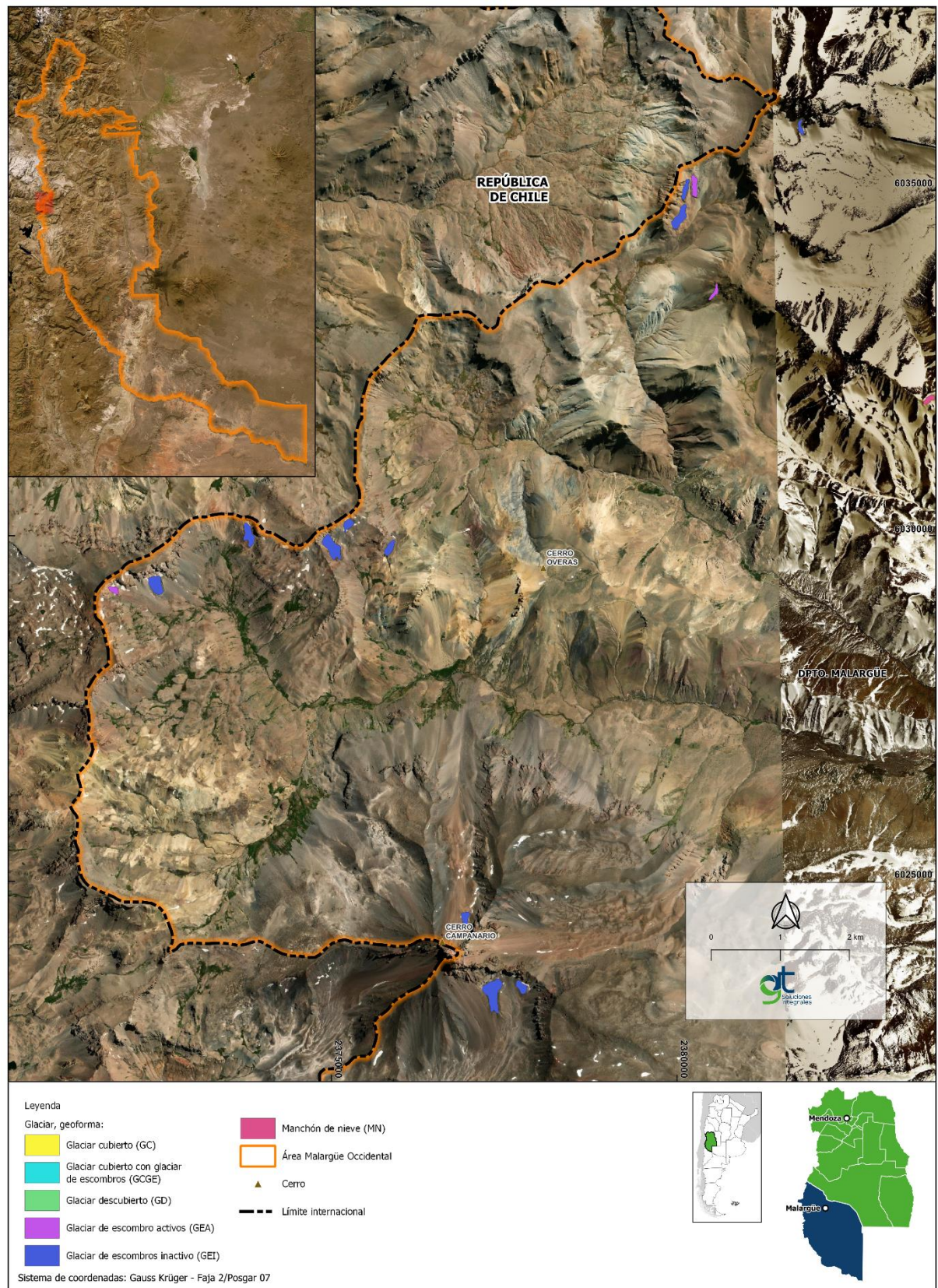
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.12 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 1



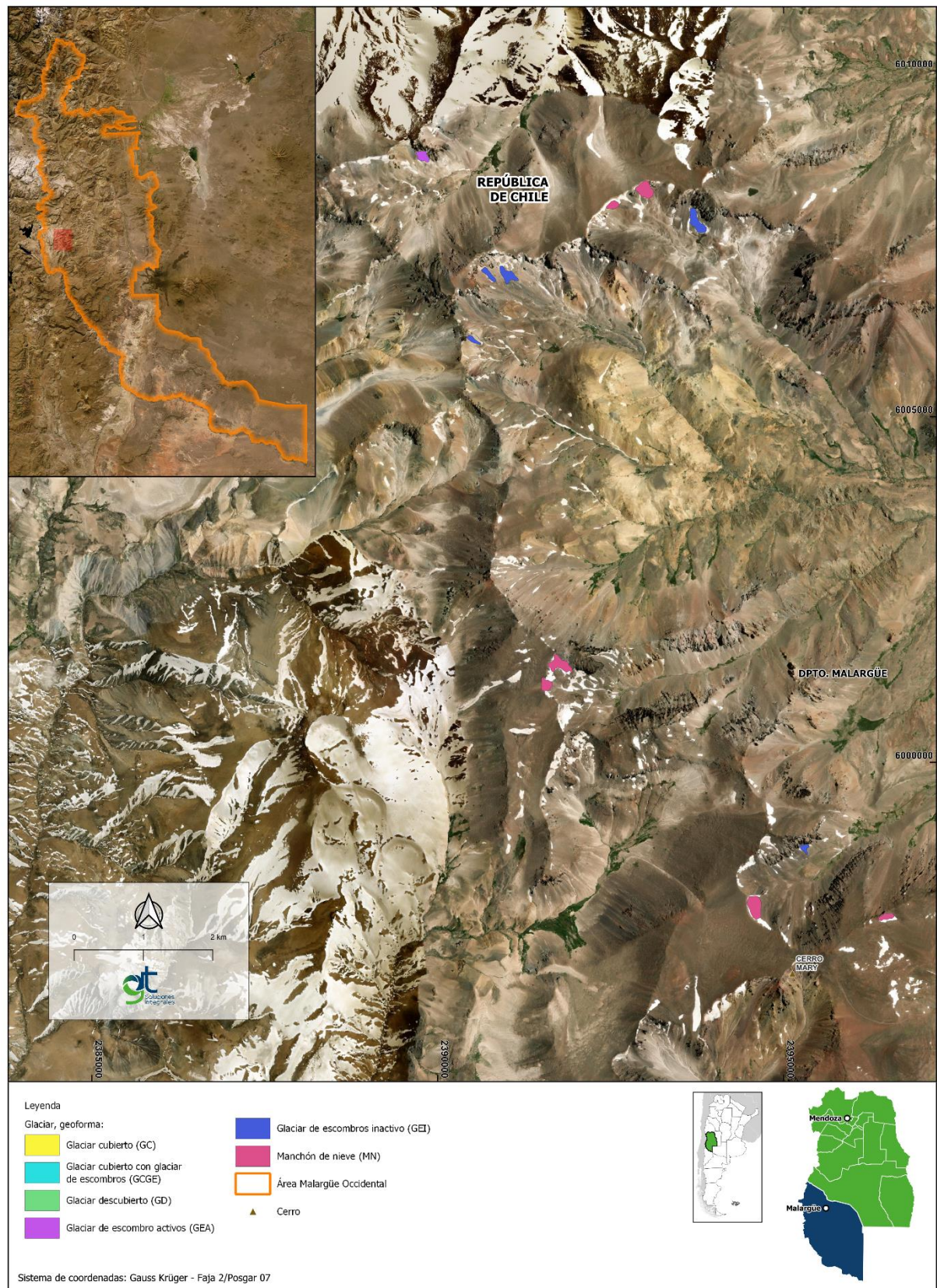
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.13 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 2



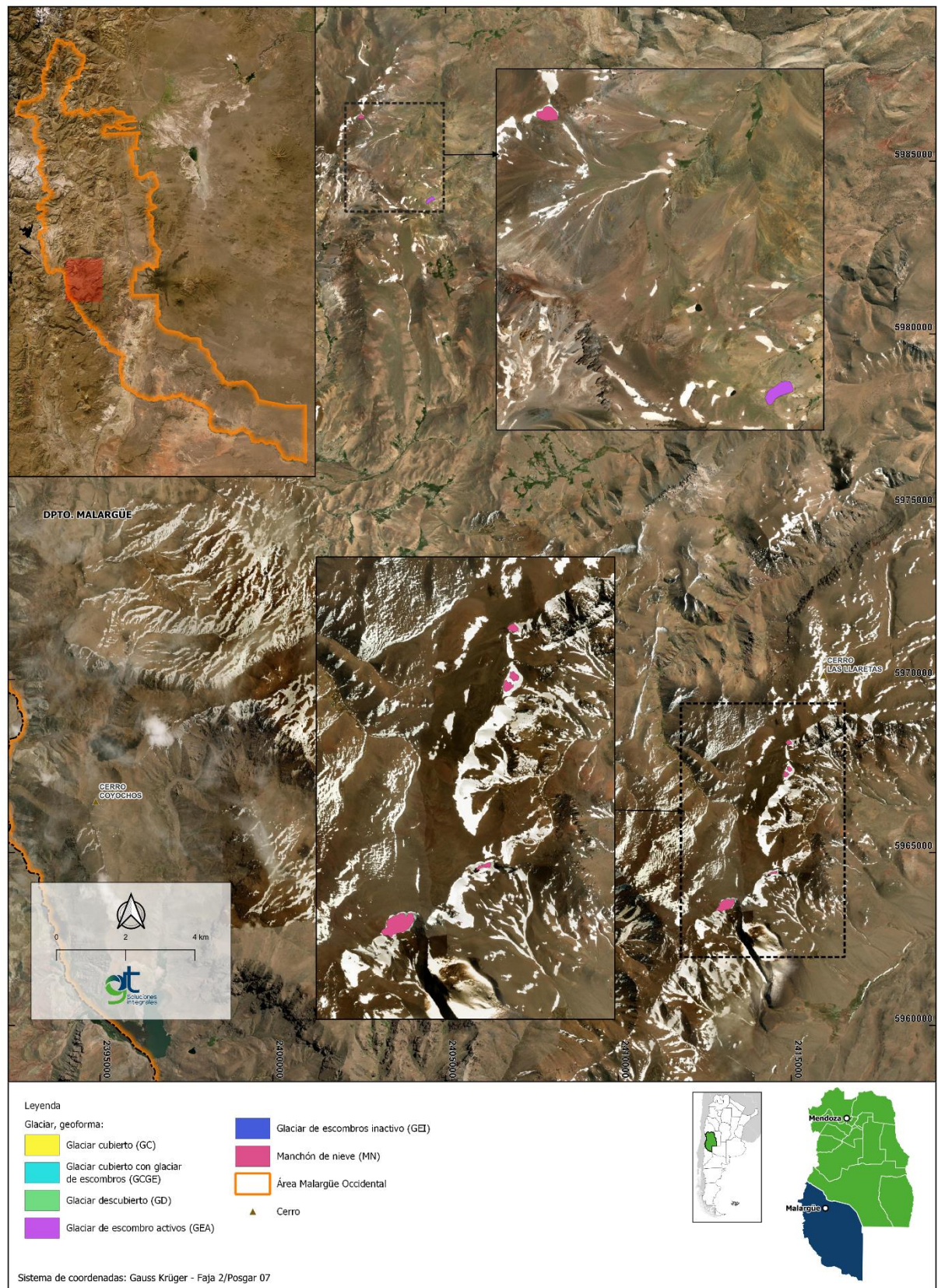
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.14 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 3



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

Mapa 8.15 Cuerpos glaciares en el área de estudio Sector Sur de la Cuenca del Río Grande – Detalle 4



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional de Glaciares, 2024

8.2. Ambiente Periglacial

Según el Dictamen Sectorial realizado para el Expediente “EXP-2024-03259557-GDEMZA-MINERÍA. Proyecto El Seguro y Otros (MDMO)”, el ambiente periglacial es un sector caracterizado por el dominio de los ciclos de congelamiento y descongelamiento del suelo, o congelamiento permanente, que da origen a un paisaje característico, y que en el Inventario Nacional de Glaciares (ING) se encuentra representado por los glaciares de escombros. De acuerdo al ING, en el área delimitada correspondiente al MDMO, se han identificado glaciares de escombros a partir de los 2.629 m s.n.m. (límite inferior). Por encima de esta cota existen rasgos característicos del ambiente periglacial incluso cuando no se haya identificado glaciares de escombros en las proximidades. Asimismo, el ambiente periglacial también puede extenderse a zonas más bajas que el límite inferior de los glaciares de escombros, en donde el dominio de ciclos de congelamiento y descongelamiento del suelo da origen a características específicas del paisaje. En las zonas altas en este ambiente, las temperaturas del suelo se ubican por debajo de 0° C todo el año, siendo afectados el suelo o las rocas por congelamientos permanentes (permafrost). En estos lugares, los glaciares de escombros existentes presentan una morfología específica derivada de la importante presencia de hielo.

Según Taillant (2012), El ambiente periglacial generalmente se ubica en una franja definida por características geográficas y de topografía, y por temperatura, ubicada entre la zona glaciaria y el límite del bosque (tiene que ver con la presencia de vegetación en el ambiente).

Donde hay altas montañas que superan los 3.000 – 4.000 metros de altura, es muy probable que la misma tierra conserve hielo por debajo de la superficie. El derretimiento paulatino de ese hielo, sobre todo a las elevaciones más bajas de las franjas congeladas, cuando sube el calor en el verano, es justamente la fuente de aporte de agua a las cuencas que vemos en las latitudes más bajas.

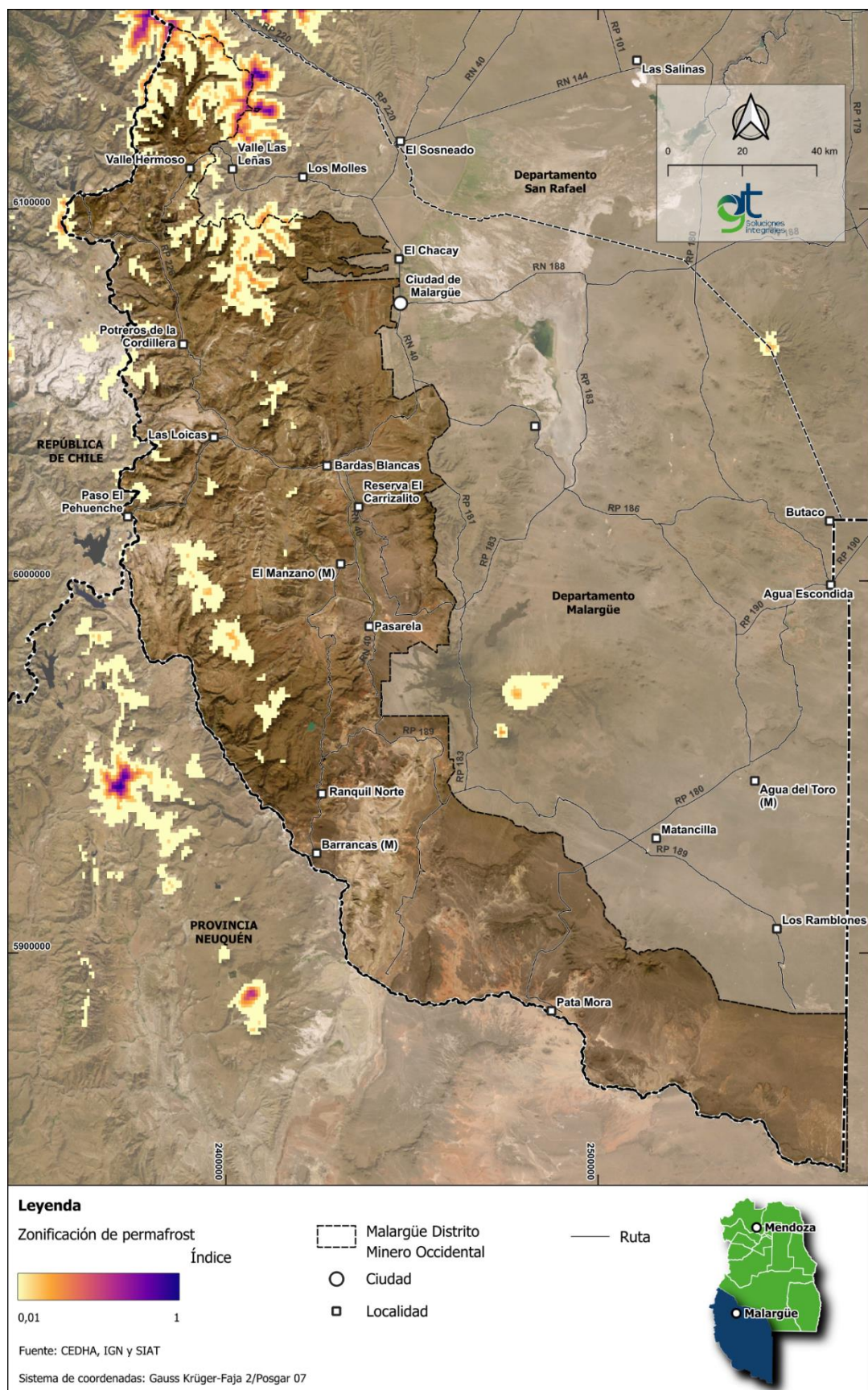
Según Corte (1983 p. 157-158) la presencia de los suelos congelados en el territorio argentino se divide en 6 zonas, donde la provincia de Mendoza se encuentra en la zona 5, encontrándose estos ambientes entre los 3.200 m hasta los 4.800 m. La capa de congelamiento y descongelamiento regular es de 3.200 m a 2.400 m y, por debajo de los 2.400 m puede hacer procesos de congelamiento y descongelamiento irregular.

8.2.1. Mapeo de permafrost

La Universidad de Zurich, Suiza, ha desarrollado con información científica y modelos que procesan data existente sobre elevación y temperaturas de aire en todo el mundo, determinan la probabilidad de presencia de suelos congelados sobre cualquier territorio del planeta representado mediante un índice de escala 0 a 1.

En el siguiente Mapa, se visualiza las áreas de probabilidad de permafrost en el área de MDMO, donde las áreas violetas corresponden a zonas de alta probabilidad o “permafrost en casi todas las condiciones” y las áreas amarillas que representan las zonas con baja probabilidad o “permafrost solo en condiciones muy favorables”.

Mapa 8.16 Probabilidad de presencia de permafrost en el área de MDMO.



Fuente: GT Ingeniería, 2024 en base a los datos disponibles de la Universidad de Zurich (2012)

9. Clima

En el siguiente apartado se analiza el comportamiento de variables climatológicas tales como temperaturas, humedad, intensidad y dirección de los vientos. También se analiza el comportamiento de los principales fenómenos meteorológicos que se registran en la zona. Por último, se obtiene la clasificación climática del área en cuestión según métodos internacionales, y se analiza las condiciones bioclimáticas del área.

9.1. Contexto climático

El contexto climático está dado fundamentalmente por las variaciones de la temperatura y la precipitación, (elementos meteorológicos fácilmente disponibles), las variaciones estacionales y sus efectos sobre la vegetación natural. Se caracteriza por identificar a las diferentes regiones climáticas mediante combinaciones de letras que responden a iniciales de palabras derivadas del idioma alemán.

El área de la provincia de Mendoza, está caracterizado por contener un clima seco, en este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima característico de las estepas y el desierto.

Según Benitez (2017), para determinar un clima seco, obtenemos un umbral de precipitación en mm. Para calcularlo, se multiplica la temperatura media anual por 20, a lo que al resultado se le suma 280 si el 70% o más de la precipitación cae en el semestre en que el sol está más alto (de abril a septiembre en el hemisferio norte, de octubre a marzo en el hemisferio sur), o 140 si la precipitación que cae en ese periodo está entre el 30% y el 70% del total, o 0 si en ese periodo cae menos del 30% de la precipitación total.

Según la clasificación de Koppen, en el área de MDMO se definen dos grupos que son determinados con la letra primera letra B (seco) o E (polares), mientras que la segunda letra corresponde al grado de aridez.

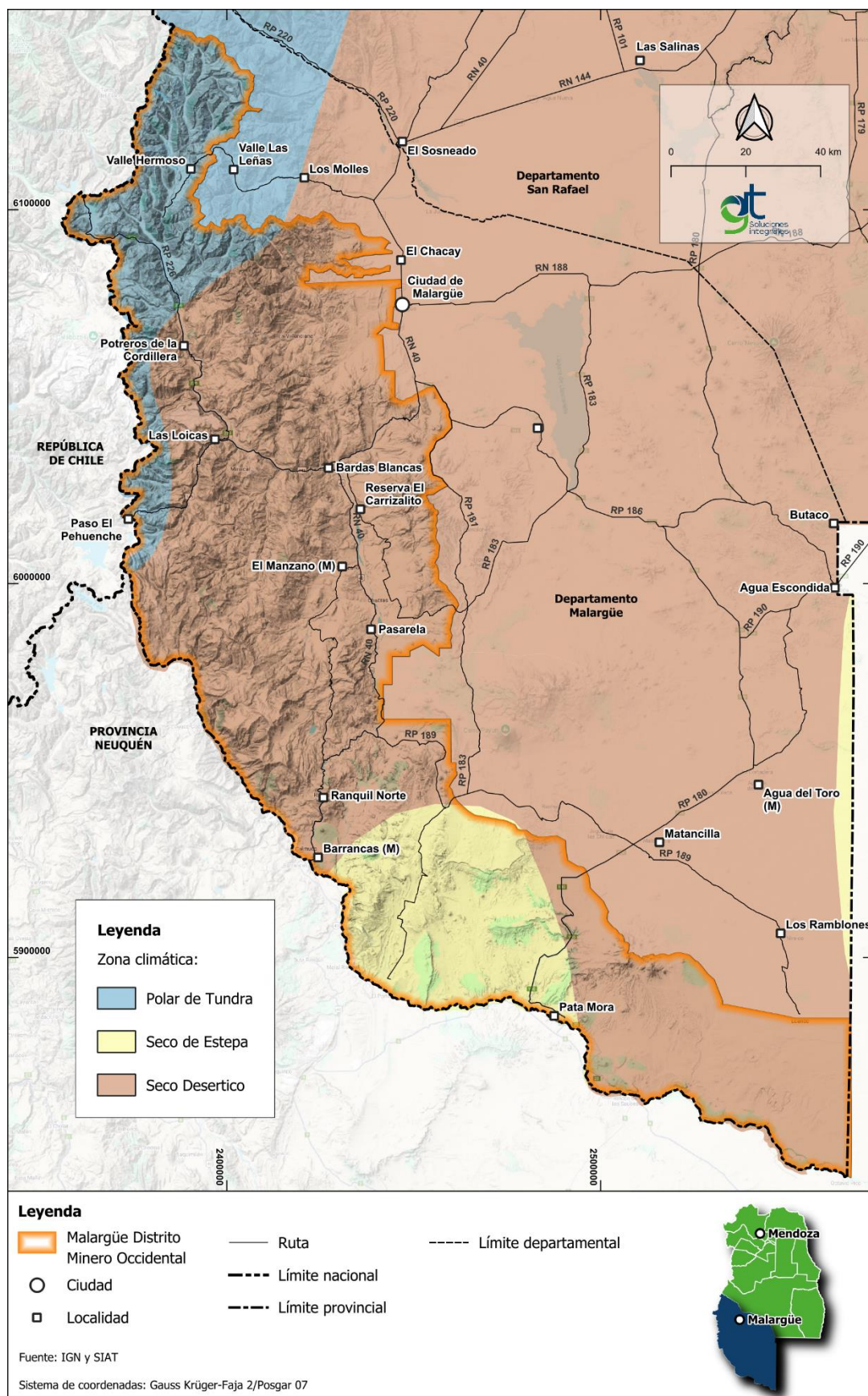
En el área de MDMO presenta tres zonas climáticas:

- Polar de Tundra (Et): La temperatura media del mes más cálido está entre 0°C y 10°C.
- Seco de Estepa (Bs): La precipitación total anual es menor que ese umbral, pero superior a la mitad de ese umbral. Este clima también llamado en algunas regiones mediterráneo seco, ya que muchas veces se da en zonas de transición entre un clima mediterráneo y un clima desértico.
- Seco Desértico (Bw): La precipitación total anual es menor a la mitad de ese umbral.

El límite entre el clima seco estepario y el desértico está determinado por una relación entre la precipitación (en cm) y la temperatura (en °C) dada por las rectas $r = t$ y $r = t + 14$, donde r es la cantidad de precipitación anual y t es la temperatura media anual. El límite entre el clima de tundra Et y el de polar helado Ef está dado por la isoterma de 0°C correspondiente a la temperatura media del mes de enero. El clima Et se caracteriza por no tener árboles, pero sí algunos arbustos al menos en verano. El Ef tiene ausencia absoluta de vegetación.

En el mapa a continuación se presentan las tres zonas climáticas según la clasificación de Köppen. Se observa que la mayor parte del área de Proyecto presenta clima Seco Desértico.

Mapa 9.1 Zonas climáticas (clasificación Koppen) para el área de MDMO.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

9.2. Análisis de la estación meteorológica Malargüe Aero

Para el desarrollo del presente apartado, se consultó la información del Servicio Meteorológico Nacional para la estación meteorológica de Malargüe, considerando los registros disponibles para el período comprendido entre los años 1993-2023 para las variables presión, precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. Esta estación, representa la estación más próxima al área de estudio.

9.2.1. Metodología

A continuación, se presentan las variables analizadas y las medidas estadísticas calculadas.

Tabla 9.1 Resumen de periodos, variables y medidas estadísticas consideradas

Variables meteorológicas	Características	
	Periodo considerado	Frecuencia de medición
Temperatura media, máxima absoluta y mínima absoluta mensual y anuales	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min
Presión atmosférica media mensual y anual	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min
Humedad relativa media, máxima y mínima mensual y anual	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min
Rosa de los vientos anual y estacional	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min
Velocidad media anual y mensual	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min
Precipitación acumulada media mensual por año	01/01/1993 a 31/05/2023	60 min

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023

Los datos fueron procesados y graficados a efectos de ser analizados tanto individualmente como en conjunto a fin de identificar tendencias. El procesamiento de datos y la confección de la totalidad de los gráficos se realizó con el software Excel y Grapher.

9.2.2. Resultados

9.2.2.1. Vientos: velocidad y dirección del viento

La mayor velocidad del viento registrada en la estación corresponde al mes de julio de 2001, con un valor de 96 km/h, representando la máxima absoluta del período. Se observa que las mayores velocidades de viento se presentan durante la temporada de invierno, sin embargo, durante todo el año no hay diferencias significativas. La velocidad promedio del viento para todo el período fue de 9,36 km/h.

En la siguiente tabla se muestran los valores resumen para la variable analizada. Las velocidades mínimas absolutas no se registraron en la gráfica ya que en todos los casos la misma es igual a 0 km/h.

9.3. Coberturas de nieve en las cuencas Río Colorado y Río Malargüe

Se realizó un análisis de la cobertura de nieve de las cuencas del Río Colorado y cuenca del Río Malargüe. Esta información fue tomada de la página del IANIGLA (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales) institución perteneciente al CONICET. Los datos e información se consultaron del Observatorio de nieve de los Andes Argentina y Chile (<https://observatorioandino.com/nieve/>) que presenta información del periodo 2000 a 2024.

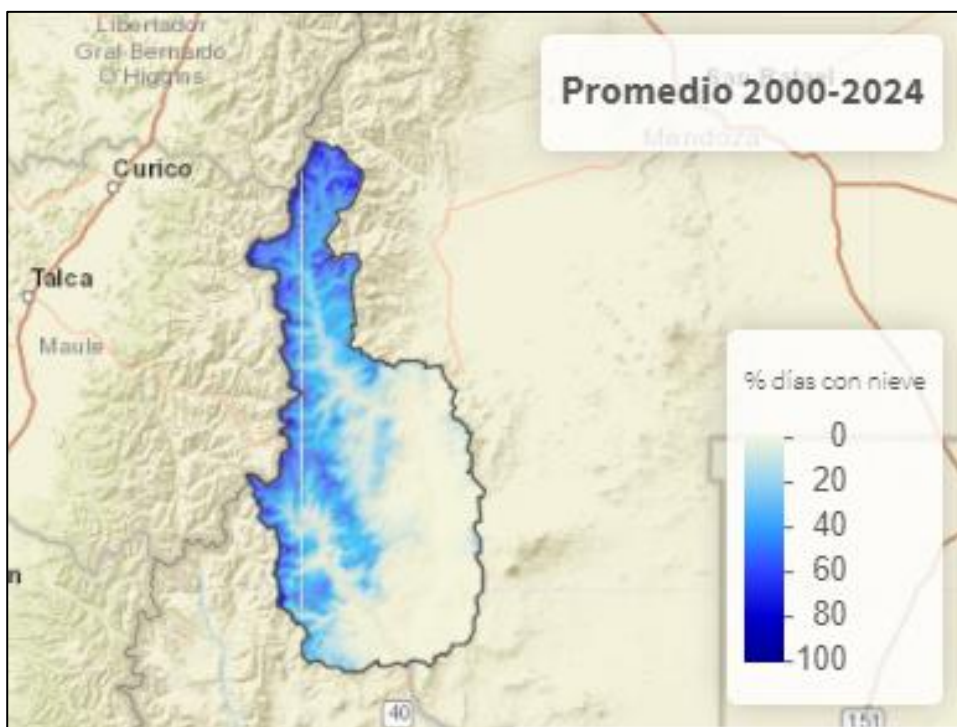
Esta plataforma permite visualizar la cobertura de nieve en las principales cuencas hídricas de los Andes subtropicales de Argentina y Chile (27°-37°S) desde el año 2000 en adelante. La información de base proviene de imágenes satelitales MODIS de 500 metros de resolución espacial, obtenidas del sitio NSIDC. La plataforma fue desarrollada por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias

Ambientales (IANIGLA-CONICET) con el apoyo del Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR)² de Chile.

9.3.1. Río Colorado

En la figura a continuación se presenta el porcentaje promedio de días con nieve para el período 2000-2024. La escala de colores muestra la proporción de días con nieve en cada área: los tonos blancos / claros corresponde a las zonas con menor cantidad de días nevados (0-20%), ubicadas principalmente en áreas de baja altitud. En contraste, a medida que se incrementa la altitud en dirección Oeste, el porcentaje de días con nieve aumenta gradualmente.

Figura 9.1 Porcentaje de días con nieve en la Cuenca del Río Colorado



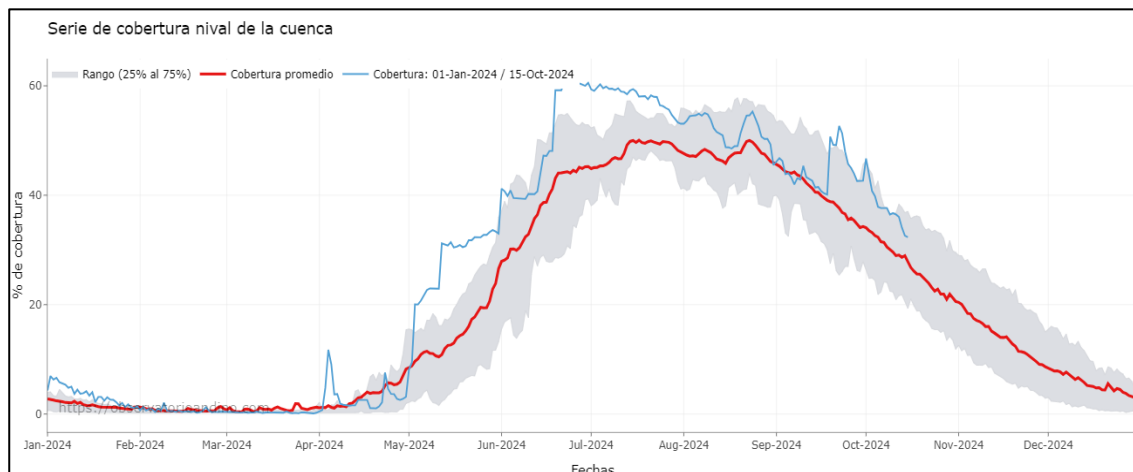
Fuente: IANIGLA, 2024

En el gráfico siguiente (Gráfico 9.1) se muestra la cobertura nival anual de la cuenca para el año 2024. Se observa que los primeros meses del año (de enero a marzo), la cobertura de nieve es baja, tanto en 2024 como en el promedio de otros años. A partir de mayo, la cobertura de nieve comienza a incrementarse y superando el promedio desde entonces hasta octubre.

A su vez, los meses con mayor cobertura nival se observan entre julio y septiembre, donde la curva azul alcanza su punto máximo, indicando que el año 2024 ha tenido una mayor cantidad de nieve que el promedio, en esos meses.

Por otro lado, al comparar la superficie cubierta por nieve en promedio (2.967,7 km²) con la registrada en 2024 (3.666 km²), se evidencia que este año presenta una superficie nevada superior al promedio histórico.

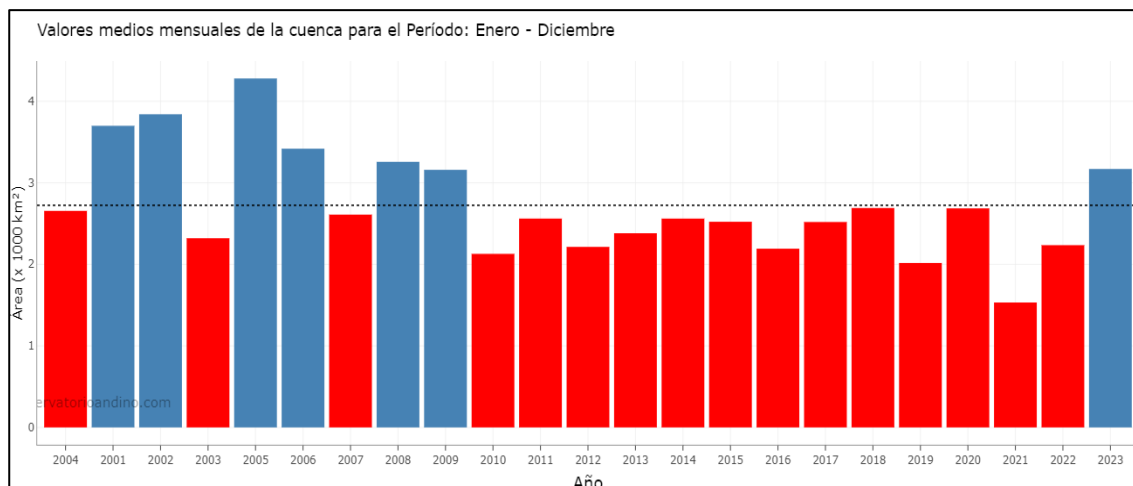
Gráfica 9.1 Coberuras de nieve en la cuenca del Río Colorado



Fuente: IANIGLA, 2024

El Gráfico 9.2 muestra la superficie cubierta de nieve promedio anual. La línea punteada corresponde a la superficie promedio, se observa que los años 2001, 2002, 2005, 2006, 2008, 2009 y 2023 corresponden a los años con superficie acumulada de nieve por encima del promedio siendo el 2005 el mayor con un valor de 4.279,8 km², en contraste con el año 2021, el cual presentó la menor superficie acumulada con un valor de 1.532 km².

Gráfica 9.2 Valores medios mensuales de la cuenca del Río Colorado

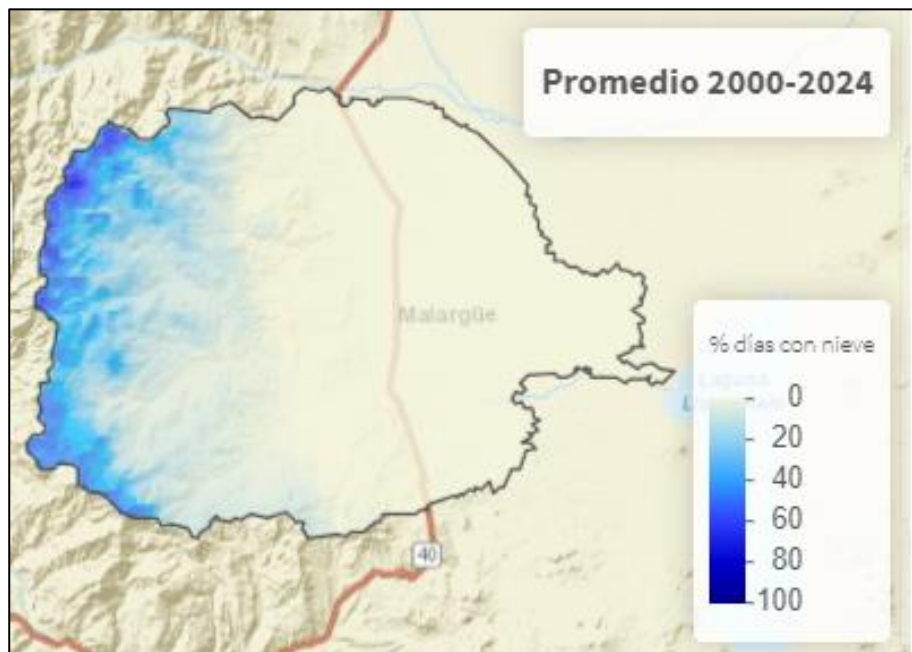


Fuente: IANIGLA, 2024

9.3.2. Río Malargüe

La figura siguiente ilustra el porcentaje promedio de días con nieve durante el período 2000-2024. La escala de colores representa la proporción de días con cobertura de nieve: los tonos blancos y claros, indica las áreas con menor cantidad de días con nieve (0-20%), que se encuentran principalmente en zonas de baja altitud, sobre el Este de la cuenca. Por el contrario, al aumentar la altitud, se observa un incremento significativo en el porcentaje de días con nieve.

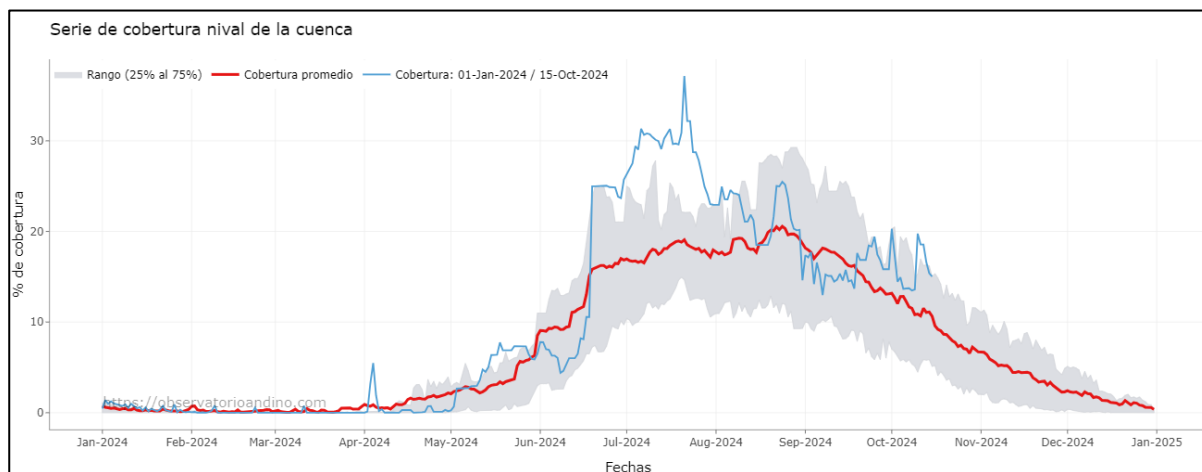
Figura 9.2 Porcentaje de días con nieve en la Cuenca del Río Malargüe



Fuente: IANIGLA, 2024

El siguiente gráfico muestra la cobertura nival anual de la cuenca. Se puede observar que, durante los primeros meses del año, la cobertura es baja y se asemeja al promedio histórico (representado por la línea roja). A partir de mayo, la cobertura comienza a aumentar, alcanzando su punto máximo entre julio y septiembre, donde supera la media de la cuenca.

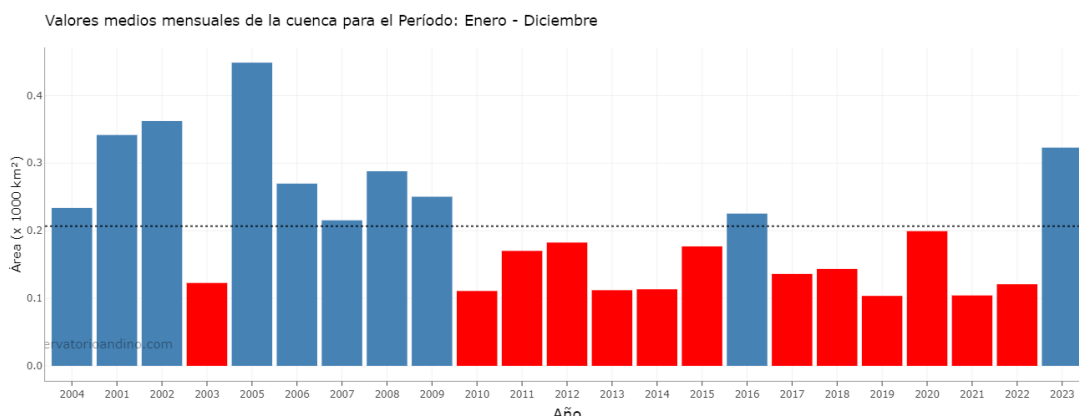
Gráfica 9.3 Coberturas de nieve en la cuenca del Río Malargüe



Fuente: IANIGLA, 2024

El gráfico siguiente presenta los valores medios mensuales de cobertura de la cuenca, donde la línea punteada indica la superficie acumulada promedio. Se observa que los años 2004, 2001, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2016 y 2023 exhibieron valores superiores a la media, siendo 2005 el año que registró la mayor superficie cubierta de nieve. En contraste, se identificaron 13 años con una superficie cubierta de nieve inferior al promedio, destacando 2019 como el año con la menor cobertura observada.

Gráfica 9.4 Valores medios mensuales de la cuenca del Río Malargüe

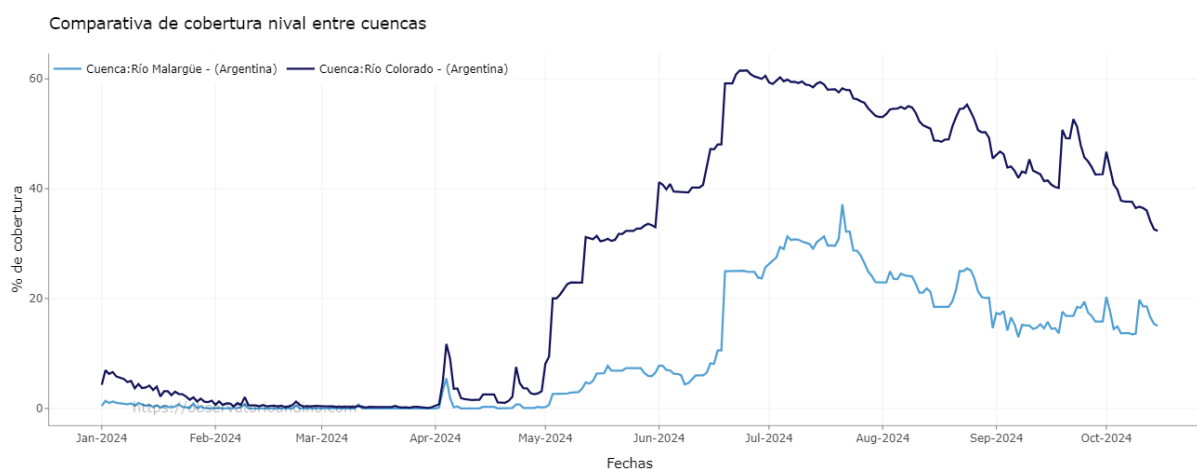


Fuente: IANIGLA, 2024

Si se realiza la comparación entre las cuencas, se puede apreciar que ambas cuencas poseen un comportamiento similar, con los primeros meses del año con porcentaje de cobertura nívea baja que comienzan a incrementar en el mes de mayo registrando la máxima superficie cubierta en los meses de julio a septiembre.

Al comparar el porcentaje de cobertura de nieve de cada cuenca en el período anual de 2024, se observa que la cuenca del río Colorado presenta un porcentaje de acumulación mayor en los meses de mayo a octubre. Esto se atribuye a que una porción de la cuenca del río Colorado se encuentra a mayores altitudes en comparación con la cuenca del río Malargüe, lo que resulta en temperaturas más bajas. Estas condiciones más frías favorecen un mayor porcentaje de días con nieve, lo que a su vez contribuye a una mayor acumulación de superficie nevada.

Gráfica 9.5 Comparacion de cobertura nival entre cuencas para el año 2024.



Fuente: IANIGLA, 2024

9.4. Aspectos bioclimáticos

Si se considera Martínez Carretero (2004), se establecen bioclimas mediante la interpretación de un índice termo pluviométrico, el cual emplea la temperatura media del mes más cálido (Enero) (tmc), la temperatura media del mes más frío (Julio) (tmf) y la precipitación media anual (P). El índice se calcula de la siguiente forma:

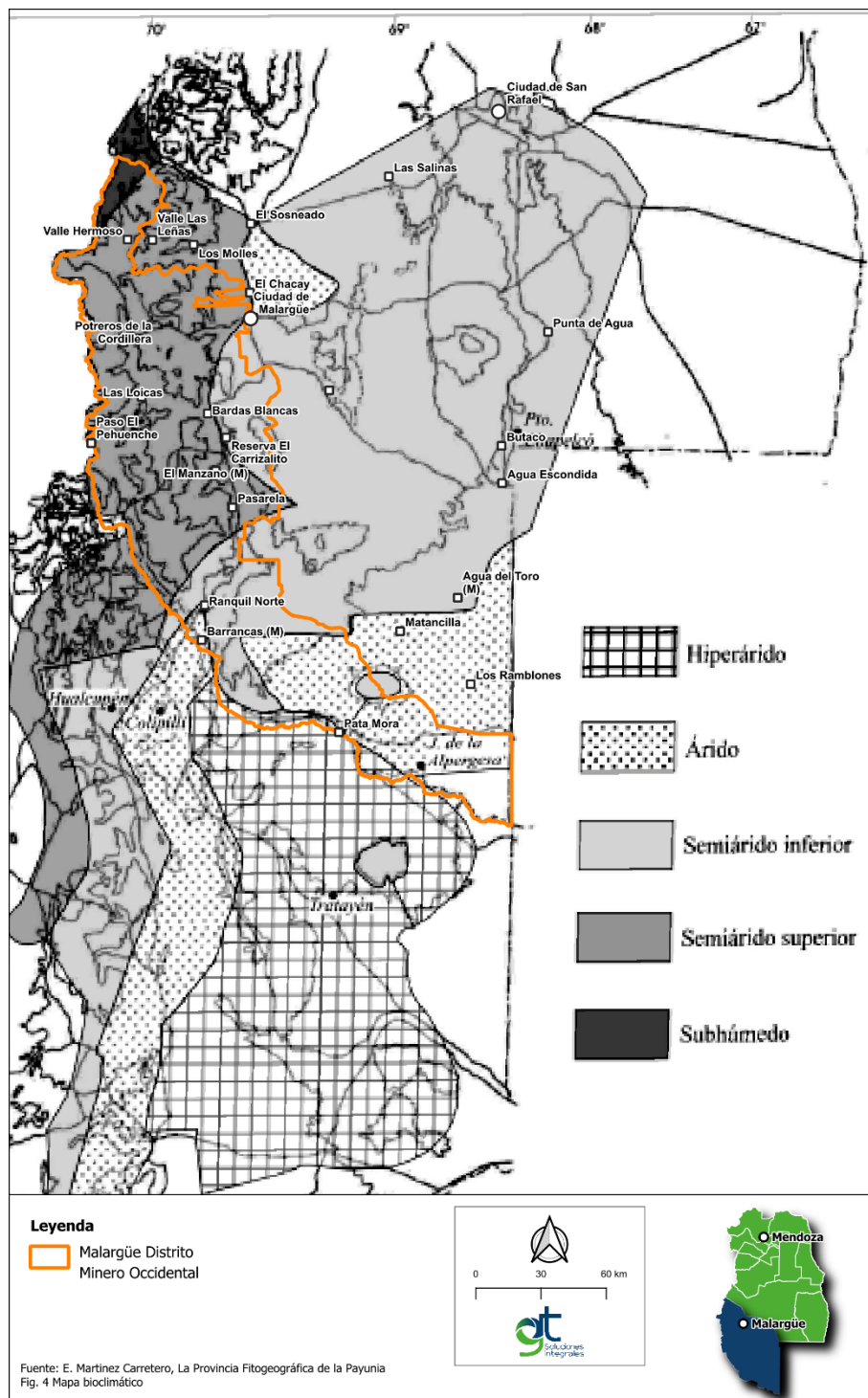
$$P \times 100 / (tmc - tmf)^2.$$

Con una escala de 0 a 50 para Hiperárido, 50 a 80 Arido, 80 a 150 para Semiárido inferior y 150 a 300 para Semiárido superior y 300 a 500 para Subhúmedo.

En el área de MDMO se encuentran bioclimas de Subhúmedo hacia el Noroeste, Semiárido superior al Oeste, Semiárido inferior al centro Sur y Árido e Hiperárido (pero en menor medida) al Sur.

En el Mapa a continuación se observa el bioclima del Sur de Mendoza y el área de MDMO.

Mapa 9.2 Clasificación Bioclimática del Sur de Mendoza.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2024 en base al Informe técnico de E. Martínez Carretero. La Provincia Fitogeográfica de la Payunia.

Por otro lado, Hoffman (1984) desarrolló una clasificación bioclimática con un estilo semejante al de Koeppen (1948), pero relacionando al clima con la actividad humana y la salud, sintetizando

condiciones de temperatura y humedad ambiental mediante números y letras. A continuación, se describen mes a mes las clases bioclimáticas aplicables a Malargüe.

Tabla 9.2 Caracterización bioclimática de las localidades del Sur mendocino.

Mes	Malargüe
Enero	Tiempo caluroso a mediodía y en las primeras horas de la tarde, mañanas y tardes agradables, noches agradables a frescas. Temperatura máxima media entre 28 y 33 °C. Temperatura matutina y vespertina entre 20 y 26 °C. A mediodía y en las primeras horas de la tarde la humedad relativa está entre 20 y 35%.
Febrero	
Marzo	Tiempo agradable a mediodía y en las primeras horas de la tarde. Fresco durante el resto del día, noches frías. A mediodía y en las primeras horas de la tarde la humedad relativa está entre 20 y 35%.
Abril	Días frescos y noches frías.
Mayo	Días frescos y noches frías. Temperatura mínima media entre 0 y 5°C.
Junio	Tiempo frío, moderado durante el día y noches muy frías. Temperatura mínima media entre 0 y -5°C.
Julio	
Agosto	Tiempo frío, moderado durante el día y noches muy frías durante la primera quincena. Días frescos y noches frías en la segunda quincena, temperaturas mínimas entre 0 y -5°C.
Septiembre	Días frescos, noches frías. Seco con humedad entre 20 y 35%. Temperatura mínima entre 0 y -5°C.
Octubre	Días frescos con noches frías. Seco con humedad relativa entre 20 y 35%.
Noviembre	Tiempo agradable a mediodía y en las primeras horas de la tarde. Fresco durante el resto del día, noches frías. A mediodía y en las primeras horas de la tarde la humedad relativa está entre 20 y 35%.
Diciembre	Tiempo caluroso a mediodía y en las primeras horas de la tarde, mañanas y tardes agradables, noches agradables a frescas. Temperatura máxima media entre 28 y 33°C. Temperatura matutina y vespertina entre 20 y 26°C. A mediodía y primeras horas de la tarde la humedad relativa está entre 20 y 35%.

Fuente: DGI, 2017

9.5. Fenómeno meteorológico relevante

9.5.1. Viento Zonda

El viento Zonda o viento Foehn se forma debido a las masas de aire del anticiclón del Pacífico Sur que, cargado de humedad ingresa al continente atraído por el centro de baja presión. Al ingresar descarga toda su humedad en la ladera Oeste de la Cordillera de los Andes debido a su altitud. Luego continúa su recorrido como un viento seco y caliente que suele tener ráfagas de hasta 120 km/h y durar hasta tres días. Este fenómeno meteorológico se da principalmente entre mayo y noviembre, aunque puede presentarse en cualquier época del año.

Para identificarlo se utiliza la transición de las nubes, donde se observa cuando desaparecen los altocúmulos lenticulares, típicas nubes de viento Zonda, y surgen las nubes más bajas conocidas como nubes estratos, asociadas entre otras cosas, a pasaje de frentes fríos.

El viento Zonda en Malargüe puede soplar en cualquier momento del día, pero es más frecuente después del mediodía. Un indicio de que el Zonda está finalizando y está llegando el frente frío, lo da la variación de la presión atmosférica que va aumentando sostenida y gradualmente cuando pasa el frente.

10. Calidad de aire

La línea de base ambiental de la calidad del aire en el Área de Estudio es caracterizada a través de los resultados obtenidos en el año 2010 mediante determinaciones y mediciones realizadas por solicitud de la Dirección de Protección Ambiental de la provincia de Mendoza al Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo (Expediente N° 1528-D-2010, Dirección de Protección Ambiental, provincia de Mendoza). Para mayor información consultar el Informe de Impacto Ambiental de MDMO.

Las determinaciones solicitadas fueron:

- óxidos de nitrógeno
- dióxido de azufre
- monóxido de carbono
- ozono
- hidrocarburos metánicos e hidrocarburos totales
- material particulado de diámetro aerodinámico menores a 10 µm

Las mismas fueron acompañadas con la correspondiente medición de variables meteorológicas.

El monitoreo se llevó a cabo entre los días 15 y 19 de septiembre de 2010 en 4 (cuatro) puntos del departamento de Malargüe, según el siguiente detalle:

Tabla 10.1 Ubicación puntos de monitoreo

Punto	Ubicación
1	Centro de Malargüe – Predio de Vialidad
2	Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas
3	Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos
4	Localidad Las Loicas – Puesto de Vialidad

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

10.1. Punto 1 – Centro de Malargüe – Predio de Vialidad

10.1.1. Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos

La siguiente tabla indica las concentraciones obtenidas para cada parámetro medido durante el periodo de monitoreo:

Tabla 10.2 Concentraciones obtenidas. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad

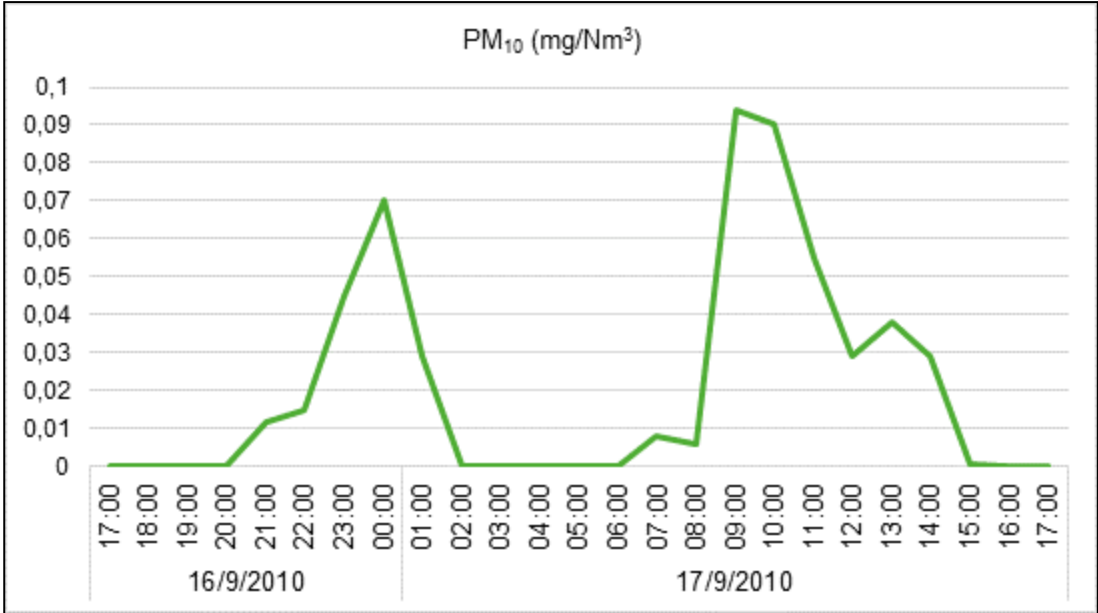
Fecha	Hor a	PM10 (mg/Nm ³)	SO2 (µg/m ³)	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (mg/ Nm ³)	O ₃ (ppb)	HCM (mg/ Nm ³)	HCT (mg/ Nm ³)
16/09/10	17:00	0,000	13,09	9,045	6,876	0	28,08	ND	ND
	18:00	0,000	17,84	12,39	8,078	0	26,49	ND	ND
	19:00	0,000	6,256	12,06	7,034	0	24,40	ND	ND
	20:00	0,000	11,01	21,33	10,80	0,009	20,88	ND	ND
	21:00	0,012	16,01	24,09	8,493	0,012	16,57	ND	ND
	22:00	0,015	4,780	35,65	8,499	0	14,24	ND	ND
	23:00	0,045	1,374	25,02	18,38	0	6,846	ND	ND
	00:00	0,070	0	8,332	16,03	0	11,86	ND	ND
17/09/10	1:00	0,029	0	5,681	12,05	0	17,47	ND	ND
	2:00	0,000	0	3,679	8,709	0,087	19,69	ND	ND
	3:00	0,000	0	3,535	9,726	0,088	16,85	ND	ND

Fecha	Hor a	PM10 (mg/Nm ³)	SO2 (µg/m ³)	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (mg/ Nm ³)	O ₃ (ppb)	HCM (mg/ Nm ³)	HCT (mg/ Nm ³)
	4:00	0,000	0	3,286	8,539	0,354	17,93	ND	ND
	5:00	0,000	0	3,257	7,754	0,445	17,96	ND	ND
	6:00	0,000	0	5,239	15,00	0,297	75,05	ND	ND
	7:00	0,008	0	8,890	15,76	0,408	52,33	ND	ND
	8:00	0,006	0	28,92	21,80	0,606	41,69	ND	ND
	9:00	0,094	0	21,54	13,69	0,545	14,46	ND	ND
	10:0 0	0,090	0	9,467	6,570	0,339	25,70	ND	ND
	11:0 0	0,055	0	14,70	6,886	0,122	27,72	ND	ND
	12:0 0	0,029	0	12,59	4,761	0,591	27,10	ND	ND
	13:0 0	0,038	0	9,647	5,327	0,551	29,63	ND	ND
	14:0 0	0,029	0	8,579	4,483	0,273	30,48	ND	ND
	15:0 0	0,001	0	6,617	3,821	0	31,12	ND	ND
	16:0 0	0,000	0	6,596	4,111	0	31,72	ND	ND
	17:0 0	0,000	0	6,367	4,122	0	31,58	ND	ND

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

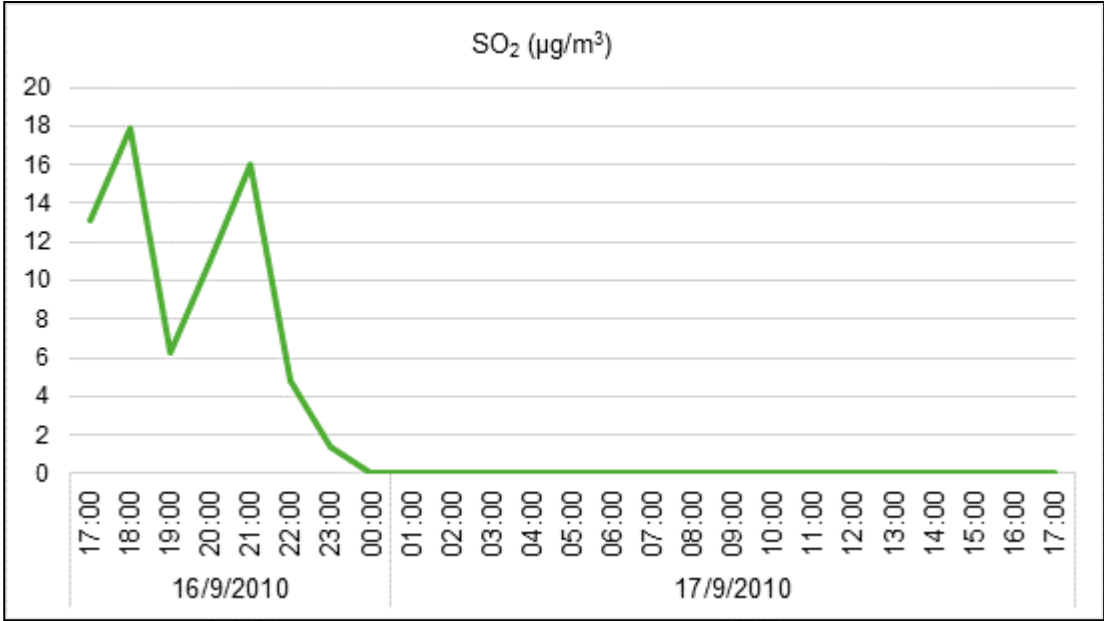
Las siguientes gráficas muestran la variación de las concentraciones de cada parámetro durante el periodo de monitoreo:

Gráfica 10.1 Variación de la concentración de PM₁₀ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



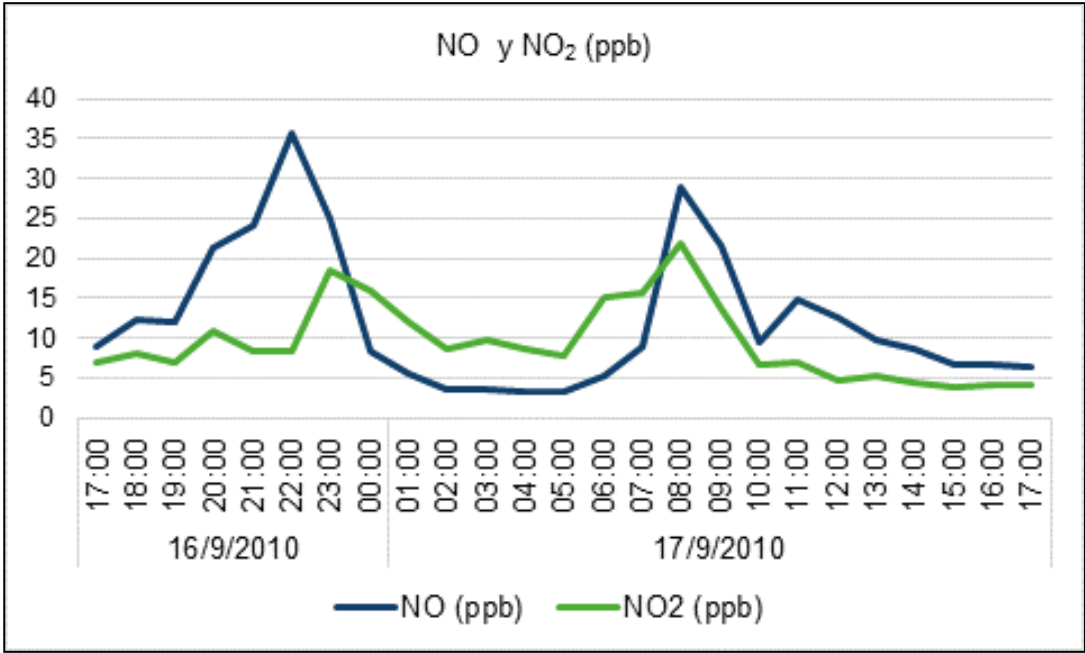
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.2 Variación de la concentración de SO₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



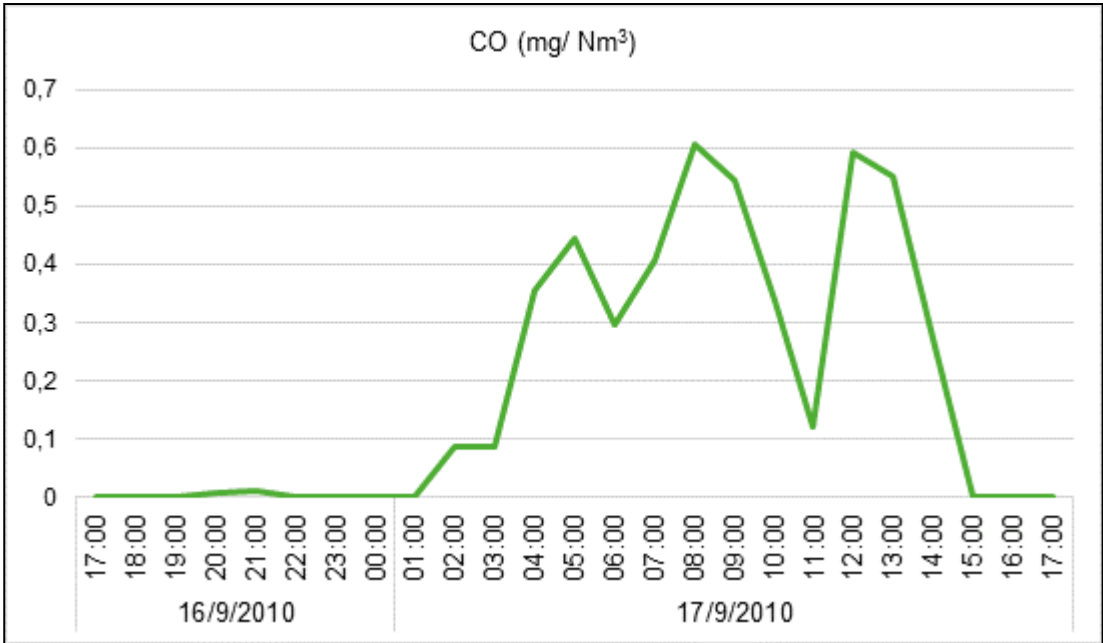
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.3 Variación de la concentración de NO y NO₂ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



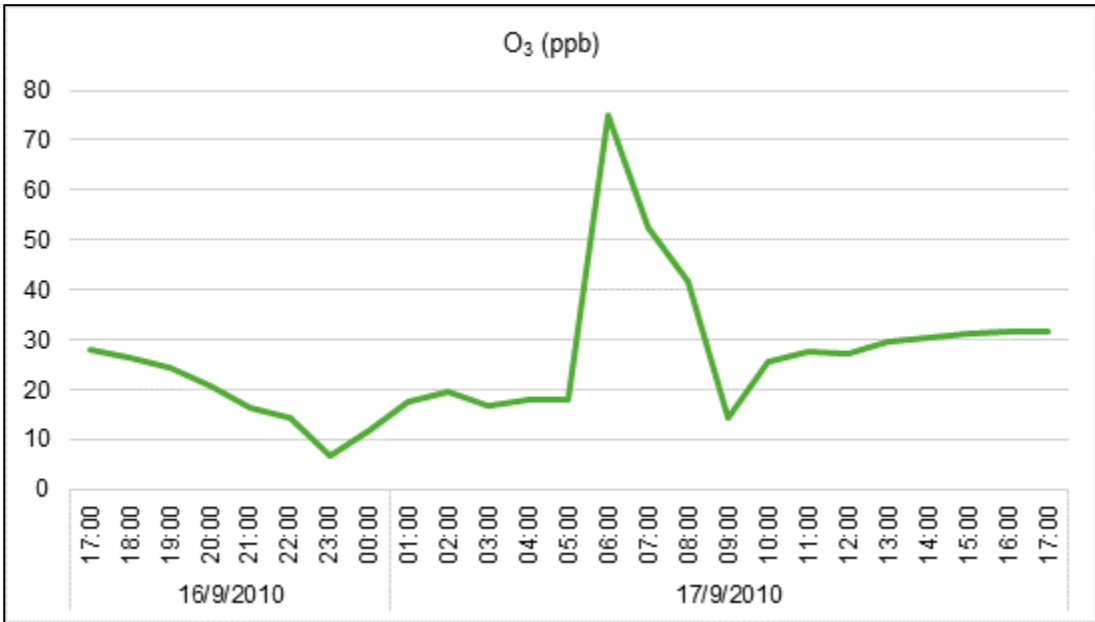
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.4 Variación de la concentración de CO durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.5 Variación de la concentración de O₃ durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Las concentraciones de O₃ y NO_x están relacionadas, durante las horas de insolación, los NO_x se transforman en O₃ por medio de reacciones fotoquímicas. Durante la noche, el O₃ desaparece y vuelve a transformarse en NO_x.

10.1.2. Condiciones meteorológicas durante el período de monitoreo

La siguiente Tabla indica los valores horarios de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo.

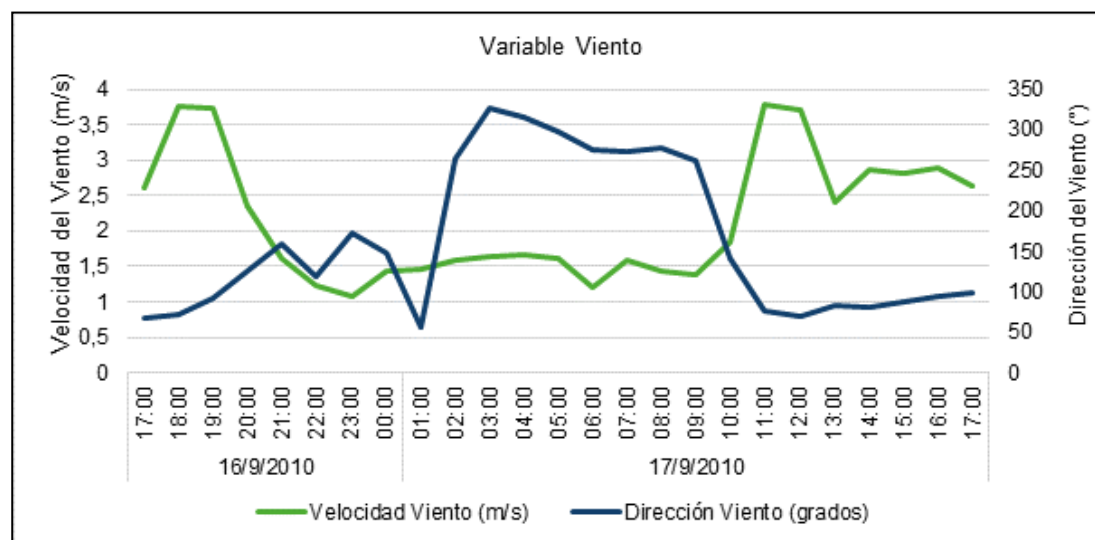
Tabla 10.3 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad

Fecha	Hora	Dirección Viento (grados)	Velocidad Viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
16/09/10	17:00	67,56	2,618	13,13	20,41
	18:00	71,22	3,750	12,09	24,94
	19:00	91,28	3,727	9,977	31,79
	20:00	125,4	2,345	8,591	35,62
	21:00	159,2	1,624	6,730	40,76
	22:00	118,0	1,224	5,867	44,18
	23:00	173,6	1,090	4,527	48,17
17/09/10	00:00	148,2	1,442	3,193	50,92
	1:00	55,62	1,460	3,219	50,56
	2:00	264,7	1,578	1,932	52,84
	3:00	326,9	1,640	0,692	55,72
	4:00	315,8	1,672	-0,060	56,75
	5:00	298,2	1,619	-0,080	54,92
	6:00	275,5	1,203	-1,080	57,64
	7:00	271,9	1,594	-1,610	59,42
	8:00	278,3	1,444	-1,870	61,26
	9:00	260,9	1,395	1,639	52,17
	10:00	141,6	1,841	4,958	38,65
	11:00	76,70	3,782	5,514	34,10
	12:00	70,59	3,706	6,231	34,75
	13:00	83,97	2,410	8,006	31,64
	14:00	80,20	2,875	10,04	27,81
	15:00	87,10	2,814	11,37	25,22
	16:00	94,98	2,896	12,12	22,72
	17:00	98,84	2,635	12,61	20,11

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Las siguientes gráficas muestran la variación de los valores de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo.

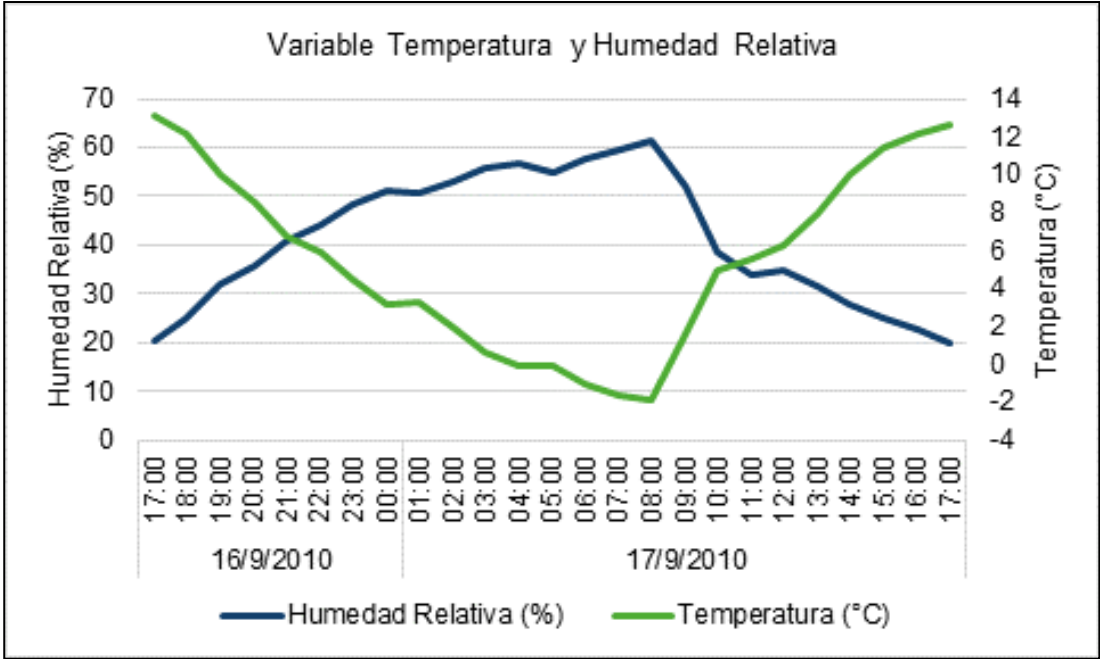
Gráfica 10.6 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el período de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

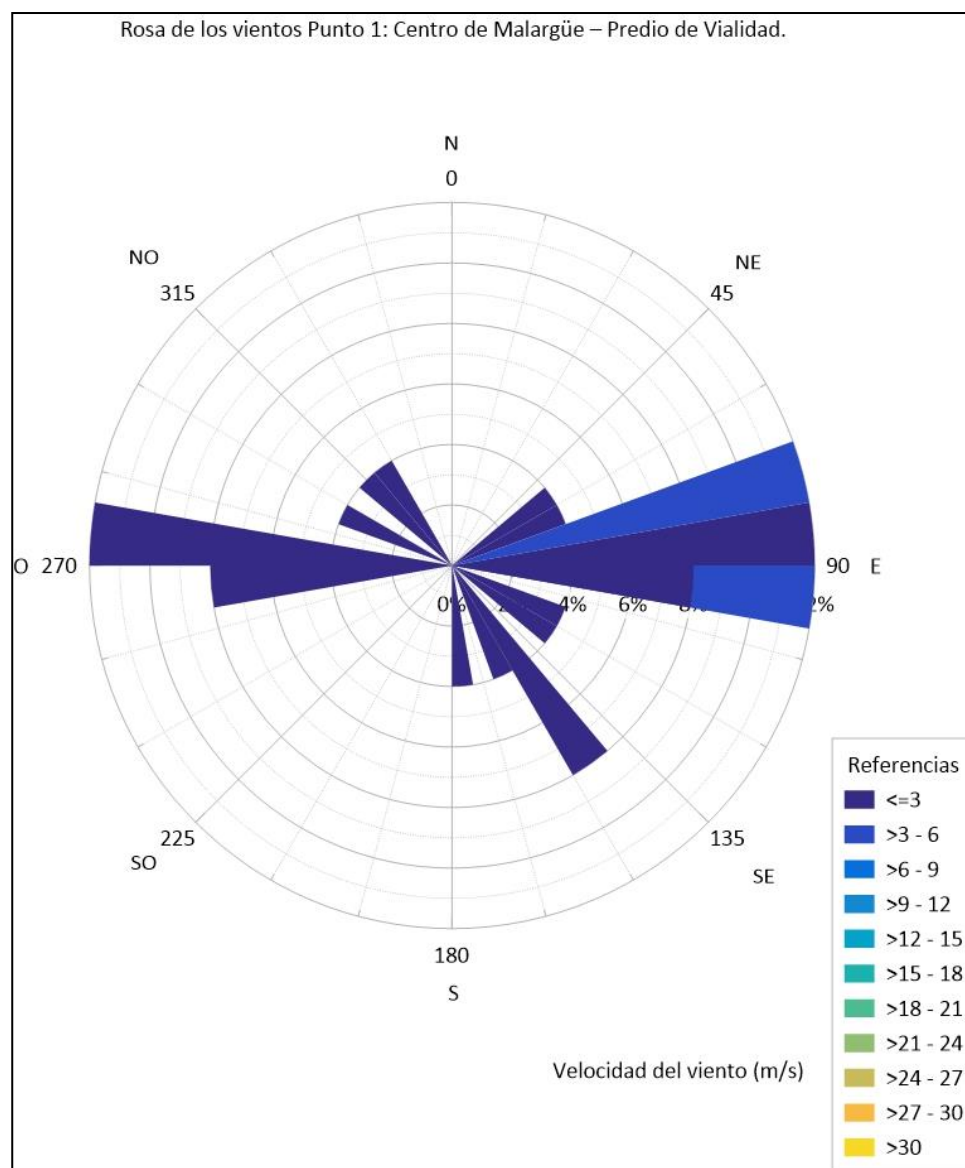
La dirección del viento fue medida en grados partiendo de 0° para la dirección norte y aumentando en sentido de las agujas del reloj hasta completar el giro (360°).

Gráfica 10.7 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Figura 10.1 Rosa de los vientos durante el periodo de monitoreo. Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010.

10.1.3. Resultados obtenidos

En la siguiente Tabla se realiza una comparación de los valores promedios, de los registros obtenidos durante el monitoreo realizado entre el 15 y el 19 de septiembre de 2010 expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (los valores dados en Partes Por Millón se convierten a $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con los límites legislados por la Ley N° 5100 de la provincia de Mendoza y su Decreto Reglamentario N°2404/89 para los contaminantes SO_2 , NO_x , O_3 y CO . En lo referente al PM_{10} , este parámetro es el que mide el instrumental de la UMM y es la que corresponde evaluar a los efectos de su impacto sobre la salud humana. Si bien la legislación provincial establece el control del material particulado total suspendido (MPS o PTS), se estimó conveniente la medición del PM_{10} y su comparación con los valores recomendados por OMS.

Los valores legislados y recomendados considerados para la comparación corresponden al periodo de monitoreo más corto que la normativa establece.

Tabla 10.4 Comparación de los valores promedios con los límites legislados

Contaminante	Unidad	Punto 1: Centro de Malargüe – Predio de Vialidad	Valores Límites (Ley 5100)		Valores Límites (OMS)	
			Valor	Tiempo Promedio	Valor	Tiempo Promedio
PM ₁₀	µg/m ³	20,84			50	24 h
SO ₂	µg/m ³	2,81	80	8 h		
NO _x ¹	µg/m ³	41	200	8 h		
O ₃	µg/m ³	51	125	1 h		
CO	µg/m ³	189,08	10000	8 h		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Referencias:

¹: NO_x expresado como la suma de NO y NO₂

En base a los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo y de su comparación con los legislados y recomendados, se pudo concluir que:

- Dado que los valores de SO₂ resulta bajo o nulos en ciertos momentos, pudo pensarse que durante el monitoreo no hubo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas y por lo tanto los valores obtenidos para todos los contaminantes permiten caracterizar la calidad del aire de las mismas.
- Los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo en el Punto 1 no superan los establecidos como nivel de alerta en el Decreto N° 2404/89, reglamentario de la Ley N°5100 de la provincia de Mendoza.

10.2. Punto 2 - Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas

10.2.1. Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos

La siguiente Tabla indica las concentraciones obtenidas para cada parámetro medido durante el período de monitoreo:

Tabla 10.5 Concentraciones obtenidas. Punto 2: Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas

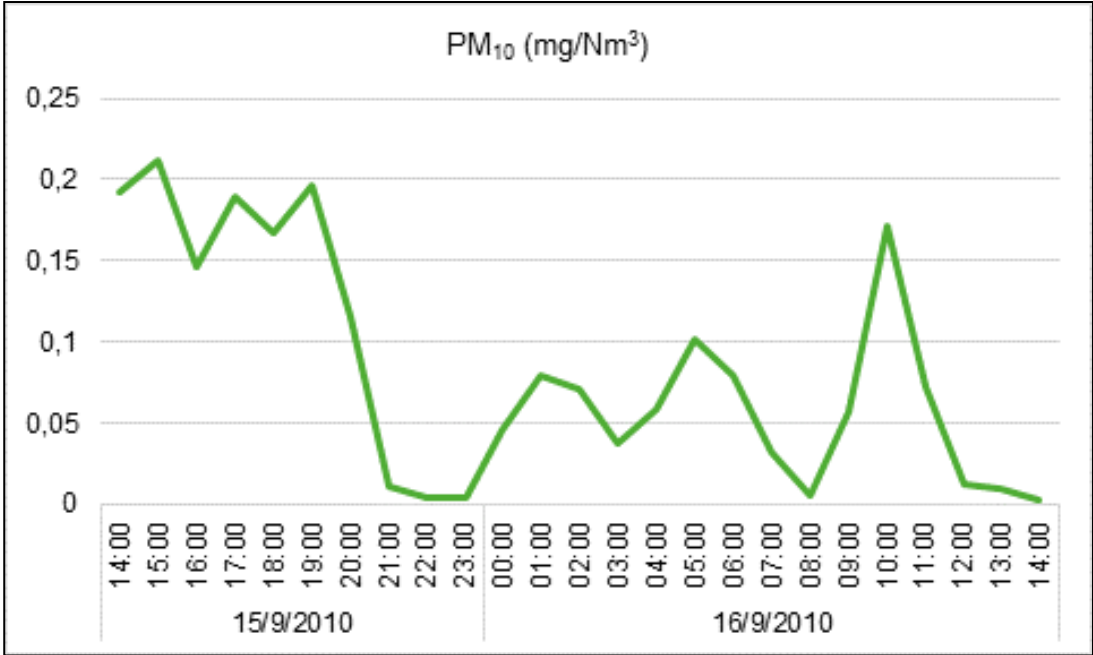
Fecha	Hor a	PM10 (mg/N m ³)	SO2 (µg/m ³)	NO (ppb)	NO2 (ppb)	CO (mg/ Nm ³)	O3 (ppb)	HCM (mg/ Nm ³)	HCT (mg/ Nm ³)
15/09/20 10	14: 00	0,192	8,083	5,653	24,77	ND	33,38	ND	ND
	15: 00	0,212	17,88	6,301	16,19	ND	31,78	ND	ND
	16: 00	0,146	15,88	6,218	12,20	ND	30,00	ND	ND
	17: 00	0,190	15,64	6,296	9,779	ND	29,88	ND	ND
	18: 00	0,167	10,54	4,811	8,303	ND	31,09	ND	ND
	19: 00	0,196	22,93	16,66	14,11	ND	27,76	ND	ND
	20: 00	0,115	22,96	12,91	11,72	ND	30,29	ND	ND
	21: 00	0,011	21,96	5,150	8,653	ND	28,92	ND	ND

Fecha	Hor a	PM10 (mg/N m³)	SO2 (µg/m ³)	NO (ppb)	NO2 (ppb)	CO (mg/ Nm³)	O3 (ppb)	HCM (mg/ Nm³)	HCT (mg/ Nm³)
16/09/20 10	22: 00	0,004	19,23	3,153	5,408	ND	24,46	ND	ND
	23: 00	0,004	4,844	4,157	6,622	ND	22,45	ND	ND
	00: 00	0,046	2,647	10,71	9,007	ND	16,64	ND	ND
	01: 00	0,079	2,215	7,197	9,627	ND	12,85	ND	ND
	02: 00	0,071	2,130	5,023	10,47	ND	10,78	ND	ND
	03: 00	0,038	2,550	8,810	18,24	0,041	2,515	ND	ND
	04: 00	0,058	2,429	6,785	15,21	0,733	4,994	ND	ND
	05: 00	0,101	1,390	4,285	9,509	1,136	16,81	ND	ND
	06: 00	0,080	1,566	4,986	5,666	1,28	12,81	ND	ND
	07: 00	0,032	0,886	14,54	10,86	1,376	9,25	ND	ND
	08: 00	0,006	2,082	24,11	22,9	1,429	6,542	ND	ND
	09: 00	0,057	1,567	34,62	14,47	1,269	8,753	ND	ND
	10: 00	0,171	0	4,850	4,167	2,526	27,34	ND	ND
	11: 00	0,072	0	7,907	4,784	2,357	27,93	ND	ND
	12: 00	0,013	0	5,482	3,874	1,679	28,97	ND	ND
	13: 00	0,010	0	4,834	3,213	1,638	29,36	ND	ND
	14: 00	0,002	0	3,712	3,00	1,616	30,13	ND	ND

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

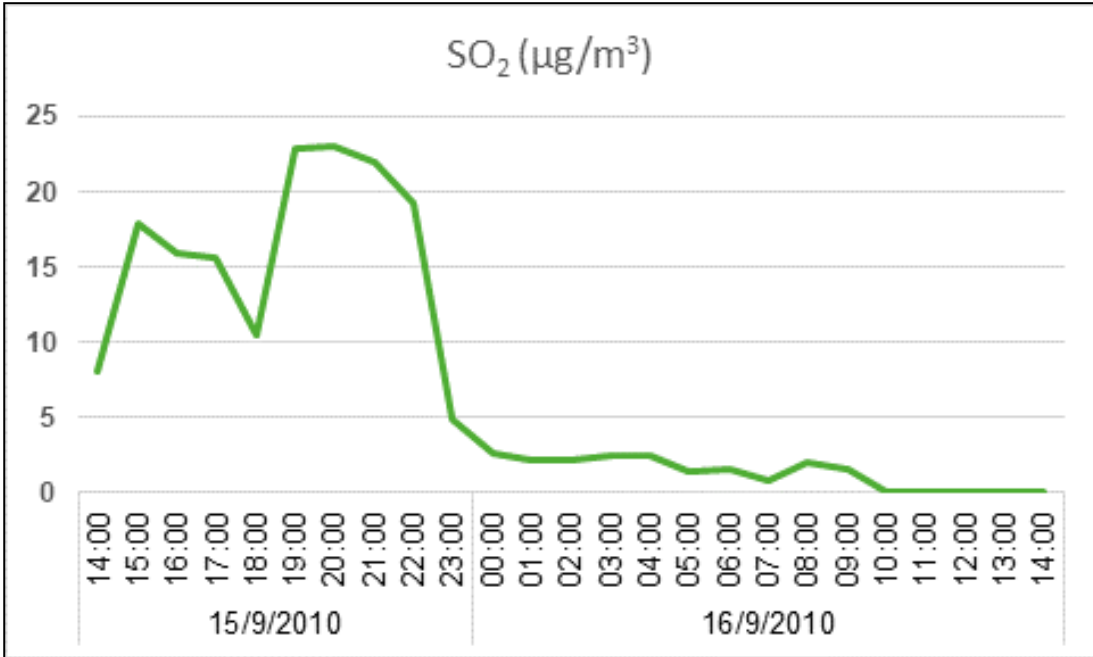
Las siguientes gráficas muestran la variación de las concentraciones para cada parámetro durante el período de monitoreo:

Gráfica 10.8 Variación de la concentración de PM₁₀ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



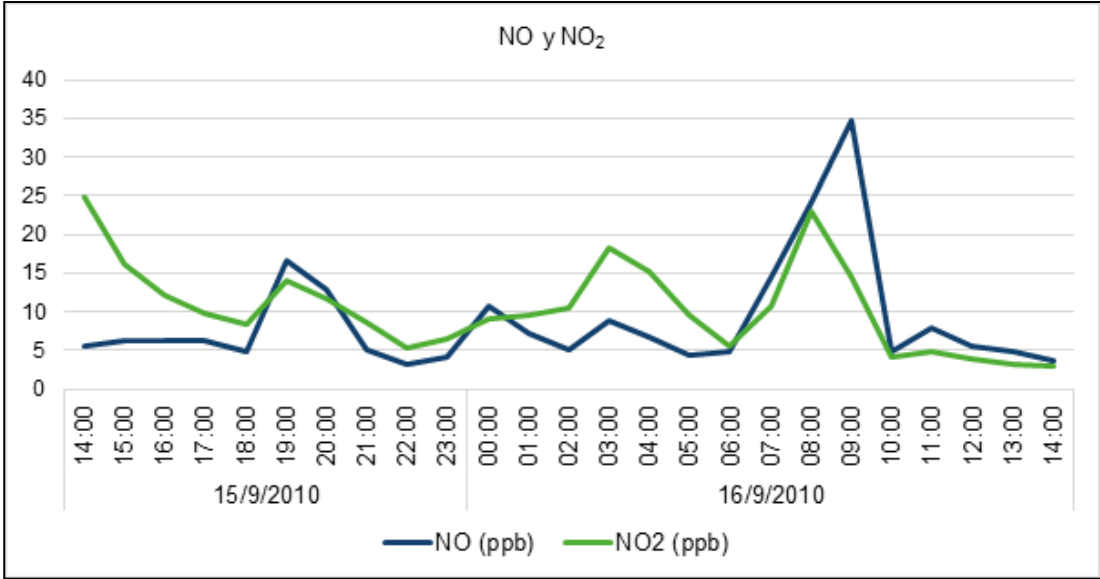
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.9 Variación de la concentración de SO₂ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



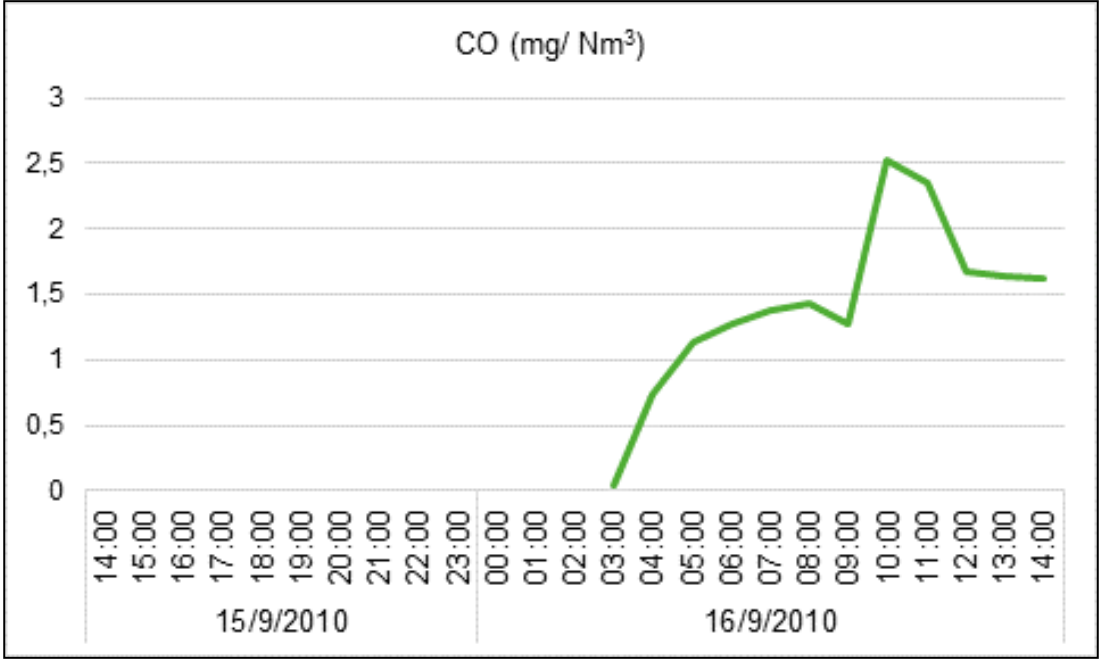
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.10 Variación de la concentración de NO y NO₂ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



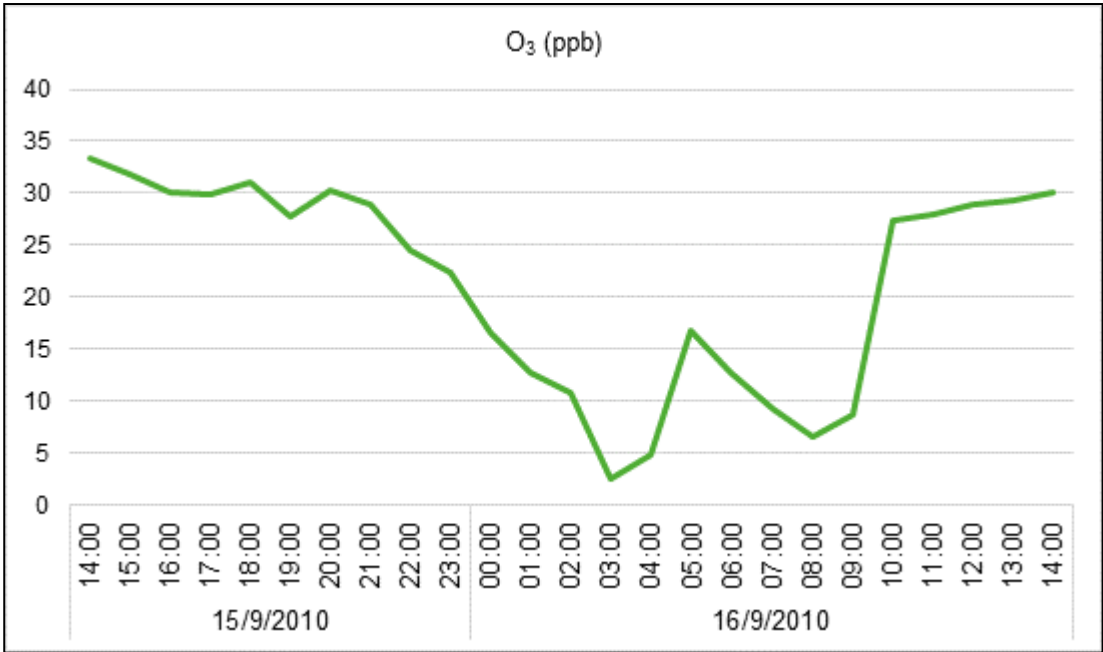
Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.11 Variación de la concentración de CO durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Gráfica 10.12 Variación de la concentración de O₃ durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Las concentraciones de O₃ y NO_x están relacionadas, durante las horas de insolación los NO_x se transforman en O₃ por medio de reacciones fotoquímicas. Durante la noche, el O₃ desaparece y vuelven a formarse los NO_x.

10.2.2. Condiciones meteorológicas durante el periodo de monitoreo

La siguiente Tabla indica los valores horarios de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo:

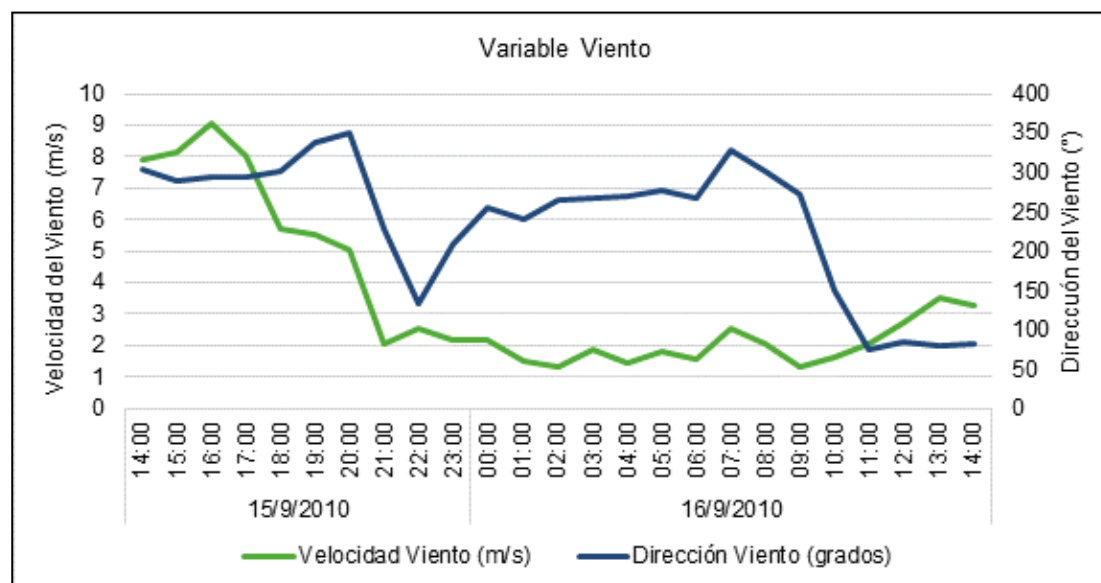
Tabla 10.6 Valores horarios de las variables meteorológica. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas

Fecha	Hora	Dirección Viento (grados)	Velocidad Viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
15/09/2010	14:00	303,9	7,901	12,96	22,63
	15:00	288,5	8,138	12,04	28,73
	16:00	295,2	9,063	11,31	32,89
	17:00	293,3	8,040	11,22	32,43
	18:00	300,5	5,728	11,21	30,38
	19:00	337,4	5,540	9,807	34,61
	20:00	350,4	5,034	8,330	37,03
	21:00	227,4	2,027	7,672	37,25
	22:00	134,3	2,568	4,620	51,34
	23:00	209,5	2,173	3,866	56,15
16/09/2010	00:00	255,8	2,193	3,083	56,44
	01:00	241,1	1,502	2,700	54,66
	02:00	264,5	1,310	2,048	54,36
	03:00	268,2	1,875	1,513	58,47
	04:00	268,6	1,434	0,726	59,53
	05:00	277,8	1,790	0,380	59,13
	06:00	268,0	1,580	-0,480	60,6
	07:00	328,1	2,553	-0,480	62,46
	08:00	300,8	2,076	-0,620	61,12
	09:00	272,0	1,310	2,711	51
	10:00	150,5	1,620	3,200	48,34
	11:00	74,28	2,027	5,778	42,92
	12:00	85,25	2,695	6,780	42,32
	13:00	80,11	3,503	7,711	40,06
	14:00	82,41	3,251	8,600	38,25

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Las siguientes gráficas muestran la variación de los valores de las variables meteorológicas medidas por la UMM durante el período de monitoreo:

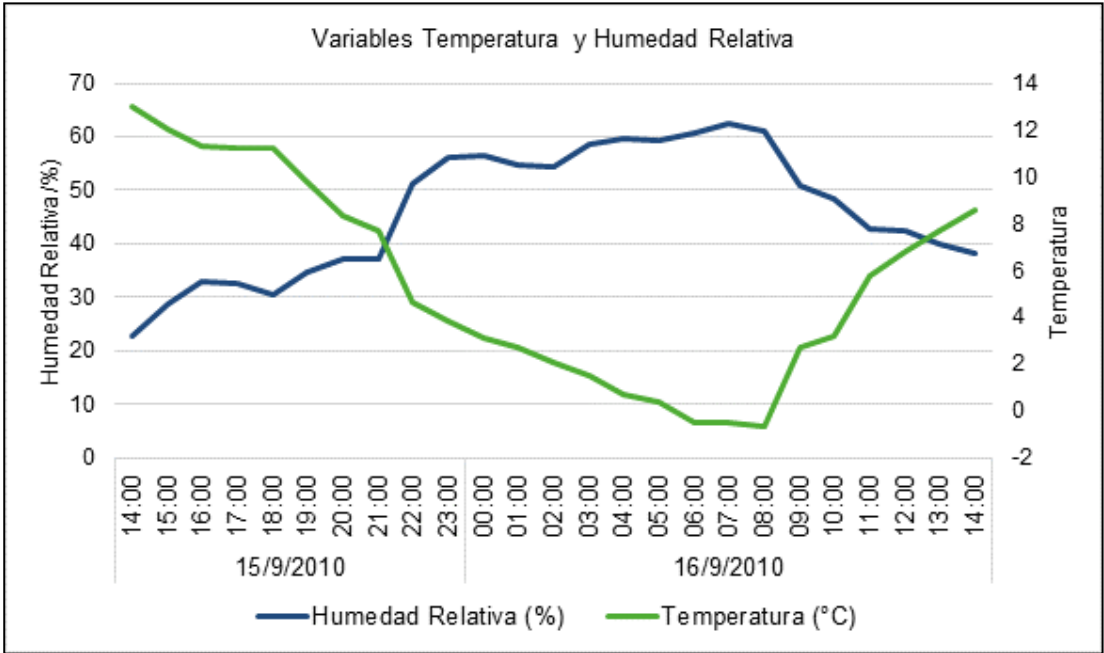
Gráfica 10.13 Variación de la velocidad y dirección del viento durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

La dirección del viento fue medida en grados partiendo de 0° para la dirección norte y aumentando en sentido de las agujas del reloj hasta completar el giro (360°).

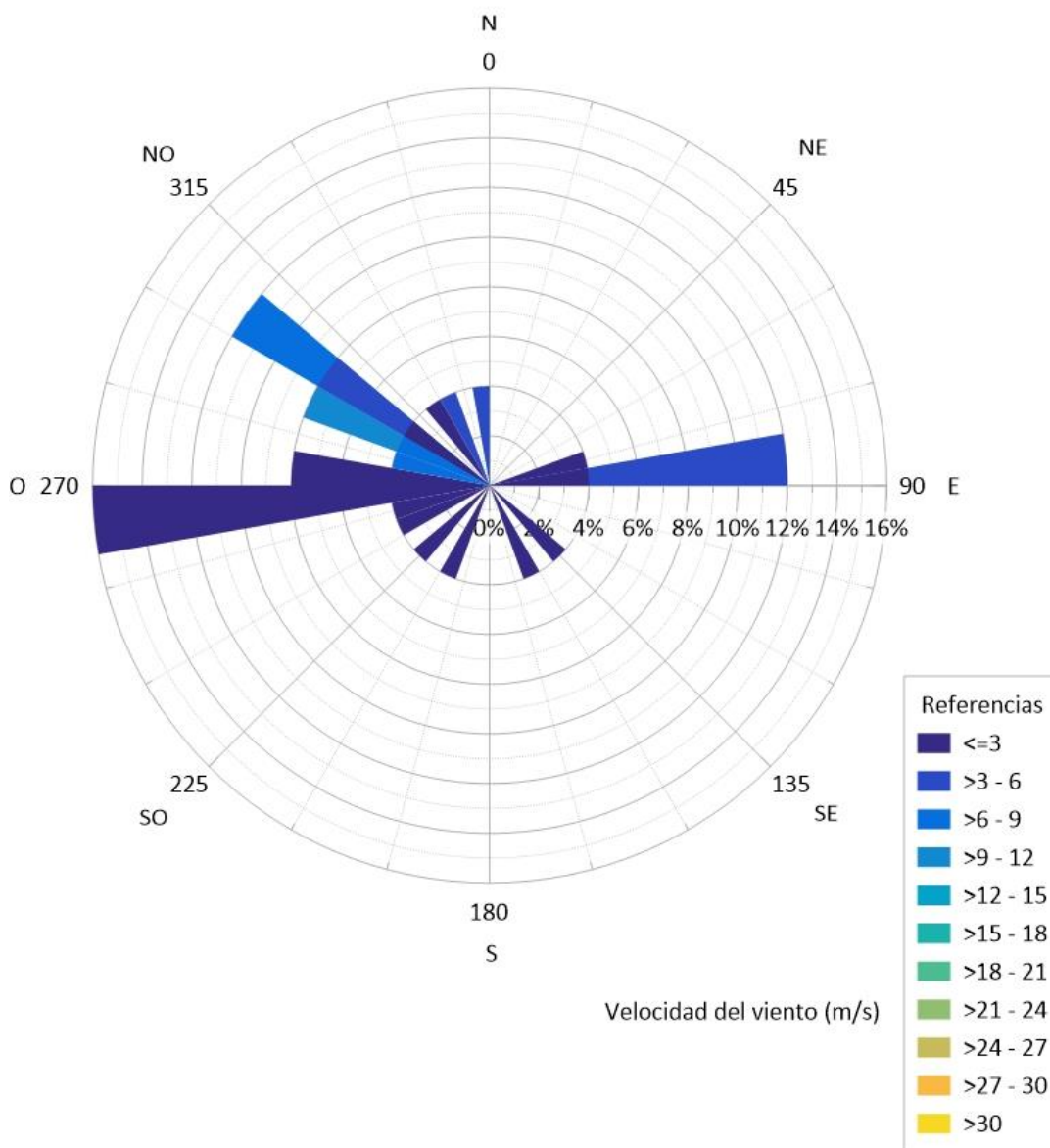
Gráfica 10.14 Variación de la temperatura y humedad relativa durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Figura 10.2 Rosa de los vientos durante el período de monitoreo. Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas

Rosa de los vientos Punto 2: Zona Industrial Malargüe – Planta de Ecogas



Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010.

10.2.3. Resultados obtenidos

En la siguiente Tabla se realiza una comparación de los valores promedios, de los registros obtenidos durante el monitoreo realizado entre el 15 y el 19 de septiembre de 2010 expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (los valores dados en Partes Por Millón se convierten a $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con los límites legislados por la Ley N° 5100 de la provincia de Mendoza y su Decreto Reglamentario N°2404/89 para los contaminantes SO_2 , NO_x , O_3 y CO . En lo referente al PM_{10} , este parámetro es el que mide el instrumental de la UMM y es la que corresponde evaluar a los efectos de su impacto sobre la salud humana. Si bien la legislación provincial establece el control del material particulado total suspendido (MPS o PTS), se estimó conveniente la medición del PM_{10} y su comparación con los valores recomendados por OMS.

Los valores legislados y recomendados considerados para la comparación corresponden al periodo de monitoreo más corto que la normativa establece.

Tabla 10.7 Comparación de los valores promedios con los límites legislados

Contaminante	Unidad	Punto 2: Zona Industrial de Malargüe – Planta de Ecogas	Valores Límites (Ley 5100)		Valores Límites (OMS)	
			Valor	Tiempo Promedio	Valor	Tiempo Promedio
PM ₁₀	µg/m ³	82,92			50	24 h
SO ₂	µg/m ³	7,18	80	8 h		
NO _x ¹	µg/m ³	36	200	8 h		
O ₃	µg/m ³	42	125	1 h		
CO	µg/m ³	683,2	10.000	8 h		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Referencias:

¹: NO_x expresado como la suma de NO y NO₂

En base a los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo y de su comparación con los legislados y recomendados, se pudo concluir que:

- Dado que los valores de SO₂ resulta bajo o nulos en ciertos momentos, pudo pensarse que durante el monitoreo no hubo influencias de la erupción del volcán Peteroa en las zonas evaluadas y por lo tanto los valores obtenidos para todos los contaminantes permiten caracterizar la calidad del aire de las mismas.
- Los valores promedio de los registros obtenidos en el monitoreo en el Punto 2 no superan los establecidos como nivel de alerta en el Decreto N° 2404/89, reglamentario de la Ley N°5100 de la provincia de Mendoza.
- Por otro lado, los valores promedio de los registros obtenidos para PM₁₀ en el Punto 2 superan el valor recomendado por la OMS, probablemente debido a la actividad yesera en la zona.

10.3. Punto 3 – Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.

10.3.1. Concentraciones obtenidas para los parámetros medidos

La siguiente Tabla indica las concentraciones obtenidas para cada parámetro medido durante el período de monitoreo:

Tabla 10.8 Concentraciones obtenidas. Punto 3: Localidad Bardas Blancas – Escuela Peregrina Cantos.

Fecha	Ho ra	PM10 (mg/Nm ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (mg/N m ³)	O ₃ (ppb)	HCM (mg/ Nm ³)	HCT (mg/ Nm ³)
17/09/10	19:00	0,000	5,267	1,465	20,88	0	32,97	ND	ND
	20:00	0,051	5,774	4,394	4,528	0	33,58	ND	ND
	21:00	0,028	2,262	3,264	5,478	0	32,31	ND	ND
	22:00	0,013	3,617	3,689	1,906	1,357	29,40	ND	ND
	23:00	0,012	3,648	3,111	3,733	0,514	26,63	ND	ND
18/09/10	00:00	0,014	5,350	3,000	3,361	0,459	27,70	ND	ND
	01:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	02:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	03:00	0,000	7,306	1,522	2,061	0	30,04	ND	ND
	04:00	0,000	11,14	1,522	2,061	0	30,21	ND	ND
	05:00	0,000	12,04	1,800	2,000	0	25,19	ND	ND
	06:00	0,000	3,956	1,686	2,033	0	30,98	ND	ND
	07:00	0,000	6,203	1,932	4,540	0	41,79	ND	ND
	08:00	0,157	9,691	2,369	2,102	0	45,18	ND	ND
	09:00	0,049	11,42	2,980	1,992	0	44,76	ND	ND
	10:00	0,076	13,17	2,974	2,000	0	43,91	ND	ND
	11:00	0,097	18,50	3,000	2,028	0	41,57	ND	ND
	12:00	0,148	22,17	3,000	2,144	0	37,56	ND	ND

Fuente: GT Ingeniería SA, 2023 en base a información contenida en el Expediente N° 1528-D-2010

Entre la hora 1:00 y 2:00 de la mañana del día 18/09/2010 se produjo un corte de electricidad en el recinto donde se encontraba ubicado la UMM, motivo por el cual no se pudieron tomar lectura de los valores correspondientes.

Las siguientes gráficas muestran la variación de las concentraciones cada parámetro durante el período de monitoreo:



Gobierno de la Provincia de Mendoza
República Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Anexo

Número:

Mendoza,

Referencia: PRIMERA PARTE IIA PROYECTO "EL DESTINO Y OTS" EX-2024-08641642- -
GDEMZA-MINERIA

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