



Estudio de Línea de Base Ambiental - Limnología

Proyecto San Jorge (PSJ)

Mendoza - Argentina

Preparado para: **Proyecto San Jorge**



Preparado por: **GT Ingeniería SA**

Proyecto N°: 210312 - 033 - Rev00

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Diciembre 2022

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 Proyecto San Jorge no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Proyecto San Jorge, solamente Proyecto San Jorge, 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 Proyecto San Jorge expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Proyecto San Jorge, GT Ingeniería SA, ni contra sus consultores y subcontratistas y se compromete en mantenerlos indemne de y contra toda demanda que pudiera surgir.

Tabla00: Control de Revisiones

Nombre y Apellido	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre y Apellido	Fecha Aprobación
Laura Larramendy	00	29/12/22	Bruno Del Olmo	2/01/2022

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Tabla de contenidos

I.	Resumen Ejecutivo	1
II.	Información General.....	2
1.	Nombre del Proyecto	2
1.1.	Actividad principal de la empresa.....	2
2.	Nombre de los responsables técnicos del Estudio	2
2.1.	Profesionales intervinientes	2
2.2.	Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos.....	2
2.2.1.	Domicilio Real:.....	2
2.2.2.	Domicilio Legal:	2
III.	Introducción	3
3.	Introducción	3
4.	Objetivos	3
4.1.	Objetivo general	3
IV.	Descripción de Proyecto	4
5.	Descripción general	4
5.1.1.	Vías de acceso	6
V.	Área de Estudio	8
6.	Área de estudio	8
VI.	Metodología.....	9
7.	Metodología	9
7.1.	Fechas de Monitoreos.....	9
7.2.	Mediciones de parámetros físico químicos <i>in situ</i>	9
7.3.	Muestreo por grupos	10
7.3.1.	Fitoplancton y zooplancton.....	10
7.3.2.	Fitobentos	10
7.3.3.	Macroinvertebrados.....	11
7.3.4.	Peces.....	12
7.4.	Análisis ecológico	12
7.5.	Grupos funcionales tróficos	13
7.6.	Calidad de agua	13
8.	Sitios de monitoreo	14
Tabla 8.1	Sitios de monitoreo y tipo de muestras por ambiente.....	14
8.1.	Arroyo El Tigre Arriba.....	14
8.2.	Vertiente Tributario Arroyo El Tigre.....	15
8.3.	Arroyo El Tigre.....	17
8.4.	Aforador Arroyo El Tigre.....	18
8.5.	Arroyo El Tigre Abajo	19
8.6.	Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2	19
8.7.	Vertiente Estancia Yalguaraz	21

8.8.	Ciénaga Yalguaraz	22
VII.	Resultados.....	25
9.	Resultados	25
9.1.	Parámetros físico químicos <i>in situ</i>	25
9.1.1.	Temperatura	25
9.1.2.	pH	27
9.1.3.	Conductividad eléctrica	29
9.1.4.	Oxígeno disuelto.....	31
9.1.5.	Turbidez.....	33
9.2.	DBO y DQO	35
9.3.	Calidad superficial e hidroquímica	37
9.4.	Resultados generales comunidades acuáticas	42
9.4.1.	Fitoplancton	42
9.4.2.	Fitobentos	47
9.4.3.	Zooplancton.....	51
9.4.4.	Macroinvertebrados.....	54
9.4.5.	Peces.....	59
VIII.	Conclusiones	60
IX.	Bibliografía.....	61
X.	Anexos.....	I
	Anexo I. Tablas.....	II

Tablas

Tabla 2.1.	Profesionales Intervinientes	2
Tabla 5.1.	Coordenadas geográficas propiedad minera - PSJ	5
Tabla 7.1	Fecha y duración de monitoreos limnológicos área PSJ	9
Tabla 7.2	Niveles guía establecidos por la Ley N° 24585/Decreto N°820 para Protección de Vida Acuática en Agua Dulce Superficial	13
Tabla 8.1	Sitios de monitoreo y tipo de muestras por ambiente	14
Tabla 8.2	Sitio Arroyo El Tigre Arriba:	15
Tabla 8.3	Sitio Vertiente Arroyo El Tigre:	15
Tabla 8.4	Sitio Arroyo El Tigre	17
Tabla 8.5	Sitio Aforador Arroyo El Tigre	18
Tabla 8.6	Sitio Arroyo El Tigre Abajo	19
Tabla 8.7	Sitio Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2	19
Tabla 8.8	Sitio Vertiente Estancia Yalguaraz	21
Tabla 8.9	Sitio Ciénaga Yalguaraz	22
Tabla 9.1	DBO y DQO en ambientes lóticos.....	36
Tabla 9.2	DBO Y DQO en ambientes lénticos y humedales de bajo caudal	36

Tabla 9.3 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por Ley N° 24.585/Decreto N°820. Primavera 2021	38
Tabla 9.4 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Primavera -Verano 2022	39
Tabla 9.5 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Otoño 2022	40
Tabla 9.6 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Invierno 2022	41

Gráficas

Gráfica 9-1 Valores de temperatura ambiente y del agua en cada uno de los sitios de monitoreo por estación. Monitoreo periodo 2021-2022.....	26
Gráfica 9-2 Valores de pH. Monitoreos periodo 2021-2022	28
Gráfica 9-3 Valores de Conductividad. Monitoreos periodo 2021-2022	30
Gráfica 9-4 Valores de Oxígeno disuelto. Campañas periodo 2021-2022	32
Gráfica 9-5 Valores de Turbidez. Monitoreos periodo 2021-2022	34
Gráfica 9-6 Riqueza relativa por sitio periodo 2021- 2022.....	42
Gráfica 9-7 Frecuencia relativa por grupo por sitio periodo 2021-2022	43
Gráfica 9-8 Abundancia y riqueza de Fitoplancton periodo 2021-2022.....	44
Gráfica 9-9 Diversidad y Dominancia por sitio. Periodo 2021-2022	45
Gráfica 9-10 Frecuencia relativa por grupo por sitio periodo 2021-2022	48
Gráfica 9-11 Abundancia y riqueza de Fitobentos periodo 2021-2022.....	49
Gráfica 9-12 Diversidad y Dominancia por sitio. Periodo 2021-2022	50
Gráfica 9-13 Riqueza y abundancia de zooplancton	51
Gráfica 9-14 Frecuencia relativa por grupo por sitio. Periodo 2021-2022	52
Gráfica 9-15 Dominancia Total de Zooplancton.....	53
Gráfica 9-16 Frecuencia relativa de Macroinvertebrados por grupo por sitio. Periodo 2021-2022	55
Gráfica 9-17 Abundancia y riqueza por sitio de monitoreo y fecha de muestreo. Periodo 2021 – 2022...	56
Gráfica 9-18 Índice de Diversidad y Dominancia por sitio y temporada.	57
Gráfica 9-19 Abundancia relativa según hábitos alimenticios	58

26 de Diciembre de 2022

Estimado Marcelo Cortés

R: Proyecto San Jorge, Estudio de Línea de Base – Limnología, Mendoza, Argentina

GT Ingeniería S.A. ha sido contratada por Proyecto San Jorge (PSJ) para el desarrollo del Estudio de Línea de Base (ELB) de Limnología. El Proyecto San Jorge se ubica en el departamento de Las Heras, provincia de Mendoza, Argentina.

Para el desarrollo del Informe se tomó en consideración los resultados de los monitoreos limnológicos realizados durante el periodo 2021 a 2022 en el Área de Influencia del PSJ.

Atentamente,

Mario Cuello

Gerente General

GT Ingeniería S.A.
T: +54 261 84217

I. Resumen Ejecutivo

El presente documento ha sido desarrollado por GT Ingeniería S.A. (en adelante GT) a solicitud de PSJ y corresponde al Estudio de Línea de Base – Disciplina: Limnología que integrará la Línea de Base Ambiental del Proyecto San Jorge (en adelante PSJ).

El informe desarrollado tiene por objeto describir la Limnología de los cuerpos de agua presentes en el Proyecto y su entorno. El mismo fue elaborado en base a información histórica y datos relevados en terreno por personal especializado contratado por GT. A continuación, se detallan las campañas de campo tenidas en cuenta en el presente ELB:

- Relevamientos estacionales elaborados por GT:
 - Otoño (abril) 2021
 - Primavera (diciembre) 2021
 - Verano (marzo) 2021
 - Otoño (junio) 2021

La zona de interés de este estudio fueron 4 vertientes denominadas Vertiente Estancia Yalguaraz, vertientes Barreal Yalguaraz 1, Barreal Yalguaraz 2, Ciénaga Yalguaraz y cinco sobre la subcuenca del arroyo El Tigre: Arroyo El Tigre Arriba, Vertiente Tributaria, Arroyo El Tigre, Aforador Arroyo El Tigre y Arroyo El Tigre Abajo.

En cada monitoreo se analizaron las variables fisicoquímicas del agua determinadas in situ y en laboratorio, y las comunidades acuáticas de fitoplancton, zooplancton, fitobentos, macroinvertebrados y peces.

En base a la comparativa con los niveles guía para vida acuática de la Ley N° 24585, se observa que todos los sitios superaron al menos 1 nivel guía para al menos 1 estación de las muestreadas. En el mismo sentido y considerando los diferentes muestreos, las vertientes registraron la mayor cantidad de concentraciones de analitos que superaron el nivel guía considerado.

Del análisis de las comunidades acuáticas, se observa que los ensambles de algas, zooplancton y zoobentos se encuentran conformados por especies comunes de ambientes acuáticos del centro oeste de Argentina, todas de hábito bentónico, ya que la escasa profundidad no permite colonización por taxas planctónicas propiamente dichas.

No se detectó presencia de fauna ictícola autóctona y se confirmó en otoño 2021 en el arroyo El Tigre la presencia de población de la especie exótica *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris) con predominancia de hembras. La elevada densidad de trucha arcoíris (confirmado en otoño 2021) podría estar condicionando la diversidad de las comunidades acuáticas, ya que esta especie es conocida por su voracidad para alimentarse y su dieta depende de la oferta del ambiente.

II. Información General

1. Nombre del Proyecto

San Jorge

1.1. Actividad principal de la empresa

Exploración y explotación minera.

2. Nombre de los responsables técnicos del Estudio

GT Ingeniería S.A.

Lic. en Cs. Geológicas Mario Cuello

Inscripta en el Registro de Consultores Ambientales de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la provincia de Mendoza, según Resolución N° 844, bajo Expediente N° EX-2021-06923434- -GDEMZA-SAYOT, N° de Certificado 0041.

2.1. Profesionales intervinientes

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

Tabla 2.1. Profesionales Intervinientes

Nombre	Título	Puesto	Función
Mario Cuello	Lic. Cs Geológicas	Director de Proyecto	Dirección técnica
Pamela Martin	Lic. Gestión Ambiental	Coordinador Técnico de Servicio	Revisor Sr
Bruno Del Olmo	Ing. en recursos naturales	Líder Equipo ambiental	Revisión Informe
Laura Larramendy	Ing. Rec. Naturales Renovables	Consultor Ambiental	Trabajo de campo
Eduardo Mamani	Tec. Cartografía	Especialista GIS	Desarrollo de cartográfica

Fuente: Datos proporcionados por los profesionales

2.2. Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos

2.2.1. Domicilio Real:

Vicente Gil 330
Ciudad, (5500) Mendoza
Teléfono: +54 261 3709210
E-mail: info@gtarg.com

2.2.2. Domicilio Legal:

Miguel Azcuénaga 2453, Barrio Alto Los Olivos,
San Francisco Del Monte (5503), Mendoza.

III. Introducción

3. Introducción

El Proyecto (PSJ) se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina. Se encuentra entre los 32° 10' de Latitud Sur y los 69°27' Longitud Oeste, en la Precordillera mendocina a una altura aproximada de 2.400-2.900 m s.n.m.

Considerando el área central de la propiedad minera, el PSJ dista en línea recta 90 km en dirección Noroeste de la ciudad de Mendoza (capital provincial), a 39 km en dirección Noroeste de la localidad de Uspallata (centro urbano) y a 66 km en dirección Suroeste de la localidad Barreal, de la provincia de San Juan (centro urbano). Además, dista en dirección al Norte del paraje San Alberto 28 km, del paraje Tambillos 16 km y de la estancia Chiquero 14,5 km; y en dirección Suroeste de la estancia Yalguaraz 13,5 km.

El presente Informe incluye los resultados obtenidos de los monitoreos estacionales realizados en el periodo 2021- 2022. En cada monitoreo se realizó la toma de muestras de comunidades acuáticas (fitoplancton, fitobentos, zooplancton, macroinvertebrados), relevamiento de peces, como así también la medición de parámetros físico químicos in situ. Los análisis de ensambles biológicos incluyen datos de todos los estudios previos.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

El objetivo del presente Informe consiste en establecer una Línea de Base Ambiental para la disciplina limnología mediante el análisis de los resultados de los monitoreos realizados en el período 2021-2022, permitiendo relevar la diversidad y riqueza limnológica presente en los cuerpos de agua en el área de influencia del Proyecto y su entorno.

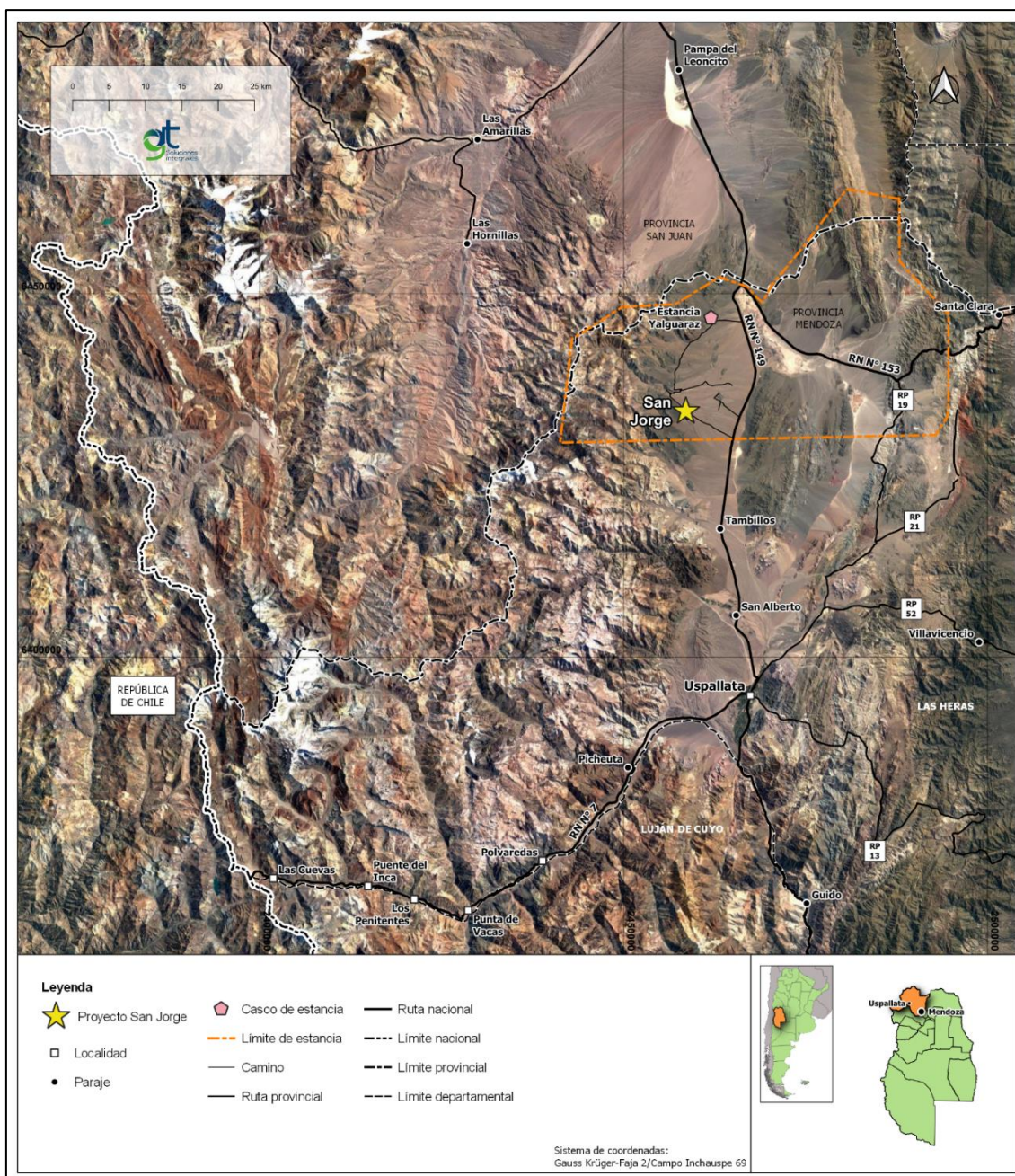
IV. Descripción de Proyecto

5. Descripción general

5.1. Localización del Proyecto

El Proyecto San Jorge (en adelante PSJ) se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina. Se encuentra entre los 32° 10' de Latitud Sur y los 69°27' Longitud Oeste, en la Precordillera mendocina a una altura aproximada de 2.400-2.900 msnm. En el siguiente mapa se observa la ubicación del PSJ.

Mapa 5.1 Ubicación del PSJ



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

El Proyecto será desarrollado dentro de una propiedad que lo contiene (es decir que lo circunda) cuyo único propietario es Minera San Jorge. La propiedad minera se encuentra dentro de la Estancia Yalguaráz, y contempla 8 manifestaciones de descubrimiento abarcando una superficie total de 9984,37 ha.

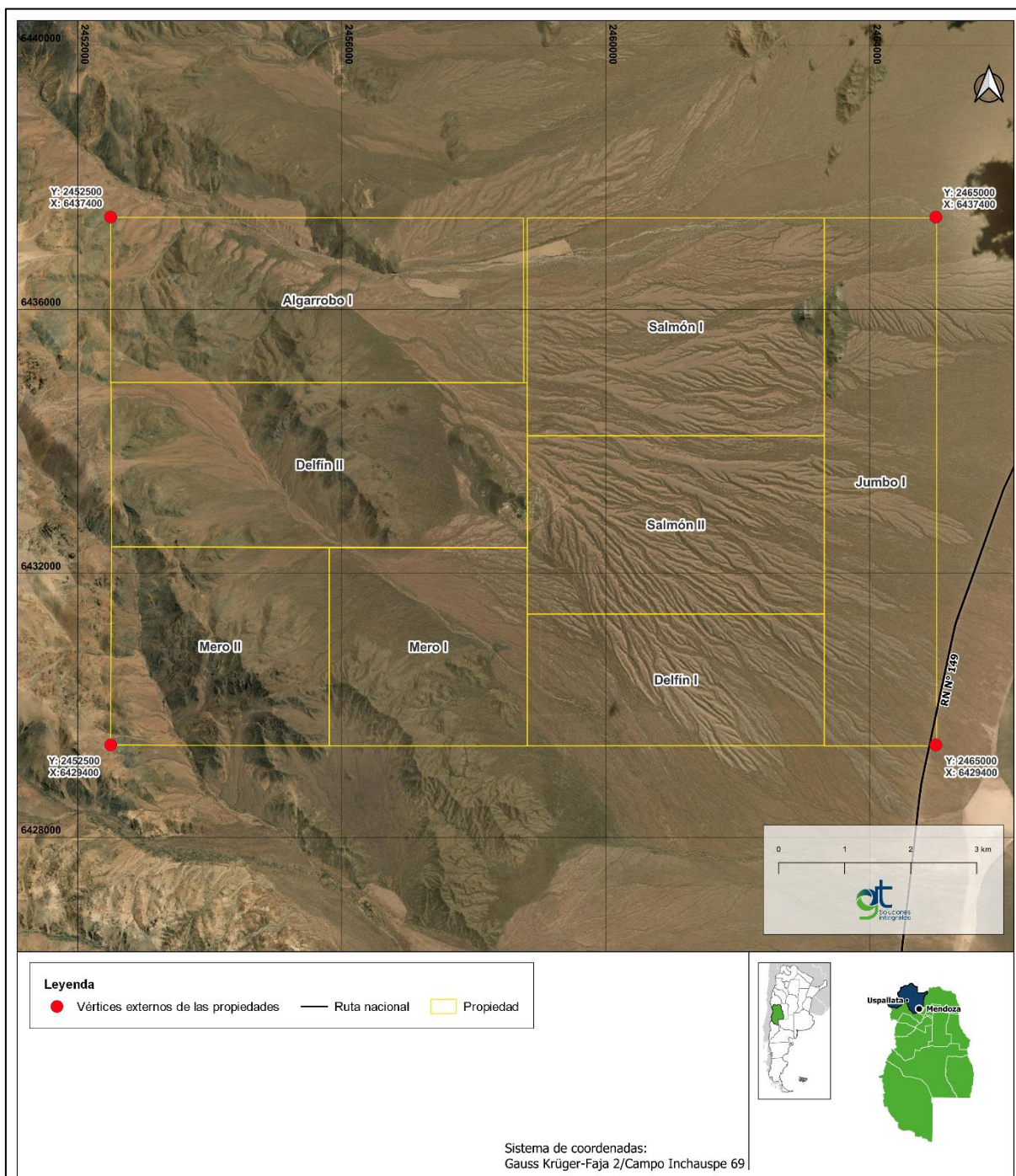
Las coordenadas geográficas de los vértices de la propiedad se indican en la siguiente Tabla.

Tabla 5.1. Coordenadas geográficas propiedad minera - PSJ

Manifestación	Vértice	Coordenadas	
		Y	X
Jumbo I	NE	2.465.000	6.437.400
	SE	2.465.000	6.429.400
Mero II	SO	2.452.500	6.429.400
Algarroba I	NO	2.452.500	6.437.400

Nota: Sistema de Coordenadas Gauss Krüger, Campo Inchauspe 69, Faja 2.
 Fuente: Catastro Mza 2011

Mapa 5.2 Vértices de Propiedad Minera - PSJ



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Considerando el área central de la propiedad minera, el PSJ dista en línea recta 90 km en dirección Noroeste de la ciudad de Mendoza (capital provincial), a 39 km en dirección Noroeste de la localidad de Uspallata (centro urbano) y a 66 km en dirección Suroeste de la localidad Barreal, de la provincia de San Juan (centro urbano). Además, dista en dirección al Norte del paraje San Alberto 28 km, del paraje Tambillos 16 km y de la estancia Chiquero 14,5 km; y en dirección Suroeste de la estancia Yalguaraz 13,5 km.

5.1.1. Vías de acceso

La vía de acceso terrestre principal al área del PSJ es desde la ciudad de Mendoza, por la Ruta Nacional N° 40. Desde la misma, se recorren 19 km hacia el Sur hasta el empalme con la Ruta Nacional N° 7 y

En el siguiente mapa se observan las vías de acceso al PSJ.

Página 13 de 322

V. Área de Estudio

6. Área de estudio

El área de estudio para la disciplina Limnología corresponde a la Cuenca Yalguaraz (797,4 km²), la misma forma una depresión intermontana limitada por la Cordillera Frontal (poniente) y la Pre-cordillera (oriente). La depresión se encuentra relleno con sedimentos, conos de deyección y depósitos de piedemontes. Debido a la alta permeabilidad de estos rellenos sedimentarios, se genera una infiltración rápida de las escorrentías generadas en la Cordillera. Hidrológicamente, se clasifica como una cuenca arreica con descarga subterránea hacia la Ciénaga.¹

¹ Balance Hídrico Preliminar, Artois consulting, Octubre 2022

VI. Metodología

7. Metodología

7.1. Fechas de Monitoreos

A continuación, se presenta una tabla donde se detallan las fechas de los monitoreos limnológicos desarrollados en el área del Proyecto en el periodo 2021-2022.

En dichos muestreos se realizó la medición de parámetros físico químicos *in situ* en simultáneo con la toma de muestras de fitoplancton, zooplancton, fitobentos, macroinvertebrados y muestreo de peces.

Tabla 7.1 Fecha y duración de monitoreos limnológicos área PSJ

Monitoreos	Fecha
Otoño 2021	14 de abril 2021
Primavera 2021	20 de diciembre 2021
Primavera- Verano 2022	17 de marzo 2022
Otoño 2022	11 y 12 de junio 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

7.2. Mediciones de parámetros físico químicos *in situ*

Se midieron los siguientes parámetros:

- Temperatura del agua
- pH
- Conductividad eléctrica
- Oxígeno disuelto *in situ*
- Turbidez

A excepción de la turbidez, las mediciones se llevaron a cabo con una sonda multiparamétrica AQUACOMBO (pH-DO-Cond-Salinity-temperature meter) HM3070. La turbidez fue medida mediante turbidímetro Milwaukee Mi 415. Range 0,00 to 50,00 FNU (Unidad de Formacina Nefelométrica) 50 to 1000 FBU (Unidad de Dispersión Inversa de Formacina).

Por último, se midió la temperatura atmosférica con un termómetro portátil de mercurio.

Fotografía 7.1 Sonda multiparamétrica



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

Fotografía 7.2 Turbidímetro



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

7.3. Muestreo por grupos

7.3.1. Fitoplancton y zooplancton

Para el análisis cuantitativo de fitoplancton¹ se recolectaron 100 ml de agua fijados con Lugol. El recuento se llevó a cabo en cubetas de sedimentación mediante microscopio invertido. Se tuvo en cuenta la cuantificación de todas las algas presentes unicelulares y pluricelulares. Los resultados de abundancia se expresan en células por mililitro (cél/ml).

Las muestras de zooplancton fueron extraídas mediante el filtrado de 90 y 81 litros de agua, a través de una red de 40µm de abertura de malla y conservadas con formol al 4%. Los recuentos de zooplancton se realizaron con cámara de Sedgwick-Rafter de 1 ml de capacidad en microscopio binocular. Los resultados se presentan en número de indiv /l.

La identificación taxonómica de algas se realizó mediante bibliografía específica para diatomeas², cianobacterias³, clorofíceas y otras⁴. Para zooplancton se consideraron rotíferos⁵, copépodos⁶ y otros.

7.3.2. Fitobentos

En cada sitio de monitoreo se tomaron 3 muestras multihábitats integradas en un recipiente de 100 ml y conservadas con formol al 4%. Para el episamon se utilizó un tubo de 3,5 cm de diámetro, extrayéndose los primeros 5 mm de la capa superficial de sedimentos de la zona costera cubierta de agua. Para epifiton se recolectaron en superficie de 3,5 cm de diámetro sobre los primeros 4 cm de la planta. Para epilíton se realizó el raspado de superficie de 3,5 cm de diámetro.

La cuantificación de todas las algas presentes se realizó con microscopio invertido, en cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1 ml. La frecuencia relativa se expresa en células (cél.) por unidad de superficie (cm²). Su identificación taxonómica se realizó a nivel genérico específico, mediante bibliografía específica por grupos tal como se mencionó para fitoplancton en el apartado anterior.

¹ APHA, 1995.

² Patrick & Reimer, 1966, 1975; Germain, 1981; Hartley, 1996.

³ Geitler, 1967; Komárek & Anagnostidis, 2005.

⁴ Bourrelly, 1968, 1970, 1972.

⁵ Ruttner Kolisko, 1974.

⁶ Bayly, 1992; Dussart, 1979; Reid, 1985.

Fotografía 7.3 Muestreo de fitobentos



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

7.3.3. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados fueron recolectados según el método multihabitats⁷ que consistió en la toma de muestras, con una red marco tipo D-frame de 250 μ m de tamaño de poro. Cada réplica tomada con este tipo de muestreador constó de tres movimientos de 0,45 m. Las muestras se almacenaron en recipientes plásticos de 500 ml previamente rotulados y se fijaron *in situ* con alcohol etílico al 70%.

La separación e identificación de organismos se realizó mediante lupa estereoscópica. Los resultados se presentan en individuos por metro cuadrado (ind.m⁻²). Las determinaciones taxonómicas se realizaron a nivel de grupos principales y familias.

⁷ Hering *et al.*, 2004; Barbour *et al.*, 2006.

Fotografía 7.4 Red marco tipo D-frame



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

7.3.4. Peces

El relevamiento de peces sólo se llevó a cabo en el ecosistema lótico, Arroyo El Tigre, ya que en los restantes sitios las características hidrológicas, no permiten la colonización por fauna íctica.

En otoño 2021, Tigre se llevó a cabo el relevamiento de trucha arcoíris en dos tramos de 450 m a través del arte de pesca con mosca, efectuado por un especialista en esta actividad. Se realizó la determinación sexual y mediciones de tallas. Una vez completadas las actividades, todos los ejemplares capturados fueron devueltos al ambiente. En estos tramos del río también se realizó el relevamiento de fauna ictícola autóctona (para las familias Cyprinidae y Trichomycteridae), mediante la técnica de remoción del sustrato y de vegetación con la red marco tipo D-frame, tanto en el cauce principal, como en el litoral.

A partir del monitoreo primavera 2021 el relevamiento llevado a cabo, tuvo el objetivo de capturar especies autóctonas. Se llevaron a cabo 3 transectas cuya cantidad y extensión fue dependiente de la morfología del arroyo El Tigre, con un total de barrido de 80 m² en el sitio del aforador y 56 m² en el sitio de aguas arriba. La red fue ubicada en el cauce a contracorriente con el copo central extendido. Un monitor desde una distancia marcada y medida desde la ubicación de la red, realizó la remoción del fondo del río, con el objeto de provocar la liberación de peces desde el fondo.

7.4. Análisis ecológico

Con los resultados obtenidos se elaboraron matrices con las abundancias absolutas y relativas para cada grupo biológico. Con ellas se calcularon índices para determinar propiedades estructurales de las comunidades⁸.

El índice H' de diversidad específica de Shannon–Wiener⁹ se define a partir de $p_i = n_i/N$, que es la abundancia proporcional de la especie i con respecto a la totalidad N de individuos de las S especies presentes. El índice λ de dominancia de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, y está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes¹⁰. Estos índices se definen respectivamente como:

⁸ Brower & Zar, 1977.

⁹ El índice original se definió originalmente con el logaritmo de base 2, y por ello su resultado se expresó en *bits* binarios. Desde la generalización del uso del logaritmo natural, dicho índice se expresa en “*nats*”.

¹⁰ Moreno, 2001.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad \lambda = \sum_{i=1}^S p_i (n_i - 1) / (N - 1)$$

Con el objetivo de identificar tendencias en la selección de hábitats se aplicó el índice de disimilitud de Bray-Curtis, o de similitud de Sorensen, entre muestras pareadas generando jerárquicamente *clusters*. Los resultados se grafican en un dendrograma donde se visualizan los niveles de similitud entre las diferentes muestras.

7.5. Grupos funcionales tróficos

Los grupos funcionales tróficos permiten predecir las relaciones biológicas que se desarrollan en la dinámica trófica de un ecosistema acuático, e inferir su grado de integridad biológica. Se determinó la abundancia relativa de los grupos funcionales en cada sitio muestreado en la campaña verano 2022, agrupados en raspadores, colectores recolectores, colectores filtradores, fragmentadores y predadores¹¹, asignando a estos grupos con bibliografía específica¹² y por un análisis de las estructuras bucales de los especímenes muestreados.

7.6. Calidad de agua

El análisis de calidad de agua se realizó según los protocolos del laboratorio (Alex Stewart International Argentina S.A.). Cabe aclarar que las muestras de agua, extraídas en el marco de la elaboración de la Línea de Base Ambiental de Calidad de Agua Superficial y Subterránea, fueron tomadas de los sitios analizados de manera simultáneamente a la toma de muestras de ensambles biológicos.

Para el análisis de calidad de agua se evaluaron los resultados fisicoquímicos y se compararon con los niveles guía establecidos en la Ley N° 24.585/95 y en el Decreto N°820/2006 de protección ambiental en el ámbito de la minería en la provincia de Mendoza para el uso “Vida Acuática en Agua Dulce Superficial”.

Tabla 7.2 Niveles guía establecidos por la Ley N° 24585/Decreto N°820 para Protección de Vida Acuática en Agua Dulce Superficial

Parámetro	Unidad	NG Vida Acuática
PH	–	6,5 – 9,0
Sólidos totales disueltos	µg/l	1 x 10 ⁶
Oxígeno disuelto	µg/l Oxígeno	5000
Antimonio (total)	µg/l	16
Arsénico (total)	µg/l	50
Boro (total)	µg/l	750
Cadmio (total)	µg/l	0,2
Cianuro (total)	µg/l	5
Cinc (total)	µg/l	5
Cobre (total)	µg/l	2
Cromo (total)	µg/l	2
Manganeso (total)	µg/l	100
Mercurio (total)	µg/l	0,1
Níquel (total)	µg/l	25

¹¹ Merritt & Cummins, 1996.

¹² Merritt & Cummins, *op. cit.*¹⁶; Lopretto & Tell, 1995; Miserendino, 2007.

Parámetro	Unidad	NG Vida Acuática
Plata (total)	µg/l	0,1
Plomo (total)	µg/l	1
Uranio. (total)	µg/l	20
Vanadio (total)	µg/l	100

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022.

Referencia: Valores de referencia extraídos de Anexo IV. Ley 24.585.

8. Sitios de monitoreo

A lo largo del período 2021-2022 se han estudiado diferentes cuerpos de agua presentes en el PSJ, a la fecha se cuenta con 9 sitios de monitoreo. A continuación, se presenta la tabla con los sitios de monitoreo con su campaña correspondiente.

Tabla 8.1 Sitios de monitoreo y tipo de muestras por ambiente

Sitio de monitoreo	Coordenadas		Otoño 2021	Primavera 2021	Primavera verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022
	Y	X					
Arroyo El Tigre Arriba	2452161	6438361			X	X	X
Vertiente Tributario Arroyo El Tigre	2453056	6437620		X	X	X	X
Arroyo El Tigre	2454257	6437328	X	X	X	X	X
Aforador Arroyo El Tigre	2455953	6436738	X	X	X	X	X
Arroyo El Tigre Abajo	2458351	6436688				X	X
Vertiente Barreal Yalguaraz 1	2472060	6439673	X	X	X	X	X
Vertiente Barreal Yalguaraz 2	2472124	6439620	X	X	X	X	X
Vertiente Estancia Yalguaraz	2462259	6446694	X	X	X	X	X
Ciénaga Yalguaraz	2467308	6449621				X	X

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.1. Arroyo El Tigre Arriba

El sitio Arroyo el Tigre Arriba fue incorporado al diseño de muestreo a partir de la temporada primavera verano 2022.

Tabla 8.2 Sitio Arroyo El Tigre Arriba:

Arroyo El Tigre Arriba							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton			X	X	X	Lótico
	Zooplancton			X	X	X	
	Fitobentos			X	X	X	
	Macroinvertebrados			X	X	X	
	Peces			X	X	X	

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

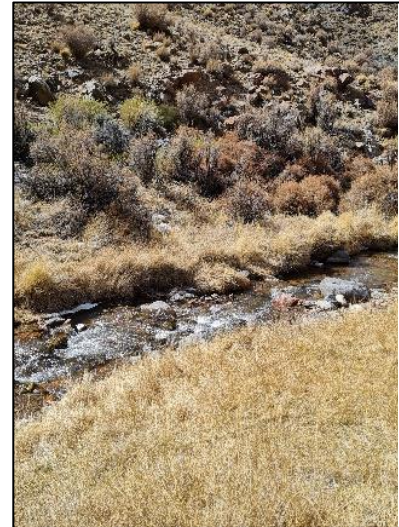
Fotografía 8.1 Arroyo El Tigre Arriba en estaciones monitoreadas



Primavera- verano 2022



Otoño 2022



Invierno 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.2. Vertiente Tributario Arroyo El Tigre

En primavera 2021, se incorporó el sitio Vertiente Tributario Arroyo El Tigre, ubicado a 1.7 km aproximadamente aguas arriba del sitio Arroyo El Tigre. El ambiente consiste en un humedal de escaso caudal, que desagua en el arroyo El Tigre.

Tabla 8.3 Sitio Vertiente Arroyo El Tigre:

Vertiente Arroyo El Tigre							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton						Léntico
	Zooplancton						
	Fitobentos		X	X	X		
	Macroinvertebrados		X	X	X		
	Peces						

Fotografía 8.2 Vertiente Tributario Arroyo El Tigre en estaciones monitoreadas



Primavera 2021



Primavera verano 2022



Otoño 2022



Invierno 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.3. Arroyo El Tigre

El arroyo El Tigre forma parte de los sitios monitoreados desde los inicios de los estudios. Este sistema lótico se caracteriza por el sustrato rocoso y vegetación riparia autóctona.

Tabla 8.4 Sitio Arroyo El Tigre

Arroyo El Tigre							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton	X	X	X	X	X	Lótico
	Zooplancton	X	X	X	X	X	
	Fitobentos	X	X	X	X	X	
	Macroinvertebrados	X	X	X	X	X	
	Peces	X	X	X	X	X	

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.3 Arroyo El Tigre en estaciones monitoreadas



Otoño 2021



Primavera 2021



Primavera- Verano 2022



Otoño 2022



Invierno 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.4. Aforador Arroyo El Tigre

El sitio Aforador arroyo El Tigre, ubicado 2km aguas abajo del sitio Arroyo El Tigre, forma parte de los sitios monitoreados desde los inicios de los estudios en el área de PSJ. Este sistema lótico se caracteriza por el sustrato rocoso y vegetación riparia autóctona.

Tabla 8.5 Sitio Aforador Arroyo El Tigre

Aforador Arroyo El Tigre							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton	X	X	X	X	X	Lótico
	Zooplancton	X	X	X	X	X	
	Fitobentos	X	X	X	X	X	
	Macroinvertebrados	X	X	X	X	X	
	Peces	X	X	X	X		

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.4 Aforador Arroyo El Tigre en estaciones monitoreadas



Otoño 2021



Primavera 2021



Primavera- Verano 2022



Otoño 2022



Invierno 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.5. Arroyo El Tigre Abajo

En otoño 2022, se sumó el sitio Arroyo El Tigre Abajo, aguas abajo del sitio Aforador Arroyo El Tigre.

Tabla 8.6 Sitio Arroyo El Tigre Abajo

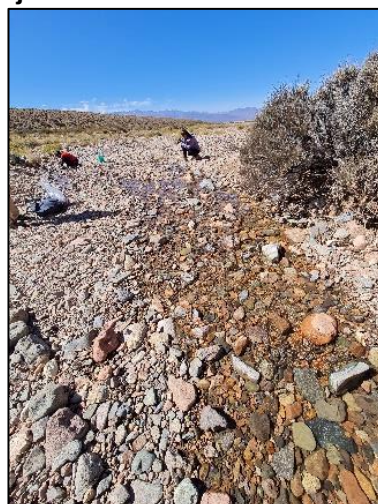
Arroyo El Tigre Abajo							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton				X	X	Lótico
	Zooplancton				X	X	
	Fitobentos				X	X	
	Macroinvertebrados				X	X	
	Peces				X	X	

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.5 Arroyo El Tigre Abajo en estaciones monitoreadas



Otoño 2022



Invierno 2022

8.6. Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2

Los sitios Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2, como sus nombres lo indican, consisten en un ecosistema de humedal con vegetación de mallines sin columna de agua. Ambos sitios se encuentran por fuera de la propiedad minera.

Tabla 8.7 Sitio Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2

Vertiente Barreal Yalguaraz 1 y 2							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton						Humedal de bajo caudal
	Zooplancton						
	Fitobentos	X	X	X	X	X	
	Macroinvertebrados	X	X	X	X	X	
	Peces						

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.6 Vertiente Barreal Yalguaraz 1 en estaciones monitoreadas



Otoño 2021



Primavera 2021



Otoño 2022



Invierno 2022

Referencia: Primavera – Verano 2022 sin registro fotográfico.
 Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.7 Vertiente Barreal Yalguaraz 2 en estaciones monitoreadas



Otoño 2021



Primavera 2021



Otoño 2022



Invierno 2022

Referencia: Primavera – Verano 2022 sin registro fotográfico.
 Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.7. Vertiente Estancia Yalguaraz

El sitio Vertiente Estancia Yalguaraz se encuentra en la estancia Yalguaraz aguas arriba de una pequeña represa y consiste en una turbera. Este sitio se encuentra por fuera de la propiedad minera.

Tabla 8.8 Sitio Vertiente Estancia Yalguaraz

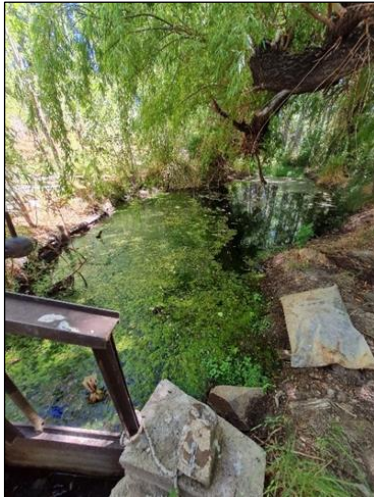
Vertiente Estancia Yalguaraz							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton	X	X	X	X	X	Léntico
	Zooplancton	X	X	X	X	X	
	Fitobentos	X	X	X	X	X	
	Macroinvertebrados	X	X	X	X	X	
	Peces	X	X	X	X	X	

Fotografía 8.8 Vertiente Estancia Yalguaraz



Otoño 2021





Primavera 2021



Invierno 2022

Referencia: Primavera – Verano 2022 sin registro fotográfico
 Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

8.8. Ciénaga Yalguaraz

En otoño 2022 se incorporó el sitio Ciénaga Yalguaraz, ubicado al noreste del Proyecto, por fuera de la propiedad minera.

Tabla 8.9 Sitio Ciénaga Yalguaraz

Ciénaga Yalguaraz							
	Comunidad	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021-2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Tipo de ambiente
Tipo de muestra	Fitoplancton						Léntico
	Zooplancton						
	Fitobentos				X	X	
	Macroinvertebrados				X	X	
	Peces						

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Fotografía 8.9 Ciénaga Yalguaraz



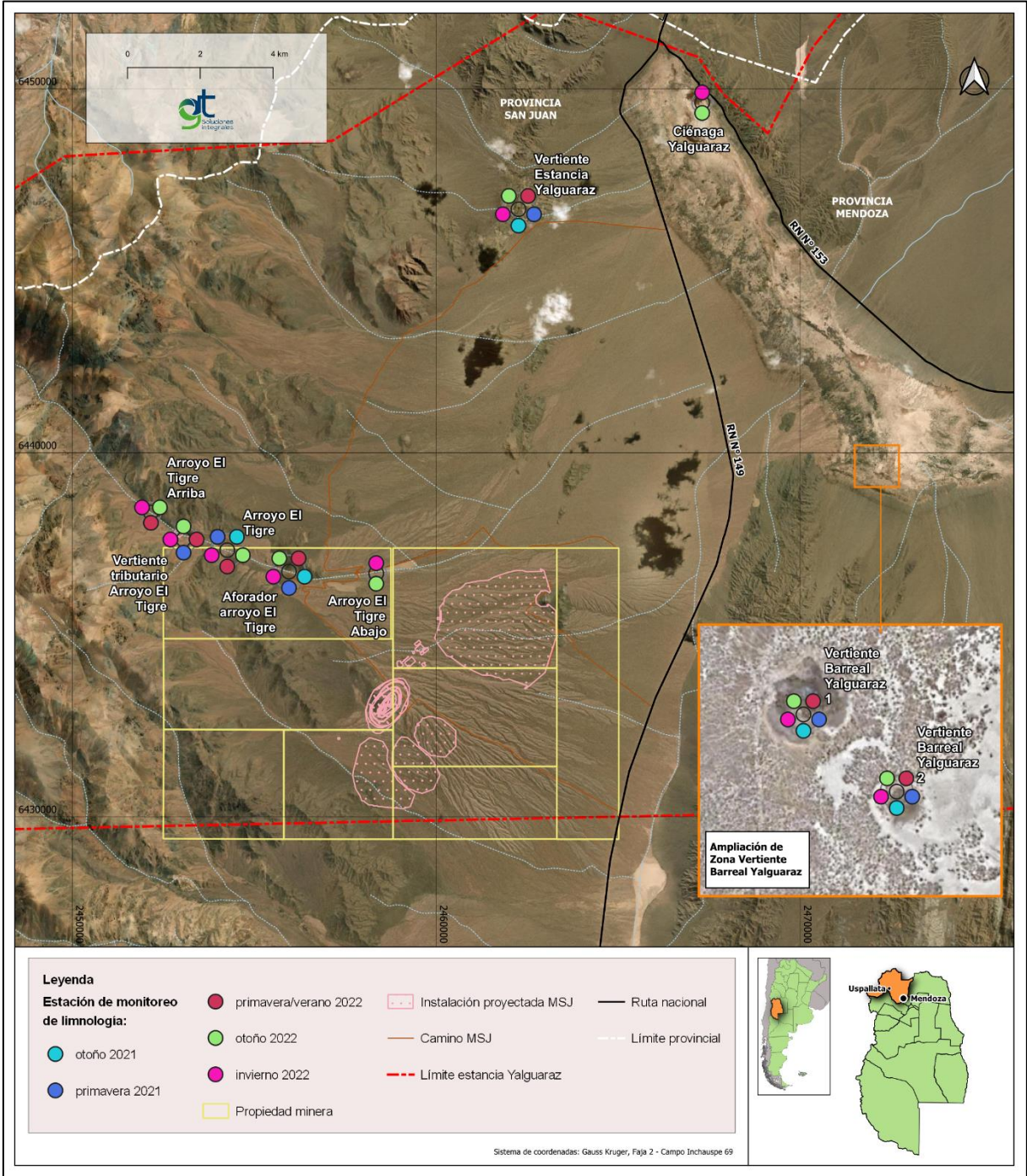
Otoño 2022



Invierno 2022

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

Mapa 8.1 Sitios de monitoreo limnológico – Período 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

VII. Resultados

9. Resultados

9.1. Parámetros físico químicos *in situ*

9.1.1. Temperatura

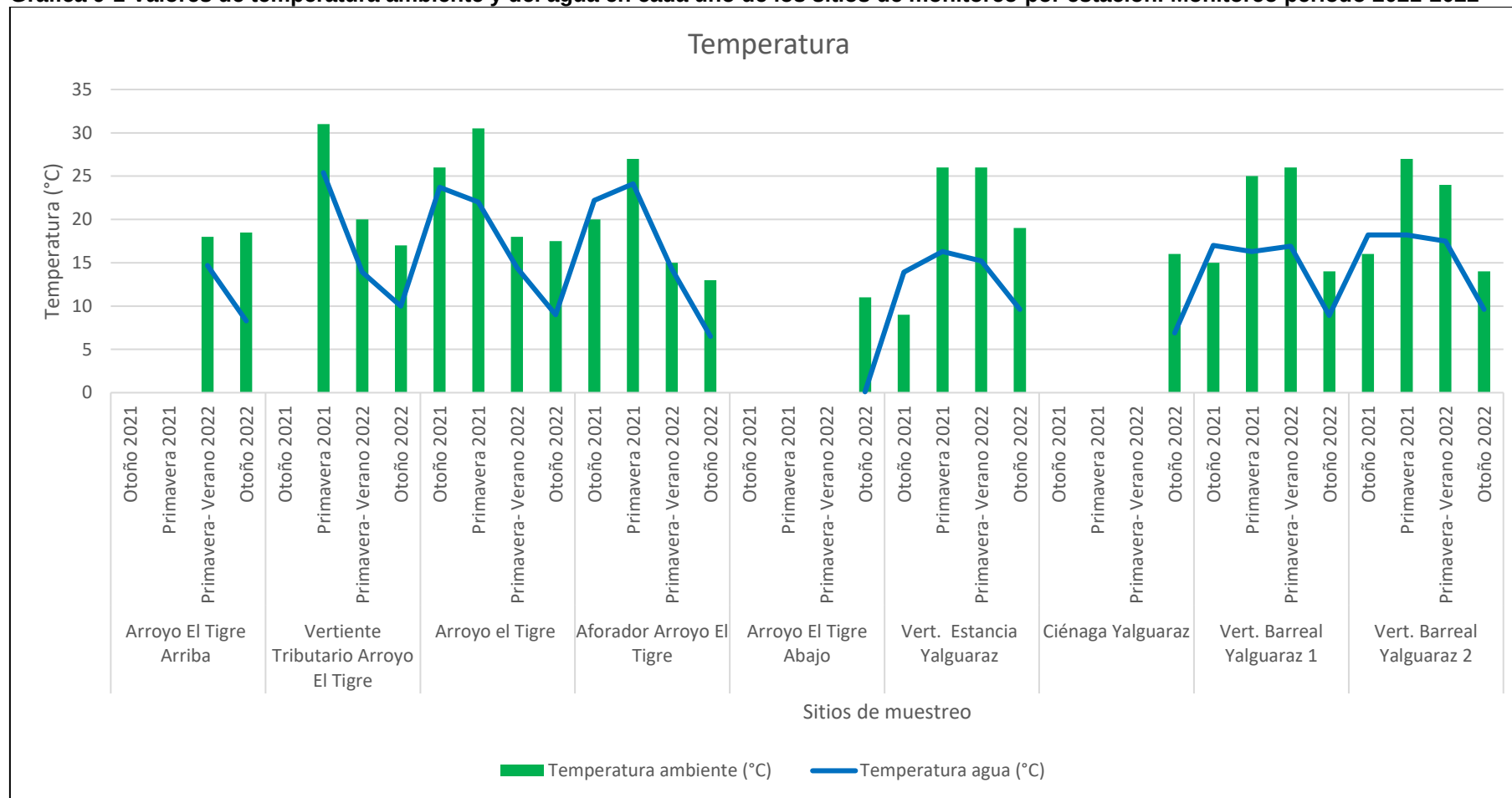
En los monitoreos realizados en el periodo 2021-2022 se detectó que los menores valores de temperatura ambiente y temperatura del agua se registraron en la estación otoño, mientras que los mayores valores se registraron en primavera.

En otoño 2022 la temperatura ambiente osciló entre 15 y 16 °C, siendo inferior a la registrada en otoño 2021 cuando la misma fue de 13 a 26 °C. Mismo patrón se registró en la temperatura del agua, con valores promedio en el arroyo El Tigre de 8°C y 9°C en las vertientes. En otoño 2021 las temperaturas del agua fueron más elevadas en el arroyo El Tigre (23°C) y en las vertientes (16°C).

La temperatura ambiente promedio durante el día de monitoreo correspondiente a la estación verano 2022 fue de 21°C, 6,7 grados centígrados inferior que la registrada durante la campaña de primavera 2021 (27,7 °C).

Cabe aclarar que, se presentan los registros de temperatura ambiente y del agua de los cursos monitoreados como información de referencia, ya que su medición no es sistemática y los valores registrados dependen de varios factores entre ellos: hora de medición, heliofanía, condiciones climáticas (nubosidad y viento), entre otros.

Gráfica 9-1 Valores de temperatura ambiente y del agua en cada uno de los sitios de monitoreo por estación. Monitoreo periodo 2021-2022



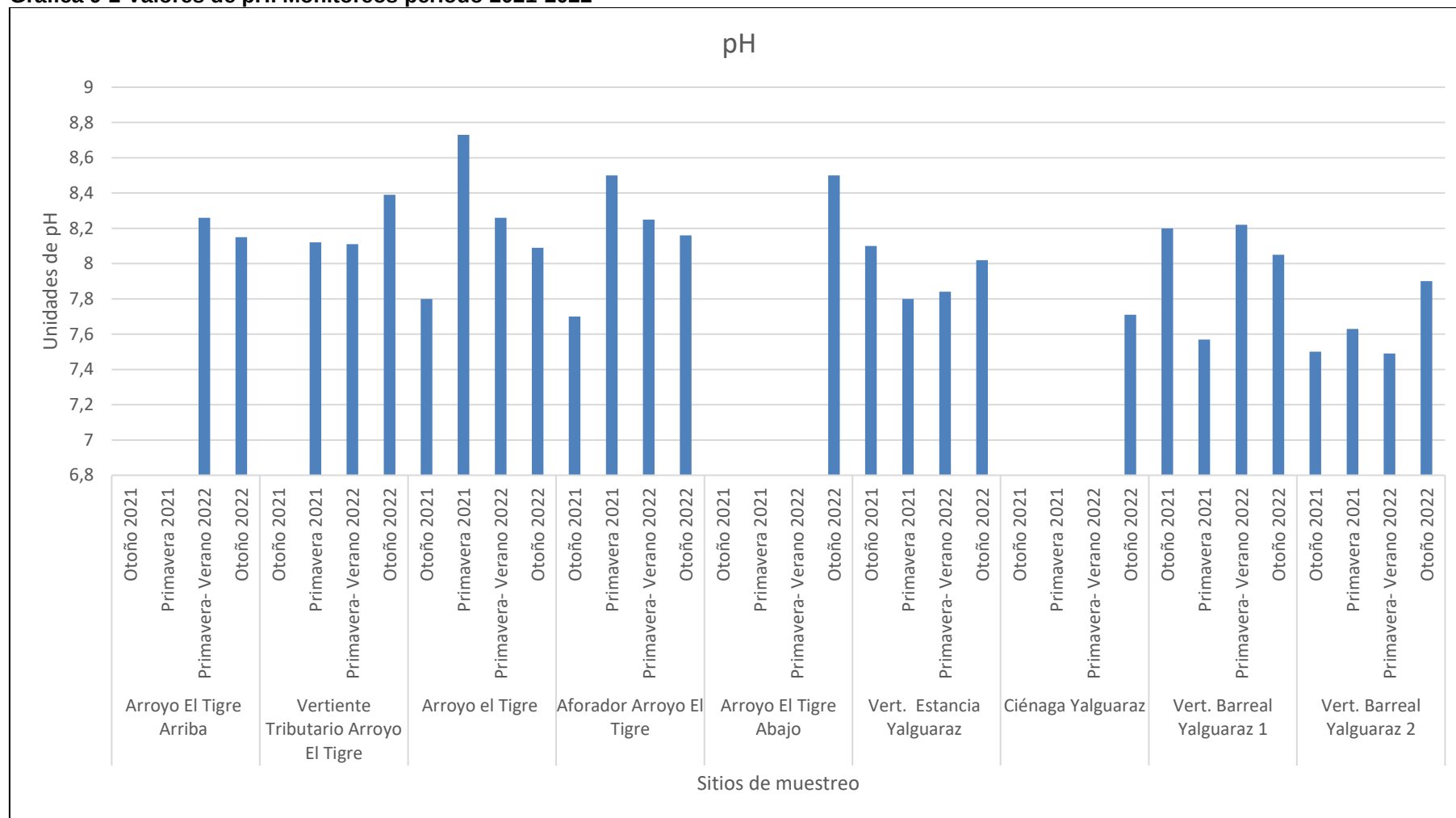
Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.1.2. pH

El pH registrado en los sitios monitoreados en el periodo 2021-2022, en términos generales, resultó levemente alcalino a altamente alcalino.

En primavera 2021, en el sitio Arroyo El Tigre se registró el valor más alto (pH= 8,7). Por el contrario, se destaca la Vertiente Barreal Yalguaraz 2 por presentar los menores valores de pH en la estación primavera- verano 2022 (pH= 7,4).

Gráfica 9-2 Valores de pH. Monitoreos periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.1.3. Conductividad eléctrica

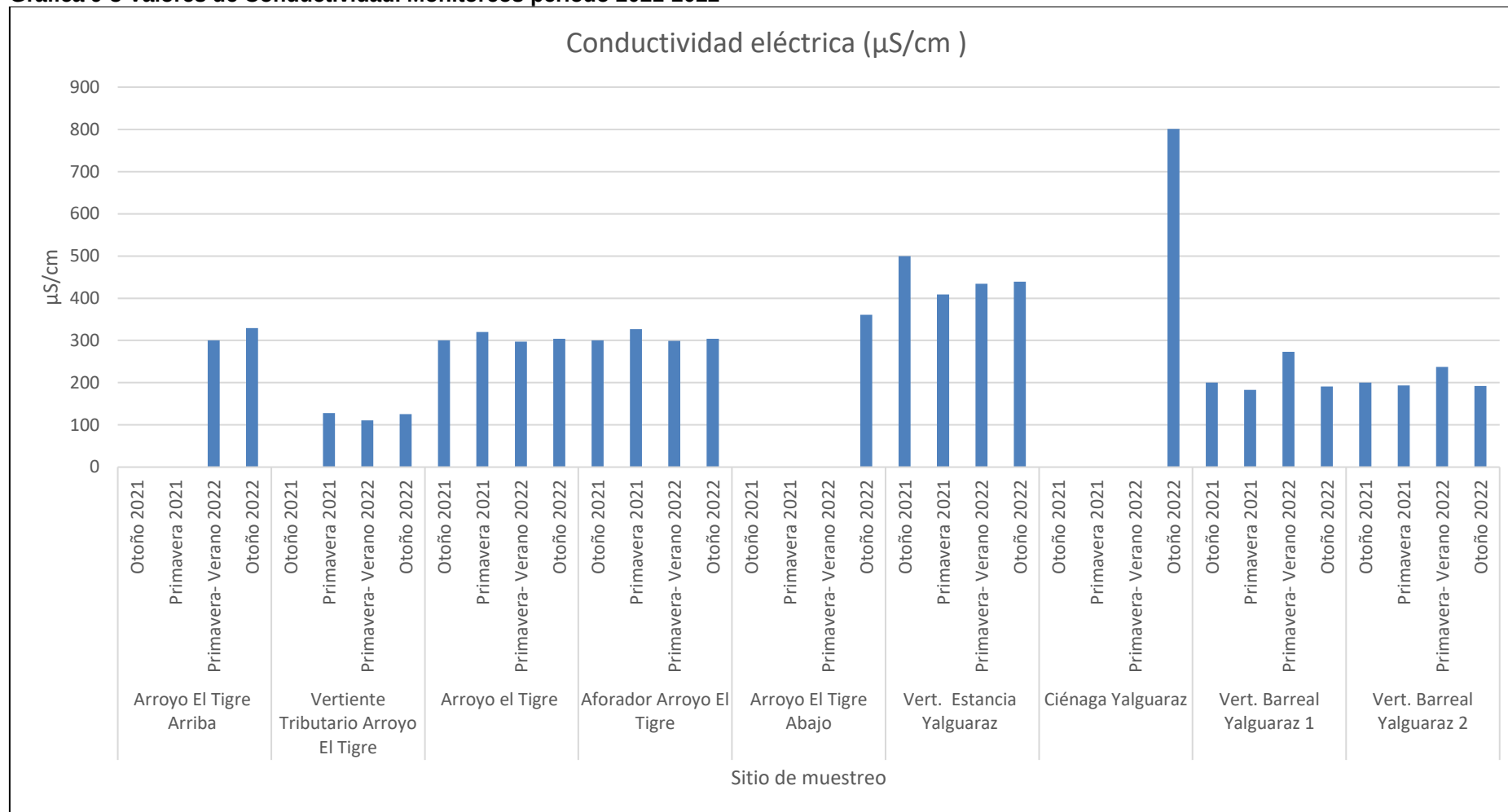
Teniendo en cuenta todas las temporadas y sitios analizados sobre la cuenca del arroyo El Tigre, la conductividad eléctrica fue homogénea, con valores entre 300 y 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Entre las vertientes, la mayor concentración de electrolitos se registró en la Vertiente Estancia Yalguaraz con 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en otoño 2021.

En las Vertientes Barreal Yalguaraz 1 y 2 la conductividad eléctrica presentó valores superiores en verano 2022, con 273 y 237 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente.

En el sitio Vertiente Tributario Arroyo El Tigre se registraron los valores de conductividad más bajos, (110- 127 $\mu\text{S}/\text{cm}$) mientras que en la Ciénaga Yalguaraz, sitio incorporado en otoño 2022, se registró el valor más alto con 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Gráfica 9-3 Valores de Conductividad. Monitoreos periodo 2021-2022

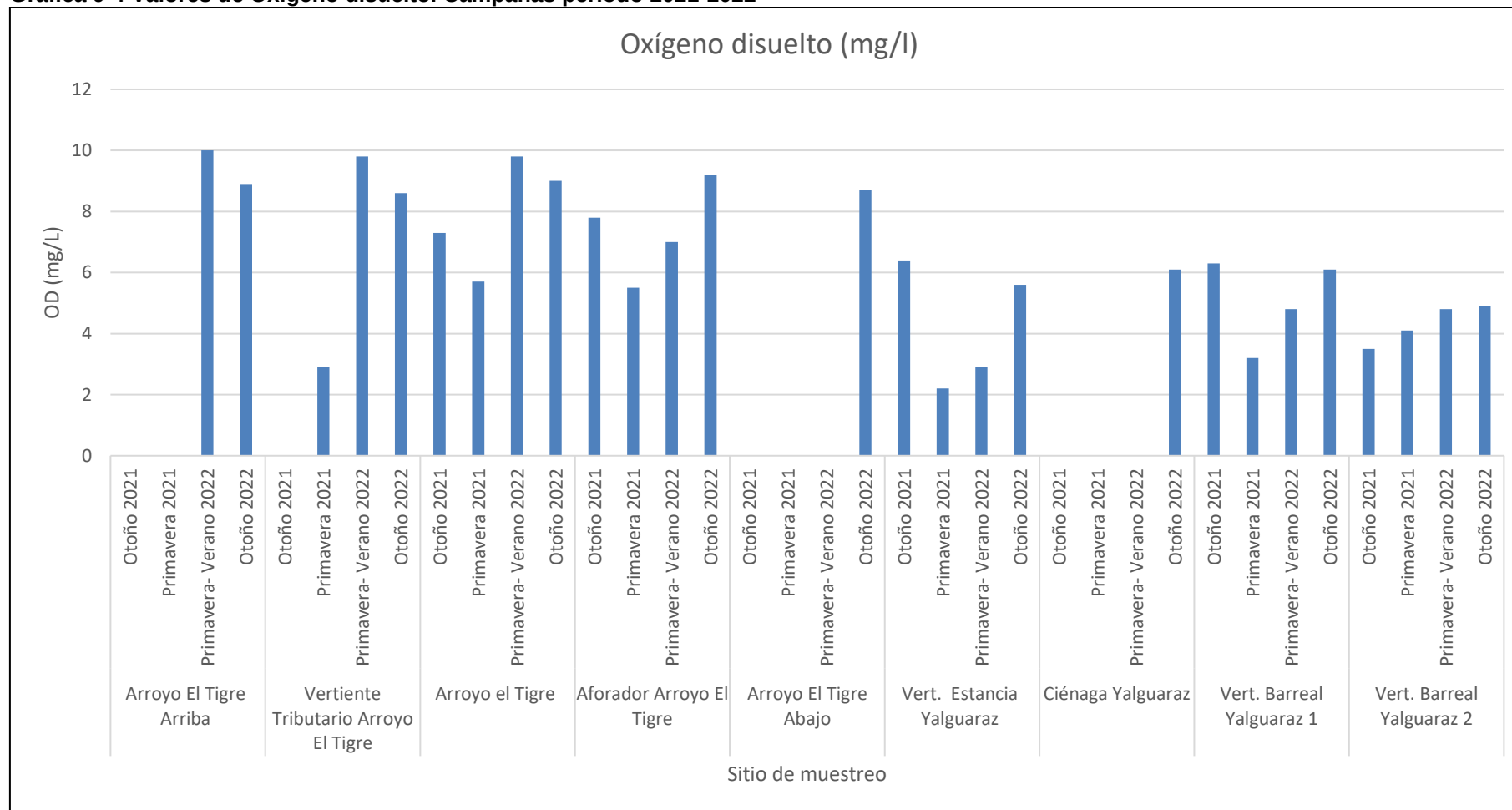


Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.1.4. Oxígeno disuelto

En primavera- verano 2022 las aguas del ambiente lótico presentaron alta oxigenación con respecto a los ambientes de las vertientes. Los mayores valores se atribuyen al mayor caudal y escorrentía durante los monitoreos de primavera 2021 y primavera-verano 2022.

Gráfica 9-4 Valores de Oxígeno disuelto. Campañas periodo 2021-2022



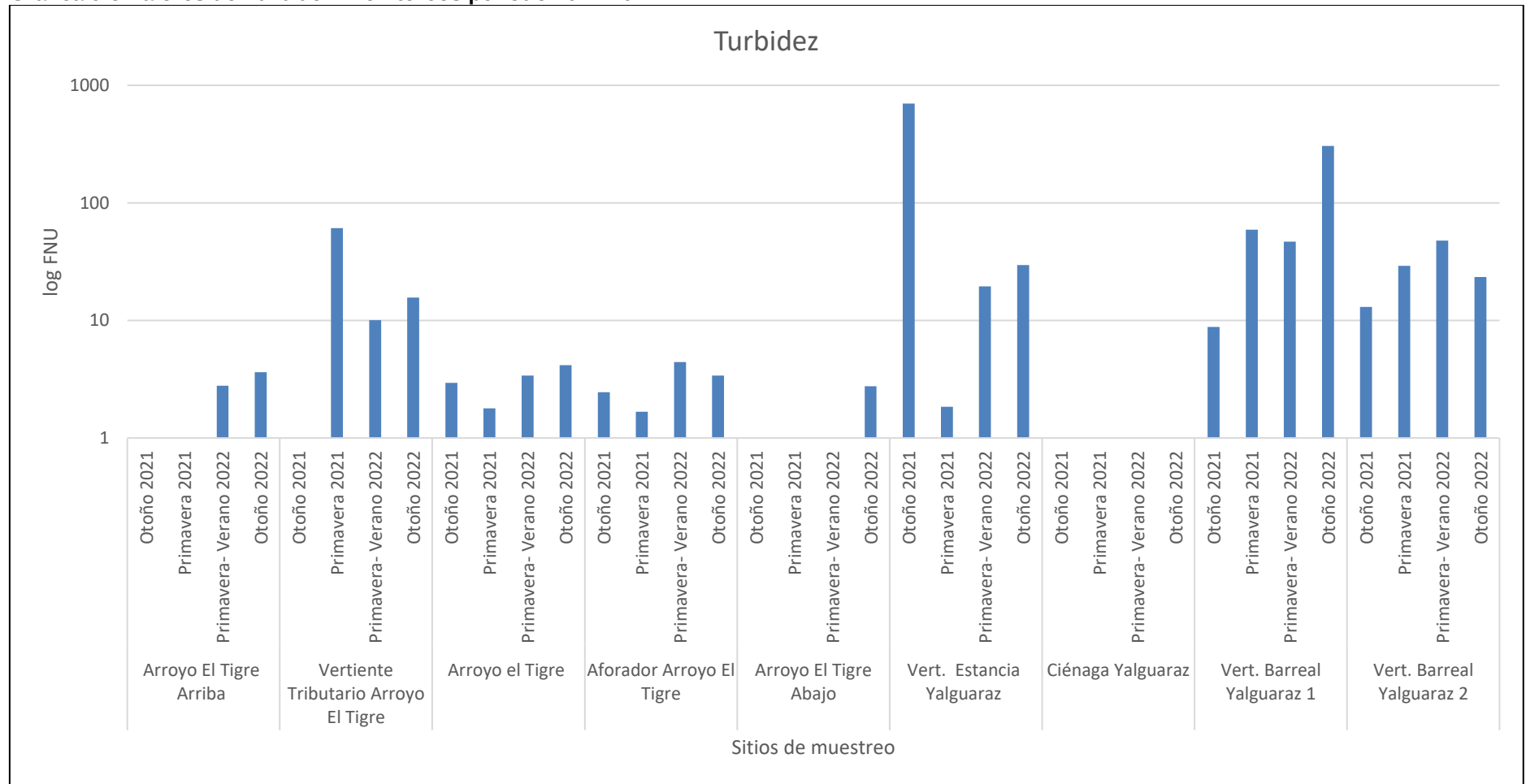
Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.1.5. Turbidez

La turbidez presentó diferencias entre el ambiente lótico y las vertientes. Siendo en estas últimas más elevada, principalmente en Otoño 2021 (700 FNU) y Otoño 2022 (305 FNU). El valor elevado registrado en las vertientes puede deberse a la escasa profundidad que, al introducir el frasco para la medición se produjo remoción del sedimento

En otoño 2022, en la ciénaga Yalguaraz no pudo llevarse a cabo la medición de turbidez, debido a la remoción de sedimento al quitar el hielo para la toma de muestra. De haberla medido hubiera arrojado un valor erróneo.

Gráfica 9-5 Valores de Turbidez. Monitoreos periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022. Nota: En otoño 2022, en la ciénaga Yalguaraz no pudo llevarse a cabo la medición de turbidez, debido a la remoción de sedimento al quitar el hielo para la toma de muestra. De haberla medido hubiera arrojado un valor erróneo.

9.2. DBO y DQO

La demanda química de oxígeno, la cual indica la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica, registró valores altos en la estación primavera 2021 y primavera-verano 2022 en los ecosistemas de humedal de bajo caudal; vertientes Barreal Yalguaraz 1 y 2. Misma tendencia se presentó en la demanda biológica, aunque con valores por debajo a los límites de cuantificación en otoño 2022, lo que estaría indicando baja actividad biológica.

Tabla 9.1 DBO y DQO en ambientes lóticos

	Arroyo El Tigre Arriba				Vertiente Tributario Arroyo El Tigre				Arroyo el Tigre				Aforador Arroyo El Tigre			Arroyo El Tigre Abajo				
	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022
DQO (mg/l)	-	-	<10	<10	-	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-	-	<10
DBO (mg/l)	-	-	<5	<5	-	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-	-	-	<5

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Tabla 9.2 DBO Y DQO en ambientes lénticos y humedales de bajo caudal

	Vert. Estancia Yalguaraz				Ciénaga Yalguaraz				Vert. Barreal Yalguaraz 1				Vert. Barreal Yalguaraz 2			
	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022	Oto 2021	Prim 2021	Prim-Ver 2022	Oto 2022
DQO (mg/l)	<10	<10	<10	12	-	-	-	33	102	<10	586	11	136	1145	998	38
DBO (mg/l)	<5	<5	<5	<5	-	-	-	<5	6	<5	243	<5	25	144	87	<5

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.3. Calidad superficial e hidroquímica

En el Estudio de Línea de Base de Calidad de Agua Superficial del PSJ, se llevó a cabo la caracterización hidroquímica de los cursos superficiales de agua monitoreados en el periodo 2021-2022. En los análisis de calidad de agua se consideró:

- los niveles guía establecidos por la Ley N° 24.585 y el Decreto N°820/06 de protección ambiental en el ámbito de la minería en la provincia de Mendoza
- el Código Alimentario Argentino (en adelante CAA) - Art N°982 “Agua Potable”,
- las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector minero establecidas por la Corporación Financiera Internacional (en adelante IFC) para efluentes

En el presente informe se realiza un breve resumen de las conclusiones obtenidas de los análisis de los resultados fisicoquímicos de laboratorio por cada monitoreo y su comparativa con el nivel guía establecido por la Ley N°24.585 de Protección Ambiental Minera, para calidad de agua, considerando el uso de “Vida Acuática en Agua Dulce Superficial”. Para un mayor detalle de los resultados obtenidos remitirse al estudio de Línea de Base de Calidad de Agua Superficial y Subterránea del Proyecto.

Según los balances iónicos realizados entre el periodo 2021-2022, las aguas en términos generales se tipifican como cálcicas sulfatadas en el sistema lótico, mientras que la ciénaga y vertientes como bicarbonatadas cálcicas.

Tabla 9.3 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por Ley N° 24.585/Decreto N°820. Primavera 2021

Parámetro	Vertiente tributario Arroyo El Tigre	Arroyo El Tigre	Aforador Arroyo El Tigre	Vertiente Estancia Yalguaraz	Vertiente Barreal Yalguaraz 1	Vertiente Barreal Yalguaraz 2	Niveles guía de la Ley N° 24.585
							Vida acuática
Ag			VA	VA	VA	VA	0,1
Al							SN
As							50
B							750
Ba							SN
Be							SN
Cd							0,2
Co							SN
Cr	VA			VA	VA	VA	2
Cu	VA	VA	VA	VA	VA	VA	2
Mn	VA			VA		VA	100
Mo							SN
Ni							SN
Pb	VA			VA	VA	VA	1
Pd							SN
Sb							16
Se							SN
U							20
V						VA	100
Zn	VA			VA		VA	30

Fuente: GT Ingeniería, 2022.

Nota: VA= supera nivel guía de vida acuática.

Tabla 9.4 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Primavera -Verano 2022

Parámetro	Arroyo El Tigre Arriba	Vertiente tributario Arroyo El Tigre	Arroyo El Tigre	Aforador Arroyo El Tigre	Vertiente Estancia Yalguaraz	Vertiente Barreal Yalguaraz 1	Vertiente Barreal Yalguaraz 2	Niveles guía de la Ley N° 24.585
								Vida acuática
Ag					VA			0,1
Al								SN
As							VA	50
B								750
Ba								SN
Be								SN
Cd					VA	VA	VA	0,2
Co								SN
Cr								2
Cu					VA	VA	VA	2
Mn					VA	VA	VA	100
Mo								SN
Ni								SN
Pb						VA	VA	1
Pd								SN
Sb								16
Se								SN
U							VA	20
V							VA	100
Zn								30

Fuente: GT Ingeniería, 2022.

Nota: VA= supera nivel guía de vida acuática.

Tabla 9.5 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Otoño 2022

Parámetros	Arroyo Tigre arriba	Vertiente Tributario A. El Tigre	Arroyo El Tigre	Aforador Arroyo El Tigre	Arroyo Tigre Abajo	Vertiente Estancia Yalguaraz	Ciénaga Yalguaraz	Vertiente Barreal Yalguaraz 1	Vertiente Barreal Yalguaraz 2	Niveles guía de la Ley N° 24.585 Vida acuática
Ag							VA			0,1
Al										SN
As										50
B										750
Ba										SN
Be										SN
Cd							VA	VA	VA	0,2
Co										SN
Cr						VA		VA	VA	2
Cu							VA	VA	VA	2
Mn						VA	VA	VA	VA	100
Mo										SN
Ni										SN
Pb										1
Pd										SN
Sb										16
Se										SN
U										20
V							VA			100
Zn							VA	VA	VA	30

Fuente: GT Ingeniería, 2022.

Nota: VA= supera nivel guía de vida acuática.

Tabla 9.6 Parámetros fisicoquímicos vs nivel guía establecido por la Ley N° 24.585/Decreto N°820. Invierno 2022

Parámetro	A. El Tigre Arriba	Vertiente Tributario A. El Tigre	A. El Tigre	Aforador A. El Tigre	A. El Tigre abajo	Vertiente Estancia Yalguaraz	Ciénaga Yalguaraz	Vertiente Barreal Yalguaraz 1	Vertiente Barreal Yalguaraz 2	Niveles guía de la Ley N° 24.585
										Vida acuática
Ag	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	0,1
Al										SN
As										50
B										750
Ba										SN
Be										SN
Cd								VA		0,2
Co										SN
Cr							VA	VA	VA	2
Cu	VA	VA				VA	VA	VA	VA	2
Mn							VA	VA	VA	100
Mo										SN
Ni										SN
Pb	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	1
Pd										SN
Sb										16
Se										SN
U										20
V										100
Zn							VA	VA	VA	30

Fuente: GT Ingeniería, 2022.

Nota: VA= supera nivel guía de vida acuática.

En base a la comparación de los resultados obtenidos de los análisis y su comparación con los valores guía para vida acuática, según los elementos considerados en la ley N° 24.585, se observa que un alto número de analitos superan el nivel guía considerado.

El sitio Vertiente Barreal Yalguaraz 2 en primavera 2021, primavera- verano 2022 y otoño 2022, resultó ser el ambiente que presentó la mayor cantidad de concentraciones de analitos superiores al nivel guía de vida acuática.

9.4. Resultados generales comunidades acuáticas

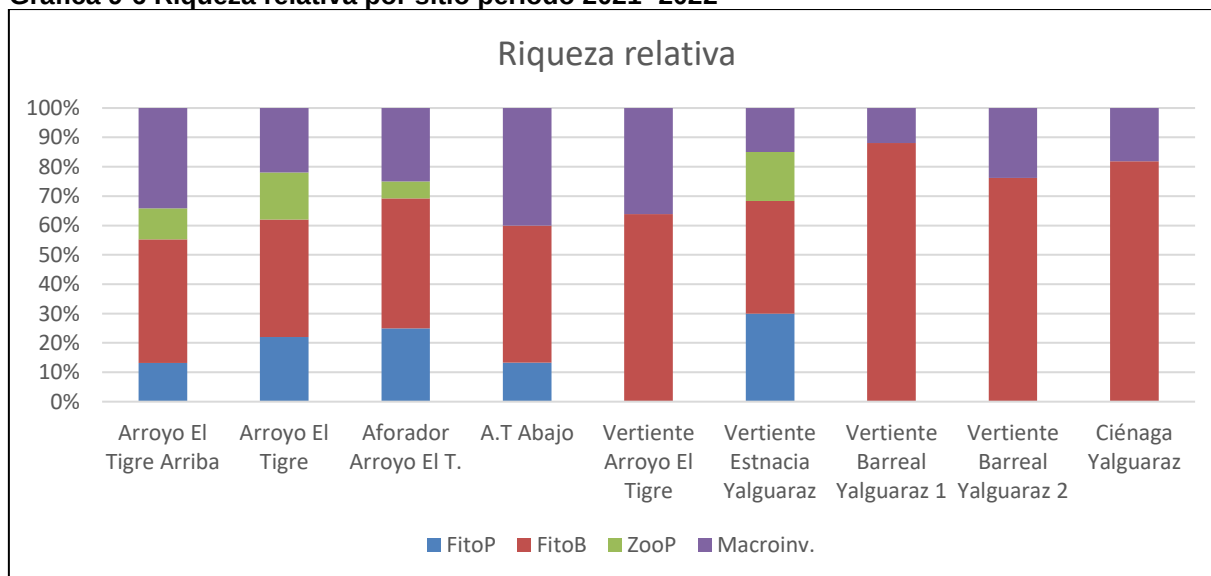
A partir del análisis de las comunidades acuáticas monitoreadas en el período 2021-2022 se identificó que la comunidad Fitobentos fue la más abundante, siendo predominante en cada uno de los sitios, aunque analizando la riqueza la predominancia no es tan marcada.

Por su parte el Fitoplancton fue el segundo grupo más abundante, seguido por los Macroinvertebrados y por último el Zooplancton. Estos resultados concuerdan con lo esperado dada la naturaleza biológica de cada una de las comunidades, tanto el fitoplancton como el fitobentos lo conforman organismos autótrofos con capacidad de proliferar en gran velocidad y abundancia, por lo que actúan como eslabón primario dentro de la cadena trófica. Cabe destacar que las especies de fitoplancton registradas, no eran propiamente planctónicas, sino que son especies de hábito bentónico que son arrastradas por las corrientes de agua.

Por otra parte, la abundancia de Fitoplancton fue prácticamente nula en las Vertientes debido a la baja columna de agua y ausencia de corriente que arrastra a las bentónicas, lo que también explica la baja abundancia de zooplancton.

En cuanto a la riqueza, los Fitobentos son el grupo que más aportó en cuanto al índice en cada uno de los sitios, desde un 40% a un 90%. En líneas generales, las mayores Riquezas relativas de Fitobentos se vieron en las Vertientes, donde hay ausencia de Fitoplancton y Zooplancton.

Gráfica 9-6 Riqueza relativa por sitio periodo 2021- 2022

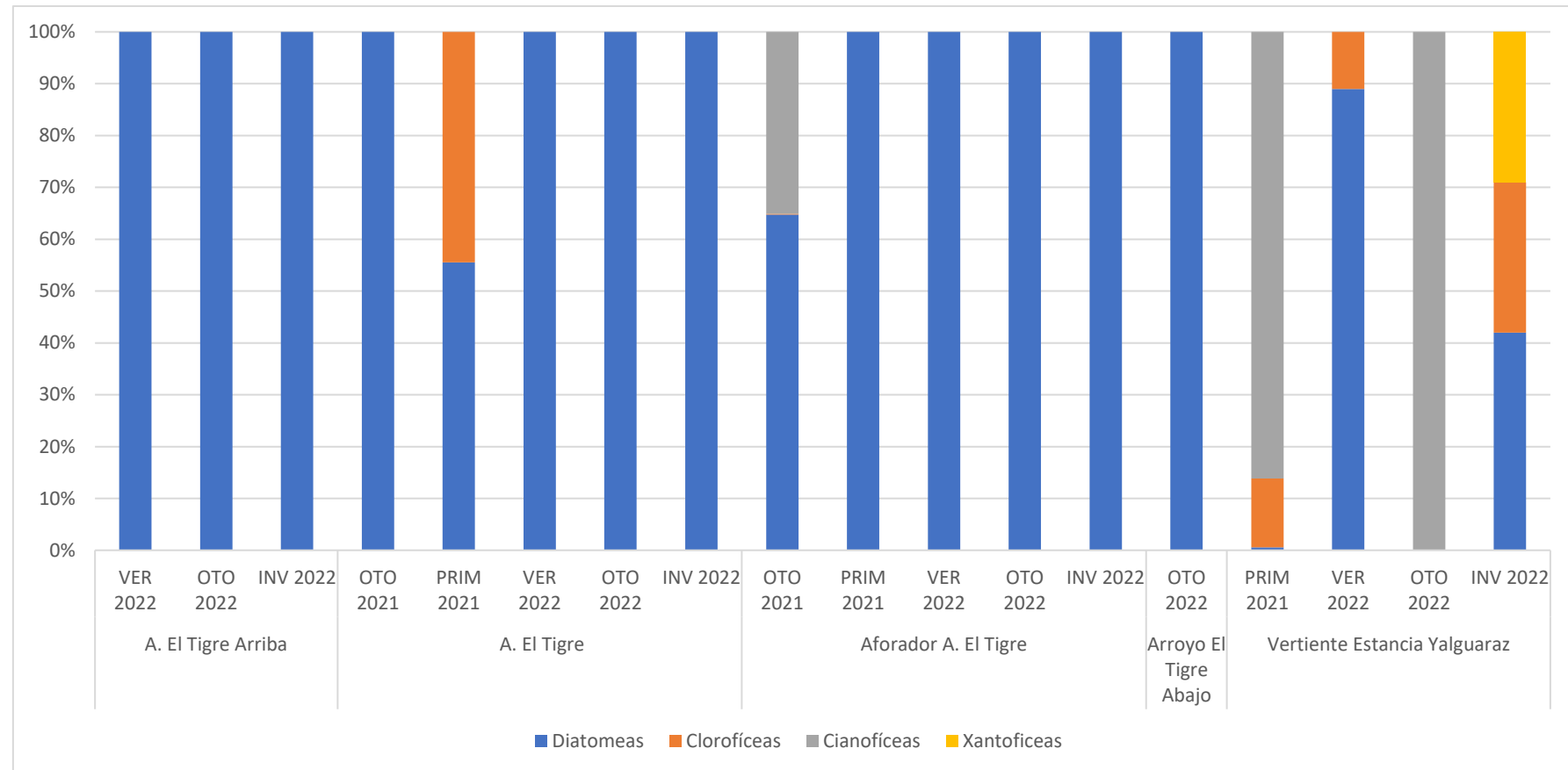


Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.4.1. Fitoplancton

En total se reconocieron un total de 34 especies de las cuales 16 corresponden a Diatomeas, 4 Clorofíceas, 13 Cianofíceas y 1 Xantofíceas. Las diatomeas fueron el grupo dominante, no solo en riqueza, sino también en abundancia; en especial en aquellos sitios asociados al Arroyo el Tigre. En la Gráfica 9-7 siguiente se aprecia que las diatomeas estuvieron presentes en todos los sitios asociados al Arroyo el Tigre, siendo predominantes en abundancia en cada uno de los mismos, mientras que en la Vertiente Estancia Yalguaraz las frecuencias relativas variaron en función de la temporada.

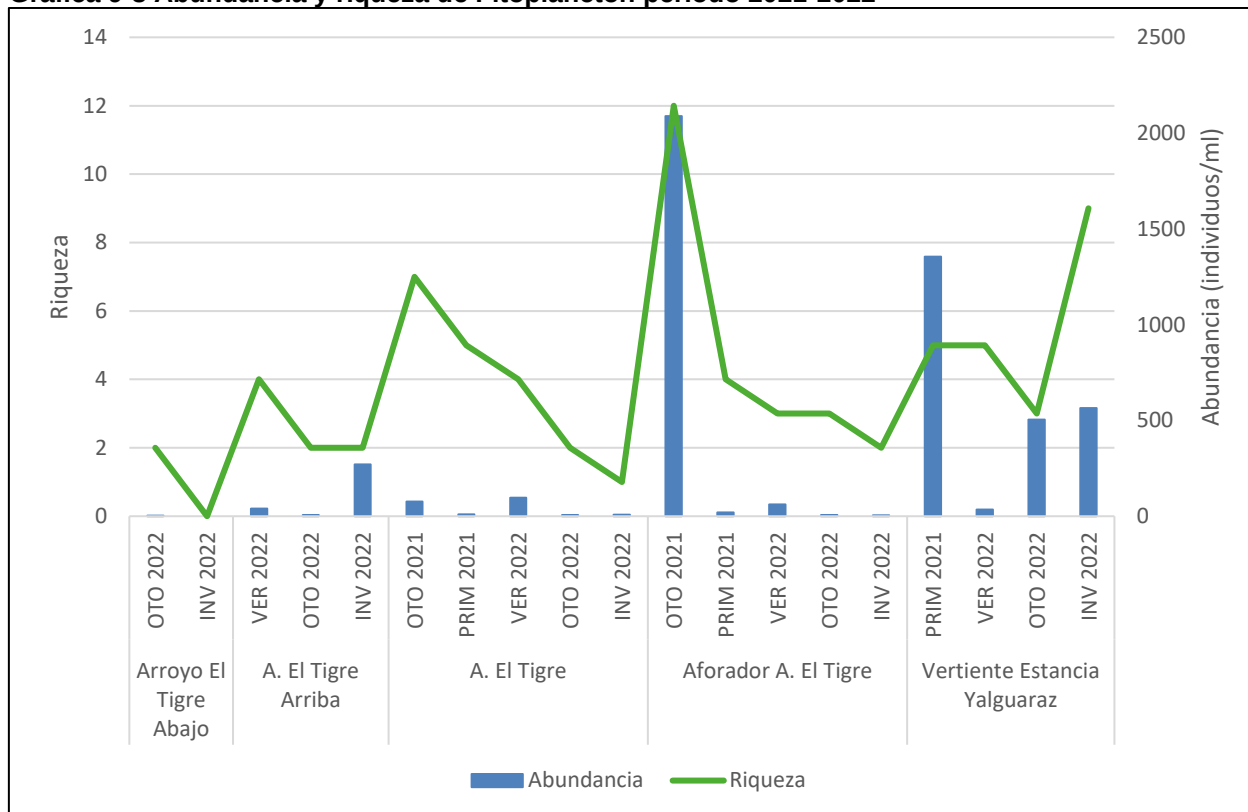
Gráfica 9-7 Frecuencia relativa por grupo por sitio periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

En la Gráfica 9-8 siguiente, se observa que las abundancias de Fitoplancton son muy variables dado el ciclo de vida de este grupo, en el cual tienen la capacidad de proliferar a gran velocidad cuando se dan las condiciones propicias para su desarrollo (nutrientes, temperatura, luz, etc). A su vez todas las especies, menos 1, presentes en el ensamble de fitoplancton son de hábito bentónico, es decir que desarrollan su ciclo de vida sobre los sustratos (rocas, vegetación sumergida). La fuerza de la corriente favorece el desprendimiento de las algas, por lo que son halladas en deriva. El grado de desprendimiento va a variar según las condiciones ambientales, principalmente el caudal, por lo cual la abundancia registrada, por temporada, también se verá afectada por este factor.

Gráfica 9-8 Abundancia y riqueza de Fitoplancton periodo 2021-2022



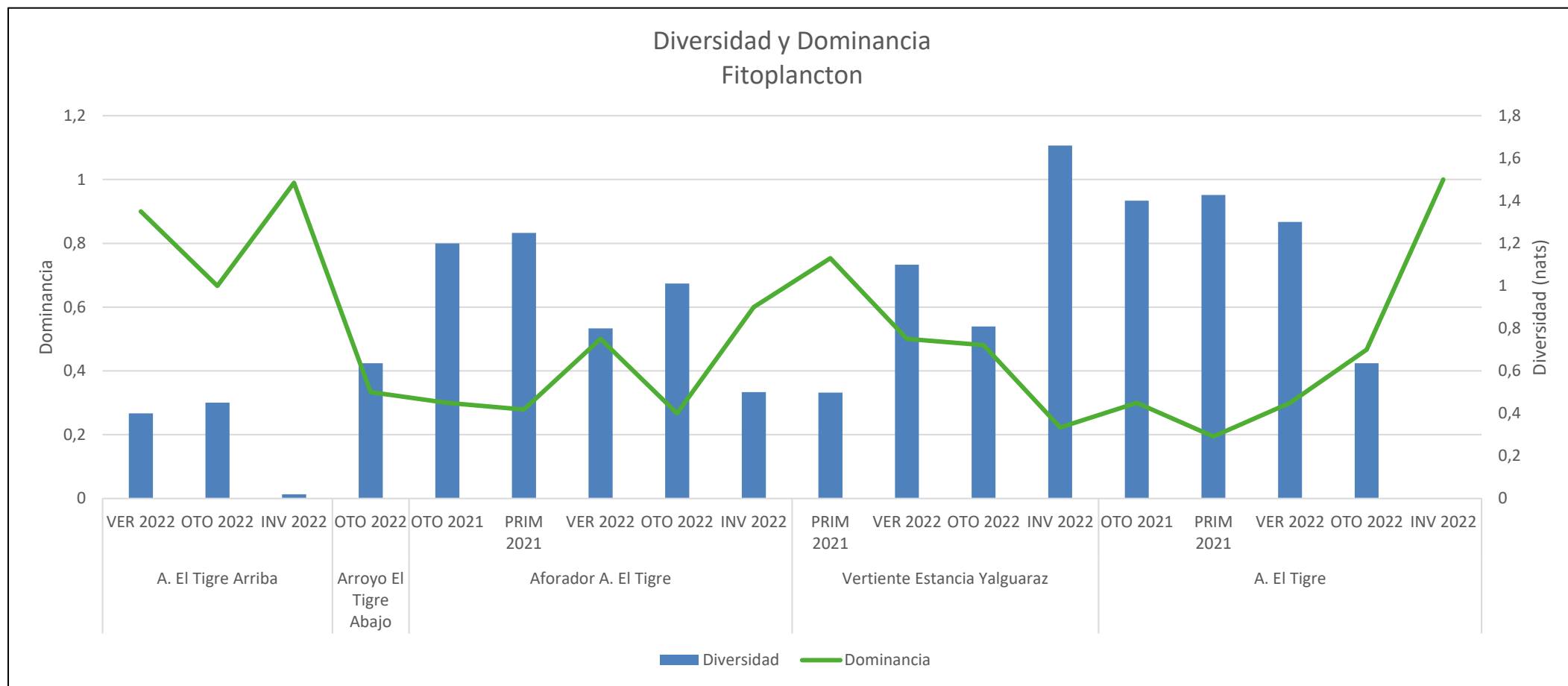
Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

El Fitoplancton se registró en aquellos sitios asociados al Arroyo El Tigre. Por el contrario, no fueron detectados en la Vertiente Tributaria Arroyo El Tigre, Vertiente Barreal Yalguaraz 1, Vertiente Barreal Yalguaraz 2 y Ciénaga, probablemente esto se deba a la escasa profundidad de la columna de agua, la cual no permite la colonización por taxones de hábito planctónico propiamente dicho.

En cuanto a los sitios restantes, la Vertiente Estancia Yalguaraz presentó la abundancia y riqueza más elevada, seguido de cerca por Aforador Arroyo El Tigre, mientras que el sitio Arroyo El Tigre Abajo presento los valores más bajos para ambos parámetros.

En la siguiente Gráfica se observa el índice de Shannon (Índice de Diversidad) y el índice de Simpson, interpretado como Dominancia, para cada uno de los sitios, por temporada para la comunidad acuática Fitoplancton.

Gráfica 9-9 Diversidad y Dominancia por sitio. Periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

El sitio Arroyo El Tigre, presentó los valores más elevados de Diversidad y los más bajos de Dominancia; mientras que Arroyo El Tigre Arriba presentó los valores más bajos de Diversidad y los más altos de Dominancia. Sin embargo, el Aforador Arroyo El Tigre y la Vertiente Estancia Yalguaraz presentó valores similares para ambos parámetros

En resumen, la Vertiente Estancia Yalguaraz presento la mayor riqueza y abundancia, a pesar de ello el Arroyo El Tigre presento una mayor diversidad y menor dominancia; gracias a poseer una comunidad de especies más heterogénea. A diferencia de la Vertiente Estancia Yalguaraz en la cual la especie *Lyngbya limnetica* tiene una abundancia relativa del 59%. Algo similar ocurre con el Aforador en el cual *Diatoma tenuis* posee una Abundancia relativa del 53%, por lo que posee baja diversidad a pesar de sus valores de riqueza y abundancia superiores a los de A. El Tigre. Por su parte Arroyo El Tigre Abajo fue muestreado únicamente en Otoño e Invierno 2022, y los resultados obtenidos indican una baja diversidad, abundancia y riqueza de Fitoplancton en este sitio. En cuanto al Arroyo el Tigre Arriba se identificaron 5 especies de Diatomeas, una de las cuales presento una Abundancia relativa del 98% lo cual tuvo una incidencia directa en la baja diversidad y alta dominancia registrada.

9.4.2. Fitobentos

En total se reconocieron un total de 81 especies de las cuales 54 corresponden a Diatomeas, 12 Clorofíceas, 13 Cianofíceas, 1 Xantofíceas y 1 Euglenofíceas. Las diatomeas fueron el grupo dominante en riqueza, y en abundancia en aquellos sitios asociados al Arroyo el Tigre. Mientras que las Cianofíceas presentaron la mayor Abundancia Total (sumando todos los sitios) gracias a su amplia proliferación en las distintas Vertientes. En la gráfica siguiente se observa la frecuencia relativa de la participación relativa de Diatomeas, Clorofíceas, Cianofíceas, Xantofíceas y Euglenofíceas

En la Gráfica 9-11 se observan las Abundancia y riqueza de Fitobentos periodo 2021-2022 según sitio y monitoreo. En la misma se observa que las abundancias de Fitobentos son muy variables. La Abundancia máxima se dio en Invierno de 2022 en la Vertiente Estancia Yalguaraz, gracias a una gran proliferación por parte de la especie *Oscillatoria margaritifera* de la cual se registraron más de 100.000 indiv.

Cabe destacar que en Otoño 2021 hubo ausencia de especies en la vertiente Estancia Yalguaraz. Esto se debería a que el sustrato donde se procedió con la toma de muestras, se encontraba previamente cubierto de hojarasca, por lo que el efecto de sombra no permite la fotosíntesis por parte de algas potencialmente colonizadoras del ambiente.

En primavera 2021 en la Vertiente Tributario Arroyo El Tigre la dominancia estuvo dada por la alta densidad de la diatomea *Cocconeis placentula*, mientras que en el Verano estuvo dada por *Diatomea tenuis*. En todos los sitios asociados al Arroyo El Tigre las diatomeas fueron más representativas, lo cual es común en sistemas acuáticos de ambientes de montaña.

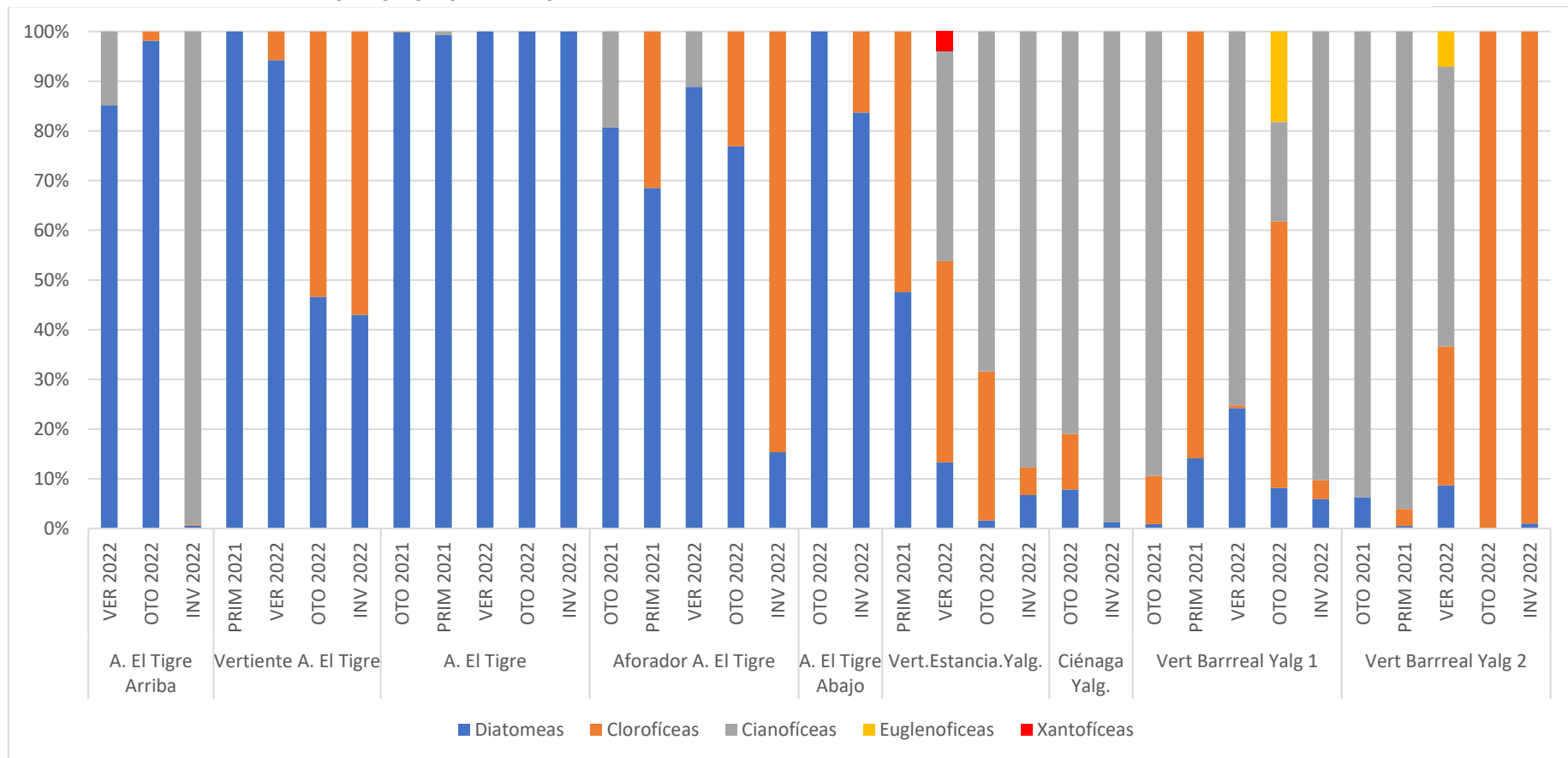
En líneas generales las especies identificadas en el Arroyo son indicadoras de pH neutro a alcalino, baja salinidad y baja carga de nutrientes. Excepto las especies del género *Nitzschia*, las cuales pueden tolerar mayor carga de nutrientes. Todas las taxas que colonizan el área bajo estudio, registran amplia distribución en aguas cristalinas del centro oeste de Argentina.

La mayor diversidad de algas cianofíceas en las vertientes, puede deberse a que en estos ambientes la mayor carga orgánica (proveniente de la vegetación de macrófitos) favorece su crecimiento, ya que las cianofitas filamentosas presentan células especializadas en la absorción de nitrógeno.

Considerando la riqueza total de todas las estaciones, la Vertiente Barreal Yalguaraz 1 presentó una riqueza de 41 de las cuales 26 corresponden a Diatomeas, 4 a Clorofíceas, 10 a Cianofíceas y 1 a Euglenofíceas. Por su parte la Vertiente Barreal Yalguaraz 2 se posicionó como el segundo en cuanto a riqueza, mientras que el Arroyo El Tigre Abajo presentó los valores más bajos de riqueza.

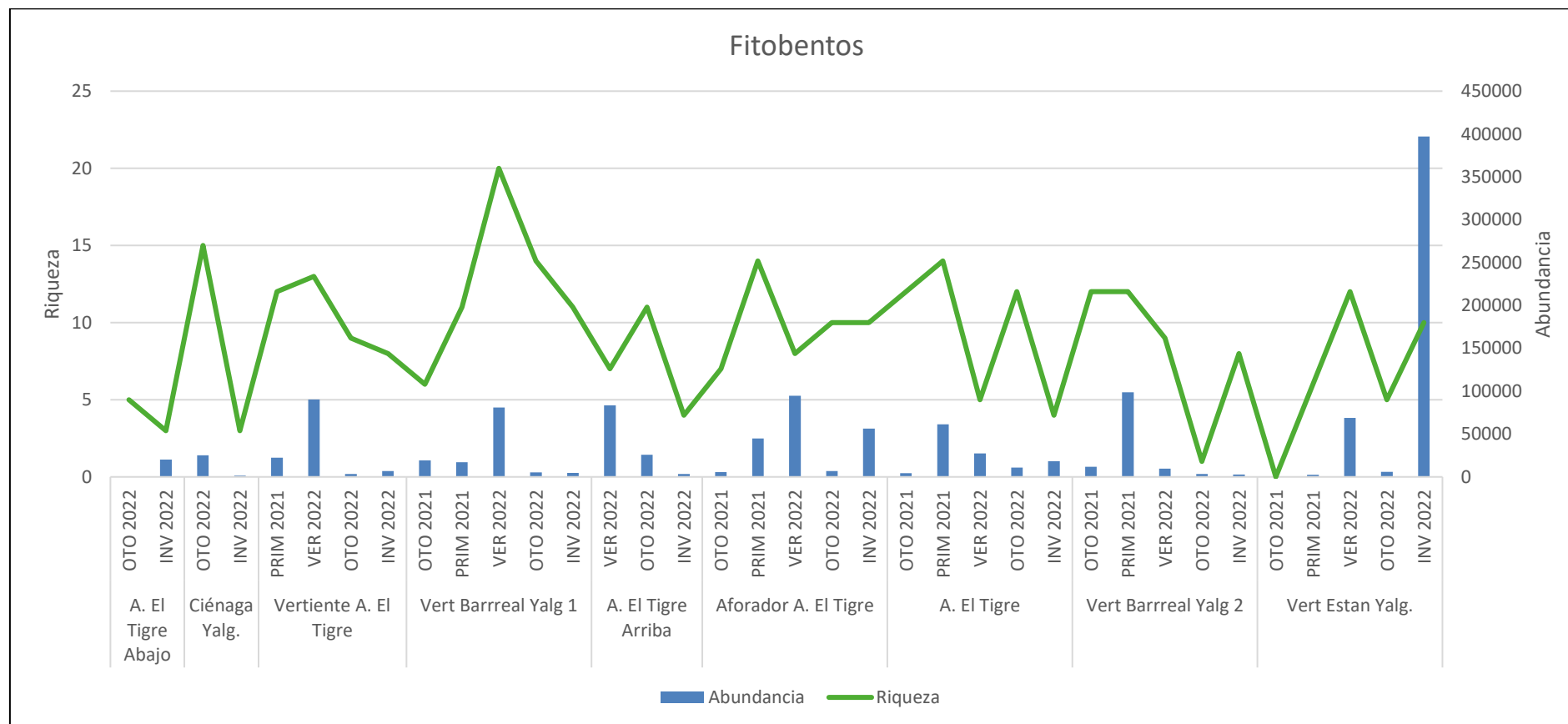
En la gráfica 9-12 se observa el índice de Diversidad de Shannon, y el índice de Simpson, interpretado como Dominancia, para cada uno de los sitios, por temporada.

Gráfica 9-10 Frecuencia relativa por grupo por sitio periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Gráfica 9-11 Abundancia y riqueza de Fitobentos periodo 2021-2022



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022

Gráfica 9-12 Diversidad y Dominancia por sitio. Periodo 2021-2022

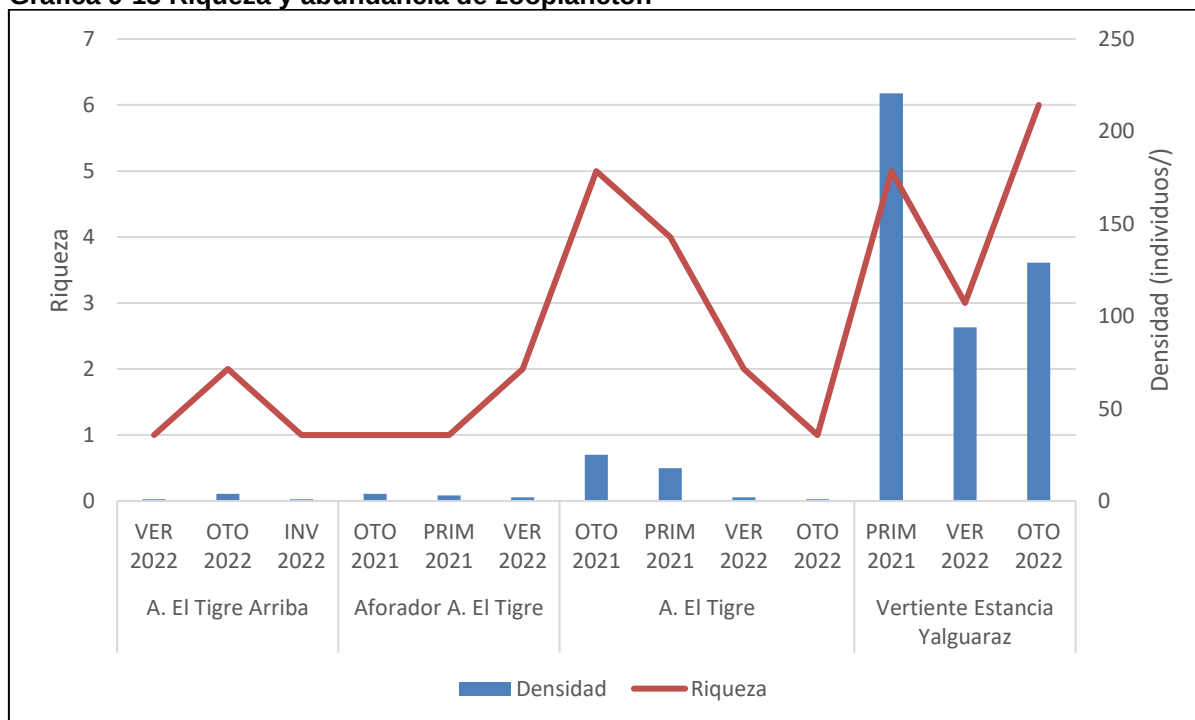


Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.4.3. Zooplancton

En las campañas llevadas a cabo durante 2021 y 2022 se detectaron 2 especies de Protozoos, 3 de Copépodos, 6 Rotíferos, 2 Cladóceros y 3 de insecto, lo que en total supone 16 especies de Zooplancton. Las mayores abundancias y riquezas se registraron en la Vertiente Estancia Yalguaraz, seguido por el Arroyo El Tigre.

Gráfica 9-13 Riqueza y abundancia de zooplancton

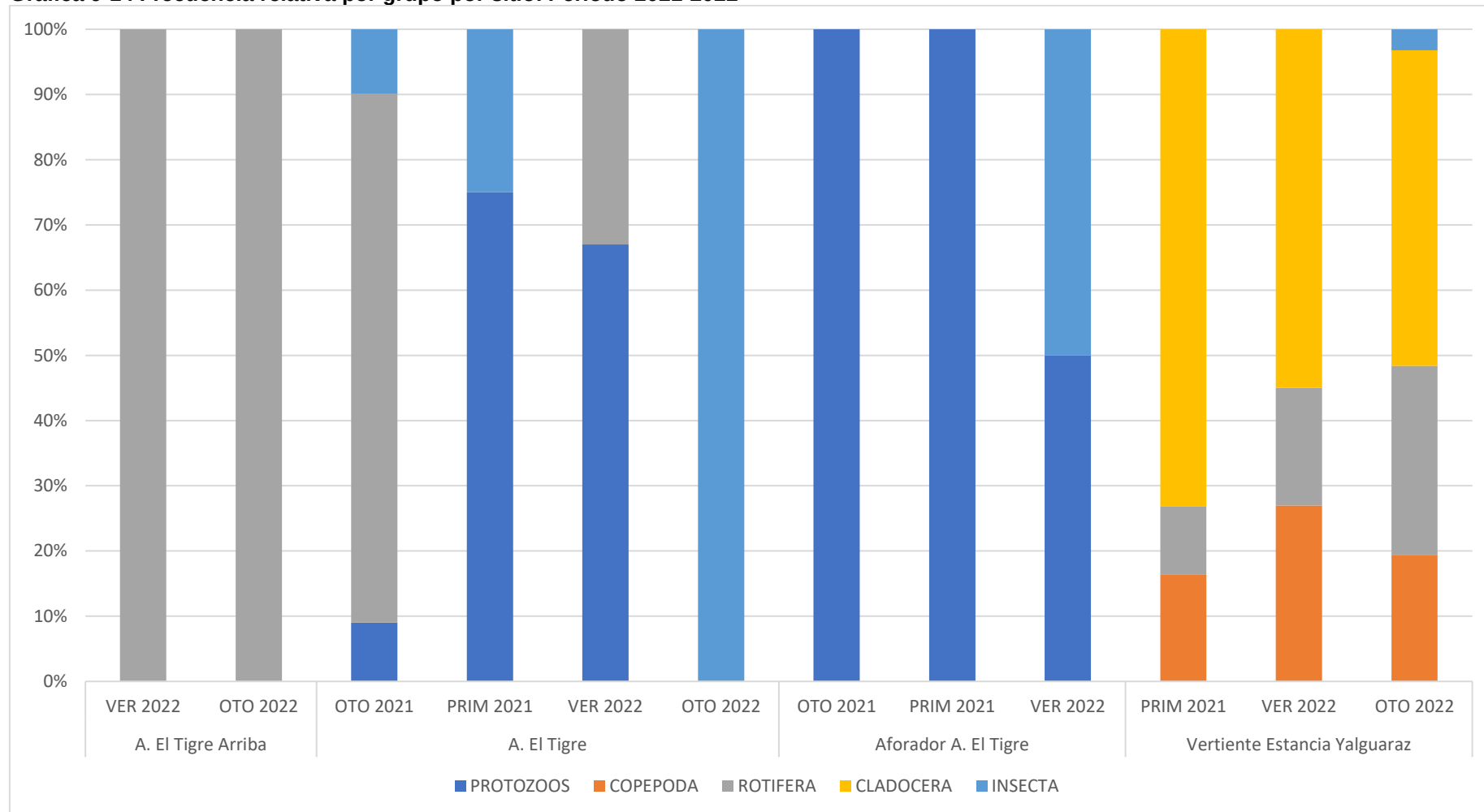


Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

En líneas generales la abundancia fue baja, en varias de las temporadas se registraron únicamente 1 o 2 individuos. La abundancia relativa de los grupos varió según el sitio y la temporada, en Arroyo El Tigre Arriba los rotíferos representaron el 100% de la abundancia sin importar la temporada. En el A. El Tigre la abundancia relativa varió según la temporada, en Otoño 2021 Dominaron los Rotíferos (82%), mientras que en Otoño lo hizo Insecta con el 100%; por su parte en Primavera 2021 y Verano 2022 predominaron los Protozoos con el 75% y 67% respectivamente. En cuanto al Aforador predominó la presencia de Protozoos en Otoño 2021 y Primavera 2021, y en Verano 2022 tuvo codominancia entre Protozoos e Insecta. Cladóceros fue únicamente registrado en la Vertiente Estancia Yalguaraz, y fue el grupo dominante en las 3 temporadas (Prim 2021, Ver 2022, Oto 2022) con una abundancia relativa del 73%, 55% y 48% respectivamente. Asimismo, Copepoda únicamente se registró en este sitio.

En invierno 2022, se registró una especie de protozoo en el Arroyo el Tigre Arriba con una abundancia del 1%.

Gráfica 9-14 Frecuencia relativa por grupo por sitio. Periodo 2021-2022



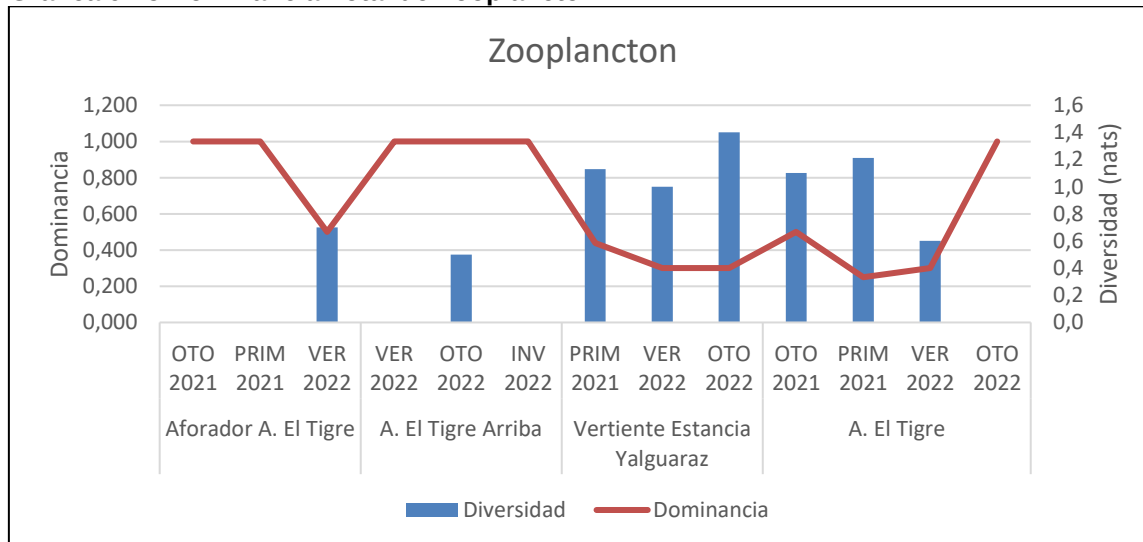
Fuente: GT Ingeniería SA. Nota: Monitoreo invierno 2022 no se incluye en análisis por registrar baja abundancia. Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

En la Gráfica 9-15 podemos observar el índice de Shannon, en ciertas ocasiones nombrado como Índice de Diversidad, y el índice de Simpson, interpretado como Dominancia; para cada uno de los sitios, por temporada. En más de uno de los muestreos se registró únicamente una especie, esto se puede apreciar fácilmente en aquellas temporadas que se observa una Dominancia de 1.

Por otro lado, la mayor diversidad se registró en Otoño 2022 en la Vertiente Estancia Yalguaraz, seguido por la Primavera 2021 en el sitio Arroyo El Tigre; mientras que la menor dominancia se registró en Primavera 2021 en el Arroyo El Tigre.

Gráfica 9-15 Dominancia Total de Zooplancton



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

La Vertiente Estancia Yalguaraz y Arroyo El Tigre presentaron las mayores abundancias y riquezas. La comunidad de Zooplancton es pobre en los cuerpos de agua estudiados. Los organismos hallados en el agua libre del Arroyo no son planctónicos propiamente dicho, a excepción de los protozoos. Esta característica es común para ríos y Arroyos de montaña, debido a la baja profundidad. Por lo que los rotíferos e insectos registrados provienen de otras comunidades acuáticas vinculadas a los sedimentos y/o zonas litorales con vegetación. Su presencia en el agua libre está vinculada a la deriva y/o lavado que se produce en estos ambientes lóticos donde la velocidad de corriente es un factor de control de las comunidades acuáticas.

9.4.4. Macroinvertebrados

A partir de los monitoreos realizados en el periodo 2021 y 2022 se detectaron 2 especies de Annelida, 2 Mollusca, 1 Crustacea, 1 Acari, 4 Ephemeroptera, 1 Hemiptera, 1 Odonata, 4 Coleoptera, 11 Diptera y 2 Trichoptera. En la Gráfica 9.16 se presenta la frecuencia relativa de Macroinvertebrados por grupo por sitio para el periodo 2021-2022.

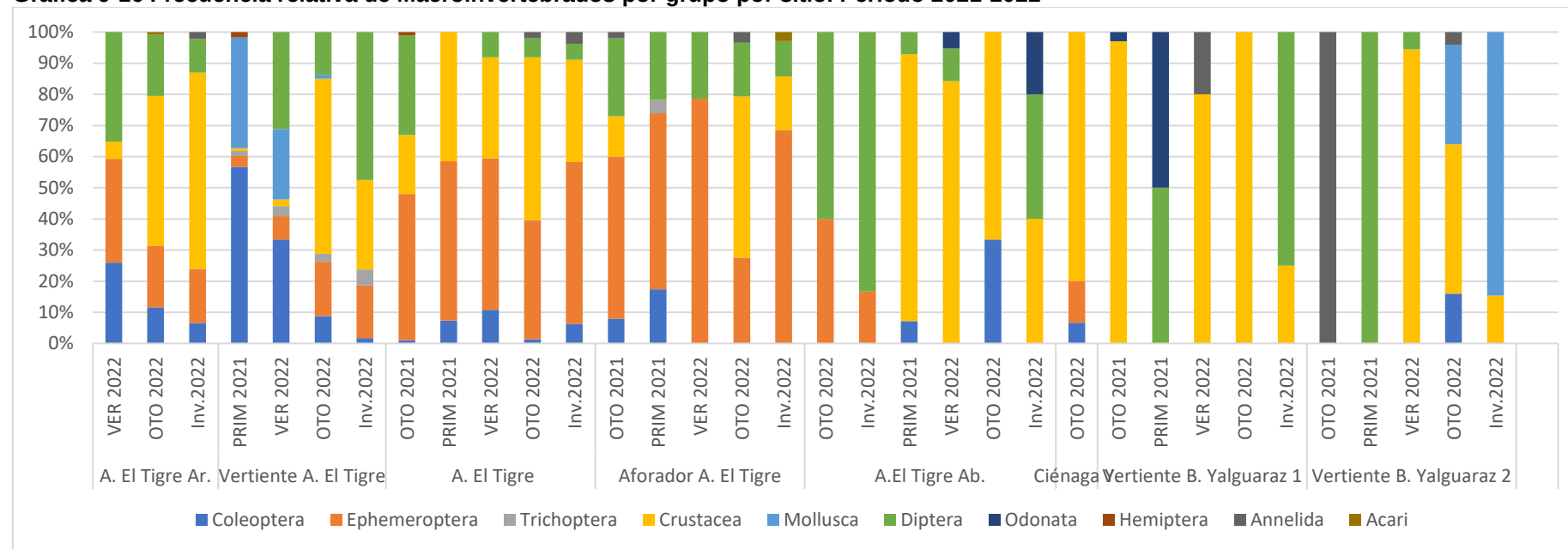
En la Gráfica 9.17 se presenta la abundancia y riqueza por sitio de monitoreo y fecha de muestreo para el periodo 2021 y 2022. Se observa que los mayores valores de abundancia y riqueza se registraron en los sitios asociados a Arroyo El Tigre, incluida la Vertiente Arroyo El Tigre, mientras que en el resto de las Vertientes y Ciénaga la abundancia y riqueza fue menor.

Los organismos hallados son típicos de ambientes de humedales y de ambientes lóticos (aguas claras, transparentes y sustratos pedregosos) en sistemas áridos de montaña. La disminución de la abundancia de Ephemeroptera en las temporadas de otoño e invierno está relacionada a su ciclo de vida, ya que en el momento en que se realizó el muestreo probablemente las ninfas fueran pequeñas y los adultos más grandes hayan eclosionado.

A continuación, en la Gráfica 9.18 se presentan los índices de diversidad y dominancia obtenidos por sitio sumando los datos de todas las temporadas.

En la Gráfica 9.19 se observar la frecuencia relativa de los organismos categorizados en función de sus hábitos alimenticios. En las vertientes dominaron los colectores recolectores, seguido por depredadores. En los sitios asociados a Arroyo El Tigre, incluida la Vertiente Arroyo El Tigre, existió una codominancia de raspadores y colectores recolectores, seguido por filtradores. Los depredadores fueron escasos en los sitios asociados a Arroyo El Tigre, los picadores se registraron únicamente en la Vertiente A.T. durante la primavera 2021.

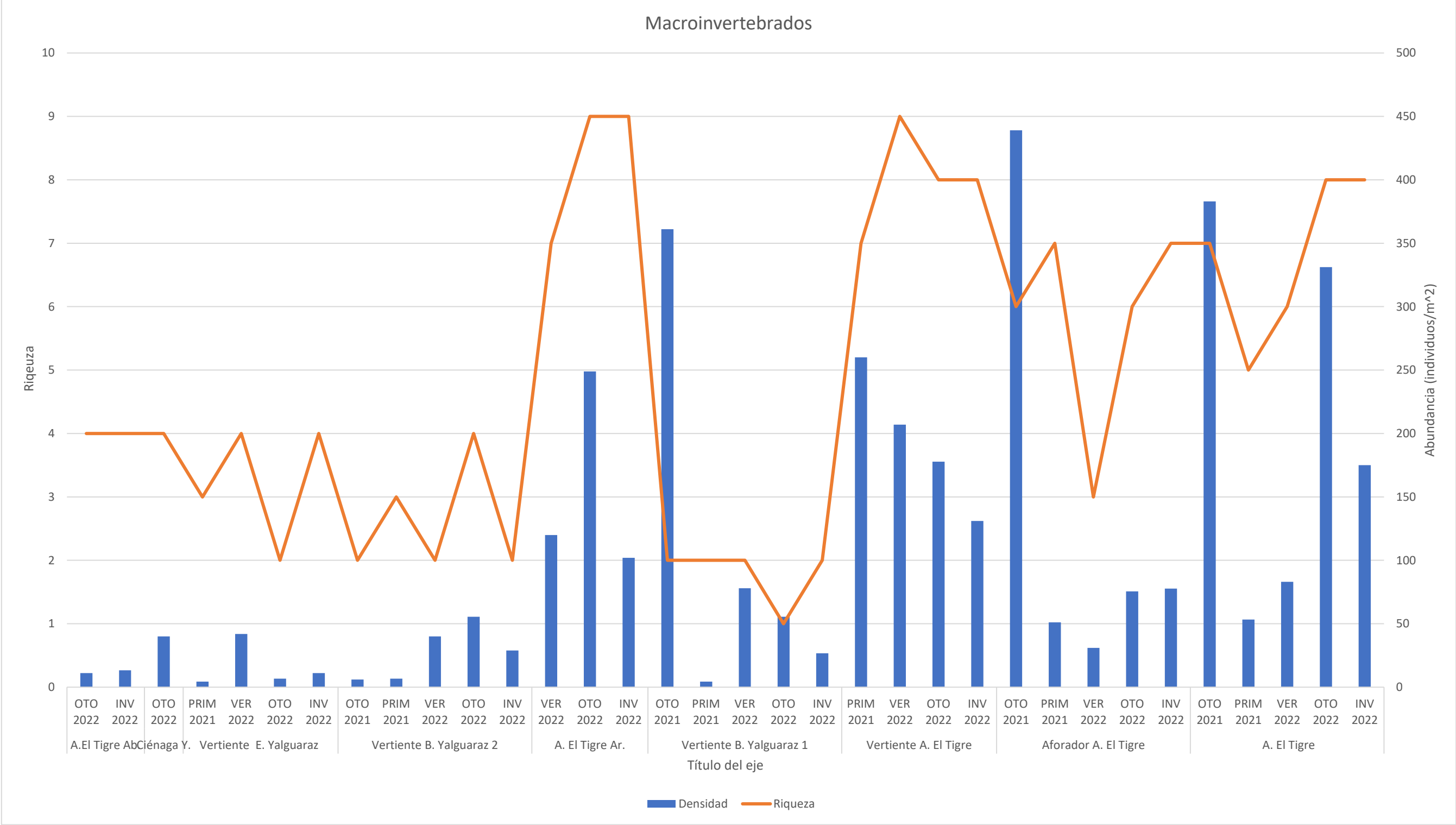
Gráfica 9-16 Frecuencia relativa de Macroinvertebrados por grupo por sitio. Periodo 2021-2022



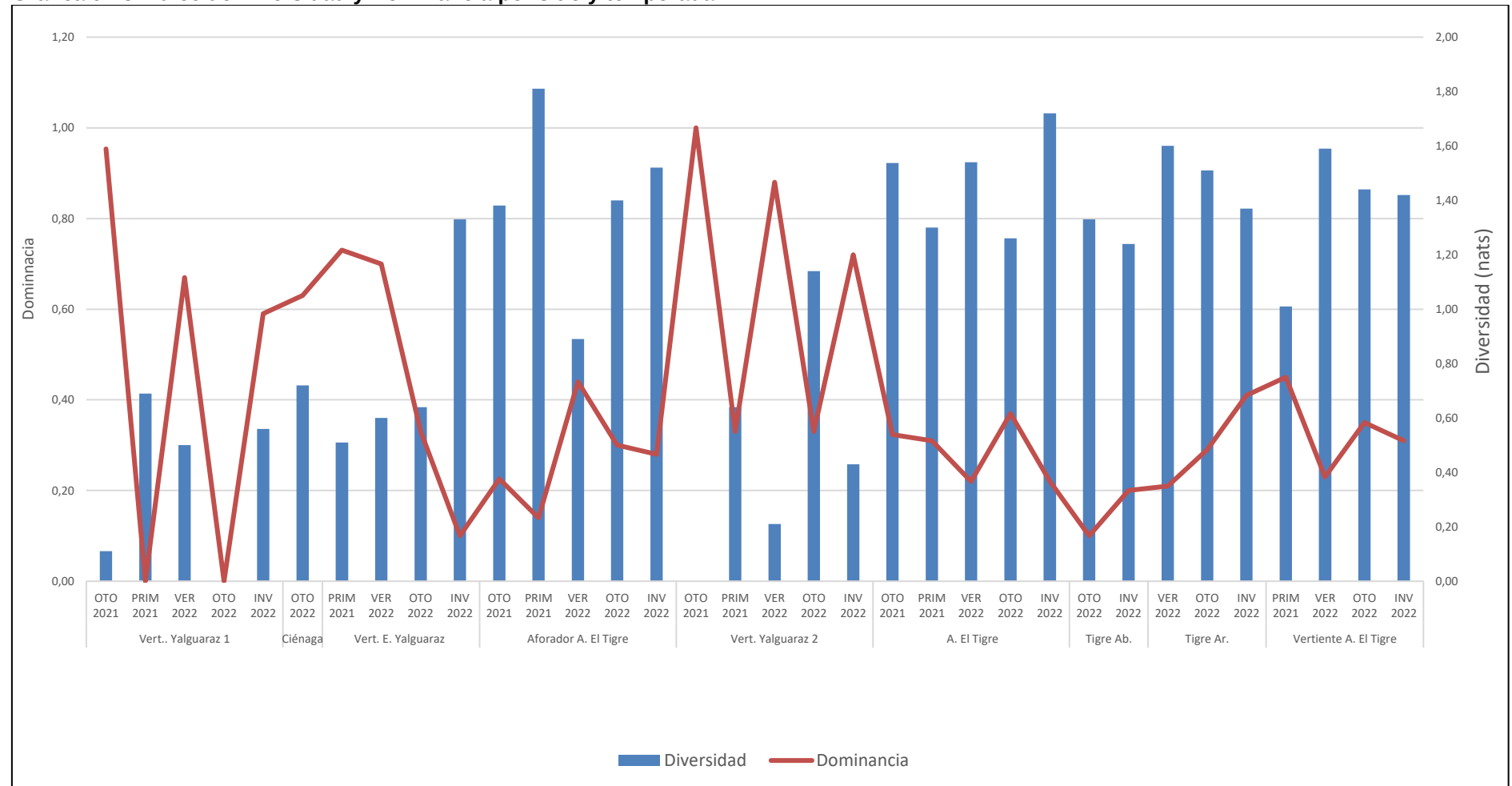
Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.



Gráfica 9-17 Abundancia y riqueza por sitio de monitoreo y fecha de muestreo. Periodo 2021 – 2022.

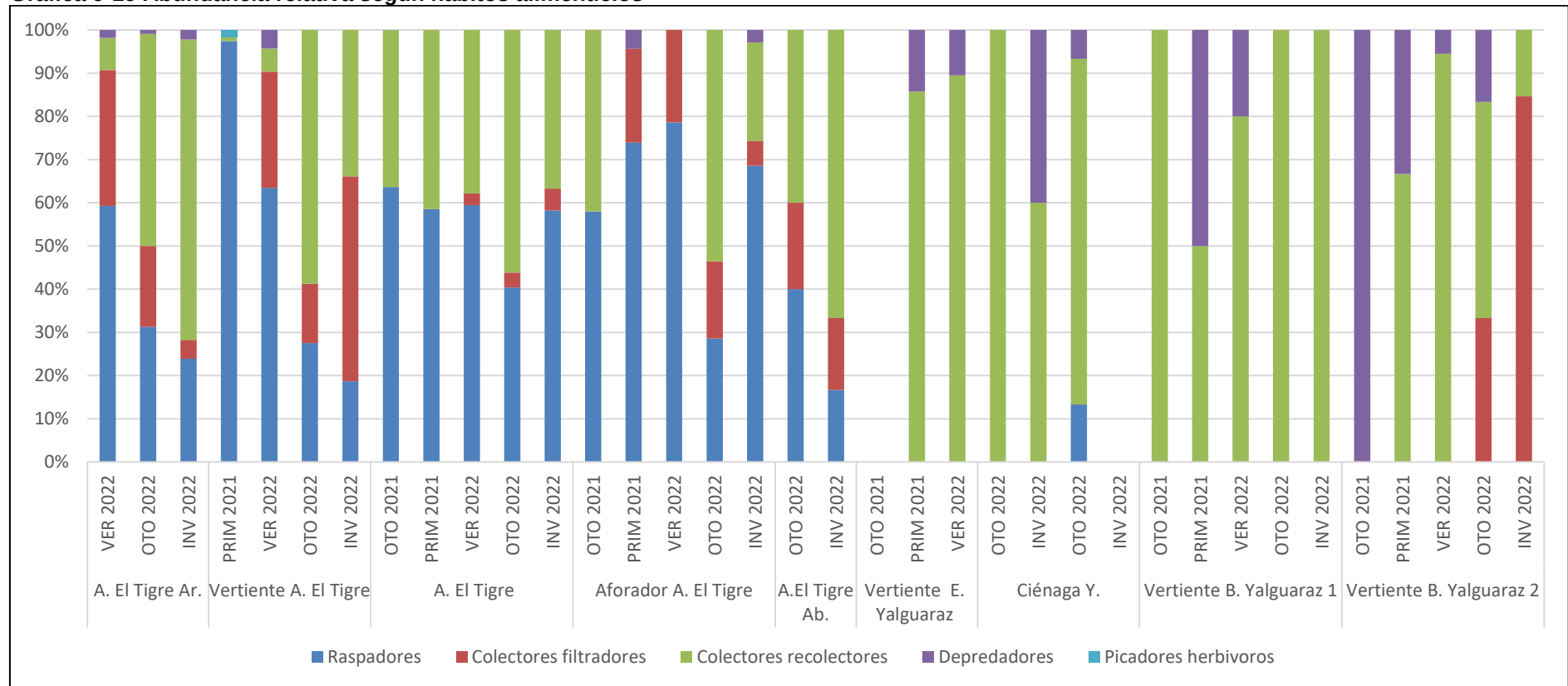


Gráfica 9-18 Índice de Diversidad y Dominancia por sitio y temporada.



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

Gráfica 9-19 Abundancia relativa según hábitos alimenticios



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

9.4.5. Peces

En otoño 2021 el relevamiento de peces mediante el arte de pesca con mosca, se detectó la presencia de la especie exótica *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris). En ese monitoreo se contabilizaron 31 ejemplares en el sitio Arroyo El Tigre y 32 en el sitio Aforador. De la población de trucha arcoíris en el tramo de aguas arriba los ejemplares fueron de menor talla en promedio (15,38 cm de largo y diámetro de 7,33 cm) con respecto al tramo de aguas abajo (17,5 cm de largo y 9 cm de diámetro).

En promedio, las hembras fueron el grupo sexual más abundante con respecto a los machos. En algunos individuos no se pudo determinar el sexo por su estadio de inmadurez.

Con el arte de pesca llevado a cabo en primavera 2021 y verano 2022, otoño 2022 e invierno 2022, sobre los dos sitios del arroyo El Tigre en ninguna de las transectas se obtuvieron capturas de especies autóctonas

VIII. Conclusiones

En base a la comparativa de los análisis de calidad de agua con los niveles guía para vida acuática de la Ley N° 24585, se observa que todos los sitios superaron al menos 1 nivel guía para al menos 1 estación de las muestreadas. Considerando los diferentes muestreos, las vertientes registraron la mayor cantidad de concentraciones de analitos que superaron el nivel guía considerado en comparación a los sitios de muestreo relacionados a la cuenca del Arroyo El Tigre.

Fitobentos resultó el grupo más abundante en todos los sitios, seguido por el fitoplancton. En cuanto a la riqueza también dominó el Fitobentos, alcanzando un valor máximo de 41 especies en la Vertiente Barreal Yalguaraz 1. En total, considerando todos los sitios, se registró un total de 81 especies de Fitobentos de los cuales 54 corresponden a Diatomeas, 12 a Cloríceas, 13 Cianofíceas, 1 Xantofíceas y 1 Euglenofíceas.

En base a la comparativa con los niveles guía para vida acuática de la Ley N° 24585, se observa que todos los sitios superaron al menos 1 nivel guía para al menos 1 estación de las muestreadas. En el mismo sentido y considerando los diferentes muestreos, las vertientes registraron la mayor cantidad de concentraciones de analitos que superaron el nivel guía considerado.

Los fitoplánton se registraron en aquellos sitios asociados al arroyo el tigre, ya que tienen corriente, y en la Vertiente Estancia Yalguaraz, mientras que no fueron registrados en el resto de Vertientes o Ciénagas, producto de la ausencia de corriente y la baja profundidad en la columna de agua.

El zooplancton registró una riqueza de 16 especies, entre las que se encuentran protozoos, copépodos, rotíferos, cladóceras y larvas de insectos, en muchos casos la abundancia fue baja, posiblemente debido a la baja columna de agua.

Los macroinvertebrados fueron el único grupo, junto a los Fitobentos, que fue registrado en los 9 sitios monitoreados. En total se reconocieron 19 especies donde se incluyen especies de Trichoptera, Diptera, Coleoptera, Odonata, Hemiptera, Ephemeroptera, Acari, Crustacea, Mollusca y Annelida. Entre los macroinvertebrados, los taxones representados, corresponden a la fauna típica de los Andes mendozinos, con baja diversidad y abundancia y con presencia de diversas especies de Ephemeroptera de la familia Leptophlebiidae y *Hyalella* sp. (Crustacea), como los taxones más abundantes y característicos de los ensambles. La presencia de Leptophlebiidae es indicadora de ambientes de buena calidad ecológica del agua.

La Vertiente Est. Yalguaraz fue el sitio que presento mayor riqueza con un total de 59 especies, y la mayor abundancia siendo los Fitobentos el grupo de mayor relevancia. Por su parte el Arroyo El Tigre Abajo presento la menor abundancia y riqueza.

En cuanto a los índices de diversidad, estos fueron variables en función del sitio y el grupo. Arroyo el Tigre presento el mayor valor de diversidad y la menor dominancia tanto para Zooplancton como Fitoplancton. Por su parte Vertiente Estancia Yalguaraz presento la mayor diversidad y menor dominancia para los Macroinvertebrados, mientras que Estancia Barreal Yalguaraz 1 lo hizo para Fitobentos.

Entre los grupos funcionales dominaron en ambos sistemas, léntico y lótico, los colectores-recolectores.

No se detectó presencia de fauna ictícola autóctona. La elevada densidad de trucha arcoiris (confirmado en otoño 2021) podría estar condicionando la diversidad de las comunidades acuáticas, ya que esta especie es conocida por su voracidad para alimentarse y su dieta depende de la oferta del ambiente.

IX. Bibliografía

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA).1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed. Apha, Washington, D.C. 1550 pp.
- BARBOUR, M.T., STRIBLING, J.B. Y KARR K.R. (2006). Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. In Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making, W.S. Davis and T.P. Simon, eds. CRC Press, Boca Ratan, FL. 63-77.
- BAYLY, I.A, 1992. Fusion of the genera Boeckella and Pseudoboeckella (Copepoda) and revision of their species from South America and sub-Antartic islands. Rev. Chilena de Hist. Nat. 65 : 17-63.
- BOURRELLY, P., 1968. Les algues d'eau douce. Tomo II : les algues jeunes et brunes, Boubée & Cie, Paris.
- BOURRELLY P., 1970. Les algues d'eau douce Tomo III : les algues bleues et rouges. Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Boubée & Cie, Paris
- BOURRELLY, P., 1972. Les algues d'eau douce. Tomo I : les algues vertes. Boubée & Cie Paris.
- BROWER, J. AND J. ZAR, 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Brown Company Publishers, USA. 194 pp.
- DOMÍNGUEZ, E., M. D. HUBBARD, M. L. PESCADOR, &c. MOLINERI, (1994). Ephemeroptera. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos (HR Fernández & E. Domínguez, eds.). Editorial Universitaria de Tucumán, Tucumán, 282p.
- DUSSART, B., 1979. Algunos Copépodos de América del Sur. Publne ocas. Mus. Nac. Hist.Nat. Santiago 30: 1-13.
- FERNÁNDEZ H. R. & E. DOMÍNGUEZ, 2.001. "Guía para la Determinación de Artrópodos Bentónicos Sudamericanos." Editorial Universitaria de Tucumán. 282 pp
- GEITLER, L., 1967. Entwicklungsgeschichtliche und systematische Untersuchungen an einiger Cyanophyceen Nova Hedwigia 13: 403-421.
- GERMAIN, H., 1981. Flore est Diatomées. Diatomophycées. Eaux douces et samâtres du Massif Armoricaín et des contrées voisines d'Europe occidentale. Coc. Nouv. Eds. Boubée. Paris. 444pp.
- GOMÉZ, N., J.CH. DONATO, A. GIORGI, H. GUASCH, P. MATEO y S. SABATER, 2009. Conceptos y Técnicas de Ecología fluvial. La biota de los ríos : los microorganismos autótrofos. Fundación BBVA, 2009. 26pp.
- HARTLEY, B., 1996. AN Atlas of British Diatoms.P.A. Sims. England.
- HERING, D., FELD, C. K., MOOG, O. Y OFENBÖCK, T. (2004). Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. Hydrobiologia, 566(1), 311-324.
- KOMÁREL J. AND K. ANAGNOSTIDIS, 2005. SüBwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryoa. 2. eil/2nd Part: Oscillatoriales. Elsevier GmbH. München. 759pág.
- LANGE-BERTALOT, H. AND ULRICH, S. (2014) Contributions to the taxonomy of needle-shaped Fragilaria and Ulnaria species Lauterbornia 78: 1-73.
- LOPRETTO, E.C. & G. TELL, 1996. Ecosistemas de aguas continentales. Ediciones Sur, La Plata, 3 tomos, 1401 pp.
- MERRITT, R. W. Y K. CUMMINS 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque, Kendall-Hunt, New York. 862 Pp.
- PATRICK, R. Y C. REIMER, 1966. The diatoms of United States. Vol. 1. Monogr. Ac. Nat. Scies. Philadelphia 13.

- PATRICK, R.M. AND REIMER, C.W. (1966) The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, V. 1 Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13
- PATRICK, R. Y C. REIMER, 1975. The diatoms of United States. Vol. 2. Part I Monogr. Ac. Nat. Scies. Philadelphia
- RAI, A., SÖDERBÄCK, E and BERGMAN, B. (2000). Cyanobacterium – plant symbioses. New Phytol. 17: (3) 449-481.
- RODRIGUES-CAPÍTULO, A., MUÑOZ, I. BONADA, N., GAUDES, A. Y TOMANOVA, S. (2009). La biota de los ríos: los invertebrados. In: Elosegui, A. y Sabater, S. (Eds.). Conceptos y técnicas en ecología. Fundación BB VA. Bilbao

X. Anexos

Anexo I. Tablas

A. El Tigre Arriba											A. El Tigre											
Fitoplancton	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitoplancton= 0,10706	Indice de Simpson Fitoplancton = 1,03246449196192	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitoplancton= 1,69210235168792	Indice de Simpson Fitoplancton=3,89184400947726		
Diatomeas													Diatomeas									
Achnanthidium minutissimum	-	-				0	0				12						12	0,02836879				
Cocconeis placentula	-	-	1			1	0,0031746				4	1					5	0,01182033				
Cymbella affinis	-	-	1			1	0,0031746					2	24				26	0,06146572				
Cymbella cistula	-	-	1			1	0,0031746					1					1	0,00236407				
Cymbella minuta	-	-				0	0				88		11				99	0,23404255				
Denticula elegans	-	-				0	0				4						4	0,00945626				
Diatoma tenuis	-	-	36	5	269	310	0,98412698				140		37	4			181	0,42789598				
Fragilaria capucina	-	-			1	1	0,0031746				40				8		48	0,11347518				
Fragilaria crotonensis	-	-				0	0										0	0				
Gomphoneis olivaceum	-	-				0	0				20	1		2			23	0,05437352				
Nitzschia palea	-	-				0	0										0	0				
Planothidium lanceolatum	-	-		1		1	0,0031746										0	0				
Stauroneis phoenicenteron	-	-				0	0										0	0				
Ulnaria ulna	-	-				0	0						24				24	0,05673759				
Navicula rhynchocephala	-	-				0	0										0	0				
Synedra acus	-	-				0	0										0	0				
Abundancia por temporada			39	6	270	315					308	5	96	6	8		423					
Riqueza por temporada			3	2	2	Riqueza. Total=		5			7	4	4	3		Riqueza. Total=		10				
Clorofíceas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza				
Closterium sp.	-	-																				
Spirogyra mirabilis	-	-										4				4	1					
Mougeotia sp.	-	-																				
Zygnema pectinatum	-	-																				
Abundancia por temporada			0	0	0							4	0	0	0	4						
Riqueza por temporada												1				Riqueza. Total=		1				
Cianofíceas													Cianofíceas									
Chroococcus dispersus	-	-																				
Lyngbya limnetica	-	-																				
Pseudoanabena sp.	-	-																				
Abundancia por temporada			0	0	0						0	0	0	0	0							
Riqueza por temporada																						
Xantofíceas													Xantofíceas									
Tribonema sp.	-	-																				
Abundancia por temporada			0	0	0						0	0	0	0	0							
Riqueza por temporada																						

	Aforador A El Tigre										Arroyo El Tigre Abajo									
Fitoplancton	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total por sp.	Abundancia relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total por sp.	Abundancia relativa	Riqueza		
Diatomeas			Diatomeas										Diatomeas							
Achnanthydium minutissimum	20					20	0,01386001				-	-	-				0			
Cocconeis placentula	4					4	0,002772				-	-	-			0	0			
Cymbella affinis		8	19	1		28	0,01940402				-	-	-	1		1	0,33333333			
Cymbella cistula	12	2				14	0,00970201				-	-	-			0	0			
Cymbella minuta	72					72	0,04989605				-	-	-			0	0			
Denticula elegans						0	0				-	-	-			0	0			
Diatoma tenuis	1100	7	39	2		1148	0,7955648				-	-	-	2		2	0,66666667			
Fragilaria capucina	60				4	64	0,04435204				-	-	-			0	0			
Fragilaria crotonensis						0	0				-	-	-			0	0			
Gomphoneis olivaceum	36			3		39	0,02702703				-	-	-			0	0			
Nitzschia palea	8	3				11	0,00762301				-	-	-			0	0			
Planothidium lanceolatum						0	0				-	-	-			0	0			
Stauroneis phoenicenteron	16					16	0,01108801				-	-	-			0	0			
Ulnaria ulna	24		3			27	0,01871102				-	-	-			0	0			
Navicula rhynchocephala						0	0				-	-	-			0	0			
Synedra acus						0	0				-	-	-			0	0			
Abundancia por temporada	1352	20	61	6	4	1443			Indice de Shanon Fitoplancton= 1,26412954018607	Indice de Simpson Fitoplancton= 2,54307524127673				3	0	3			Indice de Shanon Fitoplancton= 0,63651	Indice de Simpson Fitoplancton= 1,8
Riqueza por temporada	10	4	3	3	1	Riqueza. Total=		11					2			Riqueza. Total=		2		
Clorofíceas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total por sp.	Abundancia relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total por sp.	Abundancia relativa	Riqueza		
Closterium sp.	4					4	1				-	-	-							
Spirogyra mirabilis											-	-	-							
Mougeotia sp.											-	-	-							
Zygnema pectinatum											-	-	-							
Abundancia por temporada	4	0	0	0	0	4								0	0					
Riqueza por temporada	1					Riqueza. Total=		1												
Cianofíceas			Cianofíceas										Cianofíceas							
Chroococcus dispersus											-	-	-							
Lyngbya limnetica	732					732	1				-	-	-							
Pseudoanabena sp.											-	-	-							
Abundancia por temporada	732	0	0	0	0	732								0	0					
Riqueza por temporada	1					Riqueza. Total=		1												
Xantofíceas			Xantofíceas										Xantofíceas							
Tribonema sp.											-	-	-							
Abundancia por temporada	0	0	0	0	0									0	0					
Riqueza por temporada																				

	Vertiente A. El Tigre										Vertiente Estancia Yalguaraz									
Fitoplancton	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza		
Diatomeas			Diatomeas										Diatomeas							
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	-	-	-	-	-						-				48	48	0,17518248			
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Cymbella affinis</i>	-	-	-	-	-						-		1			1	0,00364964			
<i>Cymbella cistula</i>	-	-	-	-	-						-			3		3	0,01094891			
<i>Cymbella minuta</i>	-	-	-	-	-						-		4			4	0,01459854			
<i>Denticula elegans</i>	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Diatoma tenuis</i>	-	-	-	-	-						-		23		3	26	0,09489051			
<i>Fragilaria capucina</i>	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	-	-	-	-	-						-	5				5	0,01824818			
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Nitzschia palea</i>	-	-	-	-	-						-				24	24	0,08759124			
<i>Planothidium lanceolatum</i>	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	-	-	-	-						-		3			3	0,01094891			
<i>Ulnaria ulna</i>	-	-	-	-	-						-	3				3	0,01094891			
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	-	-	-	-						-			4		4	0,01459854			
<i>Synedra acus</i>	-	-	-	-	-						-			153		153	0,55839416			
Abundancia por temporada												8	31	0	235	274			Indice de Shanon	Indice de Simpson
Riqueza por temporada						Riqueza. Total=						2	4		6	Riqueza. Total=	11		Fitoplancton	Fitoplancton=2,6376
																			=1,50772578993535	2595033917
Clorofíceas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza		
<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-						-					0	0			
<i>Spirogyra mirabilis</i>	-	-	-	-	-						-	143			129	272	0,77936963			
<i>Mougeotia</i> sp.	-	-	-	-	-						-			36		36	0,10315186			
<i>Zygnema pectinatum</i>	-	-	-	-	-						-	37	4			41	0,11747851			
Abundancia por temporada												180	4	0	165	349				
Riqueza por temporada												2	1		2	Riqueza. Total=	3			
Cianofíceas			Cianofíceas										Cianofíceas							
<i>Chroococcus dispersus</i>	-	-	-	-	-						-			195		195	0,11669659			
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	-	-	-	-						-	1167		290		1457	0,87193297			
<i>Pseudoanabena</i> sp.	-	-	-	-	-						-		19			19	0,01137044			
Abundancia por temporada												1167	0	504	0	1671				
Riqueza por temporada												1		3		Riqueza. Total=	3			
Xantofíceas			Xantofíceas										Xantofíceas							
<i>Tribonema</i> sp.	-	-	-	-	-						-			165		165				
Abundancia por temporada												0	0	0	165	165				
Riqueza por temporada														1				1		

	Vertiente Barreal Yalguaraz 1										Vertiente Barreal Yalguaraz 2										Ciénaga Yalguaraz						
Fitoplancton	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza		
	Diatomeas		Diatomeas								Diatomeas			Diatomeas								Diatomeas					
Achnantheidium minutissimum	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Cocconeis placentula	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Cymbella affinis	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Cymbella cistula	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Cymbella minuta	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Denticula elegans	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Diatoma tenuis	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Fragilaria capucina	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Fragilaria crotonensis	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Gomphoneis olivaceum	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Nitzschia palea	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Planothidium lanceolatum	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Stauroneis phoenicenteron	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Ulnaria ulna	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Navicula rhynchocephala	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Synedra acus	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Abundancia por temporada									Indice de Shanon fitoplancton	Indice de Simpson Fitoplancton									Indice de Shanon Fitoplancton	Indice de Simpson Fitoplancton	0	0				Indice de Shanon Fitoplancton	Indice de Simpson Fitoplancton
Riqueza por temporada																											
Clorofíceas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza		
Closterium sp.	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Spirogyra mirabilis	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Mougeotia sp.	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Zygnema pectinatum	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Abundancia por temporada																							0	0			
Riqueza por temporada																											
Cianofíceas			Cianofíceas										Cianofíceas								Cianofíceas						
Chroococcus dispersus	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Lyngbya limnetica	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Pseudoanabena sp.	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Abundancia por temporada																						0	0				
Riqueza por temporada																											
Xantofíceas			Xantofíceas										Xantofíceas								Xantofíceas						
Tribonema sp.	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-												
Abundancia por temporada																						0	0				
Riqueza por temporada																											

A. El Tigre Arriba										A. El Tigre															
Fitobentos	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,44440575009582	Indice de Simpson Fitobentos= 2,81928051974253	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos= 1,3508760070953	Indice de Simpson Fitobentos=2,3715616 0013015					
Diatomeas																									
Achnanthidium minutissimum	-	-		826		826	0,01798663				21	2556				542	14	3133			0,03407805				
Adlafia sp.	-	-				0	0									21		21			0,00022842				
Cocconeis placentula	-	-		1069		1069	0,0232781				16	559				729		1304			0,01418378				
Cymbella affinis	-	-	1617	12785		14402	0,31361192					9663		5764		917	104	16448			0,17890707				
Cymbella cistula	-	-	33	1021		1054	0,02295146				35	479		22		42	87	665			0,00723329				
Cymbella minuta	-	-	363	451		814	0,01772532				597					56		653			0,00710277				
Denticula elegans	-	-				0	0				194							194			0,00211016				
Denticula subtilis	-	-		292		292	0,00635847					878				21		899			0,00977854				
Diatoma tenuis	-	-	18282	8556	10	26848	0,5846308				2646	36497		1256		7729	8924	57052			0,62056213				
Diatoma vulgare	-	-		97		97	0,00211223					80						80			0,00087017				
Diploneis smithii	-	-				0	0											0			0				
Encyonema sp.	-	-				0	0											0			0				
Epithemia adnata	-	-				0	0											0			0				
Fragilaria capucina	-	-				0	0				83							83			0,0009028				
Gomphonéis olivaceum	-	-	66			66	0,00143719				319	86				646		1051			0,01143187				
Gomphonema elongatum	-	-				0	0											0			0				
Gomphonema parvulum	-	-				0	0											0			0				
Gomphonema truncatum	-	-				0	0					1678						1678			0,01825183				
Gomphonema acuminatum	-	-				0	0									0	0								
Gyrosigma acuminatum	-	-				0	0									0	0								
Halamphora ovalis	-	-				0	0									0	0								
Halamphora veneta	-	-				0	0									0	0								
Melosira varians	-	-				0	0									0	0								
Navicula cincta	-	-				0	0									0	0								
Navicula cryptocephala	-	-				0	0									0	0								
Navicula rhynchocephala	-	-		49		49	0,001067			80		88		63		231	0,00251262								
Navicula gregaria	-	-				0	0									0	0								
Navicula cuspidata	-	-				0	0									0	0								
Navicula peregrina	-	-				0	0									0	0								
Nitzschia capitellata	-	-				0	0									0	0								
Nitzschia elongata	-	-				0	0									0	0								
Nitzschia linearis	-	-				0	0							14		14	0,00015228								
Nitzschia palea	-	-				0	0		56	240						296	0,00321963								
Nitzschia sigma	-	-				0	0									0	0								
Pinnularia sp. 1	-	-				0	0									0	0								
Pinnularia sp. 2	-	-				0	0									0	0								
Pinnularia major	-	-				0	0									0	0								
Pinnularia sp.	-	-				0	0									0	0								
Pinnularia microstaurum	-	-				0	0									0	0								
Hantzschia amphioxys	-	-				0	0									0	0								
Planothidium lanceolatum	-	-				0	0									0	0								
Rhiscosphaenia abbreviata	-	-				0	0									0	0								
Rhopalodia gibba	-	-				0	0									0	0								
Rhopalodia gibberula	-	-				0	0									0	0								
Rhopalodia musculus	-	-				0	0									0	0								
Stauroneis phoenicenteron	-	-				0	0									0	0								
Stauroneis sp.	-	-				0	0		28							28	0,00030456								
Surirella brebissonii	-	-				0	0									0	0								
Surirella linearis	-	-				0	0									0	0								
Surirella ovalis	-	-				0	0									0	0								
Surirella robusta	-	-				0	0									0	0								
Synedra undulata	-	-				0	0			844						844	0,0091803								
Synedra acus	-	-				0	0									0	0								
Ulnaria ulna	-	-	66	340		406	0,00884089		83	6389		748		42		7262	0,07898973								
Abundancia por temporada	0	0	20427	25486	10	45923			4078	60029		7878		10822	9129	91936									
Riqueza por temporada			6	10	1		Riqueza. Total=	11	11	13		5		12	4		Riqueza. Total=	19							
A. El Tigre Arriba										A. El Tigre															
Cloroficeas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,44440575009582	Indice de Simpson Fitobentos= 2,81928051974253	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos= 1,3508760070953	Indice de Simpson Fitobentos=2,3715616 0013015					
Cosmarium bothrytis	-	-				0	0																		
Cosmarium reniforme	-	-			3	3	0,00613497																		
Cosmarium margaritatum	-	-				0	0																		
Closterium sp.	-	-				0	0																		
Spirogyra mirabilis	-	-				0	0																		
Zygnema pectinatum	-	-		486		486	0,99386503																		
Microspora amoena	-	-				0	0																		
Mougeotia sp.	-	-				0	0																		
Stigeoclonium sp.	-	-				0	0																		
Zygogonium sp.	-	-				0	0																		
Radiococcus sp.	-	-				0	0																		
Ulothrix sp.	-	-				0	0																		
Abundancia por temporada			0	486	3	489																			
Riqueza por temporada				1	1		Riqueza. Total=	2																	
Cianoficeas											Indice de Shanon Fitobentos = 1,44440575009582	Indice de Simpson Fitobentos= 2,81928051974253										Indice de Shanon Fitobentos= 1,3508760070953	Indice de Simpson Fitobentos=2,3715616 0013015		
Anabaena sp.	-	-				0	0																		
Anabaena sphaerica	-	-				0	0																		
Anabaena torulosa	-	-				0	0																		
Merismopedia elegans	-	-				0	0																		
Oscillatoria limnetica	-	-	3564			3564	0,67963387																		
Oscillatoria margaritifera	-	-				0	0																		
Oscillatoria princeps	-	-			927	927	0,17677346																		
Oscillatoria tenuis	-	-				0	0																		
Phormidium willei	-	-				0	0																		
Oscillatoria sp.	-	-				0	0																		
Lyngbya limnetica	-	-			753	753	0,14359268																		
Lyngbya sp.1	-	-				0	0																		
Nostoc sp.	-	-				0	0																		
Abundancia por temporada			3564	0	1680	5244																			
Riqueza por temporada			1	0	2		Riqueza. Total=	3																	
Xantoficeas									Indice de Shanon Fitobentos = 1,44440575009582	Indice de Simpson Fitobentos= 2,81928051974253										Indice de Shanon Fitobentos= 1,3508760070953	Indice de Simpson Fitobentos=2,3715616 0013015				
Tribonema sp.	-	-																							
Euglenoficeas																									
Trachelomonas s.p.	-	-																							

	Aforador A. El Tigre									Arroyo El Tigre Abajo													
Fitobentos	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,9017822133421	Indice de Simpson=4,5018774 9987501	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 0,511446071030332	Indice de Simpson Fitobentos = 1,40440736300998			
Diatomeas			Diatomeas								Otoño 2021		Diatomeas										
Achnanthidium minutissimum	167	2528		583	101	3379	0,07156018				-	-	-	7		7		7			0,00081386		
Adafia sp.					21	21	0,00044474				-	-	-			0		0			0		
Cocconeis placentula		160	132	382	313	987	0,0209026				-	-	-			0		0			0		
Cymbella affinis		276	9438	2069	271	12054	0,2552786				-	-	-	56		56		56			0,00651087		
Cymbella cistula	21	240	66			327	0,00692518				-	-	-		3	3		3			0,0003488		
Cymbella minuta				49		49	0,00103772				-	-	-			0		0			0		
Denticula elegans	69					69	0,00146128				-	-	-	21		21		21			0,00244158		
Denticula subtilis		799				799	0,01692115				-	-	-			0		0			0		
Diatoma tenuis	3757	1849	13464	1701	3396	24167	0,51180669				-	-	-	21	8472	8493		8493			0,98744332		
Diatoma vulgare						0	0				-	-	-			0		0			0		
Diploneis smithii						0	0				-	-	-			0		0			0		
Encyonema sp.						0	0				-	-	-			0		0			0		
Epithemia adnata						0	0				-	-	-			0		0			0		
Fragilaria capucina	215				63	278	0,00588746				-	-	-			0		0			0		
Gomphoneis olivaceum	271		561	1021	146	1999	0,04233465				-	-	-	21		21		21			0,00244158		
Gomphonema elongatum						0	0				-	-	-			0		0			0		
Gomphonema parvulum						0	0				-	-	-			0		0			0		
Gomphonema truncatum		244				244	0,00516741				-	-	-			0		0			0		
Gomphonema acuminatum				42		42	0,00088947				-	-	-			0		0			0		
Gyrosigma acuminatum						0	0				-	-	-			0		0			0		
Halamphora ovalis						0	0				-	-	-			0		0			0		
Halamphora veneta						0	0				-	-	-			0		0			0		
Melosira varians						0	0				-	-	-			0		0			0		
Navicula cincta						0	0				-	-	-			0		0			0		
Navicula cryptocephala						0	0				-	-	-			0		0			0		
Navicula rhynchocephala	319		33	146		498	0,0105466				-	-	-			0		0			0		
Navicula gregaria						0	0				-	-	-			0		0			0		
Navicula cuspidata						0	0				-	-	-			0		0			0		
Navicula peregrina						0	0				-	-	-			0		0			0		
Nitzschia capitellata						0	0				-	-	-			0		0			0		
Nitzschia elongata						0	0				-	-	-			0		0			0		
Nitzschia linearis		160				160	0,00338847				-	-	-			0		0			0		
Nitzschia palea		240				240	0,0050827				-	-	-			0		0			0		
Nitzschia sigma						0	0				-	-	-			0		0			0		
Pinnularia sp. 1						0	0				-	-	-			0		0			0		
Pinnularia sp. 2						0	0				-	-	-			0		0			0		
Pinnularia major						0	0				-	-	-			0		0			0		
Pinnularia sp.						0	0				-	-	-			0		0			0		
Pinnularia microstaurum						0	0				-	-	-			0		0			0		
Hantzschia amphioxys						0	0				-	-	-			0		0			0		
Planothidium lanceolatum						0	0				-	-	-			0		0			0		
Rhiscosphaenia abbreviata						0	0				-	-	-			0		0			0		
Rhopalodia gibba						0	0				-	-	-			0		0			0		
Rhopalodia gibberula						0	0				-	-	-			0		0			0		
Rhopalodia musculus						0	0				-	-	-			0		0			0		
Stauroneis phoenicenteron						0	0				-	-	-			0		0			0		
Stauroneis sp.						0	0				-	-	-			0		0			0		
Surirella brebissonii						0	0				-	-	-			0		0			0		
Surirella linearis						0	0				-	-	-			0		0			0		
Surirella ovalis						0	0				-	-	-			0		0			0		
Surirella robusta						0	0				-	-	-			0		0			0		
Synedra undulata		639				639	0,01353269				-	-	-			0		0			0		
Synedra acus						0	0				-	-	-			0		0			0		
Ulnaria ulna		528	528	194	17	1267	0,02683242				-	-	-			0		0			0		
Abundancia por temporada	4500	7982	24222	6187	4328	47219										126	8475	8601					
Riqueza por temporada	6	12	7	9	8	Riqueza. Total=		18								5	2	Riqueza. Total=				6	
	Aforador A. El Tigre										Arroyo El Tigre Abajo												
Cloroficeas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Indice de Shanon Fitobentos = 1,9017822133421	Indice de Simpson = 4,50187749987501	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.			Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 0,511446071030332
Cosmarium bothrytis						0	0		-	-			-										
Cosmarium reniforme						0	0		-	-			-										
Cosmarium margaritatum						0	0		-	-			-										
Closterium sp.						0	0		-	-			-										
Spirogyra mirabilis						0	0		-	-			-										
Zygnema pectinatum						0	0		-	-			-										
Microspora amoena					479	479	0,01888206		-	-			-										
Mougeotia sp.						0	0		-	-			-										
Stigeoclonium sp.				1556		1556	0,06133712		-	-			-										
Zygononium sp.						0	0		-	-			-										
Radiceoccus sp.					23333	23333	0,91978083		-	-			-				1653	1653	1				
Ulothrix sp.						0	0		-	-			-										
Abundancia por temporada				1556	23812	25368											1653	1653					
Riqueza por temporada				1	2	Riqueza. Total=		3									1	Riqueza. Total=		1			
Cianoficeas			Cianoficeas										Cianoficeas										
Anabaena sp.			3025			3025	0,73762497		-	-			-										
Anabaena sphaerica						0	0		-	-			-										
Anabaena torulosa						0	0		-	-			-										
Merismopedia elegans						0	0		-	-			-										
Oscillatoria limnetica	1076					1076	0,26237503		-	-	-												
Oscillatoria margaritifera						0	0		-	-	-												
Oscillatoria princeps						0	0		-	-	-												
Oscillatoria tenuis						0	0		-	-	-												
Phormidium willei						0	0		-	-	-												
Oscillatoria sp.						0	0		-	-	-												
Lyngbya limnetica						0	0		-	-	-												
Lyngbya sp.1						0	0		-	-	-												
Nostoc sp.						0	0		-	-	-												
Abundancia por temporada	1076		3025			4101																	
Riqueza por temporada	1		1			Riqueza. Total=		2															
Xantoficeas			Xantoficeas								Xantoficeas												
Tribonema sp.									-	-	-												
Euglenoficeas			Euglenoficeas								Euglenoficeas												
Trachelomonas s.p.									-	-	-												

	Vertiente A. El Tigre								Vertiente Estancia Yalguaraz													
Fitobentos	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,56509390424397	Indice de Simpson Fitobentos = 3,14339695463187	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,32846870600124	Indice de Simpson Fitobentos = 2,23486912224795		
Diatomeas			Diatomeas									Diatomeas										
Achnanthidium minutissimum	-	188	29			217	0,00433826										1188	1188			0,07771817	
Adlafia sp.	-	375				375	0,007497											0			0	
Cocconeis placentula	-	16500	116	333	535	17484	0,34954018											0			0	
Cymbella affinis	-	844	493			1337	0,02672931								165			165			0,01079419	
Cymbella cistula	-			42		42	0,00083966											0			0	
Cymbella minuta	-	94	23			117	0,00233906								66			66			0,00431768	
Denticula elegans	-					0	0											0			0	
Denticula subtilis	-					0	0							51				51			0,00333639	
Diatoma tenueis	-	1219	21714	993	413	24339	0,48658537							1683				1683			0,11010075	
Diatoma vulgare	-					0	0											0			0	
Diploneis smithii	-					0	0											0			0	
Encyonema sp.	-		116			116	0,00231907											0			0	
Epithemia adnata	-					0	0						24					24			0,00157006	
Fragilaria capucina	-				247	247	0,00493802								66			66			0,00431768	
Gomphoneis olivaceum	-	844				844	0,01687325											0			0	
Gomphonema elongatum	-					0	0								33			33			0,00215884	
Gomphonema parvulum	-			14	52	66	0,00131947											0			0	
Gomphonema truncatum	-					0	0											0			0	
Gomphonema acuminatum	-					0	0											0			0	
Gyrosigma acuminatum	-					0	0											0			0	
Halamphora ovalis	-					0	0											0			0	
Halamphora veneta	-					0	0											0			0	
Melosira varians	-		58			58	0,00115954											34			0,00222426	
Navicula cincta	-	281	29			310	0,00619752											0			0	
Navicula cryptocephala	-					0	0											0			0	
Navicula rhynchocephala	-		58		73	131	0,00261895											0			0	
Navicula gregaria	-					0	0											0			0	
Navicula cuspidata	-					0	0											0			0	
Navicula peregrina	-					0	0										3438	3438			0,22491168	
Nitzschia capitellata	-					0	0									0	0					
Nitzschia elongata	-					0	0									0	0					
Nitzschia linearis	-	94	29	104	24	251	0,00501799									0	0					
Nitzschia palea	-				122	122	0,00243902							97	3000	3097	0,20260369					
Nitzschia sigma	-					0	0									0	0					
Pinnularia sp. 1	-					0	0									0	0					
Pinnularia sp. 2	-					0	0									0	0					
Pinnularia major	-					0	0									0	0					
Pinnularia sp.	-					0	0						33			33	0,00215884					
Pinnularia microstaurum	-					0	0									0	0					
Hantzschia amphioxys	-					0	0									0	0					
Planothidium lanceolatum	-		29			29	0,00057977									0	0					
Rhiscosphaenia abbreviata	-	1875		21		1896	0,03790484									0	0					
Rhopalodia gibba	-					0	0									0	0					
Rhopalodia gibberula	-	94				94	0,00187925									198	0,01295303					
Rhopalodia musculus	-					0	0									0	0					
Stauroneis phoenicenteron	-					0	0									0	0					
Stauroneis sp.	-					0	0									0	0					
Surirella brebissonii	-					0	0									0	0					
Surirella linearis	-					0	0									0	0					
Surirella ovalis	-					0	0									0	0					
Surirella robusta	-					0	0									0	0					
Synedra undulata	-					0	0									0	0					
Synedra acus	-					0	0								3875	3875	0,25349993					
Ulnaria ulna	-	97	1827	21		1945	0,03888445				53	594			688	1335	0,08733482					
Abundancia por temporada		22505	24521	1528	1466	50020					360	2640	2640	97	12189	15286						
Riqueza por temporada		12	12	7	7	Riqueza. Total=		20			5	7	7	1	5	Riqueza. Total=		15				
	Vertiente A. El Tigre								Vertiente Estancia Yalguaraz													
Clorofíceas	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,56509390424397	Indice de Simpson Fitobentos = 3,14339695463187	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Fitobentos = 1,32846870600124	Indice de Simpson Fitobentos = 2,23486912224795		
Cosmarium bothrytis	-					0	0											0			0	
Cosmarium reniforme	-					0	0											0			0	
Cosmarium margaritatum	-					0	0											0			0	
Closterium sp.	-					0	0											0			0	
Spirogyra mirabilis	-					0	0									736	5000	5736			0,44819503	
Zygnema pectinatum	-					0	0									979		979			0,07649633	
Microspora amoena	-			1042	1944	2986	0,80833785											0			0	
Mougeotia sp.	-					0	0									83	6000	6083			0,47530864	
Stigeoclonium sp.	-					0	0									0		0			0	
Zygogonium sp.	-			708		708	0,19166215									0		0			0	
Radiococcus sp.	-					0	0											0			0	
Ulothrix sp.	-					0	0											0			0	
Abundancia por temporada				1750	1944	3694										1798	11000	12798				
Riqueza por temporada				2	1	Riqueza. Total=		3								3	2	Riqueza. Total=				3
Cianofíceas			Cianofíceas						Indice de Shanon Fitobentos = 1,56509390424397	Indice de Simpson Fitobentos = 3,14339695463187			Cianofíceas						Indice de Shanon Fitobentos = 1,32846870600124	Indice de Simpson Fitobentos = 2,23486912224795		
Anabaena sp.	-																	0			0	
Anabaena sphaerica	-																	0			0	
Anabaena torulosa	-																	0			0	
Merismopedia elegans	-																	0			0	
Oscillatoria limnetica	-																	0			0	
Oscillatoria margaritifera	-																	0			0	
Oscillatoria princeps	-														2475		135938	138413			0,74150483	
Oscillatoria tenuis	-														5874			5874			0,03146814	
Phormidium willei	-																38281	38281			0,20507862	
Oscillatoria sp.	-																	0			0	
Lyngbya limnetica	-																	0			0	
Lyngbya sp.1	-															4097		4097			0,02194841	
Nostoc sp.	-																	0	0			
Abundancia por temporada										</												

	Vertiente Barreal Yalguaraz 1								Vertiente Barreal Yalguaraz 2								Ciénaga Yalguaraz											
Fitobentos	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total por sp.	Abundanci a relativa	Riqueza			
Diatomeas				Diatomeas										Diatomeas										Diatomeas				
Achnanthidium minutissimum						0	0									0	0											
Adlafia sp.			84		3	87	0,00996678									0	0											
Cocconeis placentula	153			340		493	0,05647841									0	0											
Cymbella affinis						0	0									0	0											
Cymbella cistula						0	0			35	174					209	0,14656381											
Cymbella minuta						0	0									0	0											
Denticula elegans			84			84	0,0096231									0	0											
Denticula subtilis		892				892	0,10218811									0	0											
Diatoma tenuis			3192			3192	0,36567763						187			187	0,13113604											
Diatoma vulgare						0	0									0	0											
Diploneis smithii			126			126	0,01443464									0	0											
Encyonema sp.						0	0									0	0											
Epithemia adnata						0	0									0	0											
Fragilaria capucina				49		49	0,00561347								3	3	0,00210379											
Gomphoneis olivaceum		119				119	0,01363272									0	0											
Gomphonema elongatum						0	0									0	0											
Gomphonema parvulum			42			42	0,00481155									0	0											
Gomphonema truncatum						0	0									0	0											
Gomphonema acuminatum						0	0									0	0											
Gyrosigma acuminatum						0	0			28						28	0,01963534											
Halamphora ovalis						0	0									0	0											
Halamphora veneta		18				18	0,00206209									0	0											
Melosira varians						0	0									0	0											
Navicula cincta						0	0									0	0											
Navicula cryptocephala				7		7	0,00080192						11			11	0,00771388											
Navicula rhynchocephala			126			126	0,01443464			14						14	0,00981767											
Navicula gregaria						0	0									0	0											
Navicula cuspidata				7		7	0,00080192									0	0											
Navicula peregrina						0	0									0	0											
Nitzschia capitellata					7	7	0,00080192									0	0											
Nitzschia elongata					69	83	0,00950853			35						35	0,02454418											
Nitzschia linearis				14		83	0,00950853				119					119	0,08345021											
Nitzschia palea			42		35	77	0,00882117						11			11	0,00771388											
Nitzschia sigma						0	0									7	0,00490884											
Pinnularia sp. 1					10	10	0,00114561								7	7	0,00490884											
Pinnularia sp. 2					0	0	0									0	0											
Pinnularia major		56	54	7		117	0,0134036			56						56	0,03927069											
Pinnularia sp.			462			462	0,05292702			49						49	0,03436185											
Pinnularia microstaurum		295				295	0,03379539			389						389	0,27279102											
Hantzschia amphioxys						0	0									0	0											
Planorhithidium lanceolatum						0	0									0	0											
Rhiscosphaeria abbreviata						0	0									0	0											
Rhopalodia gibba			264			264	0,03024401									0	0											
Rhopalodia gibberula						0	0			56						56	0,03927069											
Rhopalodia musculus		885	966			1851	0,21205178					22				22	0,01542777											
Stauroneis phoenicenteron		73	42			115	0,01317448									0	0											
Stauroneis sp.						0	0									0	0											
Surirella brebissonii						0	0			69																		

A El Tigre Arriba									A El Tigre													
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton = 1,386294361	Indice de Simpson Zooplancton = 4	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton = 1,778771529	Indice de Simpson Zooplancton= 4,90087463556851		
Zooplancton																						
Protozoos															Protozoos							
Arcella discoides	-	-			1	1	0,25						2	4				6			0,14634146	
Arcella hemisphaerica	-	-					0							9	1			10			0,24390244	
COPEPODA															COPEPODA							
Adulto harpaticoideo	-	-					0											0			0	
Naulii	-	-					0											0			0	
Larva nauplio cilopideo	-	-					0											0			0	
ROTIFERA															ROTIFERA							
Adineta sp.	-	-					0						2					2			0,04878049	
Brachionus plicatilis	-	-					0						2					2			0,04878049	
Colurella uncinata	-	-					0						13					13			0,31707317	
Lecane closteroerca	-	-	1			1	0,25								1			1			0,02439024	
Bdelloideo sp. 1	-	-		1		1	0,25											0			0	
Lepadella patella	-	-		1		1	0,25											0			0	
CLADOCERA															CLADOCERA							
Pseudochidorus globosus	-	-					0											0			0	
Sp.1	-	-					0											0			0	
INSECTA															INSECTA							
Chironomidae	-	-					0						2	2		1		5			0,12195122	
Simuliidae	-	-					0							2				2			0,04878049	
Efemeroptera	-	-					0											0			0	
Abundancia por temporada			1	2	1	4							21	17	2	1		41				
Riqueza por temporada			1	2	1	Riqueza. Total=		4					5	4	2	1		Riqueza. Total=			8	

	Aforador A El Tigre									Arroyo El Tigre Abajo												
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton=0,9649 63	Indice de Simpson Zooplancton= 2,45454545454545	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton	Indice de Simpson		
Zooplancton			Protozoos																			
Protozoos			Protozoos												Protozoos							
Arcella discoides	4					4	0,44444444						-	-	-							
Arcella hemisphaerica		3	1			4	0,44444444						-	-	-							
COPEPODA			COPEPODA												COPEPODA							
Adulto harpaticoideo							0						-	-	-							
Naulii							0						-	-	-							
Larva nauplio cilopideo							0						-	-	-							
ROTIFERA			ROTIFERA												ROTIFERA							
Adineta sp.							0						-	-	-							
Brachionus plicatilis							0						-	-	-							
Colurella uncinata							0						-	-	-							
Lecane closteroerca							0						-	-	-							
Bdelloideo sp. 1							0						-	-	-							
Lepadella patella							0						-	-	-							
CLADOCERA			CLADOCERA												CLADOCERA							
Pseudochidorus globosus							0						-	-	-							
Sp.1							0						-	-	-							
INSECTA			INSECTA												INSECTA							
Chironomidae							0						-	-	-							
Simuliidae							0						-	-	-							
Efemeroptera			1			1	0,11111111						-	-	-							
Abundancia por temporada	4	3	2			9																
Riqueza por temporada	1	1	2			Riqueza. Total=		3														

	Vertiente A El Tigre										Vertiente Estancia Yalguaraz											
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton	Indice de Simpson	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton= 1,52028439776671	Indice de Simpson Zooplancton=3,08610 487655581		
Zooplancton																						
Protozoos			Protozoos										Protozoos									
Arcella discoides	-	-	-	-							-						0					
Arcella hemisphaerica	-	-	-	-							-						0					
COPEPODA			COPEPODA										COPEPODA									
Adulto harpaticoideo	-	-	-	-							-	18		2		20	0,07272727					
Naulii	-	-	-	-							-	7		4		11	0,04					
Larva nauplio cilopideo	-	-	-	-							-		26			26	0,09454545					
ROTIFERA			ROTIFERA										ROTIFERA									
Adineta sp.	-	-	-	-							-		17	8		25	0,09090909					
Brachionus plicatilis	-	-	-	-							-						0					
Colurella uncinata	-	-	-	-							-	16		1		17	0,06181818					
Lecane closteroerca	-	-	-	-							-						0					
Bdelloideo sp. 1	-	-	-	-							-						0					
Lepadella patella	-	-	-	-							-						0					
CLADOCERA			CLADOCERA										CLADOCERA									
Pseudochidorus globosus	-	-	-	-							-	13		15		28	0,10181818					
Sp.1	-	-	-	-							-	96	51			147	0,53454545					
INSECTA			INSECTA										INSECTA									
Chironomidae	-	-	-	-							-			1		1	0,00363636					
Simulidae	-	-	-	-							-						0					
Efemeroptera	-	-	-	-							-						0					
Abundancia por temporada												150	94	31		275						
Riqueza por temporada												5	3	6		Riqueza. Total=	10					

	Vertiente Barreal Yalguaraz 1								Vertiente Barreal Yalguaraz 2								Ciénaga Yalguaraz															
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton	Indice de Simpson Zooplancton	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton	Indice de Simpson Zooplancton	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Zooplancton	Indice de Simpson Zooplancton					
Zooplancton																																
Protozoos			Protozoos												Protozoos																	
Arcella discoides	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Arcella hemisphaerica	-	-	-	-							-	-	-	-																		
COPEPODA			COPEPODA												COPEPODA																	
Adulto harpaticoideo	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Naulii	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Larva nauplio cilopideo	-	-	-	-							-	-	-	-																		
ROTIFERA			ROTIFERA												ROTIFERA																	
Adineta sp.	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Brachionus plicatilis	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Colurella uncinata	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Lecane closteroerca	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Bdelloideo sp. 1	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Lepadella patella	-	-	-	-							-	-	-	-																		
CLADOCERA			CLADOCERA												CLADOCERA																	
Pseudochidorus globosus	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Sp.1	-	-	-	-							-	-	-	-																		
INSECTA			INSECTA												INSECTA																	
Chironomidae	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Simulidae	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Efemeroptera	-	-	-	-							-	-	-	-																		
Abundancia por temporada																																
Riqueza por temporada																																

A. El Tigre Arriba									A. El Tigre													
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza				
Macroinvertevrados									Indice de Shanon Macroinvertebrados= 1,70216	Indice de Simpson Macroinvertebrados=4 ,1286055484108									Indice de Shanon Macroinvertebrados= 1,666679957	Indice de Simpson Macroinvertebrados= 4,45530553483992		
Annelida														Annelida								
Helobdella sp.	-	-				0	0										0	0				
Limnodrilus sp.	-	-			1	1	0,00471698								3	3	6	0,00885217				
Mollusca																					0	
Lymnaea viatrix	-	-				0	0											0			0	
Pisidium sp.	-	-				0	0											0			0	
Crustacea																					0	
Hyalella sp.	-	-	3	54	29	86	0,40566038						72	17	12	78	26	205			0,3024491	
Acari							0											0			0	
Hydracarina	-	-		1		1	0,00471698											0			0	
Ephemeroptera																					0	
Andesiops torrens	-	-		2		2	0,00943396										2	2			0,00295072	
Andesiops peruvianus	-	-		1	1	2	0,00943396						83	2			11	96			0,1416347	
Massartellopsis irarrazavali	-	-	12	5	5	22	0,10377358						94	15	8	46	23	186			0,27441723	
Meridialaris chiloeense	-	-	6	14	2	22	0,10377358							4	10	11	5	30			0,04426084	
Hemiptera																					0	
Saldula s.p.	-	-				0	0											0			0	
Odonata							0														0	
Rhionaeshna sp.	-	-				0	0											0			0	
Coleoptera																					0	
Austrelmis sp.	-	-	14	13	3	30	0,14150943							3	4	2	5	14			0,02065506	
Elmidae	-	-				0	0						0,1					0,1			0,00014754	
Lancetes sp.	-	-				0	0											0			0	
Scirtidae	-	-				0	0											0			0	
Diptera																					0	
Cricotopus sp.	-	-		1	2	3	0,01415094						6		2	1		9			0,01327825	
Eukiefferella sp.	-	-	1			1	0,00471698											0			0	
Chironumus sp.	-	-				0	0											0			0	
Alotanypus sp.	-	-				0	0											0			0	
Simulium sp.	-	-	17	21	2	40	0,18867925						116,7		1	5	4	126,7			0,1869283	
Empididae	-	-				0	0											0			0	
Ephydriidae	-	-	1			1	0,00471698											0			0	
Muscidae	-	-				0	0											0			0	
Tipulidae	-	-			1	1	0,00471698											0			0	
Podonomus sp.	-	-				0	0									3		3			0,00442608	
Tanypus	-	-				0	0											0			0	
Trichoptera																					0	
Neotrichia sp.	-	-				0	0											0			0	
Cailloma lucidula	-	-				0	0											0			0	
Abundancia por temporada			54	112	46	212							371,8	41	37	149	79	677,8				
Riqueza por temporada			7	9	9	Riqueza. Total=		13					6	5	6	8	8	Riqueza. Total=				11

	Aforador A. El Tigre										Arroyo El Tigre Abajo									
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Macroinvertebrados = 1,3783359	Indice de Simpson Macroinvertebrados = 2,90524999660909	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundanci a total	Abundanci a relativa	Riqueza	Indice de Shanon Macroinvertebrados= 1,67263	Indice de Simpson Macroinvertebrados= 4,84
Macroinvertevrados																				
Annelida			Annelida										Annelida							
Helobdella sp.	0,1					0,1	0,00020602				-	-	-				0			
Limnodrilus sp.				1		1	0,00206016				-	-	-				0			
Mollusca			Mollusca				0						Mollusca							
Lymnaea viatrix						0	0				-	-	-			0	0			
Pisidium sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Crustacea			Crustacea										Crustacea							
Hyaella sp.	56			15	6	77	0,15863206				-	-	-			0	0			
Acari			Acari										Acari							
Hydracarina					1	1	0,00206016				-	-	-			0	0			
Ephemeroptera			Ephemeroptera										Ephemeroptera							
Andesiops torrens		3		2		5	0,01030078				-	-	-	1		1	0,09090909			
Andesiops peruvianus		4			5	9	0,01854141				-	-	-		1	1	0,09090909			
Massartellopsis irarazavali	228	5		4	17	254	0,52327977				-	-	-			0	0			
Meridialaris chiloeense		1		2	2	5	0,01030078				-	-	-	1		1	0,09090909			
Hemiptera			Hemiptera										Hemiptera							
Saldula s.p.						0	0				-	-	-			0	0			
Odonata			Odonata				0						Odonata							
Rhionaeshna sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Coleoptera			Coleoptera										Coleoptera							
Austrelmis sp.		4				4	0,00824063				-	-	-			0	0			
Elmidae	0,3					0,3	0,00061805				-	-	-			0	0			
Lancetes sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Scirtidae						0	0				-	-	-			0	0			
Diptera			Diptera										Diptera							
Cricotopus sp.	28				2	30	0,0618047				-	-	-		3	3	0,27272727			
Eukiefferella sp.						0	0				-	-	-				0			
Chironumus sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Alotanypus sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Simulium sp.	83	5	3	5	2	98	0,20189534				-	-	-	1	1	2	0,18181818			
Empididae						0	0				-	-	-			0	0			
Ephydridae						0	0				-	-	-			0	0			
Muscidae						0	0				-	-	-			0	0			
Tipulidae						0	0				-	-	-			0	0			
Podonomus sp.						0	0				-	-	-	2	1	3	0,27272727			
Tanypus						0	0				-	-	-			0	0			
Trichoptera			Trichoptera										Trichoptera							
Neotrichia sp.						0	0				-	-	-			0	0			
Cailloma lucidula		1				1	0,00206016				-	-	-			0	0			
Abundancia por temporada	395,4	23	3	29	35	485,4								5	6	11				
Riqueza por temporada	6	7	1	6	7	Riqueza. Total=		13						4	4	Riqueza. Total=		6		

	Vertiente A El Tigre										Vertiente Estancia Yalguaraz									
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total	Abundancia relativa	Riqueza	Indice de Shanon Macroinvertebrados= 1,83481	Indice de Simpson Macroinvertebrados= 5,06072874493927	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total	Abundancia relativa	Riqueza	Indice de Shanon Macroinvertebrados= 0,974795	Indice de Simpson Macroinvertebrados = 1,62415458937198
Macroinvertebrados			Annelida										Annelida							
Annelida																				
Helobdella sp.	-					0	0									0	0			
Limnodrilus sp.	-					0	0									0	0			
Mollusca			Mollusca										Mollusca							
Lymnaea viatrix	-	42	21	1		64	0,18285714									0	0			
Pisidium sp.	-					0	0									0	0			
Crustacea			Crustacea										Crustacea							
Hyalella sp.	-	1	2	45	17	65	0,18571429					12	16	2	2	32	0,7804878			
Acari			Acari				0						Acari			0	0			
Hydracarina	-					0	0									0	0			
Ephemeroptera			Ephemeroptera										Ephemeroptera				0			
Andesiops torrens	-	2			1	3	0,00857143									0	0			
Andesiops peruvianus	-		7	7	2	16	0,04571429									0	0			
Massartellopsis irarazavali	-	2		5	6	13	0,03714286									0	0			
Meridialaris chiloeense	-			2	1	3	0,00857143									0	0			
Hemiptera			Hemiptera										Hemiptera			0	0			
Saldula s.p.	-	2				2	0,00571429									0	0			
Odonata			Odonata				0						Odonata			0	0			
Rhionaeshna sp.	-					0	0						1		1	2	0,04878049			
Coleoptera			Coleoptera										Coleoptera				0			
Austrelmis sp.	-	67	31	7	1	106	0,30285714									0	0			
Elmidae	-					0	0									0	0			
Lancetes sp.	-					0	0					1				1	0,02439024			
Scirtidae	-					0	0							1		1	0,02439024			
Diptera			Diptera										Diptera				0			
Cricotopus sp.	-		2			2	0,00571429								1	1	0,02439024			
Eukiefferella sp.	-		1			1	0,00285714									0	0			
Chironumus sp.	-					0	0						1			1	0,02439024			
Alotanypus sp.	-					0	0						1			1	0,02439024			
Simulium sp.	-		25	11	28	64	0,18285714									0	0			
Empididae	-					0	0					1				1	0,02439024			
Ephydriidae	-					0	0									0	0			
Muscidae	-		1			1	0,00285714									0	0			
Tipulidae	-					0	0									0	0			
Podonomus sp.	-					0	0									0	0			
Tanypus	-					0	0								1	1	0,02439024			
Trichoptera			Trichoptera										Trichoptera				0			
Neotrichia sp.	-	2	3	2	3	10	0,02857143									0	0			
Cailloma lucidula	-					0	0									0	0			
Abundancia por temporada		118	93	80	59	350						14	19	3	5	41				
Riqueza por temporada		7	9	8	8	Riqueza. Total=		13				3	4	2	4	Riqueza. Total=		9		

	Vertiente Barreal Yalguaraz 1								Vertiente Barreal Yalguaraz 2								Ciénaga Yalguaraz										
	Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total	Abundancia relativa	Riqueza			Otoño 2021	Primavera 2021	Verano 2021	Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total	Abundancia relativa	Riqueza			Otoño 2022	Invierno 2022	Abundancia total	Abundancia relativa	Riqueza		
Macroinvertebrados																											
Annelida			Annelida										Annelida								Annelida						
Helobdella sp.			7			7	0,02279388				0,6					0,6	0,00941915						0	0			
Limnodrilus sp.						0	0						4		4	0,06279435							0	0			
Mollusca			Mollusca										Mollusca								Mollusca						
Lymnaea viatrix						0	0						8		8	0,1255887							0	0			
Pisidium sp.						0	0							11	11	0,17268446							0	0			
Crustacea			Crustacea										Crustacea								Crustacea						
Hyalella sp.	233		28	25	3	289	0,94106154						17	12	2	31	0,4866562				12		12	0,8			
Acari			Acari										Acari								Acari						
Hydracarina						0	0									0	0						0	0			
Ephemeroptera			Ephemeroptera										Ephemeroptera			0	0				Ephemeroptera						
Andesiops torrens						0	0									0	0				1		1	0,06666667			
Andesiops peruvianus						0	0									0	0						0	0			
Massartellopsis irarazavali						0	0									0	0						0	0			
Meridialaris chiloeense						0	0									0	0				1		1	0,06666667			
Hemiptera			Hemiptera										Hemiptera								Hemiptera						
Saldula s.p.						0	0									0	0						0	0			
Odonata			Odonata										Odonata			0	0				Odonata						
Rhionaeshna sp.	0,1	1				1,1	0,0035819				0,1	1				1,1	0,01726845						0	0			
Coleoptera			Coleoptera										Coleoptera								Coleoptera						
Austrelmis sp.						0	0									0	0						0	0			
Elmidae						0	0									0	0						0	0			
Lancetes sp.						0	0						4			4	0,06279435						0	0			
Scirtidae						0	0									0	0						0	0			
Diptera			Diptera										Diptera								Diptera						
Cricotopus sp.					9	9	0,02930641									0	0						0	0			
Eukiefferella sp.						0	0									0	0						0	0			
Chironomus sp.						0	0									0	0						0	0			
Alotanypus sp.						0	0						1			1	0,01569859						0	0			
Simulium sp.						0	0									0	0						0	0			
Empididae						0	0					1				1	0,01569859				1		1	0,06666667			
Ephydridae		1				1	0,00325627					2				2	0,03139717						0	0			
Muscidae						0	0									0	0						0	0			
Tipulidae						0	0									0	0						0	0			
Podonomus sp.						0	0									0	0						0	0			
Tanypus						0	0									0	0						0	0			
Trichoptera			Trichoptera										Trichoptera								Trichoptera						
Neotrichia sp.						0	0									0	0						0	0			
Cailloma lucidula						0	0									0	0						0	0			
Abundancia por temporada	233,1	2	35	25	12	307,1					0,7	4	18	28	13	63,7				15		15					
Riqueza por temporada	2	2	2	1	2	Riqueza. Total=		5			2	3	2	4	2	Riqueza. Total=		10			4		Riqueza. Total=				



Estudio de Caracterización Ecohidrológica del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaráz

Proyecto San Jorge (PSJ)

San Jorge S.A.



Mendoza - Argentina

Proyecto N°: 210312_033_05- Rev00

Diciembre 2022

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

CUELLO
BORIOLO
Mario
Alberto

Firmado digitalmente por CUELLO
BORIOLO Mario Alberto
DN: SERIALNUMBER=CUIL,
20132959280, C=AR,
CN=CUELLO BORIOLO Mario
Alberto
Razón: el motivo de su firma aquí
Ubicación: la ubicación de su firma
aquí
Fecha: 2025.01.09 14:10:19-03'00'
Firma: PPKS+PDF- Versión: 10.1.1

Límites y excepciones

Este documento se limita a reportar las condiciones identificadas en y cerca del Proyecto, tal como eran al momento de confeccionarlo y las conclusiones alcanzadas en función de la información recopilada y lo asumido durante el proceso de estudio 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 el buen arte y juicio profesional basado en la información analizada en el transcurso de este estudio ambiental.

Todas las tareas desarrolladas para la confección del documento se han ejecutado de acuerdo con las reglas del buen arte y prácticas profesionales aceptadas y ejecutadas por consultores experimentados 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 Proyecto San Jorge en adelante (PSJ). no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de PSJ, solamente PSJ, 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 PSJ expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra PSJ, 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 y Apellido	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre y Apellido	Fecha Aprobación
Patricia Espinoza	00	22/12/2022	Milagro Ortega	30/12/2022

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Tabla de contenidos

I.	Resumen Ejecutivo	1
1.	Resumen Ejecutivo	1
II.	Información General.....	3
2.	Información general	3
2.1.	Nombre del Proyecto.....	3
2.2.	Actividad principal de la empresa en Proyecto	3
2.3.	Nombre de la Empresa	3
2.4.	Nombre de los responsables técnicos del estudio.....	3
2.5.	Profesionales intervinientes	3
2.6.	Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos.....	4
2.6.1.	Domicilio Real.....	4
2.6.2.	Domicilio Legal	4
III.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	Introducción.....	5
3.1.	Descripción General	5
4.	Objetivos y Alcance	7
4.1.	Objetivo general	7
4.2.	Objetivos específicos.....	7
5.	Caracterización Ecohidrológica	7
IV.	Descripción del Proyecto.....	11
6.	Descripción general	11
6.1.1.	Vías de acceso	13
V.	METODOLOGÍA.....	14
6.1.	Evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre mediante el uso índices ecohidrológicos	14
6.1.1.	Índice QBR	14
6.1.2.	Índice RQI.....	16
6.1.3.	Índice IHG.....	24
6.1.4.	Índice BMWP.....	30
6.1.5.	Índice ECOSTRIAND	37
6.1.6.	Estimación de caudal ecológico	38
6.2.	Evaluación de la calidad ecológica de la ciénaga Yalguaráz mediante indicadores	39
6.2.1.	Caracterización y modelo conceptual de la ciénaga Yalguaraz.....	39
6.2.2.	Análisis de la variación temporal y estacional de la relación agua-vegetación de la ciénaga Yalguaraz	40
6.2.3.	Estimación del caudal ecológico de la ciénaga Yalguaraz	41
6.3.	Relación agua y ciénaga Yalguaráz	41
6.4.	Indicadores de monitoreo y seguimiento de la calidad ambiental del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz	41
6.5.	Evaluación continua de la cuenca arroyo El Tigre mediante Modelo WEAP Water Evaluation And Planning System	42
VI.	Resultados.....	44

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

7.	Resultados	44
7.1.	Caracterización climática e hidrológica del área de estudio	44
7.1.1.	Precipitación	44
7.1.2.	Hidrología e Hidrogeología.....	46
7.2.	Evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre mediante el uso índices ecohidrológicos	49
7.2.1.	Índice QBR	51
7.2.2.	Índice RQI.....	55
7.2.3.	Índice IHG.....	56
7.2.4.	Índice BMWP	57
7.2.5.	Índice ECOSTRIAND	61
7.2.6.	Estimación del Caudal ecológico del arroyo El Tigre y ciénaga Yalguaraz	62
7.3.	Evaluación Ecológica de la Ciénaga Yalguaraz.....	70
7.3.1.	Caracterización y modelo conceptual de la ciénaga Yalguaráz.....	70
7.3.2.	Análisis de la variación temporal y estacional de la relación agua-vegetación de la ciénaga Yalguaraz	74
7.3.3.	Caudal ecológico de la ciénaga Yalguaráz	82
7.3.4.	Relación agua- y ciénaga Yalguaraz.....	82
7.4.	Indicadores de monitoreo y seguimiento de la calidad ambiental del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz	84
7.4.1.	Aspectos metodológicos.....	85
7.4.2.	Delimitación de la cuenca	86
7.4.3.	Planificación estratégica.....	86
7.5.	Evaluación continua de la Cuenca Modelo WEAP Water Evaluation And Planning System, para la Cuenca del arroyo El Tigre y ciénaga Yalguaráz	91
VII.	Bibliografía.....	98

I. Resumen Ejecutivo

1. Resumen Ejecutivo

GT Ingeniería S.A ha sido contratada por Proyecto San Jorge (en adelante PSJ) para el desarrollo del Estudio de Caracterización Ecohidrológica (época de estije y época estival) de los recursos hídricos superficiales y subterráneos cercanos al área de localización del Proyecto. El presente informe corresponde a la Caracterización Ecohidrológica de la época de estije correspondiente al arroyo El Tigre y a la ciénaga Yalguaráz.

El PSJ se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina. Se encuentra entre los 32° 10' de Latitud sur y los 69°27' Longitud oeste, en la Precordillera mendocina a una altura aproximada de 2.400-2.900 msnm.

El objetivo general del presente informe es: caracterizar y evaluar los tipos y condiciones ecohidrológicas del arroyo El Tigre, de la ciénaga Yalguaráz y otros sitios o sectores sensibles (humedales) dentro del área de la cuenca Yalguaraz.

Según Fabella (2013) la "Ecohidrología" se basa en principios relacionados con la comprensión de las relaciones funcionales entre la hidrología y la ecología a escala de cuencas hidrográficas con objeto de lograr un desarrollo y gestión sustentable de los recursos hídricos.

La UNESCO define a la ecohidrología como la comprensión integrada de los procesos biológicos e hidrológicos, a nivel de la cuenca, a fin de crear una base científica para un enfoque socialmente aceptable, rentable y sistémico de la gestión sostenible de los recursos hídricos, maximizando las oportunidades en escenarios estratégicos para el manejo sustentable del ecosistema acuático y establecer un manejo adaptativo para la conservación y restauración de cuencas.

La cuenca hidrográfica, desde la ecohidrología, es considerada como un "macro sistema ecológico" en el cual se establecen mutuas interacciones (ecológicas, hidrológicas y sociales) y cuya fisiología debe ser entendida como la de un sistema complejo. Su comportamiento puede ser explicado a partir de su hidrología, entendida como la ciencia que estudia el recurso agua, en cuanto a existencia, distribución, propiedades físicas y químicas, influencia sobre el medio ambiente y relación con los seres vivos (UNESCO, 2010).

La hidrología analiza la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

La evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre y ciénaga de Yalguaráz se realiza mediante:

- La determinación de la calidad ecológica de los mismos a través de los denominados Índices Ecohidrológicos:
 - Índice QBR (Calidad de Bosques de Ribera)
 - Índice RQI (Calidad Riparia)
 - Índice IHG (Índice Hidrogeomorfológico)
 - Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)
- La estimación del caudal ecológico del arroyo El Tigre
- La determinación de la variación temporal y estacional de la relación agua-vegetación de la ciénaga Yalguaraz

En este sentido, el estudio de calidad ecológica evalúa aspectos fisicoquímicos del agua, biológicos y físicos del hábitat. A nivel biológico, los macroinvertebrados acuáticos son los indicadores más sensibles a la degradación del hábitat local, debido a su limitada movilidad (Kerans & Karr, 1994) y sensibilidad a bajos niveles de contaminantes, que permite la detección rápida de la degradación del cuerpo hídrico (Jacobsen, 1998; Compín & Céréghino, 2003). Por lo anterior, los ensamblajes de macroinvertebrados han sido usados como herramientas para determinar la integridad biótica de los ríos (Pilière et al. 2014; Piñón-Flores et al. 2014), permitiendo el desarrollo de más de cuarenta índices de biomonitorización (Herman & Nejadhashemi, 2015). Asimismo, es importante la evaluación de la

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

calidad de las características físicas del cauce y de la ribera, debido a que los resultados obtenidos mediante estos índices físicos son fundamentales, al considerar que un buen estado del entorno natural incide en la calidad ecológica (Bonada et al. 2002).

La determinación de los indicadores ecohidrológicos se realiza sobre tres tramos del arroyo El Tigre y sector de la ciénaga de Yalguaraz, que se definieron siguiendo el criterio de condición y dinámica hidrológica y su ubicación en relación a la cuenca. Para lo cual, se utilizó la información provista por: los Sistemas de Información Geográficos (SIG) e imágenes satelitales, estudios ambientales, hidrológicos, hidrogeológicos y monitoreo de caudales antecedentes del PSJ y la información obtenida de un relevamiento realizado a campo, los días 20 y 21 de septiembre, del cual participaron las Ingenieras Milagro Ortega, Larramendy Laura y Espinoza Patricia.

La estimación de estos indicadores arroja como resultado que el primer tramo del arroyo El Tigre presenta la mejor calidad de la cuenca definiendo el mismo como de buena calidad, el segundo tramo se encuentra mas degradado en comparación al anterior por lo que su calidad se clasifica como regular, finalmente el último tramo presenta la calidad mas baja de la cuenca, su calidad se clasifica como pobre.

Se realiza el calculo de caudal ecológico para la cuenca del arroyo El Tigre y para la ciénaga de Yalguaráz, para su posterior caracterización ecológica mediante el uso de imagenes satelitales y el SIG. En cuanto a la cuenca del arroyo El Tigre, y mediante la simulación se obtiene que el caudal mínimo necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irarrazavalli* se encuentra en los 0,15 m³/s, ya que a partir de este valor las WUA (calidad del hábitat) comienza a disminuir. De la misma manera para el caudal máximo mensual cuyo valor es 0,436 m³/s, el valor de caudal necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irarrazavalli* se encuentra entre los 0,15 y 0,16 m³/s. Finalmente, para el caudal mínimo mensual cuyo valor es de 0,196 m³/s, se obtiene que el valor de caudal necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irarrazavalli* es de 0,1 m³/s. Para la ciénaga de Yalguaráz, el caudal ecológico es de 0,153 m³/s, el cual se asemeja a los rangos obtenidos para el caudal ecológico del arroyo El Tigre mediante la metodología IFIM. Por otra parte, el valor de CE (caudal ecológico) obtenido para la ciénaga es mucho menor al de la cuenca del arroyo El Tigre, lo cual, es correcto dadas las diferencias entre las superficies que evapotranspiran y de la cobertura vegetal presentes en la ciénaga Yalguaráz y en la cuenca del arroyo El Tigre

Finalmente, se presenta un modelo conceptual de la dinámica hidrológica de la ciénaga Yalguaráz y de las cuencas que realizan aportes de agua a la misma (Artois Consulti 2022), a fin de proponer indicadores de monitoreo para la cuenca del arroyo El Tigre y la ciénaga de Yalguaráz.

A partir de los resultados obtenidos mediante el modelo PHABSIM, se recomienda continuar con la toma de datos hidraulicos en los puntos analizados en este informe y establecer nuevos puntos de aforo, a fin de alimentar el modelo; e incrementar el área de modelización mediante la incorporación de nuevos puntos para el levantamiento batimétrico y topográfico.

II. Información General

2. Información general

2.1. Nombre del Proyecto

San Jorge

2.2. Actividad principal de la empresa en Proyecto

Exploración y explotación minera

2.3. Nombre de la Empresa

Minera San Jorge S.A.

2.4. Nombre de los responsables técnicos del estudio

GT Ingeniería S.A.

Lic. en Cs. Geológicas Mario Cuello

Inscripta en el Registro de Consultores Ambientales de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la provincia de Mendoza, según Resolución N° 844, bajo Expediente N° EX-2021-06923434- -GDEMZA-SAYOT, N° de Certificado 0041.

2.5. Profesionales intervinientes

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

Tabla 2.1. Profesionales Intervinientes

Nombre	Título	Puesto	Función
Mario Cuello	Lic. Cs Geológicas	Director de Proyecto	Dirección técnica
Pamela Martin	Lic. Gestión Ambiental	Coordinador Técnico de Servicio	Revisor Sr
Mariana Gutiérrez	Ing. Química	Jefe de Servicio	Coordinación general
Bruno Del Olmo	Ing. en recursos naturales	Líder equipo ambiental	Revisión Informe
Milagro Ortega	Ing. Rec. Nat. y Medio Ambiente	Líder de disciplina - EcoHidrología	Trabajo de campo y desarrollo del informe
Patricia Espinoza	Ing. Rec. Nat. y Medio Ambiente	Consultor Ambiental	Trabajo de campo y desarrollo del informe
Laura Larramendy	Ing. Rec. Naturales Renovables	Consultor Ambiental	Trabajo de campo
Eduardo Mamani	Tec. Cartografía	Especialista GIS	Desarrollo de cartográfica

Fuente: Datos proporcionados por los profesionales.

2.6. Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos

2.6.1. Domicilio Real

Vicente Gil 330

Ciudad, (5500) Mendoza

Teléfono: +54 261 3674671

E-mail: info@gtingenieriasa.com

2.6.2. Domicilio Legal

Miguel Azcuénaga 2453, Barrio Alto Los Olivos,

San Francisco Del Monte (5503), Mendoza.

III. INTRODUCCIÓN

3. Introducción

GT Ingeniería S.A ha sido contratada por Proyecto San Jorge (en adelante PSJ) para el desarrollo del Estudio de Caracterización Ecohidrológica (época de estije y época estival) de los recursos hídricos superficiales y subterráneos cercanos al área de localización del Proyecto. El presente informe corresponde a la Caracterización Ecohidrológica de la época de estije correspondiente al arroyo El Tigre y a la ciénaga de Yalguaraz.

El PSJ se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina. Se encuentra entre los 32° 10' de Latitud sur y los 69°27' Longitud oeste, en la Precordillera mendocina a una altura aproximada de 2.400 a 2.900 m s.n.m.

Hacia el noroeste del PSJ se ubica la cuenca hidrográfica Yalguaráz y hacia el sur la cuenca hidrográfica Uspallata. Existe entre ambas cuencas una zona de transición donde las aguas drenan hacia una zona deprimida que constituye un nivel de base local, situado al pie de las Lomadas de la Manera, al que se denomina Barreal de las Lomadas. El área de estudio para el presente documento corresponde a la cuenca del arroyo El Tigre y de la ciénaga de Yalguaráz, ambas se encuentran dentro de la gran cuenca Yalguaráz (797,4 km²), la misma forma una depresión intermontana limitada por la Cordillera Frontal (poniente) y la Pre-cordillera (oriente). La depresión se encuentra rellena con sedimentos, conos de deyección y depósitos de piedemontes. Debido a la alta permeabilidad de estos rellenos sedimentarios, se genera una infiltración rápida de las escorrentías generadas en la Cordillera. Hidrológicamente, se clasifica como una cuenca arreica con descarga subterránea hacia la ciénaga homónima. El arroyo El Tigre, el único arroyo con un caudal continuo (antes de infiltrar en la cota 2531 m s.n.m.), se encuentra en el extremo sur de la cuenca. Según el mapa hidrogeológico de Mendoza (Gobierno y Universidades de la región Andina Argentina, 1996), la cuenca Yalguaráz almacena un volumen de 750 hm³ en recursos hídricos subterráneos.¹

Según Fabella (2013) la "Ecohidrología" se basa en principios relacionados con la comprensión de las relaciones funcionales entre la hidrología y la ecología a escala de cuencas hidrográficas con objeto de lograr un desarrollo y gestión sustentable de los recursos hídricos.

La UNESCO define a la ecohidrología como la comprensión integrada de los procesos biológicos e hidrológicos, a nivel de la cuenca, a fin de crear una base científica para un enfoque socialmente aceptable, rentable y sistémico de la gestión sostenible de los recursos hídricos, maximizando las oportunidades en escenarios estratégicos para el manejo sustentable del ecosistema acuático y establecer un manejo adaptativo para la conservación y restauración de cuencas.

La cuenca hidrográfica, desde la ecohidrología, es considerada como un "macro sistema ecológico" en el cual se establecen mutuas interacciones (ecológicas, hidrológicas y sociales) y cuya fisiología debe ser entendida como la de un sistema complejo. Su comportamiento puede ser explicado a partir de su hidrología, entendida como la ciencia que estudia el recurso agua, en cuanto a existencia, distribución, propiedades físicas y químicas, influencia sobre el medio ambiente y relación con los seres vivos (UNESCO, 2010).

La hidrología analiza la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

3.1. Descripción General

En la Argentina, en ambientes de las zonas áridas o semiáridas, los ríos y arroyos proveen de agua para el consumo humano y minero, constituyendo reservorios y filtros de agua y sales, a la vez que son focos de biodiversidad y hábitats para importantes recursos biológicos (Cortes *et al.*, 1995; Tabilo, 2006). Estos espejos de agua son muy variables espacial y temporalmente (superficie, morfología, hidroquímica, etc.), presentando una alta fragilidad ecológica; rasgos ambos asociados a causas

¹ Balance Hídrico Preliminar, Artois consulting, Octubre 2022

naturales como: prolongadas sequías, alta irradiación, fuertes vientos y amplitudes térmicas extremas y endemismo relevante (Caziani y Derlindati, 2000).

Los sistemas acuáticos andinos incluyen una amplia variedad de ambientes, teniendo en común ciertas características como ser: temperaturas medias anuales bajas (alrededor de 10°C, Wasson, Guyot, Dejoux, & Roche, 1989); una fuerte amplitud térmica diaria de hasta 20°C (Wasson *et al.*, 1989); baja presión parcial atmosférica que indicaría también una baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua; altitudes elevadas con una topografía muy compleja y cobertura vegetal de ribera normalmente escasa, representada por formaciones de herbáceas de páramo (Jacobsen, 2008).

Hoy, ya no se discute la relación entre biodiversidad y servicios ecosistémicos. Entender esto, lleva a justificar una serie de acciones como proteger la integridad biótica, restaurar ecosistemas e incluir la biodiversidad en el diseño de ecosistemas bajo manejo. El auge “productivo” y la crisis económica de los últimos años, nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de abandonar el concepto de “recurso” por el de “manejo de ecosistemas y desarrollo sustentable”. En ese sentido, el agua, como recurso estratégico puede ser generadora de muchos conflictos entre las comunidades e intereses económicos del estado y las empresas. La conservación de la biodiversidad requiere de un buen conocimiento de los rasgos biológicos de las especies y su papel dentro del ecosistema.

El estado ecológico de un río tiene que ver con la calidad biológica, que indica los cambios estructurales medidos mediante la comunidad de organismos, integrada a otros cambios a nivel del ecosistema, como la hidrología, la hidromorfología, los parámetros fisicoquímicos del agua y la vegetación de ribera (Prat *et al.* 2009).

Por ello, se considera prioritario conocer la estructura, composición y función de los ecosistemas acuáticos y su biodiversidad, como un medio para poder decidir a favor de un manejo sustentable de los cursos de agua. Los estudios ecohidrológicos permiten caracterizar los cursos de agua e identificar la especie o conjunto de especies que actúan como bioindicadores, esto es, especies cuya presencia o abundancia reflejan en alguna medida el carácter del hábitat en el que viven y que puede servir para el seguimiento de cambios dentro de un ecosistema particular.

4. Objetivos y Alcance

El alcance del presente Estudio consiste en la evaluación del estado y conservación del sistema hídrico del arroyo El Tigre y la ciénaga de Yalguaráz, mediante la aplicación de índices Ecohidrológicos.

Se propone realizar este estudio tanto para la época de estiaje o seca y para la época estival o húmeda, a fin de contrastar dos épocas y analizar la variabilidad estacional de los ambientes monitoreados. El presente documento corresponde a la época de estiaje.

4.1. Objetivo general

- ✓ Caracterizar y evaluar los tipos y condiciones ecohidrológicas del arroyo El Tigre y de la ciénaga de Yalguaráz
- ✓ Generar información que permita evaluar la calidad ecohidrológica del área de influencia del PSJ.

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el estado ambiental del arroyo El Tigre, mediante el uso de índices de calidad ecológica (QBR, RQI, IHG, BMWP, ECOTRIAND) y Caudal Ecológico, en época de estiaje
- ✓ Evaluar el estado ambiental de la ciénaga de Yalguaráz mediante el cálculo del Caudal Ecológico, en época de estiaje
- ✓ Proponer indicadores de monitoreo y seguimiento de la calidad ambiental del arroyo El Tigre y ciénaga de Yalguaráz
- ✓ Realizar una propuesta de Evaluación continua de la Cuenca (Modelo WEAP).

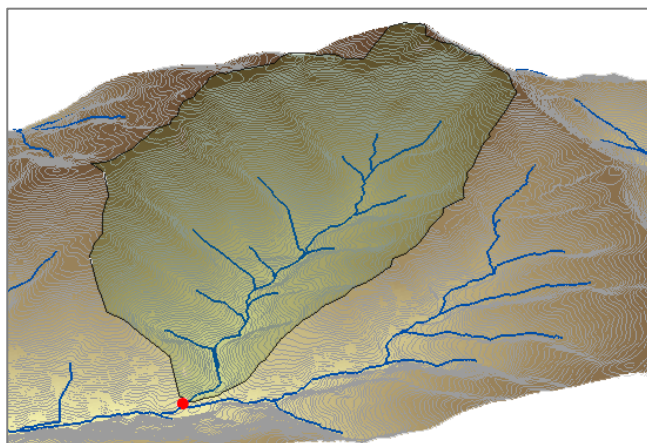
5. Caracterización Ecohidrológica

La “Ecohidrología” se basa en principios relacionados con la comprensión de las relaciones funcionales entre la hidrología y la ecología a escala de cuencas hidrográficas con objeto de lograr un desarrollo y gestión sustentable de los recursos hídricos, Fabella (2013).

La UNESCO define a la ecohidrología como la comprensión integrada de los procesos biológicos e hidrológicos, a nivel de la cuenca, a fin de crear una base científica para un enfoque socialmente aceptable, rentable y sistémico de la gestión sostenible de los recursos hídricos, maximizando las oportunidades en escenarios estratégicos para el manejo sustentable del ecosistema acuático y establecer un manejo adaptativo para la conservación y restauración de cuencas.

La cuenca hidrográfica, desde la ecohidrología, es considerada como un “macro sistema ecológico” en el cual se establecen mutuas interacciones (ecológicas, hidrológicas y sociales) y cuya fisiología debe ser entendida como la de un sistema complejo. Su comportamiento puede ser explicado a partir de su hidrología, entendida como la ciencia que estudia el recurso agua, en cuanto a existencia, distribución, propiedades físicas y químicas, influencia sobre el medio ambiente y relación con los seres vivos (UNESCO, 2010).

Figura 5-1. Esquema conceptual de una cuenca hidrográfica.



Fuente: Fabella, 2013.

Figura 5-2. Vista panorámica de la cuenca del arroyo el Tigre.



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Figura 5-3. Vista panorámica de la ciénega Yalguaráz y al fondo las nacientes del arroyo El Tigre



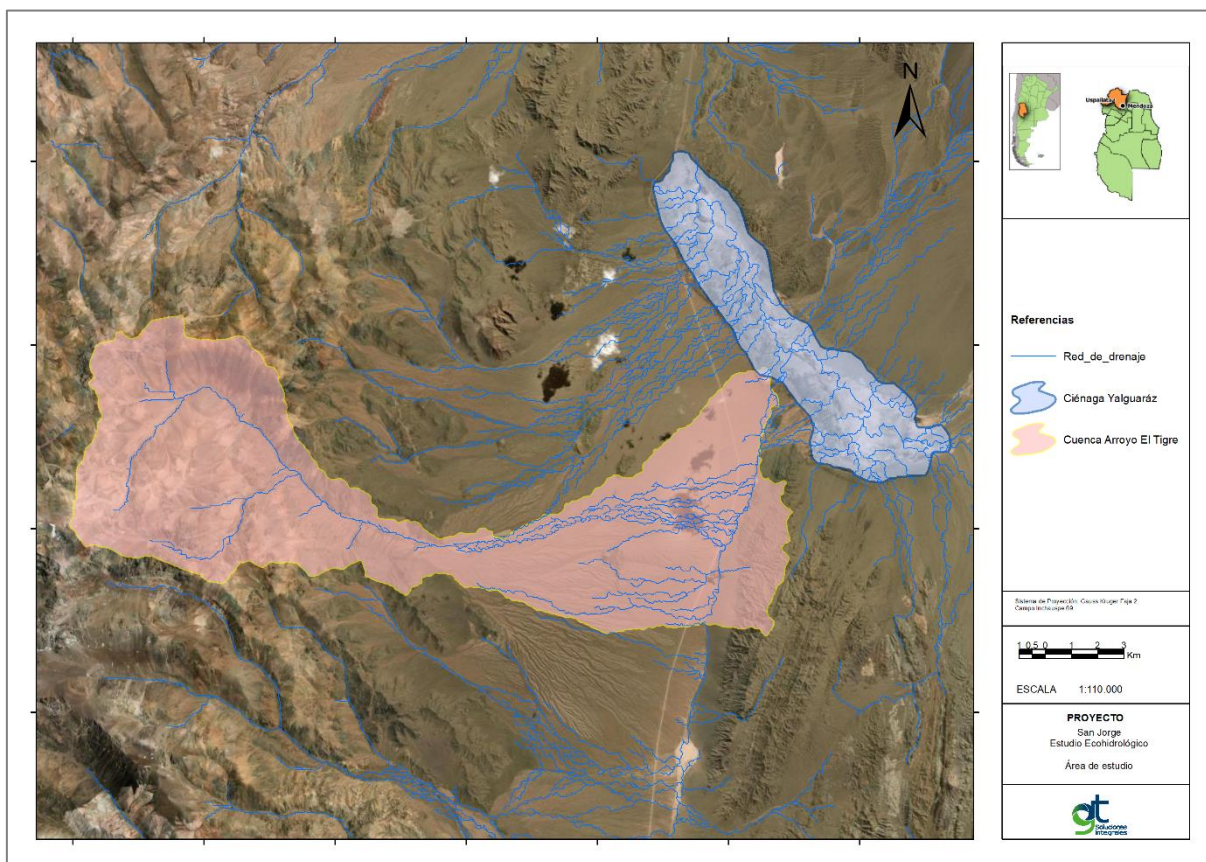
Fuente: GT Ingeniería, 2022

La hidrología analiza la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

El ciclo hidrológico constituye el foco central de la hidrología y puede ser tratado como un sistema, cuyos componentes interconectados y en equilibrio dinámico pueden, al mismo tiempo ser estudiados como subsistemas, permitiendo analizar separadamente cada complejo obteniendo resultados y combinarlos para un mayor entendimiento (Zucarelli, 2010), este no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren en forma continua.

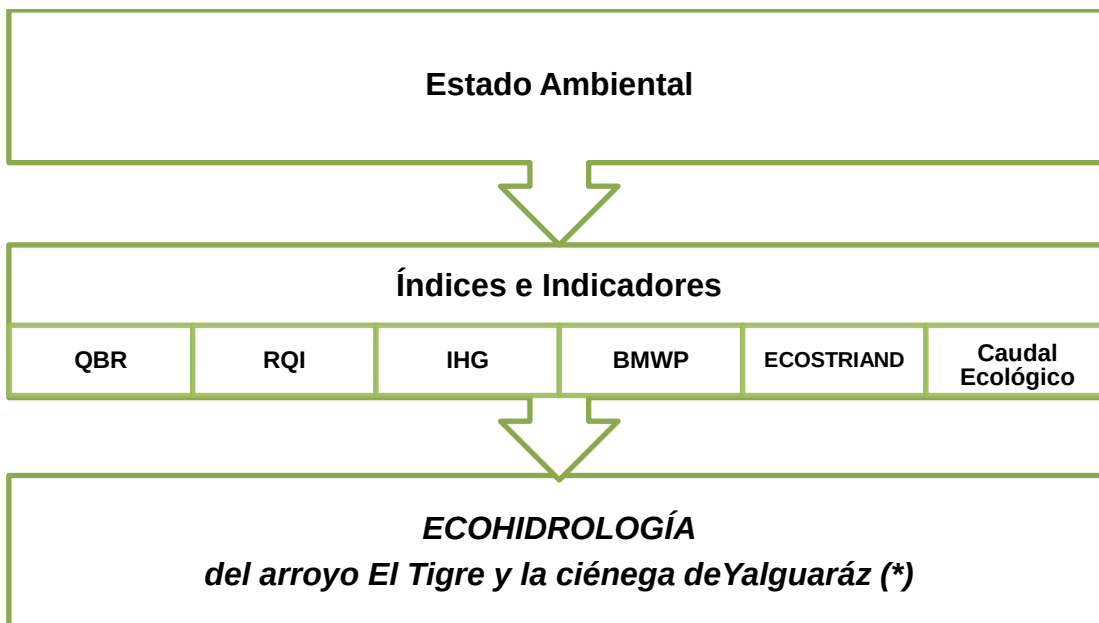
Para caracterizar el área de estudio y relevar información pertinente para el desarrollo del trabajo se organizó una campaña y actividades de campo en el mes de septiembre de 2022 desarrollándose en la época de estiaje. A continuación, en la siguiente figura se presenta el área de estudio: cuenca arroyo El Tigre y ciénega de Yalguaráz.

Figura 5-4. Delimitación cuenca arroyo El Tigre y ciénaga de Yalguaráz



Fuente: GT Ingeniería, 2022

A fin de caracterizar ecohidrológicamente a la cuenca se procede según el siguiente esquema:



Referencia: (*) solo se calcula el caudal ecologico

La ecohidrología constituye un enfoque innovador en el ámbito de las ciencias ambientales, y se centra en las relaciones funcionales entre la hidrología y los procesos ecosistémicos en los ambientes acuáticos y terrestres. Se basa en el supuesto de que la gestión sostenible de los recursos hídricos debe realizarse mediante un enfoque integrado del ordenamiento de los recursos terrestres y los hídricos, considerando la capacidad que ambos poseen para mantener procesos dinámicos de circulación de agua, de nutrientes y de flujos energéticos a escala de paisaje.

biológicos, biogeoquímicos e hidrológicos como instrumentos de gestión, que impactan sobre el camino del agua en una región, sobre la calidad y cantidad resultantes. De esta forma, la hidrología integra al resto de los componentes del ecosistema por medio del agua como un agente que interviene simultáneamente como causal, como mediador y como producto de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, UNICEN (2013).

Los sistemas acuáticos puneños incluyen una amplia variedad de ambientes, teniendo en común ciertas características como ser: temperaturas medias anuales bajas (alrededor de 10°C, Wasson, Guyot, Dejoux, & Roche, 1989); una fuerte amplitud térmica diaria de hasta 20°C (Wasson *et al.*, 1989); baja presión parcial atmosférica que indicaría también una baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua; altitudes elevadas con una topografía muy compleja y cobertura vegetal de ribera normalmente escasa, representada por formaciones de herbáceas de páramo (Jacobsen, 2008).

La conservación de la biodiversidad requiere de un buen conocimiento de los rasgos biológicos de las especies y su papel dentro del ecosistema.

El estado ecológico de un río tiene que ver con la calidad biológica, que indica los cambios estructurales medidos mediante la comunidad de organismos, integrada a otros cambios a nivel del ecosistema, como la hidrología, la hidromorfología, los parámetros fisicoquímicos del agua y la vegetación de ribera (Prat *et al.* 2009).

Se considera prioritario conocer la estructura, composición y función de los ecosistemas acuáticos y su biodiversidad, como un medio para poder decidir a favor de un manejo sustentable de los cursos de agua. Los estudios ecohidrológicos permiten caracterizar los cursos de agua e identificar la especie o conjunto de especies que actúan como bioindicadores, esto es, especies cuya presencia o abundancia reflejan en alguna medida el carácter del hábitat en el que viven y que puede servir para el seguimiento de cambios dentro de un ecosistema particular.

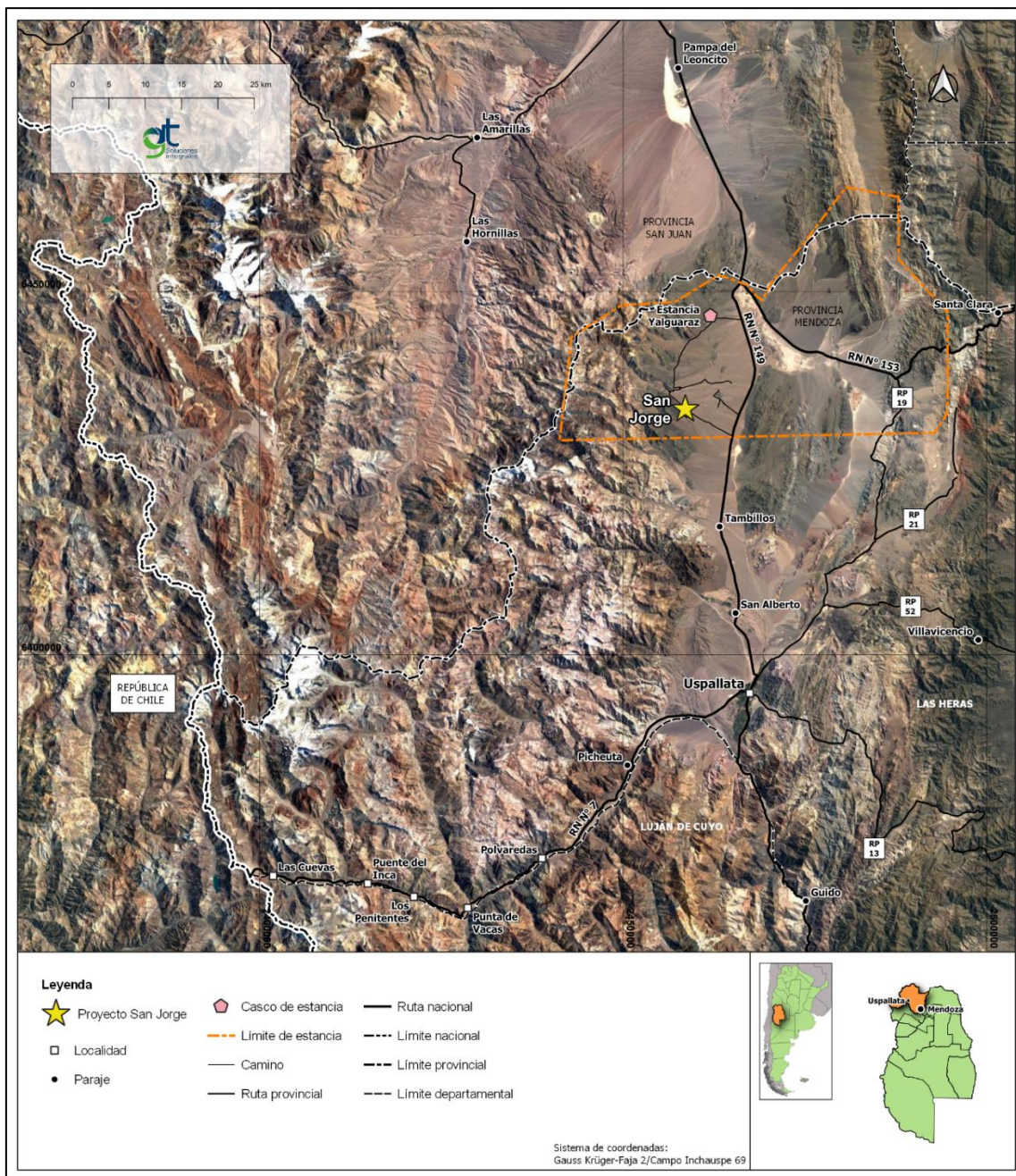
IV. Descripción del Proyecto

6. Descripción general

El Proyecto San Jorge (en adelante PSJ) se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina. Se encuentra entre los 32° 10' de Latitud Sur y los 69° 27' Longitud Oeste, en la Precordillera mendocina a una altura aproximada de 2.400 a 2.900 m s.n.m.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación del PSJ.

Mapa 6.1 Ubicación del PSJ



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

El PSJ será desarrollado dentro de una propiedad que lo contiene (es decir que lo circunda) cuyo único propietario es Minera San Jorge. La propiedad minera se encuentra dentro de la Estancia Yalguaráz, y contempla 8 manifestaciones de descubrimiento abarcando una superficie total de 9984,37 ha.

Las coordenadas geográficas de los vértices de la propiedad se indican en la siguiente Tabla.

Tabla 6.1 Coordenadas geográficas propiedad minera - PSJ

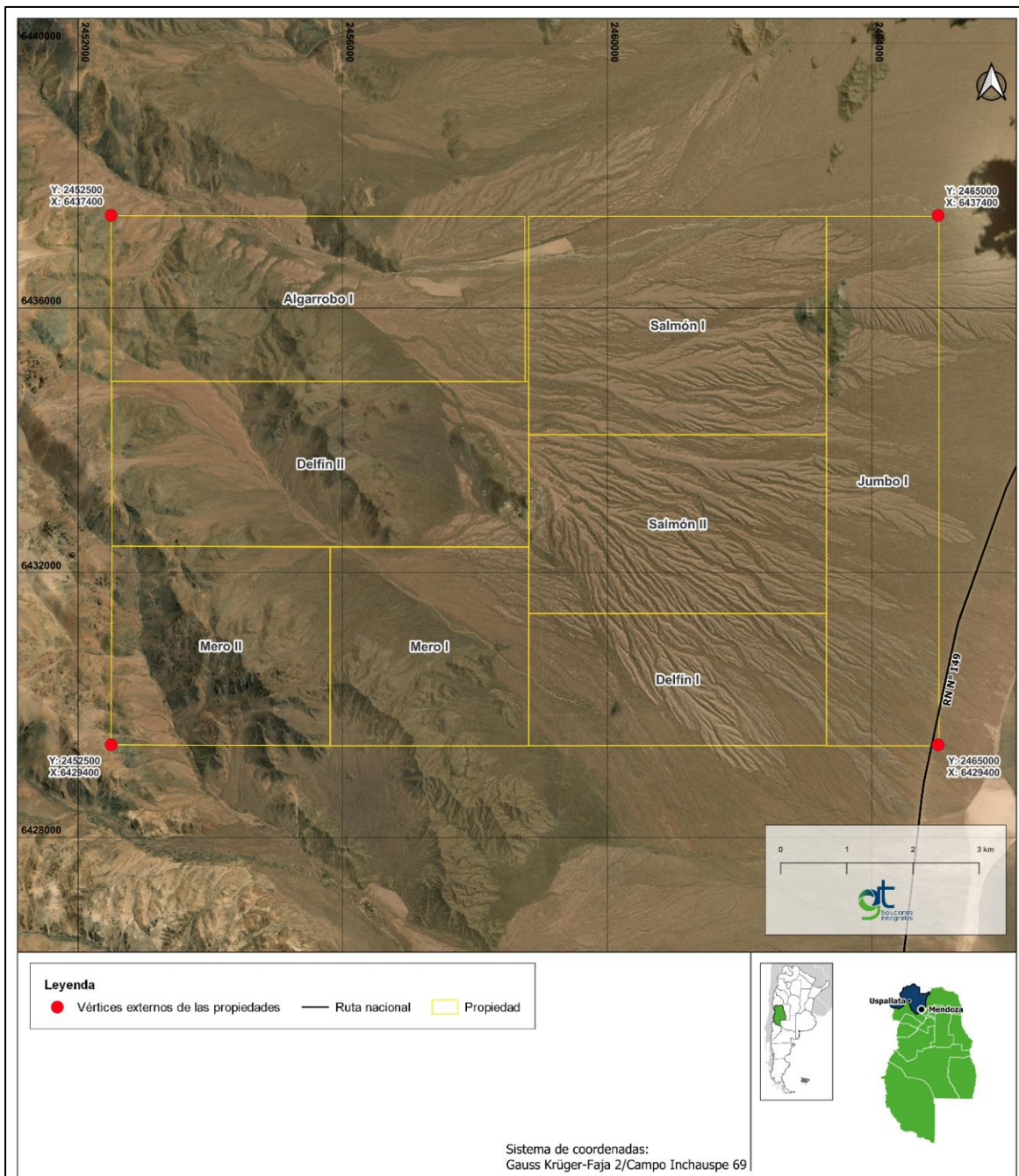
Manifestación	Vértice	Coordenadas	
		Y	X
Jumbo I	NE	2.465.000	6.437.400
	SE	2.465.000	6.429.400
Mero II	SO	2.452.500	6.429.400
Algarroba I	NO	2.452.500	6.437.400

Nota: Sistema de Coordenadas Gauss Krüger, Campo Inchauspe 69, Faja 2.

Fuente: Catastro Mza 2011

Considerando el área central de la propiedad minera, el PSJ dista en línea recta 90 km en dirección Noroeste de la ciudad de Mendoza (capital provincial), a 39 km en dirección Noroeste de la localidad de Uspallata (centro urbano) y a 66 km en dirección Suroeste de la localidad Barreal, de la provincia de San Juan (centro urbano). Además, dista en dirección al Norte del paraje San Alberto 28 km, del paraje Tambillos 16 km y de la estancia Chiquero 14,5 km; y en dirección Suroeste de la estancia Yalguaráz 13,5 km.

Mapa 6.2 Vertices de Propiedad Minera - PSJ



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022.

6.1.1. Vías de acceso

La vía de acceso terrestre principal al área del PSJ es desde la ciudad de Mendoza, por la Ruta Nacional N° 40. Desde la misma, se recorren 19 km hacia el Sur hasta el empalme con la Ruta Nacional N° 7 y luego hacia el Oeste, en dirección a Chile, se transitan 97 km hasta la ciudad de Uspallata. Luego en dirección Norte, por la Ruta Nacional N° 149 (ex Provincial N° 39), se recorren 37 km. Desde este punto, por camino de tierra consolidado e interno a 6 km al Oeste se ubicará el PSJ al pie del cerro San Jorge. Otra alternativa de acceso al PSJ, es desde la localidad Barreal, provincia de San Juan, por la Ruta Nacional N° 149 transitando 76 km hacia el Sur, tomando luego el camino de tierra consolidado e interno y recorriendo 6 km.

V. METODOLOGÍA

6.1. Evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre mediante el uso índices ecohidrológicos

La evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre y ciénaga de Yalguaráz se realizó mediante la determinación de la calidad ecológica de los mismos a través de los denominados Indicadores Ecohidrológicos, los cuales se describen a continuación.

En este sentido, el estudio de calidad ecológica evalúa aspectos fisicoquímicos del agua, biológicos y físicos del hábitat. A nivel biológico, los macroinvertebrados acuáticos son indicadores más sensibles a la degradación del hábitat local, debido a su limitada movilidad (Kerans & Karr, 1994) y sensibilidad a bajos niveles de contaminantes, que permite la detección rápida de la degradación del cuerpo hídrico (Jacobsen, 1998; Compín & Céréghino, 2003). Por lo anterior, los ensamblajes de macroinvertebrados han sido usados como herramientas para determinar la integridad biótica de los ríos (Pilière et al. 2014; Piñón-Flores et al. 2014), permitiendo el desarrollo de más de cuarenta índices de biomonitorización (Herman & Nejadhashemi, 2015). Asimismo, es importante la evaluación de la calidad de las características físicas del cauce y de la ribera, debido a que los resultados obtenidos mediante estos índices físicos son fundamentales, al considerar que un buen estado del entorno natural incide en la calidad ecológica (Bonada et al. 2002).

Para evaluar la afectación por diferentes actividades antrópicas y la calidad ecológica de los cuerpos hídricos, mediante el estudio de la diversidad de organismos presentes en ellos, fue necesario contar con información de estaciones de muestreo, que sirvan de referencia (Acosta et al. 2009) y de métodos que permitan evaluar, de manera rápida y efectiva, la calidad ecológica de hábitats acuáticos y sus comunidades.

La determinación de los indicadores ecohidrológicos se realiza sobre tres tramos del arroyo El Tigre y sector de la Ciénaga de Yalguaraz, que se definen siguiendo el criterio de condición y dinámica hidrológica y su ubicación en relación a la cuenca. Para lo cual, se utiliza la información provista por:

- Sistemas de Información Geográficos (SIG)
- Imágenes satelitales, estudios ambientales, hidrológicos, hidrogeológicos y monitoreo de caudales antecedentes del PSJ.

6.1.1. Índice QBR

El Índice QBR ("*Qualitat del Bosc de Ribera*"), Calidad de Bosques de Ribera, ha sido utilizado eficazmente para evaluar la calidad del bosque de ribera en las cuencas mediterráneas (Suárez-Alonso & Vidal- Abarca, 2000; Suárez-Alonso et al., 2002). Para ríos de montaña Acosta (2008) propone una adaptación del índice de Calidad de Vegetación de Ribera, QBR (Munne et al., 1998; Munne et al., 2003) denominado QBR-And que en su forma más completa incluye tres apartados/bloques:

- Grado de Cubierta de la Ribera.
- Calidad de la Cubierta.
- Grado de Naturalidad del Canal Fluvial.

Para la evaluación de la ribera, como se menciona anteriormente, se fijan tramos lineales del río (aunque puede ser menor en ríos pequeños o en el caso de cambios bruscos en las características del río como, por ejemplo, un salto de agua). A partir de una tabla que valora cada uno de los apartados o bloques, se obtiene el valor final de calidad de ribera del cuerpo de agua.

Tabla 6.2. Tabla para la puntuación de cada bloque del índice QBR-And de calidad de ribera

Grado de Cubierta de la zona de Ribera	Puntuación Bloque 1
Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")
10	50-80 % de cubierta vegetal de la ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la ribera
10	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es total
5	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es >50%
-5	Si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es entre el 25-50%
-5	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera <50%
-10	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera >50%
Calidad de la Cubierta	Puntuación Bloque 2
Puntuación	
25	Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)
10	Ribera con <25% de la cobertura con especies introducidas (<i>Eucalyptus sp.</i> , <i>Pinus sp.</i>) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)
5	Ribera entre 25-80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias
0	Ribera con más del 80% de especies introducidas o arbustivas secundarias
Grado de Naturalidad del canal Fluvial	Puntuación Bloque 3
Puntuación	
25	El canal del río no ha estado modificado
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
-10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río
-5	Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes
-10	Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado
Puntuación Final (suma de las puntuaciones anteriores) = QBR And	

Fuente: Acosta (2008)

En la evaluación del apartado **Grado de Cubierta y Calidad de Cubierta** (bloques 1 y 2), se emplean los datos tomados a campo, referidos a la composición de la flora del lugar.

Para la puntuación de cada bloque o apartado se elige la opción que cumpla las condiciones exigidas para el caso, pudiendo elegir solamente uno, teniendo en cuenta ambos márgenes como una única unidad ambiental.

El último apartado, bloque 3, de esta metodología, evalúa la **naturalidad del cauce fluvial**, la cual puede verse alterada por la modificación de las terrazas adyacentes al río, la construcción de estructuras sólidas transversales al cauce, entre otras (Munne et al. 1998, 2003).

Las secciones descriptas se evalúan a partir de datos relevados a campo y se valoran con una puntuación de -10 a 25 en los bloques 1 y 3, mientras que para el bloque 2 los valores varían de 0 a 25, tomando solo valores positivos. Para poder obtener una puntuación mínima de 0 y máxima de 100 es necesario ponderar² el valor, es decir, se lleva el valor al tanto por uno, obtenido para cada apartado/ bloque, con el fin de que pueda ser comparado con otras riberas, Munne (1998) y los valores de cada uno suman en total el valor máximo de 100 puntos.

6.1.1.1. Valoración final del índice QBR-And

La puntuación final resulta de la sumatoria del valor de la ponderación de cada bloque o apartado, dentro de un rango de 0 a 100 y permite obtener el nivel de calidad de la vegetación de ribera, según se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 6.3: Rangos de Calidad de Conservación de la Vegetación de Ribera propuesta para el Índice QBR-And.

Nivel de calidad	QBR-And	Color representativo
Vegetación de ribera sin alteraciones. calidad muy buena. estado natural	≥ 96	Azul
Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena	76-95	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	51-75	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad	26-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	< 25	Rojo

Fuente: Acosta (2008)

6.1.2. Índice RQI

Para determinar el estado actual de las riberas, se aplicó el Índice de Calidad Riparia, RQI (*"Riparian Quality Index"*), en los tres tramos fluviales, previamente definidos, y distribuidos sobre el arroyo el Tigre.

La aplicación del índice RQI permite conocer el estado de conservación de las riberas fluviales, a partir de las cuales se puede identificar los tramos de riberas mejor conservados, y relacionar el estado de cada uno con las presiones e impactos existentes, ya sea, a escala de cuenca vertiente, tramo de río o hábitat fluvial.

La utilización del índice también facilita el diagnóstico de los principales problemas de las riberas, mediante el reconocimiento explícito de los distintos efectos producidos en su estructura o funcionamiento, contribuyendo de forma significativa al diseño de estrategias para su restauración y conservación (González del Tánago et al. 2006).

El RQI analiza siete aspectos, en relación a la estructura de la ribera:

- 1) **La continuidad longitudinal de la vegetación** riparia es una característica natural de la unidad de paisaje que constituye el río.

² La ponderación es un proceso mediante el cual se atribuyen distintos pesos a distintos valores. Esto se utiliza cuando el conjunto de datos a analizar tiene un valor respecto a los demás datos.

- 2) **El ancho del espacio con vegetación** asociada al río hace referencia a la magnitud del área donde tienen lugar los procesos y funciones ecológicas del corredor fluvial.
- 3) **La composición y estructura de la vegetación riparia** existente indica cuáles son las características de la cubierta vegetal en dicho espacio ripario y se valoran en relación a las condiciones de referencia o de la vegetación potencial que corresponde al tramo, según las características hidrológicas, geomorfológicas y región biogeográfica en que se ubica.

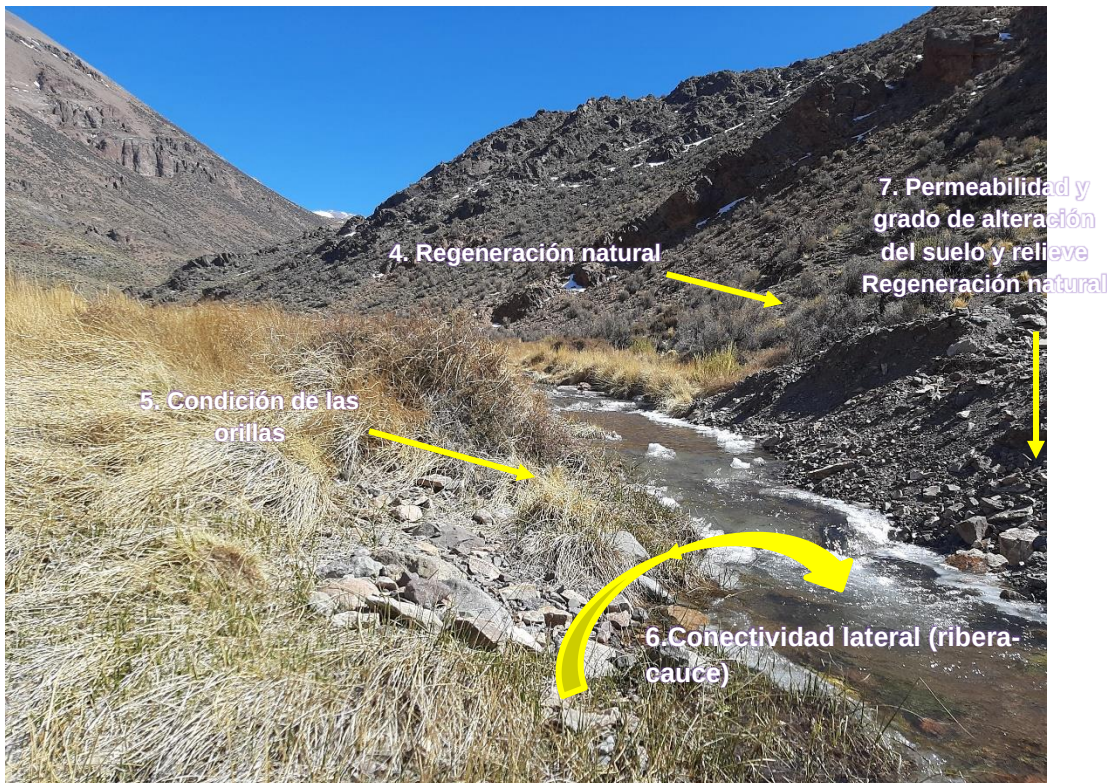
Fotografía 6-1. Atributos que caracterizan la estructura de riberas fluviales en arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

- 4) **Respecto al funcionamiento dinámico de la ribera**, el índice propuesto considera, la regeneración natural de la vegetación arbórea y arbustiva indica el grado de equilibrio de la vegetación existente con el actual régimen de caudales y gestión de uso del espacio ripario.
- 5) La **condición de las orillas** hace referencia a la dinámica del cauce y la calidad física del hábitat.
- 6) La **conectividad transversal entre el cauce y su ribera** hace referencia a la frecuencia de inundación o conexión hidrológica a partir de la cual se establece el intercambio de materia y energía entre el cauce y su llanura de inundación.
- 7) La **permeabilidad y condición del sustrato ripario** son indicadores de la conectividad vertical del cauce y su ribera con el medio hiporreico y los acuíferos locales, de gran importancia para el intercambio hidrológico y ecológico en el conjunto del hidrosistema fluvial (González del Tánago *et al.* 2006).

Fotografía 6-2. Atributos que caracterizan el funcionamiento hidrológico de las riberas fluviales en arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

La valoración de los aspectos 2 (dos) y 3 (tres), **continuidad longitudinal de la vegetación riparia** y **ancho del espacio con vegetación** se basa en el tipo de valle en el que se encuentra la ribera, clasificación propuesta por Rosgen (1996) y adaptada por González del Tánago et al. (2004), donde se consideraron el valle de tipo I y el tipo II para el área de estudio, según la inclinación dominante de las laderas vertientes, su distancia respecto al cauce y las dimensiones del espacio con influencia fluvial (Vargas Solano, 2017).

Tipos de valles

En el área de estudio se determinaron dos tipos de Valles definidos por González del Tánago et al. 2006.

Valle tipo I

Situado en tramos altos, de cabecera o de montaña, donde a su vez se puede diferenciar los siguientes subtipos:

1-A: Valle estrecho, en V, de origen fluvial, con inclinación de las laderas vertientes igual o superior a 45°. Corresponde a tramos altos de montaña, con pendiente longitudinal elevada, generalmente en cauces de pequeño tamaño. La sinuosidad del río puede ser elevada, ligada a la sinuosidad del valle, que también es elevada como consecuencia del relieve, o puede ser muy pequeña, en tramos rectos de garganta.

Materiales del lecho del río procedentes de las laderas más próximas, con escasa redistribución fluvial, formando cascadas, escalones o rápidos continuos, y orillas generalmente estables, a menudo con controles rocosos y cubiertas con vegetación.

1-B: Valle relativamente amplio, en U, de origen glaciar, con inclinación de las laderas vertientes igual o superior a 45°. Corresponde a tramos altos de montaña, con pendiente longitudinal intermedia o baja, generalmente en cauces pequeños o de tamaño medio. La sinuosidad del río puede ser elevada, ligada a los procesos fluviales que tienen lugar actuando sobre materiales sueltos de origen glaciar.

Materiales del lecho del río procedentes de morrenas glaciares o de sedimentos aluviales más recientes, generalmente de pequeño diámetro, y orillas generalmente inestables, sin vegetación, o con una distribución de árboles y arbustos muy irregular.

1-C: Valle relativamente estrecho y confinado, en forma de U, formando cañones o cortados rocosos con fuerte inclinación y altura. Corresponde a tramos altos de montaña, con pendiente longitudinal elevada o intermedia, generalmente en cauces pequeños o de tamaño medio. La sinuosidad del río puede ser elevada, ligada a la sinuosidad del valle, que también es elevada como consecuencia del relieve, o puede ser muy pequeña, en tramos rectos.

Materiales del lecho del río mixtos, procedentes de las laderas más próximas (coluviales), y de tramos de aguas arriba, con alguna redistribución fluvial, formando rápidos continuos o secuencia de rápidos y remansos y orillas generalmente estables, a menudo con controles rocosos y cubiertas con vegetación.

Valle tipo II

Valle relativamente abierto, con inclinación de las laderas vertientes inferior a 45°, a menudo surcadas por una red de afluentes relativamente desarrollada. Frecuente en los tramos altos y medios de los cauces que discurren por terrenos de sierras y montañas bajas, o en tramos medios de ríos montañosos, donde todavía queda sin configurar la llanura de inundación del cauce principal. La anchura del valle es mayor que en el caso anterior y la sinuosidad del río puede estar ligada al relieve o de forma incipiente a los procesos fluviales.

Materiales del lecho del río de origen mixto (coluvial y aluvial), en función de la estabilidad de las orillas, con evidencia de redistribución fluvial y formación de rápidos y remansos.

6.1.2.1. Adaptación del Índice RQI a cuencas torrenciales de montaña en zonas áridas

El Índice RQI está diseñado para ríos de España, siguiendo los principios de la Directiva Marco del Agua, según los cuales las condiciones óptimas o de mayor valor ecológico se refieren a las de mayor naturalidad, o similitud con las definidas como “de referencia”, González del Tánago *et al.* 2006.

A fin de valorar el estado de cada uno de los aspectos (o apartados) que considera el cálculo del Índice RQI se realiza una adaptación de la tabla original del González del Tánago *et al.* 2006, a las condiciones de campo del área de estudio, teniendo en cuenta las siguientes características del sistema fluvial estudiado: cobertura vegetal reducida a arbustos, amplios sectores con suelo desnudo y afloramientos rocosos, flujo denso que alcanzan las riberas, como lo muestra la siguiente table.

Tabla 6.4: Tabla para determinar la continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural estrato y arbustivo adaptada al área de estudio

Estado Óptimo (*)			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
Más del 75 % de la longitud del espacio ripario contiene vegetación arbórea o arbustiva asociada al río, formando un corredor denso (Bosquecillos de Algarrobo, Molle, Arca, Churquí, Tuscas). Cuando el tramo del río sea encajonado (afloramiento rocoso en ambas márgenes fluviales, por lo tanto, sin ribera) o semiencajonado (cuando presente una sola margen encajonada). En los afloramientos de granito rosado con abundantes bromeliáceas, herbáceas y cactáceas (cardón) y algunos ejemplares de algarrobo en estado natural.			La vegetación arbórea y arbustiva asociada al río aparece distribuida en bosquetes que cubren entre el 50 y el 75 % de la longitud del espacio ripario, o cubre más del 75 % de la longitud del espacio ripario, formando un corredor con claros. Presencia de bloques y cantos rodados, suelos desnudos en un 25 a 50% en las riberas			La vegetación arbórea y arbustiva asociada al río está reducida a pequeños bosquetes que suponen un recubrimiento entre el 25 y el 50 % de la longitud del río. Mayor presencia de bloques cantos rodados y suelos desnudo en un 50 a 75%			La vegetación arbórea y arbustiva se refiere a árboles aislados o pequeñas agrupaciones de 1 a 3 individuos, en una ribera muy aclarada (alto porcentaje de suelo desnudo y bloques) con menos del 25 % de cobertura de vegetación leñosa; o no existe, permaneciendo solo las comunidades de herbáceas, si las hay.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Realizar la ponderación de cada margen por separado.

En cada estado, elegir una ponderación más alta cuando los espacios con vegetación continua sean de mayor longitud, y menor cuando la vegetación esté más fragmentada

(*) Considerar Estado Óptimo los casos en que no exista cobertura de vegetación arbórea o arbustiva asociada al río y la ribera esté cubierta por aso no leñosas que se consideren en estado natural o muy poco intervenidas.

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006

Tabla 6.5: Tabla para determinar el ancho del espacio ripario con vegetación natural asociada al río (vegetación leñosa y heliófilos) adaptada al área de estudio.

Tipología	Estado Óptimo (*)			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
Valle I	>5m, o con una hilera de vegetación densa (75% de cobertura)			Al menos una hilera con vegetación abierta (50-75% cobertura asociada al río)			Al menos una hilera con vegetación dispersa (cobertura <50% asociada al río)			Sin hilera de vegetación asociada al río		
Valle II	>15m y cobertura superior al 50%, o dimensión inferior, pero vegetación conectada al río mediante formaciones de vegetación de Monte, poco intervenidas			5-15m con cobertura superior al 50%, o >10m con vegetación asociada al río con una cobertura <50%			5-15m con vegetación asociada al río con una cobertura <50%			<5m con vegetación asociada al río		
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Realizar la ponderación de cada margen por separado.
 Dentro de cada estado, elegir los valores más altos cuanto mayor sea el grado de cobertura vegetal existente.

(*) Considerar en Estado Óptimo los casos de los tramos de río encajonado y semiencajonados

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006

Tabla 6.6: Tabla para determinar la composición y estructura de la vegetación riparia adaptada al área de estudio.

Tipología	Estado Óptimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo			
	En orilla												
	Arbustivos muy densos, sin especies alóctonas, en el sotobosque			Matorrales arbustivos más o menos densos y > a 2,5 m de altura, presencia moderada de especies alóctonas (poco individuos aislados), y/o dominancia de herbáceas nitrófilas con estratos subarbóreos pobres (estrato herbáceo en pequeñas manchas, con arbustos ocasionales). O vegetación de Monte levemente modificada por actuaciones antrópicas)			Formaciones o arbustivas abiertas o < 2,5 m y/o de especies introducidas (numerosos individuos de una o varias especies) y/o dominancia de herbáceas nitrófilas. O vegetación de Monte bastante modificada por actuaciones antrópicas.			Vegetación herbácea dominante a lo sumo arbustos dispersos. Alineaciones de álamos plantados o de árboles introducidos, cañaverales alóctonos.			
Valle I	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Valle II, III y IV	8	7		6	5		4	3	2		1		
Tipología	Composición y estructura de la vegetación riparia												
	Estado Óptimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo			
	Tras la orilla												
Valle II	Bosquecillos naturales densos que ocupan más del 75% de la longitud del tramo del río			Bosquecillos más o menos densos o matorrales altos que ocupan más del 30% de la longitud del tramo del río			Árboles o arbustos frecuentes, pero dispersps o en pequeños grupos			Vegetación herbácea dominante o con algunos árboles o arbustos dispersos o en pequeños grupos			
	4			3			2			1			

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006.

Tabla 6.7: Tabla para determinar la regeneración de la vegetación riparia adaptada al área de estudio

Estado Óptimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
Existen ejemplares de jóvenes adultos y maduros de las principales especies, y los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. *			Existen ejemplares de diferentes edades de las principales especies de leñosas, y en los espacios abiertos hay ejemplares más jóvenes de arbustos. Regeneración levemente amenazada por la regulación de caudales o actividades agrícolas-ganaderas			Regeneración natural afectada por, forestales, recreativas, etc			Regeneración natural severamente afectada por actividades lúdicas, etc		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Ponderar más en función de la abundancia de los árboles más jóvenes Valorar la regeneración natural en función de la disponibilidad de espacios abiertos para llevarse a cabo y la intensidad de la regeneración en los mismos. Cuando no exista vegetación leñosa, estimar la dificultad de regeneración en relación a la intensidad de la causa que la impide, puesta de manifiesto en el grado de alteración del sustrato y de la presencia de ganado. * Incluir en esta opción las formaciones naturales densas y cerradas en las que no puede observarse indicios de regeneración natural por falta de espacios abiertos para ello, siempre que no existan restricciones a dicha regeneración por causas antrópicas (ej. pérdida de dinámica fluvial por regulación de caudales).											

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006.

Tabla 6.8: Tabla para determinar el estado de la condición de las orillas de los cuerpos de agua en el área de estudio.

Estado Optimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
Más del 50 % del contorno de la lámina de agua en "bankfull" está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos, y más del 50 % del suelo sin esta vegetación tiene cobertura herbácea, y las orillas no presentan síntomas de inestabilidad inducida por actividades humanas, o por erosión de las márgenes por crecidas o flujos densos. Línea de orillas irregular y sinuosa, sin síntomas de alteración en ambas márgenes.			Más del 50 % del contorno de la lámina de agua en "bankfull" está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos, y menos del 50 del suelo sin esta vegetación tiene cobertura herbácea alternando con suelo desnudo, o las orillas presentan síntomas de inestabilidad leve inducida por actividades humanas o por erosión de las márgenes por procesos de remoción en masa que descienden por el cauce. Línea de orillas irregular y sinuosa, sin alteraciones al menos en una de las márgenes.			Menos del 50 % del contorno de la lámina de agua en "bankfull" está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos y más del 50 % del suelo restante tiene vegetación herbácea, alternando con suelo desnudo, o las orillas presentan síntomas de inestabilidad leve a moderada, causada por actividades humanas o por erosión de las márgenes por procesos de remoción en masa que descienden por el cauce. Se observa descalce de raíces en las márgenes. Orillas rectificadas, muy poco sinuosas, consecuencia de obras de canalización sin estructuras rígidas (dragados, escolleras de poca altura, revestimientos vegetales, etc.)			Menos del 50 % del contorno de la lámina de agua en "bankfull" está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos y menos del 50 % del suelo restante tiene vegetación herbácea, o las orillas presentan síntomas de erosión moderada a severa originada por actividades humanas o por erosión de las márgenes por procesos de remoción en masa que descienden por el cauce. Se observa notorio descalce de raíces en las márgenes. Orillas rectificadas, más o menos rectas, consecuencia de obras de canalización con estructuras rígidas.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006.**Tabla 6.9: Tabla para determinar el estado de la conectividad lateral de la ribera con el cauce en en área de estudio.**

Estado Óptimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
Orillas de muy baja altura respecto al nivel del lecho del cauce. Las riberas se inundan con una periodicidad elevada (crecidas ordinarias que desbordan al menos una vez cada 2-5 años) sobre un perfil de orilla lleno o en condiciones naturales. No existe ninguna restricción al desbordamiento de las aguas.			Orillas algo sobreelevadas respecto al nivel del lecho. Las riberas se inundan con una periodicidad menor, entre 5 y 10 años, existiendo una cierta restricción al desbordamiento debida a la presencia de pequeños taludes o afloramientos rocosos sobre las márgenes o a una incisión del cauce incipiente (erosión en profundidad del cauce).			Orillas bastante sobreelevadas respecto a nivel del lecho. Las riberas se inundan con muy poca frecuencia, por avenidas con periodos de retorno entre 10 y 30 años, existiendo restricciones al desbordamiento por la presencia de taludes sobre las márgenes o por una incisión del cauce moderada.			Orillas muy sobreelevadas respecto al lecho del río. Las riberas solo se inundan por avenidas extraordinarias con un periodo de retorno superior a 30 años, y existen fuertes restricciones al desbordamiento por presencia de grandes taludes sobre las márgenes o por incisión del cauce severa.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006.

Tabla 6.10: Tabla para determinar el estado de la permeabilidad y grado de alteración del suelo y relieve en el área de estudio

Estado Óptimo			Estado Bueno			Estado Regular			Estado Malo		
El suelo de las riberas no presenta síntomas de compactación ni sellado (impermeabilización), y se mantienen unas buenas condiciones de infiltración y permeabilidad en su perfil. Ausencia de excavaciones y rellenos antrópicos. Relieve de las riberas en estado natural.			En las riberas se observan pequeños senderos o espacios compactados por estancia o paso de ganado, vehículos, actividades recreativas, etc. poco intensos, sin actuaciones de sellado, y no existen síntomas de erosión superficial o encharcamientos. Cultivos agrícolas o forestales. en las riberas. Excavaciones y rellenos antrópicos ausentes o muy poco intensas. El relieve de las riberas presenta un grado de alteración ligero.			Las riberas presentan caminos o espacios continuos muy compactados o sellados que ocupan más del 20 % de su superficie, que dificultan la infiltración y regeneración de la vegetación natural. O bien, el perfil del suelo ha sido alterado moderadamente en su composición granulométrica o se han introducido materiales alóctonos (escombros, residuos sólidos, etc.). O el relieve de las riberas presenta un grado de alteración moderado por extracciones o acopio de áridos, o por depósito de tierras procedentes de la llanura de inundación.			Los suelos de las riberas están compactados o sellados en más del 20 % de su superficie, comprometiendo severamente la infiltración de las aguas. O el perfil del suelo ha sido alterado severamente en su composición granulométrica, o son abundantes los materiales alóctonos o el depósito de tierras ajenas a la llanura de inundación. O bien las extracciones de áridos o los movimientos de tierras han modificado severamente el relieve natural de la ribera.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Fuente: Modificado de González del Tánago *et al.* 2006.

Para cada parámetro evaluado, se consideraron cuatro estados de la vegetación: óptimo, bueno, regular y malo, donde cada estado cambia de significado y composición dependiendo de la variable estudiada, Vargas Solano (2017).

6.1.2.2. Valoración final del índice RQI

El valor del Índice RQI, estado de las riberas, se obtiene sumando los valores asignados a cada atributo o aspecto evaluado. Dicha valoración oscila entre 10 (estado más degradado) y 120 puntos (mejor estado de conservación) basado en las tablas propuestas por González del Tánago *et al.* (2006).

La Tabla siguiente indica la calificación asignada al estado de conservación de la ribera en función del valor del Índice RQI, la condición ecológica y estrategias de gestión recomendadas para cada calificación.

Tabla 6.11: Calificación del estado de conservación de la ribera en función del valor del Índice RQI. Condición ecológica y estrategias de gestión recomendadas para cada calificación.

Valor del RQI	Estado de la ribera	Condición ecológica	Estrategias de gestión
120-100	Muy bueno	Los atributos de las riberas no presentan amenazas en su funcionamiento, encontrándose en un estado de elevada naturalidad (máximo 3 atributos con una puntuación inferior al óptimo, correspondiente al estado "bueno")	Gran interés de conservación para mantener el estado actual y prevenir la alteración de las funciones riparias.
99-80	Bueno	Al menos dos o tres atributos de las riberas están amenazados en su funcionamiento (máximo 3 atributos con una puntuación inferior, correspondiente al estado "regular")	Interés de protección para prevenir la alteración y mejorar la integridad de las funciones riparias.
79-60	Regular	Al menos dos o tres atributos de las riberas están degradados en su funcionamiento y el resto tiene amenazas de degradación (máximo 3 atributos con una puntuación inferior, correspondiente al estado "malo").	Necesidad de restauración para asegurar la funcionalidad hidrológica y ecológica de las riberas.
59-40	Pobre	Más de tres atributos de las riberas están seriamente alterados en su funcionamiento y el resto también se encuentra degradado.	Necesidad de rehabilitación y restauración para recuperar la funcionalidad hidrológica y ecológica de las riberas.

Valor del RQI	Estado de la ribera	Condición ecológica	Estrategias de gestión
39-10	Muy pobre	Más de tres atributos de las riberas están muy degradados en su funcionamiento y el resto está también degradado.	Necesidad de rehabilitación y restauración para reintroducir la funcionalidad hidrológica y ecológica de las riberas o mejorar su situación actual respecto a su estado de máximo potencial.

Fuente: González del Tánago *et al.* 2006.

6.1.3. Índice IHG

El IHG (Índice Hidrogeomorfológico) desarrollado por Ollero *et al.* 2009 se estructura en tres aspectos:

- 1) Calidad Funcional del Sistema Fluvial
- 2) Calidad del Cauce
- 3) Calidad de las Riberas

A su vez, cada uno de estos aspectos analiza 3 (tres) parámetros relevantes del funcionamiento hidrogeomorfológico de un río. A cada parámetro se puede asignar un máximo de 10 puntos, que corresponde a una situación totalmente natural, en caso de observar presiones e impactos se resta puntuación según el grado de los mismos.

La puntuación de cada apartado de calidad puede alcanzar un valor máximo de 30 puntos, con una puntuación final del índice, que oscila entre 0 y 90 puntos (Barboza *et al.* 2017).

Tabla 6.12: Aspectos y parámetros utilizados para el cálculo del IHG (Índice Hidrogeomorfológico)

Apartados	Parámetros
Calidad Funcional del Sistema fluvial	Naturalidad del régimen caudal
	Disponibilidad y movilidad de sedimentos
	Funcionalidad de la llanura de inundación
Calidad del cauce	Naturalidad del trazado y la morfología en planta
	Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales
	Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral
Calidad de riberas	Continuidad longitudinal
	Anchura del corredor ribereño
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal

Fuente. Ollero *et al.*, 2009.

6.1.3.1. Adaptación del Índice IHG a cuencas torrenciales de montaña en zonas áridas

Existen factores que modifican la dinámica fluvial en cuanto a la calidad funcional del sistema, calidad de cauce, y calidad de riberas característicos de las regiones áridas montañosas. En las mismas, tienen lugar diversas condiciones ecológicas y geomorfológicas cuya dinámica modela el curso fluvial, su trazado, el comportamiento de los sedimentos que transporta, los procesos longitudinales y verticales que tiene lugar en el cauce y además la estructura de vegetación de las riberas.

A continuación, se describe para los 3 (tres) apartados que considera el cálculo del Índice IHG, los criterios de evaluación de cada uno de los parámetros, adaptados al área de estudio:

6.1.3.2. Calidad funcional del sistema fluvial

En las tablas que siguen se exponen los criterios para evaluar la calidad funcional del sistema.

Tabla 6.13: Naturalidad del régimen de caudal.

Tanto la cantidad de caudal circulante por el sector como su distribución temporal y sus procesos extremos responden a la dinámica natural, por lo que el sistema fluvial cumple perfectamente su función de transporte hidrológico		10
Aguas arriba o en el propio sector funcional hay actuaciones o intervenciones humanas (derivaciones, vertidos, urbanización de la cuenca, incendios, etc.) que modifican la cantidad de caudal circulante y/o su distribución temporal	si hay alteraciones muy importantes de caudal, de manera que se invierte el régimen estacional natural, o bien -10 circula de forma permanente un caudal ambiental estable	-10
	si hay alteraciones marcadas en la cantidad de caudal circulante, al menos durante algunos períodos, lo cual conlleva inversiones en el régimen estacional de caudales	-8
	si hay variaciones en la cantidad de caudal circulante, pero las modificaciones del régimen estacional son poco marcadas	-6
	si hay algunas variaciones en la cantidad de caudal circulante pero se mantiene bien caracterizado el régimen estacional de caudal	-4
	si hay modificaciones leves de la cantidad de caudal circulante	-2

Fuente: Modificado de Ollero et al. 2009

Tabla 6.14: Disponibilidad y movilidad de sedimentos.

El caudal sólido llega al sector funcional sin retención alguna de origen antrópico y el sistema fluvial ejerce sin inconvenientes la función de movilización y transporte de esos sedimentos.		10
Hay presas con capacidad de retener sedimentos en la cuenca vertiente y en los	si más de un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-5
sectores superiores del sistema fluvial	si entre un 50% y un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-4
	si entre un 25% y un 50% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-3
	si hay presas que retienen sedimentos, aunque afectan a menos de un 25% de la cuenca vertiente hasta el sector	-2
En el sector se registran extracciones de áridos o dragados que reducen la disponibilidad de sedimentos y alteran su movilidad	importantes y frecuentes	-4
	puntuales	-2
En el sector hay síntomas o indicios de dificultades en la movilidad de los sedimentos, alteraciones de la potencia específica, crecimiento de ciertas especies vegetales y pueden atribuirse a factores antrópicos	notables	-2
	leves	-1
Las vertientes del valle y los pequeños afluentes que desembocan en el sector cuentan con alteraciones antrópicas que afectan a la movilidad de sedimentos, o bien su conexión con el valle, la llanura de inundación o el propio lecho fluvial no es continua	alteraciones y/o desconexiones muy importantes	-3
	alteraciones y/o desconexiones significativas	-2
	alteraciones y/o desconexiones leves	-1

Fuente Ollero et al. 2009.

Tabla 6.15: Funcionalidad de la llanura de inundación.

La llanura de inundación puede ejercer sin restricción antrópica sus funciones de disipación de energía en crecida, laminación de caudales-punta por desbordamiento y decantación de sedimentos					10
La llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales que restringen las funciones naturales de laminación, decantación y disipación de energía		si son defensas continuas	si son discontinuas, pero superan el 50% de la longitud de la llanura de inundación	si alcanzan menos del 50% de la longitud de la llanura de inundación	
	si predominan defensas directamente adosadas al cauce menor	-5	-4	-3	
	si están separadas del cauce pero restringen más del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-4	-3	-2	
	si sólo hay defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-3	-2	-1	
La llanura de inundación tiene obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...), generalmente transversales, que alteran los procesos hidrogeomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida			si hay abundantes obstáculos	-2	
			si hay obstáculos puntuales	-1	
La llanura de inundación presenta usos del suelo que reducen su funcionalidad natural o bien ha quedado colgada por dragados o canalización del cauce	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados superan el 50% de su superficie			-3	
	si los terrenos sobreelevados o impermeabilizados constituyen entre el 15% y el 50% de su superficie			-2	
	si hay terrenos sobreelevados o impermeabilizados, aunque no alcanzan el 15% de su superficie			-1	

Fuente: Ollero et al. 2009.

6.1.3.3. Calidad del cauce

En las tablas a continuación se presentan los criterios adoptados para evaluar la calidad del cauce

Tabla 6.16: Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.

El trazado del cauce se mantiene natural, inalterado, y la morfología en planta presenta los caracteres y dimensiones acordes con las características de la cuenca y del valle, así como con el funcionamiento natural del sistema					10
Se han registrado cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce		si afectan a más del 50% de la longitud del sector	si afectan a una longitud entre el 25% y el 50%	si afectan a una longitud entre el 10% y el 25%	si afectan a menos del 10% de la longitud del sector
	si hay cambios drásticos (desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos)	-8	-7	-6	-5
	si, no habiendo cambios drásticos, sí se registran cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones...)	-6	-5	-4	-3
	si, no habiendo cambios recientes drásticos o menores, sí hay cambios antiguos que el sistema fluvial ha renaturalizado parcialmente	-4	-3	-2	-1
En el sector se observan cambios retrospectivos y progresivos en la morfología en planta derivados de actividades humanas en la cuenca o del efecto de flujos densos por el cauce.				notables	-2
				leves	-1

Fuente: Modificado de Ollero et al. 2009.

Tabla 6.17: Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.

El cauce es natural y continuo y sus procesos hidrogeomorfológicos longitudinales y verticales son funcionales, naturales y acordes con las características de la cuenca y del valle, del sustrato, de la pendiente y del funcionamiento hidrológico				10
En el sector funcional hay infraestructuras transversales al cauce que rompen la continuidad del mismo	si embalsan más del 50% de la longitud del sector	si embalsan del 25 al 50% de la longitud del sector	si embalsan menos del 25% de la longitud del sector	
si hay al menos una presa de más de 10 m de altura y sin bypass para sedimentos	-5	-4	-3	
si hay varios azudes o al menos una presa de más de 10 m con bypass para sedimentos	-4	-3	-2	
si hay un solo azud	-3	-2	-1	
Hay puentes, vados, tomas de agua, piletas desarenadoras u otros obstáculos menores que alteran la continuidad longitudinal del cauce	más de 1 por cada km de cauce			-2
	menos de 1 por cada km de cauce			-1
La topografía del fondo del lecho, la sucesión de resaltos y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales o la vegetación acuática o pionera del lecho muestran síntomas de haber sido alterados por dragados, extracciones, solados o limpiezas	en más del 25% de la longitud del sector			-3
	en un ámbito de entre el 5 y el 25% de la longitud del sector			-2
	de forma puntual			-1

Fuente: Modificado de Ollero et al. 2009.

Tabla 6.18: Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.

El cauce es natural y tiene capacidad de movilizarse lateralmente sin inconvenientes, ya que sus márgenes naturales presentan una morfología acorde con los procesos hidromorfológicos de erosión y sedimentación		10
El cauce ha sufrido una canalización total o hay defensas de margen no continuas o infraestructuras	en más del 75% de la longitud del sector	-6
	entre un 50% y un 75% de la longitud del sector	-5
(Edificios, vías de comunicación, acequias...) adosadas a las márgenes. En casos de ríos semiencajonados, se asienta un afloramiento sobre una de las riberas y actúa como barrera sobre ese margen del cauce	entre un 25% y un 50% de la longitud del sector	-4
	entre un 10 y un 25% de la longitud del sector	-3
	entre un 5 y un 10% de la longitud del sector	-2
	en menos de un 5% de la longitud del sector	-1
Las márgenes del cauce presentan elementos no naturales, escombros o intervenciones que modifican su morfología natural	notables	-2
	leves	-1
En el sector se observan síntomas de que la dinámica lateral está limitada o no hay un buen equilibrio entre márgenes de erosión y de sedimentación, pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba	notables	-2
	leves	-1

Fuente: Ollero et al. 2009.

6.1.3.4. Calidad de las riberas

En las siguientes tablas se presentan los criterios para evaluar la calidad de las riberas.

Tabla 6.19. Continuidad longitudinal.

El corredor ribereño es continuo a lo largo de todo el sector funcional y en ambas márgenes del cauce menor, siempre que el marco geomorfológico del valle lo permita			10
La continuidad longitudinal de las riberas naturales puede estar interrumpida bien por usos del suelo permanentes (urbanización, granjas, graveras, edificios, carreteras, puentes, defensas, acequias...) o bien por superficies con usos del suelo no permanentes (puestos, corrales, senderos del ganado, cultivos, zonas taladas, caminos). También se incluyen la presencia de conos aluviales por depósito de material.	si más del 70% de las discontinuidades son permanentes	si entre un 30% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	si menos del 30% de las discontinuidades son permanentes
si las riberas están totalmente eliminadas	-10	-10	-10
si la longitud de las discontinuidades supera el 85% de la longitud total de las riberas	-10	-9	-8
si las discontinuidades suponen entre el 75% y el 85% de la longitud total de las riberas	-9	-8	-7
si las discontinuidades suponen entre el 65% y el 75% de la longitud total de las riberas	-8	-7	6
si las discontinuidades suponen entre el 55% y el 65% de la longitud total de las riberas	-7	-6	-5
si las discontinuidades suponen entre el 45% y el 55% de la longitud total de las riberas	-6	-5	-4
si las discontinuidades suponen entre el 35% y el 45% de la longitud total de las riberas	-5	-4	-3
si las discontinuidades suponen entre el 25% y el 35% de la longitud total de las riberas	-4	-3	-2
si las discontinuidades suponen entre el 15% y el 25% de la longitud total de las riberas	-3	-2	-1
si las discontinuidades suponen menos del 15%	-2	-1	-1

Fuente: Modificado de Ollero et al. 2009.

Tabla 6.20: Anchura del corredor ribereño.

Las riberas naturales supervivientes conservan toda su anchura potencial, de manera que cumplen perfectamente su papel en el sistema hidrogeomorfológico.			10
La anchura de la ribera superviviente ha sido reducida por ocupación antrópica o condiciones naturales fluviales	si la anchura media del corredor ribereño actual es inferior al 40% de la potencial		-8
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 40% y el 60% de la anchura potencial		-6
	si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 60% y el 80% de la anchura potencial		-4
	si la anchura media del corredor ribereño actual es superior al 80% de la potencial		-2
si la Continuidad longitudinal ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)	-10	si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valorar 0	
si la Continuidad longitudinal ha resultado 1	-2		
si la Continuidad longitudinal ha resultado 2 ó 3	-1		

Fuente: Modificado de Ollero et al. 2009.

Tabla 6.21.:Estructura, naturalidad y conectividad transversal.

En las riberas supervivientes o remanentes conserva la estructura natural (franjas, estratos, hábitats), la naturalidad de las especies y toda la complejidad y diversidad transversal, no existiendo ningún obstáculo antrópico interno que separe o desconecte los distintos hábitats o ambientes que conforman el corredor.				10
Hay presiones antrópicas en las riberas (pastoreo, extracción de árboles y de leña, talas, incendios, recogida de madera muerta, basura, uso recreativo...) que alteran su estructura, o bien la ribera se ha matorralizado por desconexión con el freático (cauces con incisión)	si se extienden en más del 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden entre el 25% y el 50% de la superficie de la ribera actual	si se extienden en menos del 25% de la superficie de la ribera actual	
si las alteraciones son importantes	-4	-3	-2	
si las alteraciones son leves	-3	-2	-1	
La naturalidad de la vegetación ribereña ha sido alterada por invasiones o repoblaciones	si las alteraciones son significativas			-2
	si las alteraciones son leves			-1
En el sector hay infraestructuras lineales, generalmente longitudinales o diagonales, (carreteras, defensas, acequias, pistas, caminos...) que alteran la conectividad transversal del corredor	si se distribuyen por todo el sector y la suma de sus longitudes supera el 150% de la longitud de las riberas			-4
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 100% y el 150% de la longitud de las riberas			-3
	si la suma de sus longitudes da un valor entre el 50% y el 100% de la longitud de las riberas			-2
	si la suma de sus longitudes es inferior al 50% de la de las riberas			-1
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)	-10	si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valorar 0		
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 1	-2			
si la <i>Continuidad longitudinal</i> ha resultado 2 ó 3	-1			

Fuente: Ollero et al. 2009.

Valoración final del índice IHG

Para valorar de forma integrada la hidrogeomorfología de cada sector del sistema fluvial, se suman los 9 (nueve) valores obtenidos, con un máximo de 90 puntos (Ollero et al. 2009).

Para evaluar la calidad hidrogeomorfológica en función de la Valoración Final del IHG se consideran los siguientes rangos:

Tabla 6.22: Calidad Hidrogeomorfológica.

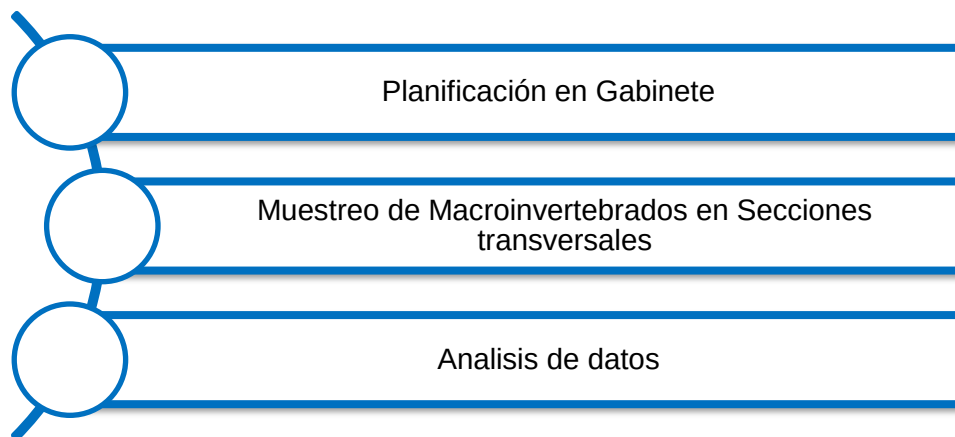
Rango de Valoración Final del IHG	Calidad hidrogeomorfológica
0-20	Muy mala
21-41	Deficiente
42-59	Moderada
60-74	Buena
75-90	Muy buena

Fuente: Modificado de Barboza et al. 2017 y de Ollero et al. 2009.

6.1.4. Índice BMWP

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) fue creado en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores (Álvarez Arango, 2005). El método BMWP fue ajustado por Alba-Tercedor y Sánchez Ortega en 1988.

Para la aplicación del Índice se realizan tanto tareas de campo como de gabinete, tal como se observa en el siguiente gráfico.



Permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las familias de macroinvertebrados acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada especie un valor determinado de acuerdo a su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas para su supervivencia. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo indica el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado (Álvarez Arango, 2005).

Macroinvertebrados acuáticos

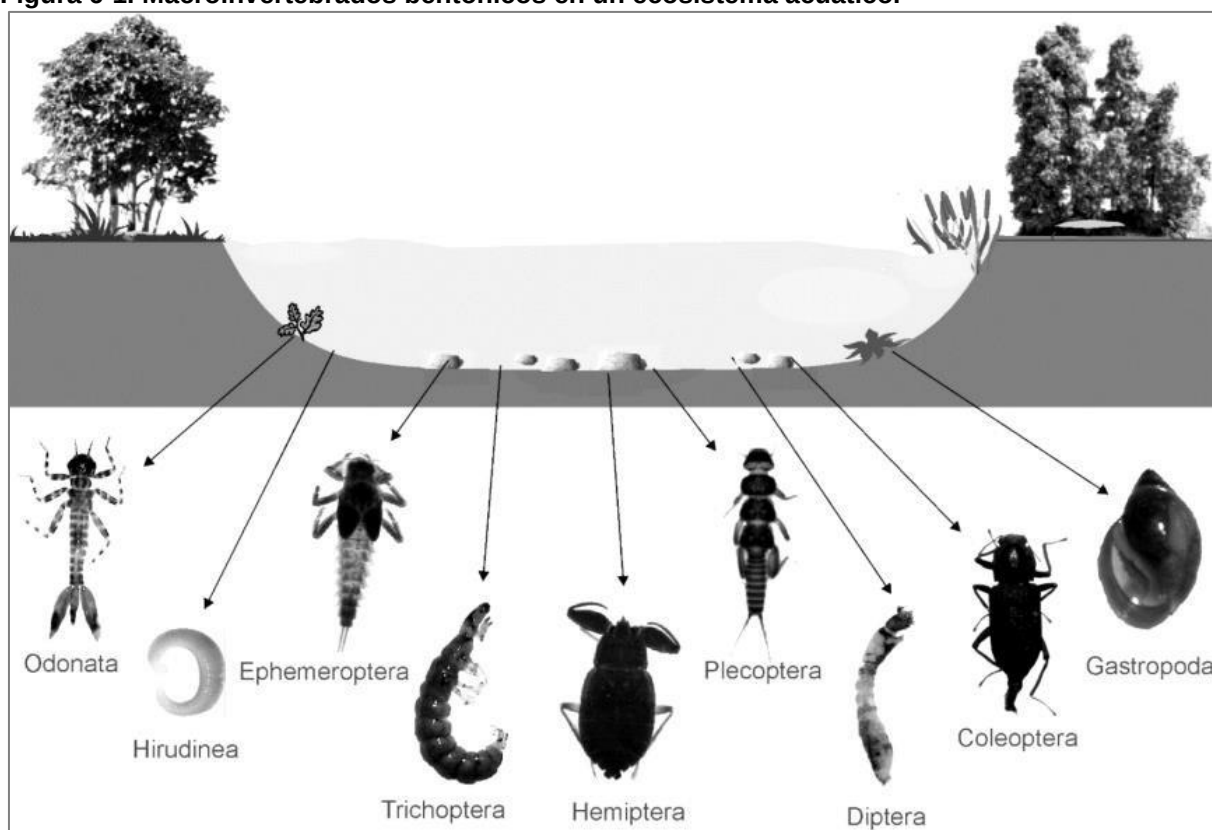
Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente, de ahí que reciben nombres de acuerdo con este tipo de adaptación, (Roldan, 2003). Estos organismos viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares.

Son indicadores fundamentales de la calidad de los ambientes acuáticos porque son diversos taxonómicamente y ecológicamente, tienen ciclos de vida relativamente largos y el muestreo es sencillo y poco oneroso. Además, poseen una sistemática sólida en los niveles de familia y género (Prat et al. 2009), en la siguiente figura se muestran los macroinvertebrados bentónicos en un ecosistema acuático

Las razones por las cuales se consideran los macroinvertebrados como los mejores indicadores de calidad del agua son:

- Son visibles a simple vista.
- Son abundantes y de amplia distribución
- Las técnicas de muestreo son fáciles, están estandarizadas y no requieren equipos costosos.
- La mayoría son sedentarios, por lo tanto, reflejan las condiciones locales.
- Los ciclos de vida relativamente largos, les permiten permanecer en los ecosistemas acuáticos el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración en su abundancia y diversidad.
- Como son tan diversos, presentan una gama muy grande de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación (Hellawell, 1986 en Alba Tercedor, 1996; Rosenberg y Resh, 1993b)
- Varían poco genéticamente.
- Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos (Álvarez Arango, 2005)

Figura 6-1. Macroinvertebrados bentónicos en un ecosistema acuático.



Fuente Álvarez Arango, 2005

Sin embargo, un buen número de cualidades se pueden enumerar para explicar el uso popular relativo de macroinvertebrados en biomonitorio, tal como: ser generalizado, y mucho se sabe de las diversas causas que afectan las distribuciones taxonómicas en diversos tipos de aguas; la riqueza de los taxa, y el extenso número de especies da lugar generalmente a una amplia diversidad de los tipos de comunidad (Skriver, 2001).

El papel central de los macroinvertebrados en las corrientes de los ríos es que contienen la información sobre la base de la energía del ecosistema, de la calidad del agua, de la diversidad del hábitat, y de la disponibilidad de clases apropiadas de alimento para sostener las poblaciones de peces nativos. Pueden ser vistos como integradores de la información sobre la estructura y la función del ecosistema de corriente de agua, así como la calidad de ésta (Medina Tafur et al. 2008).

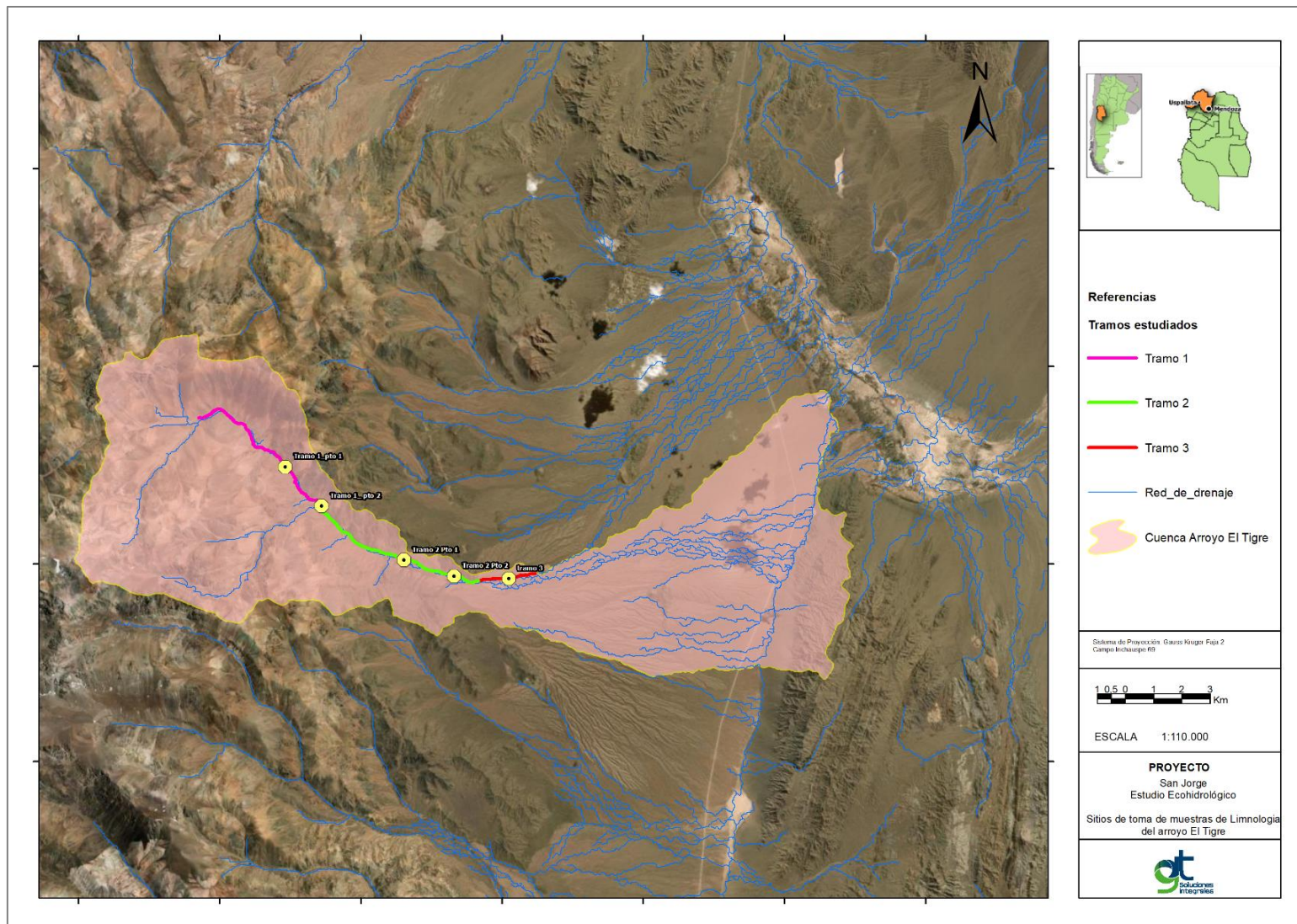
Para obtener datos necesarios para valorar el índice BMWP se procede a analizar los resultados de campañas de campo en donde se realizaron estudios limnológicos en tramos seleccionados del arroyo El Tigre, como se muestra en la siguiente tabla y figuras.

Tabla 6.23. Coordenadas de los tramos en donde se realizaron estudios limnológicos.

Sitio		Coordenadas Geograficas		Coordenadas planas	
		Latitud	Longitud	Norte X	Este Y
TRAMO 1	Punto 1	32°10'31.31"S	69°31'46.23"O	6440544	2450138
	Punto 2	32°11'17.80"S	69°30'58.90"O	6439118	2451307
TRAMO 2	Punto 1	32°12'22.87"S	69°29'10.17"O	6437127	2454164
	Punto 2	32°12'43.06"S	69°28'3.33"O	6436513	2455917
TRAMO 3	Punto 1	32°12'47.90"S	69°26'37.98"O	6436373	2458153

Fuente: GT Ingeniería SA, 2022
 Sistema de proyección de coordenadas planas Gauss-Krüger, Faja 2, Posgar 94.

Figura 6-2. Ubicación de los tramos en donde se realizaron los estudios limnológicos



Fuente: GT Ingeniería, 2022

En cada punto de muestreo se identificaron las especies florísticas de ribera y se consideraron los parámetros medidos en campo como ser: temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, conductividad y sólidos en suspensión, además, se tomaron muestras de macroinvertebrados, zooplacton, fitoplancton y fitobentos para realizar el estudio limnológico.

A continuación, se presenta la fotografía del sitio en el que se tomaron las muestras.

Fotografía 6-3. Toma de muestras de limnología en el Sitio del Tramo 1, punto1.



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Fotografía 6-4. Toma de muestras de limnología en el Sitio del Tramo 2.



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Fotografía 6-5 Vista general del sitio del tramo 3.



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Macroinvertebrados

Toma de muestras e Identificación

Para la captura de macroinvertebrados bentónicos se procedió a realizar una captura directa removiendo piedras, sustrato y cualquier elemento que podría servir de refugio a los organismos. Luego se procedió a colocar dichas muestras en una bandeja plástica blanca para realizar la separación de individuos mediante la utilización de pinzas metálicas con el fin de coleccionar los especímenes manualmente sin dañarlos, para evitar perder o alterar caracteres de importancia taxonómica. Los macroinvertebrados fueron introducidos y conservados en recipientes plásticos de 500 ml con alcohol 96%, se utiliza alcohol sin diluir ya que con cada nuevo espécimen que se introduce en el frasco se introduce junto con él una pequeña gota de agua, lo que hace que paulatinamente el alcohol vaya disminuyendo su concentración.

Una vez en el laboratorio y con ayuda de un microscopio estereoscópico se identificaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible con la ayuda de las claves de Roldán (1996); Domínguez & Fernández (2009), Fernández & Domínguez (2001). Identificados, separados y contados los especímenes, con los datos obtenidos se confeccionarán planillas de registro, con el número de ejemplares para cada grupo taxonómico.

Zooplankton

Toma de muestras e identificación

Para el muestreo de Zooplankton se utilizó una red cónica de filtrado (Anexo I), a través de la cual se vertieron 30 litros de agua. Las muestras se fijaron en formol al 4% y posteriormente fueron separadas e identificadas en laboratorio, a través de conteos totales de las muestras en cajas de Petri utilizando un microscopio binocular. Para su identificación se utilizó bibliografía actualizada, en tanto que los resultados se presentan en número de individuo por mililitro. Para la determinación cualitativa, los especímenes fueron examinados con microscopio óptico Leica de contraste de fase y campo oscuro usando objetivo de 100 X.

Fitoplancton y Fitobentos

Para el estudio de la comunidad algal se coleccionaron muestras de agua superficial y de guijarros.

Toma de muestras e Identificación de organismos

Para el estudio de las comunidades fitobentónicas se tomaron muestras de los primeros 5-10 mm del sedimento (por triplicado) en cada punto de muestreo, esta parte del sedimento es considerada como la porción fotosintéticamente activa. Siendo la profundidad recomendable para la extracción, la comprendida entre los 10 y 30 cm de la superficie del agua (Gómez, 1999; Descy & Coste, 1990). El estudio cualitativo se efectuará mediante microscopios binoculares con dispositivo de dibujo. La identificación taxonómica se basó en monografías y trabajos específicos: Bourrelly (1972, 1981, 1985), Tracanna (1985), Seeligmann y Maidana

(2003), Maidana y Seeligmann (2006), Maidana et al. (2009) y Mirande y Tracanna (2015). La abundancia se estimó a partir del recuento total de individuos por especies a partir de submuestras de 1 ml.

Según Golitcher (2006), en zonas como la región puneña se recomienda utilizar el Índice de Shannon para describir la diversidad. Esto se debe a que dicho índice incorpora en su cálculo al número total de especies (riqueza), por lo que todas las especies están representadas.

Figura 6.3. Elemento de laboratorio para la identificación de los macroinvertebrados



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Análisis de datos

Luego, se procesaron las muestras tomadas en campo, en donde se registraron las familias presentes en el muestreo y la cantidad de individuos por familia. Posteriormente con estos datos se elaboró el índice BMWP en los sitios estudiados determinando presencia/ausencia de familias de macroinvertebrados recolectados en el lecho de los ríos estudiados.

La puntuación que recibe cada familia y su valoración se efectúa de acuerdo a su grado de adaptación a las diferentes calidades de agua (Roldán Pérez, 2016). Para determinar el valor de calidad de agua se utilizan las Tablas propuestas por Acosta (2008). Estas tablas establecen un valor de 1 a 10 en relación con la vulnerabilidad o resistencia a la contaminación por parte de los macroinvertebrados, siendo 1 para las Familias más tolerables y 10 para aquellas con más sensibilidad a la perturbación de las condiciones del hábitat fluvial.

Con la suma de la puntuación que recibe cada familia presente en esta valoración, se obtiene el valor de calidad de agua. Este resultado se compara con los rangos propuestos por Roldán Pérez, 2016, para determinar la clase de calidad de agua.

La evaluación de la calidad del agua de cada sitio se efectuó según la clasificación propuesta por Domínguez y Fernández (1998) y Alba Tercedor y Sánchez Ortega (1988). Debido a que el arroyo estudiado no presenta contaminación por actividades humanas, se modificó la tercera columna de Domínguez y Fernández (1998), incorporando el grado de alteración natural de los cursos fluviales. La alteración se refiere a la erosión lateral de las márgenes y a los depósitos de materiales de gran granulometría.

Tabla 24: Propuesta para el Índice Biótico Andino (ABI) para evaluar la calidad de agua de los ríos andinos

Familia	Especie	Puntos	Familia	Especie	Puntos
Turbellaria		5	Trichoptera	Helicopsychidae	10
Hirudinea		3		Calamoceratidae	10
Oligochaeta		1		Odontoceratidae	10
Gasteropoda	Ancylidae	6		Leptoceridae	8
	Physidae	3		Polycentropodidae	8
	Hidrobiidae	3		Hydroptilidae	6
	Limnacidea	3		Xiphocentromidae	8
	Plarmobidea	3		Hydrobiosidae	8
Bilvalvia	Sphaeriidae	3		Glossosomaetidae	7
Amphipoda	Hyaellidae	6		Hydropsychidae	5
Ostracoda		3		Anomalopsychidae	10
Hydracarina		4		Philopotamidae	8
Ephemeroptera	Baetidae	4		Limnephilidae	7
	Leptophlebiidae	10	Lepidoptera	Pyrilidae	4
	Leptohyphydae	7	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
	Oligomcuridae	10		Laenpyridae	5
Odonata	Aeshmidae	6		Psephenidae	5
	Gomphidae	8		Scirtidae	5
	Lebelullidae	6		Staphylimidae	3
	Cocnagriomidae	6		Elmidae	5
	Calopterygidae	8		Dryiopidae	5
	Polythocidae	10		Gyrimidae	3
Plecoptera	Perlidae	10		Dytscidae	3
	Gripopterygidae	10		Hidrophilidae	3
Heteroptera	Veliidae	5		Hydracnidae	5
	Gerridae	5	Diptera	Blepharoceridae	10
	Corixidae	5		Simuliidae	5
	Notonectidae	5		Tahamidae	4
	Belostomatidae	4		Tipulidae	5
Naucoridae	5	Limoniidae		4	
		Ceratopogonidae		4	
		Dixidae		4	
		Psychodidae		3	
		Dolichopodidae		4	
		Stratomydae		4	
		Empididae		4	

Familia	Especie	Puntos	Familia	Especie	Puntos
				<i>Chironomidae</i>	2
				<i>Culicidae</i>	2
				<i>Muscidae</i>	2
				<i>Ephydriidae</i>	2
				<i>Athericidae</i>	10
				<i>Syrphidae</i>	1

Fuente: Acosta, 2008

Tabla 6.25: Tabla para la evaluación de la calidad del agua, según el método BMWP.

Clases	Rangos	Significado	Color
Calidad I	>40	Aguas limpias y ríos no alterados	Azul
Calidad II	30- 40	Con algún grado de contaminación y ríos con algún tipo de alteración natural	Verde
Calidad III	20- 30	Aguas contaminadas o ríos moderadamente alterados	Amarillo
Calidad IV	10 -20	Aguas muy contaminadas o ríos gravemente alterados	Naranja
Calidad V	<10	Aguas fuertemente contaminadas o ríos fuertemente alterados	Rojo

Fuente: Modificado de Domínguez y Fernández, 1998

Finalmente, la suma de los valores obtenidos de todas las familias encontradas proporciona el puntaje total de BMWP (Roldan Pérez, 2016), para evaluar la calidad de hábitat de macroinvertebrados.

Tabla 6.26: Puntuación BMWP

Calidad del ecosistema acuático	BMWP	Calidad	Color
Muy Bueno	>100	Buena: Aguas no contaminadas o no alteradas en modo sensible	Azul
Bueno	61-100	Aceptable: Son evidentes algunos efectos de contaminación o alteración	Verde
Aceptable	36-60	Dudosa: Aguas contaminadas (sistema alterado)	Amarillo
Deficiente	16-35	Crítica: Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)	Naranja
Malo	<15	Muy crítica: Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)	Rojo

Fuente: Alba Tercedor y Sánchez Ortega (1988); Alba Tercedor (1996); Alba Tercedor y Pujante (2000) y Jaimez Cuellar et al. (2004)

6.1.5. Índice ECOSTRIAND

A partir de los resultados obtenidos para los índices QBR- AND y BMWP/TI se calcula el índice de calidad ecológica de los ríos Andinos ECOSTRIAND, modificado a partir del propuesto por Acosta et al. (2009),

que valora de forma global la calidad del ecosistema fluvial, incluyendo la ribera, la calidad biológica de las aguas y de la comunidad de macroinvertebrados, usando los valores de los índices ABI y QBR-And.

Tabla 6.27: Estado ecológico de los ríos andinos en función de los resultados del Índice BMWP/TI y el QBR And (Índice ECOSTRIAND)

BMWP/TI	QBR-And		
	>75	45-74	<45
>40	Muy Bueno	Bueno	Regular
30- 40	Bueno	Medio	Medio
20- 30	Medio	Medio	Malo
oct-20	Regular	Malo	Malo
<10	Malo	Pesimo	Pesimo

Fuente: Domínguez y Fernández, 1998

6.1.6. Estimación de caudal ecológico

El concepto de caudal ambiental o caudal ecológico se encuentra ampliamente tratado en la literatura científica, coincidiendo todas en que el concepto se refiere a la idea del volumen y calidad de agua que se debe mantener en un río para conservar su funcionamiento ecológico y asegurar así el ciclo de vida de los organismos que lo habitan, (Banco de desarrollo de América Latina, 2021)

6.1.6.1. Cálculo de caudal ecológico mediante metodología IFIM- PHASIM,

La metodología propuesta para la determinación de Caudal Ecológico es la incremental u holística IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), desarrollada originalmente por BOVEE y MILHOUS (1978) dentro del departamento de Pesca y Vida Silvestre de EEUU. Se trata del modelo hidrobiológico de hábitat fluvial más aplicado mundialmente.

Para la aplicación de este modelo, se trabaja con el software libre PHASIM y se emplearán los resultados obtenidos del estudio de limnología, específicamente con la riqueza y abundancia de macroinvertebrados, ya que son mejores bioindicadores, a partir de los cuales se realizará el modelo de hábitat y de requerimiento de hídrico por parte de dichos organismos. Luego al modelo de PHASIM, se incorporará los valores de caudales líquidos medidos, sección de cauce y velocidades de corriente y el modelo de hábitat, obteniéndose el caudal ecológico modelado para el arroyo bajo estudio.

Los modelos ecohidrológicos se realizarán teniendo en cuenta el escenario de un año hidrológico, se propone la realización de los estudios en junio (fin del período de lluvias) y noviembre -diciembre (inicio de la época de lluvias), de esta manera pueden ser comparativos entre periodos.

En el presente informe se realiza el estudio del mes de agosto-setiembre (periodo de estiaje) y el estudio de noviembre-diciembre (inicio de la época de lluvias). Los datos obtenidos en el periodo estival serán incorporados al modelo y al informe final del mismo

Por otra parte, con el modelo obtenido (de estiaje) se obtendrá un primer modelo y valor de caudal ecológico, con los sucesivos monitoreos de caudal superficial e indicadores del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz, se irá calibrando este modelo.

Adicionalmente, cobra relevancia el modelo hidrológico de inicio del periodo de lluvia (noviembre – diciembre) ya que representa el escenario más crítico dadas las condiciones de déficit hídrico. A modo de estimar un caudal aproximado, se recurrirá en primera instancia a la medición de caudal mediante caudalímetro y medición de las secciones de los cauces y también a la modelación de caudal para este período, tomando como información base, mediciones de caudal y datos de precipitación los cuales deberán ser aportados por PSJ.

6.1.6.2. Método lámina de agua caída y requerimiento de la vegetación

A fin de estimar los requerimientos hídricos de la vegetación es que se elaborará un modelo de aproximación a un caudal ecológico a partir de la metodología propuesta por Carrasco Sánchez (2014), para lo cual se tendrán en cuenta parámetros como la evapotranspiración, para la determinación del caudal ecológico, ya que representa y considera la cantidad de agua que retorna a la atmósfera o la salida de agua que realiza la vegetación y el suelo presente en el área estudiada.

El cálculo de la evapotranspiración resulta un proceso complejo, ya que requiere de varios factores para determinar un valor exacto, sin embargo, se puede estimar con bastante aproximación si se tienen los datos meteorológicos suficientes para realizar su determinación.

Mediante la fórmula de Turc, se determinará la Evapotranspiración de la siguiente manera:

$$Et = P / \sqrt{(0,9 + P^2/L^2)}$$

La ecuación para el cálculo de Helio Térmico (L), parámetro incluido en la fórmula anterior corresponde a:

$$L = 300 + 25T + 0,05T^3$$

Como parte del cálculo de este parámetro, es necesario contar con datos de temperatura media; se considerará tomar valores mensuales y una temperatura media anual, datos extraídos de PSJ, y de la plataforma de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy, que serán calibrados para la altitud media de la cuenca en estudio.

Al transformar el valor de requerimiento hídrico de la vegetación y del complejo suelo a unidades de metros cúbicos por segundo (m³/s) se obtiene el valor de Caudal Ecológico. Este valor representa la mínima cantidad de agua que debe existir en los cursos si existiese en el lugar alguna actividad antrópica que hiciese uso del recurso agua y lo obtuviese directamente del cauce.

Se generará mapas temáticos a partir de uso de imágenes satelitales Landsat 8 y Radar y aplicación de herramientas SIG.

6.2. Evaluación de la calidad ecológica de la ciénaga Yalguaráz mediante indicadores

Para la evaluación de la calidad ecológica de la ciénaga de Yalguaraz, y considerando las características de ambiente lótico, se procede a realizar:

6.2.1. Caracterización y modelo conceptual de la ciénaga Yalguaraz.

Para esta caracterización se realiza un censo de los tipos de humedales que conforman la Ciénaga, para lo cual se tomará la metodología propuesta por Ortega (2012) teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Unidades de paisaje identificados (incluye aspectos geológicos, geomorfológicos y de relieve).
- ✓ Origen del suministro de agua.
- ✓ Unidades de vegetación asociadas.

Con el objetivo de identificar las unidades de paisaje en el área de la ciénaga Yalguaraz, se realiza un análisis del relieve mediante el uso de imágenes DEM (Modelo de Elevación del Terreno) provistas por el proyecto SRTM, con el fin de conocer la relación nivel-área-volumen de agua en la ciénaga. Este análisis se desarrolla seleccionando aquellos sitios que hayan presentado un volumen de agua durante la campaña de campo.

Con el fin de determinar los aportes hídricos al humedal se realiza el cálculo de escorrentía proveniente de las cuencas tributarias, mediante la implementación de un modelo que tenga como base la relación lluvia-escorrentía, ya que los datos de caudal de aporte a la ciénaga Yalguaráz son escasos. El flujo subterráneo se tiene en cuenta en el modelo, por lo que fue necesario contar con los datos de lectura del nivel freático de pozos cercanos a la ciénaga Yalguaraz.

El cálculo del balance hídrico de la ciénaga Yalguaráz se realizó teniendo en cuenta las características particulares de cada una de las unidades hidrológicas del ecosistema, cuenca drenante, espejo de agua y la vegetación riparia. Las variables de entrada del presente modelo, serán:

- La precipitación sobre la vegetación riparia y el espejo de agua

- La escorrentía obtenida del modelo de las cuencas aportantes
- La evapotranspiración desde la vegetación riparia y el espejo de agua.

6.2.2. Análisis de la variación temporal y estacional de la relación agua-vegetación de la ciénaga Yalguaraz

Para caracterizar la temporalidad de la relación agua-vegetación, se emplearon los indicadores espectrales:

- NDVI: Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI), este índice espectral es un estimador de la fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada por la vegetación.
- NDWI: Índice Diferencial Normalizado de Agua, este índice espectral es un estimador de la fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada por el agua.

Mediante el uso de imágenes satelitales y la plataforma Google Earth Engine, se procede a realizar dicho análisis de la variación temporal y espacial. La modelación se realiza para años húmedos y secos, y para época de verano y estiaje, teniendo en cuenta los valores del Índice MEI.

6.2.2.1. Índice MEI

El Niño/Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés), un estado anómalo que ocurre naturalmente en las condiciones oceánicas y atmosféricas del Pacífico tropical, es el principal predictor de las alteraciones climáticas globales. Estos pueden persistir durante varias temporadas y, por lo tanto, producir efectos regionales severos. Por lo tanto, una evaluación del estado en tiempo real de ENOS es importante para una serie de servicios climáticos que informan las respuestas sociales y desencadenan acciones políticas para el suministro de agua, la seguridad alimentaria, la salud y la seguridad pública. El MEI, que combina variables tanto oceánicas como atmosféricas, facilita en un solo índice una evaluación de ENSO. En especial, brinda indicaciones en tiempo real de la intensidad de ENSO y, a través del análisis histórico, proporciona un contexto para un estudio comparativo significativo de las condiciones en evolución (Fuente: Laboratorio de Ciencias Físicas, <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>).

El fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur) presenta dos fases conocidas y contrastantes que afectan al sistema climático global. Una de ellas es la fase cálida, conocida como El Niño, y su manifestación más llamativa es el aumento de la temperatura de la superficie del mar en una extensa área del Pacífico ecuatorial, acompañada por el cambio en las presiones atmosféricas y en la intensidad de los vientos. La fase opuesta, conocida como La Niña, presenta temperaturas de la superficie del mar del Pacífico tropical central y oriental inferiores a la media climatológica. Este fenómeno de acoplamiento tiene su repercusión en el sistema climático.

El sur de Sudamérica es una de las regiones extratropicales más afectadas por los ciclos del ENSO, principalmente por la fuerte variabilidad en las precipitaciones asociadas a ambas fases (Grimm et al., 2000). Con respecto a su efecto sobre los rendimientos en la Argentina, se han realizado importantes contribuciones (Messina et al., 1996a, 1996b; Hurtado y Berri, 1998; Spescha y Berri, 1998, Hurtado et al., 2003).

Para definir si una situación es considerada Niño, Niña o neutra algunos centros de investigación han desarrollado distintos índices. Estos corresponden a anomalías de las distintas variables que intervienen en el fenómeno, como presión, temperatura de la superficie del mar, viento y nubosidad, para determinadas subregiones del Pacífico ecuatorial. Según estudios de sensibilidad, el índice recomendado para utilizar en cada caso dependerá de la fase del ENSO que requiera ser estudiada (Handley et al., 2003).

Los valores del índice bimestral multivariado de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) (MEI v2) (Fuente: <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>) de macroescala están disponibles en el enlace <https://psl.noaa.gov/enso/mei/data/meiv2.data> (Instituto del mar de Perú, IMARPE). Se calculan para 12 "estaciones" bimensuales superpuestas (diciembre-ene, enero-febrero, febrero-marzo, noviembre-diciembre) para tener en cuenta la estacionalidad de ENOS y reducir los efectos de la frecuencia intraestacional más alta.

Las características clave de los eventos MEI:

- eventos MEI positivos compuestos (cálido, El Niño)
- eventos MEI negativos compuestos (frío, La Niña)

6.2.3. Estimación del caudal ecológico de la ciénaga Yalguaraz

6.2.3.1. Método lámina de agua caída y requerimiento de la vegetación

A fin de estimar los requerimientos hídricos de la vegetación se elabora un modelo de aproximación a un caudal ecológico a partir de la metodología propuesta por Carrasco Sánchez (2014), para lo cual se tendrán en cuenta parámetros como la evapotranspiración, para la determinación del caudal ecológico, ya que representa y considera la cantidad de agua que retorna a la atmósfera o la salida de agua que realiza la vegetación y el suelo presente en el área estudiada.

El cálculo de la evapotranspiración resulta un proceso complejo, ya que requiere de varios factores para determinar un valor exacto, sin embargo, se puede estimar con bastante aproximación si se tienen los datos meteorológicos suficientes para realizar su determinación.

Mediante la fórmula de Turc, se determinará la Evapotranspiración de la siguiente manera:

$$E_t = P / \sqrt{0,9 + P^2 / L^2}$$

La ecuación para el cálculo de Helio Térmico (L), parámetro incluido en la fórmula anterior corresponde a:

$$L = 300 + 25T + 0,05T^3$$

Como parte del cálculo de este parámetro, es necesario contar con datos de temperatura media; se considerará tomar valores mensuales y una temperatura media anual, datos extraídos de PSJ, y de la plataforma de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy, que serán calibrados para la altitud media de la cuenca en estudio.

Al transformar el valor de requerimiento hídrico de la vegetación y del complejo suelo a unidades de metros cúbicos por segundo (m³/s) se obtiene el valor de Caudal Ecológico. Este valor representa la mínima cantidad de agua que debe existir en los cursos si existiese en el lugar alguna actividad antrópica que hiciese uso del recurso agua y lo obtuviese directamente del cauce.

Se generará mapas temáticos a partir de uso de imágenes satelitales Landsat 8 y Radar y aplicación de herramientas SIG.

6.3. Relación agua y ciénaga Yalguaráz

El balance hídrico constituye una herramienta básica para estimar la disponibilidad de agua en cuencas hidrológicas y sus componentes permiten evaluar los elementos relevantes que rigen el sistema hidráulico de la cuenca.

El cálculo del balance hídrico consiste en cuantificar y sumar los flujos de entrada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos. Este cálculo incorpora una considerable cantidad de información estadística y geográfica de la cuenca en estudio, elevación de la superficie; alturas de precipitación; temperatura; tasas de evaporación; tipo, uso y cobertura vegetal del suelo; traza urbana; densidad de población; abastecimiento de agua potable; caudales para los diversos usos del agua; uso consuntivo; tratamiento y reúso; así como la eficiencia en los sistemas de distribución y tratamiento. Además, algunas de las componentes del balance hídrico no se miden, sino que se estiman, las asociadas a los procesos hidrológicos (lluvia, evapotranspiración, escurrimiento e infiltración), la elección y aplicación de los algoritmos para determinar los volúmenes de agua están sujetas al tipo de datos disponible (Reyes, 2013)

Con los resultados obtenidos se realiza un modelo conceptual de la relación agua-vegetación para la cuenca del arroyo El Tigre y la ciénaga Yalguaráz.

6.4. Indicadores de monitoreo y seguimiento de la calidad ambiental del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz

Con el análisis de la información obtenida se genera un procedimiento detallado e indicadores para el monitoreo del arroyo El Tigre y la ciénaga Yalguaraz, a fin de realizar un control y seguimiento de la calidad ambiental, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Definición del objetivo del monitoreo.
- Definición de los atributos ecológicos.

- Definición de indicadores (medibles, comparables y precisos), en función de atributos como área de la cuenca, longitud del cauce del Arroyo El Tigre, nivel de agua, calidad de agua, conectividad, diversidad florística, actividades antrópicas entre otros.
- Evaluación de la integridad y condición del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz.

6.5. Evaluación continua de la cuenca arroyo El Tigre mediante Modelo WEAP Water Evaluation And Planning System

Se propone el uso del modelo WEAP (Water Evaluation And Planning System), Software, como una herramienta de Planificación y Gestión Integrada del recurso hídrico en la cuenca del arroyo el Tigre y áreas de influencias incorporando como escenario el proyecto de aprovechamiento de agua. Este modelo integra todos los aspectos hasta aquí tratados y que guardan relación entre sí. Asimismo, el modelo WEAP presenta un enfoque integrado que permitirá tener un seguimiento real, continuo y predictivo de la dinámica de la cuenca.

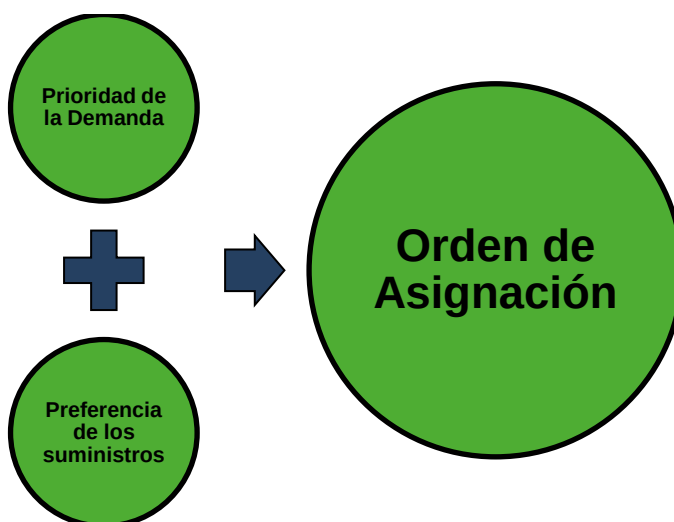
WEAP es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas. WEAP apoya la planificación de recursos hídricos balanceando la oferta de agua (generada a través de módulos físicos de tipo hidrológico a escala de subcuenca) con la demanda de agua (caracterizada por un sistema de distribución de variabilidad espacial y temporal con diferencias en las prioridades de demanda y oferta).

WEAP (Water Evaluation and Planning System) pertenece al Stockholm Environment Institute (SEI) fue desarrollado en 1988, es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas.

WEAP apoya la planificación de recursos hídricos balanceando la oferta de agua (generada a través de módulos físicos de tipo hidrológico a escala de subcuenca) con la demanda de agua (caracterizada por un sistema de distribución de variabilidad espacial y temporal con diferencias en las prioridades de demanda y oferta).

Enfoque del modelo

- El modelo representa el sistema de una cuenca en términos de:
 - Suministros (por ejemplo, ríos, arroyos, aguas subterráneas, embalses y desalinizadoras)
 - Lugares de demanda (por ejemplo, uso doméstico, industrial, agricultura y ecosistemas)
 - Lugares de captación, líneas de transmisión
 - Lugares de generación de contaminación y de tratamiento de aguas residuales
- Se conectan los suministros con los lugares de demanda (node-link architecture) para desarrollar la red.
- Asignación de los recursos hídricos, a cada sitio de demanda se le asigna una prioridad y además una preferencia entre los suministros disponibles:
 - Determina el orden en el que se cumplen las demandas
 - Determina orden en el que se utilizan fuentes



- Desarrollo de escenarios, la modelación de escenarios se realiza la siguiente esta manera:
 - En primer lugar, se elige un año "estado actual" para servir como el año base del modelo; el estado actual es el conjunto de datos del que se construyen los escenarios.
 - Un escenario "Referencia" se establece a partir del estado actual para simular una probable evolución del sistema sin intervención.
 - Por último, "que pasa si" escenarios se pueden crear para alterar el "Escenario de Referencia" y evaluar los efectos de cambios en las políticas y/o tecnologías.

Para el desarrollo del modelo de cuenca, se empleará la guía de ICMM: Guía práctica para la gestión del agua en áreas de captación para la industria minera y metalúrgica, entre otras bibliografías y toda información provista por PSJ, como así también la generada y analizada para el IIA 2022.

VI. Resultados

7. Resultados

7.1. Caracterización climática e hidrológica del área de estudio

A continuación, se citan los registros procesados por cada variable analizados en el Estudio de Línea de Base Ambiental-Proyecto San Jorge, Mayo 2022. Los mismo son necesarios para la caracterización y cálculo de los Índices de calidad ambiental que se calcularon para arroyo El Tigre y ciénaga Yalguaraz. Los datos considerados de la estación meteorológica Uspallata corresponden al período enero 1970 - octubre 2021.

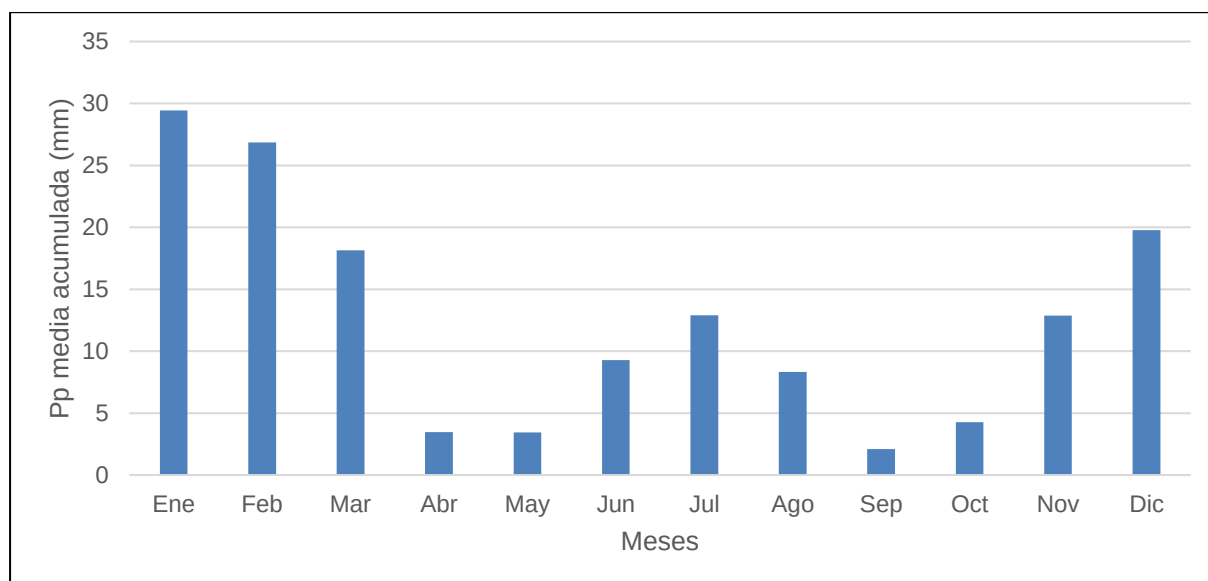
7.1.1. Precipitación

El valor medio de precipitación acumulada anual para el total del registro es de 114 mm, con un valor máximo en el año 1987 con 276 mm precipitados y un mínimo de 40,2 mm en 1998.

El mes con la máxima precipitación media mensual es enero con 29,42 mm precipitados, mientras que la mínima media mensual registrada se presenta en el mes de septiembre con un valor de 2,11 mm. En la siguiente tabla y gráficos se muestra los valores resumen para la variable analizada.

En la siguiente grafica se observa un claro patrón en la distribución de las precipitaciones mensuales mínimas en primavera y otoño, y máximos en el mes de verano e invierno. Por otro lado, la gráfica de precipitaciones anuales muestra distintos patrones de mínimos y máximos posiblemente relacionados con los periodos de sequía, siendo los años 1970, 1981, 1995 y 1998, los años con menos precipitación registrada.

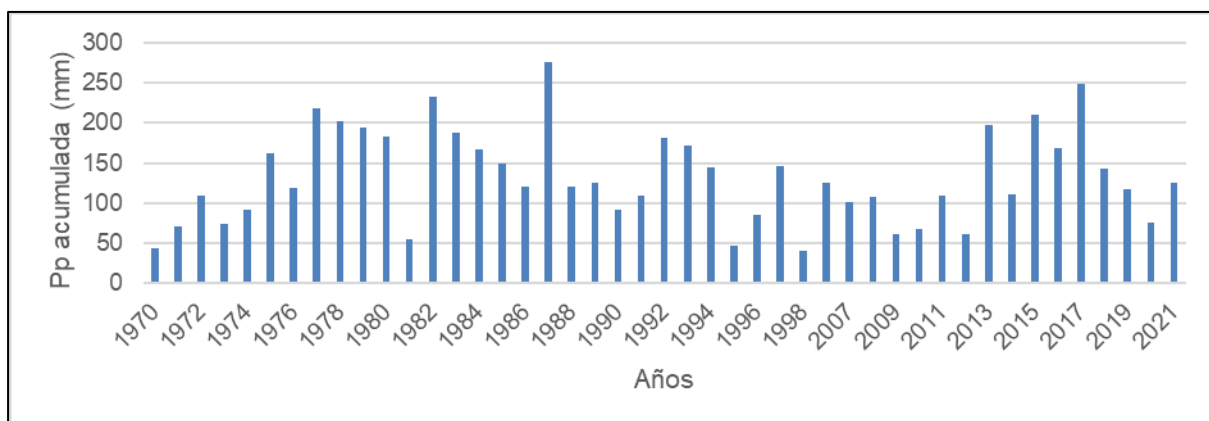
Gráfica 7.1. Precipitación media acumulada mensual (1970-2021). Estación Uspallata.



Fuente: GT Ingeniería, 2022, en base a información suministrada por SMN

Referencia: Los meses se enumeran con números consecutivos desde enero (1) hasta 12 (diciembre).

Gráfica 7.2. Precipitación acumulada anual. Estación Uspallata.



Fuente: GT Ingeniería, 2022, en base a información suministrada por SMN

Los datos meteorológicos obtenidos en la estación meteorológica Uspallata (SMN) corresponden al período enero 1970 - octubre 2021.

Respecto a la temperatura, el valor máximo registrado en dicho período fue 37,8°C y se registró en diciembre de 1994, el valor mínimo se registró en junio de 1984 con -17,9°C, y la temperatura promedio para todo el periodo resultó en 11,96 °C.

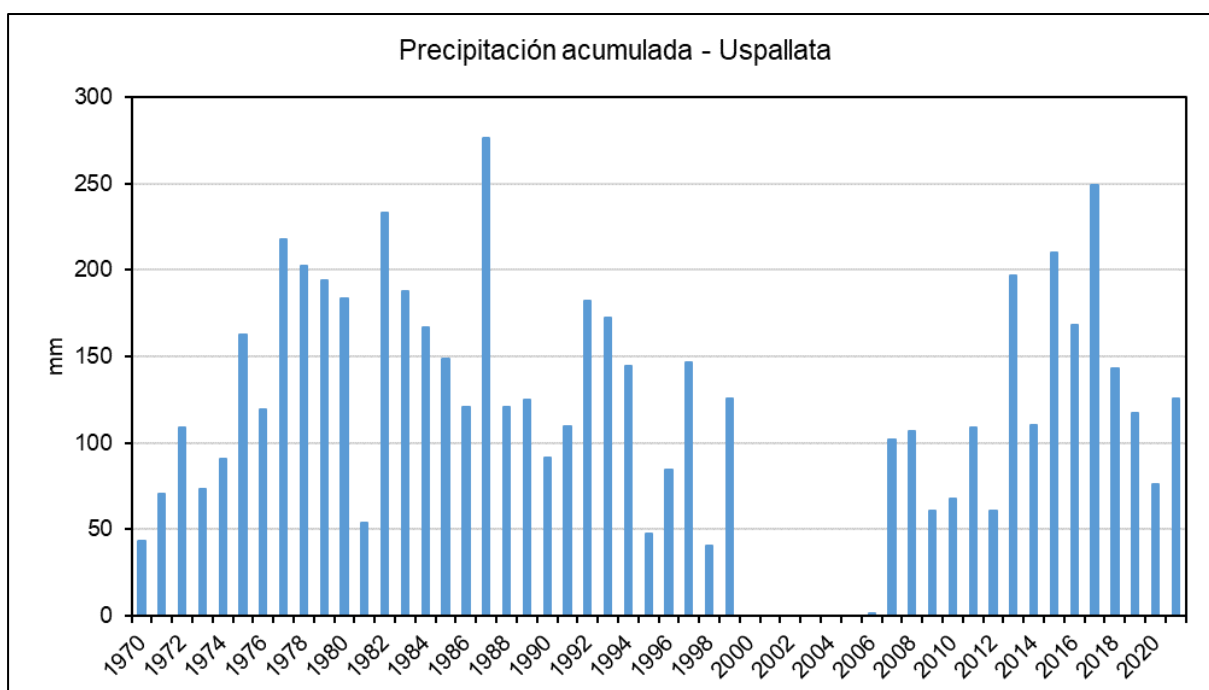
Tal como se describe en el documento 'Estudio de Línea de Base Ambiental - Proyecto San Jorge (PSJ) Disciplina: Clima y Meteorología' (GT Ingeniería S.A, mayo 2022), la temperatura muestra una marcada variación intra anual, con una disminución de temperaturas en el invierno y temperaturas máximas en verano, como es de esperar en climas árido.

La precipitación acumulada anual en la estación meteorológica de Uspallata presenta un valor promedio de 114 mm, con un valor máximo en el año 1987 con 276 mm precipitados y un mínimo de 40,2 mm en 1998.

El mes con mayor registro de precipitación mensual es enero con 29,42 mm precipitados, mientras que la mínima media mensual registrada se presenta en el mes de septiembre con un valor de 2,11 mm.

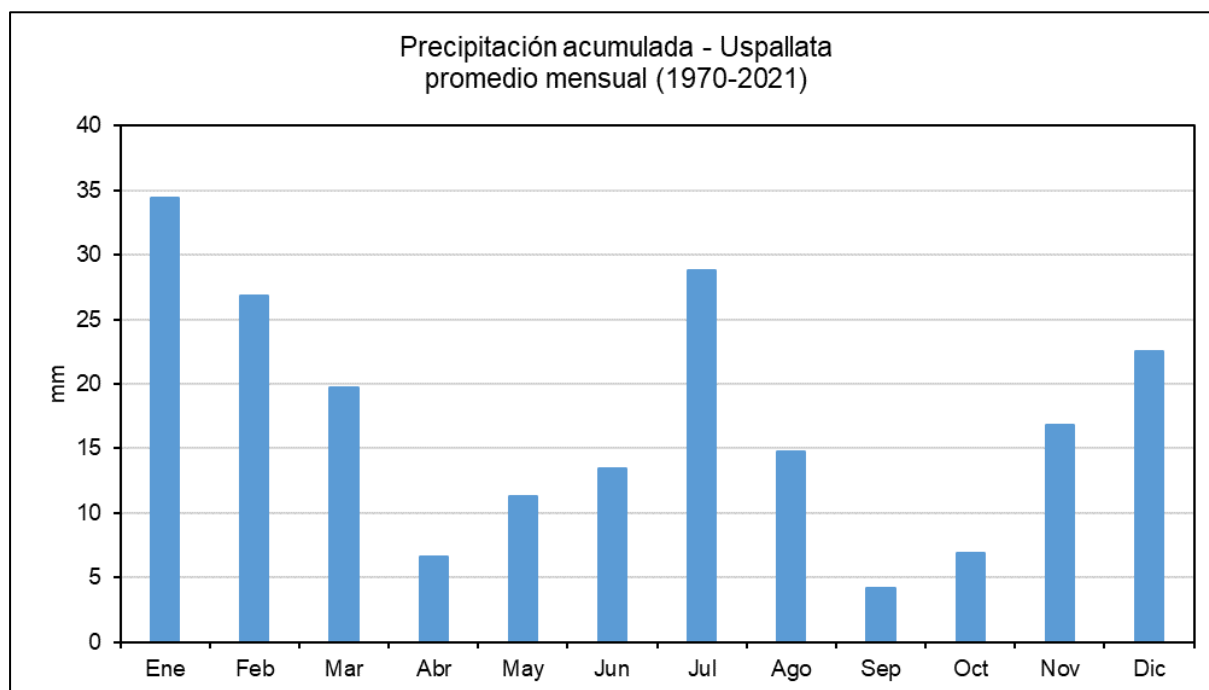
La precipitación acumulada presenta una importante variabilidad inter-anual.

Gráfica 7.3 Precipitación anual acumulada en la estación meteorológica Uspallata (SMN) en el período 1970-2021



En la siguiente graficase muestran los valores promedio mensuales de precipitación acumulada. Se observa una importante variabilidad intra-anual con valores más bajos en los meses de abril, septiembre y octubre, con valores promedio de 6,6; 4,2 y 6,9 mm respectivamente; y valores más altos en enero, febrero y julio (34,4; 26,9 y 28,8 respectivamente).

Gráfica 7.4 Ciclo anual de la precipitación acumulada en PSJ a partir de datos meteorológicos obtenidos EMA-BN (jul 2008-jun 2019) y EMA-TSF (nov 2016-jun 2019)



Fuente: GT Ingeniería SA, 2022 a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional.

7.1.2. Hidrología e Hidrogeología

7.1.2.1. Generalidades

En la provincia de Mendoza el agua subterránea utilizable se encuentra casi totalmente en depósitos cuaternarios de los valles intermontanos y de la llanura oriental.

En el primer caso se forman cuencas de agua subterránea delimitadas en la mayor parte de su perímetro por afloramientos de terrenos del basamento resistivo y, donde este no asoma, por altos estructurales del basamento aflorantes, generalmente ubicados a poca profundidad.

En el caso de la llanura oriental, las características hidrogeológicas se asemejan a las de las grandes llanuras. Es así que en esta extensa zona varían las características sedimentológicas de los acuíferos y éstos se recargan por ríos que drenan diferentes áreas, cada una con distinta constitución geológica. Por ende, las características químicas del agua varían dentro de la gran llanura.

Es así que la llanura oriental mendocina se puede subdividir en sectores diferenciados por sus condiciones hidrogeológicas. Se suele denominar a las mismas provincias hidrogeológicas, o regiones hidrogeológicas. Los límites entre estas regiones generalmente no están definidos, salvo en los casos que haya altos estructurales donde la base conductiva o el basamento resistivo estén a poca profundidad en el subsuelo. Donde tales elevaciones faltan, el pasaje de una región hidrogeológica a otra suele ser transicional.

Esta depresión rellena por sedimentos cuaternarios tiene una extensión de unos 150 Km². Al norte y al sur está separada de otras cuencas de agua subterránea existentes en el valle de Uspallata-Calingasta por altos estructurales del basamento no aflorante o parcialmente aflorante.

Los acuíferos se encuentran en intervalos permeables cuaternarios. En la parte central donde se encuentra el barreal de Yalguaraz, deben esperarse condiciones de confinamiento o semiconfinamiento. No se han publicado datos sobre el espesor de los sedimentos acuíferos, razón por la cual sólo puede hacerse una estimación mínima del recurso almacenado en la cuenca.

Teniendo en cuenta los rasgos morfoestructurales de ésta, es muy probable que el espesor del relleno cuaternario supere los 100 metros. Si la mitad de este espesor está saturada, y si se aplica un coeficiente de almacenamiento de 0,1, común para el tipo de sedimentos cuaternarios de los valles intermontanos del centro oeste argentino, se podrá tener una idea del recurso mínimo almacenado en la cuenca.

7.1.2.2. Cuenca Yalguaraz

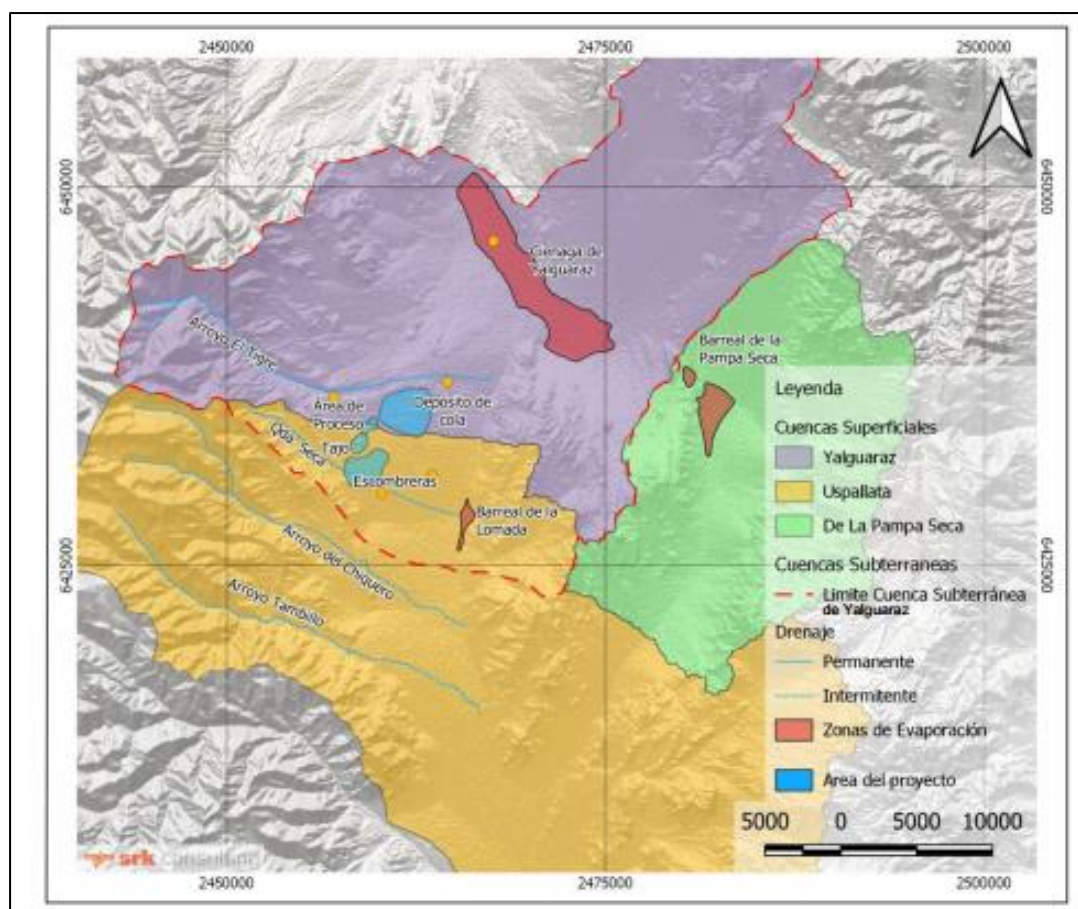
La cuenca hidrográfica de Yalguaraz), se presenta en detalle en la siguiente figura: Mapa de Cuencas. Se puede observar que la cuenca superficial posee un área oriente asociada a la precordillera y otro poniente asociada al Cordillera Frontal, con la Ciénaga de Yalguaraz ubicada en la parte central de la cuenca. La cuenca de Yalguaraz tiene una superficie de 760 km². No obstante, como se demuestra más adelante en este informe, la información disponible indica que la cuenca de aguas subterráneas se extiende al sur de la Quebrada Seca.

7.1.2.3. Cuenca Arroyo El Tigre

La cuenca del A° El Tigre posee un área aproximada a 133 km², con una longitud del cauce principal de 23,5 km con una cota máxima de 5.190 msnm y una cota mínima de 2.400 msnm. La pendiente media de la zona Cordillera Frontal es de aproximadamente 50% en cambio la zona del valle o llano es de aproximadamente 8%. La cuenca del Arroyo El Tigre tiene un régimen de precipitaciones mixto, una es nival que corresponde a la zona cordillerana y otra de régimen pluvial, que corresponde a la zona los conos aluviales y el llano. Como ya se indicará, sus aguas se infiltran en los conos aluviales y llegan a la ciénaga solamente en eventos de crecida importantes.

El arroyo El Tigre se ubica al norte del Proyecto, a unos 4 km al NW de la propuesta mina a tajo abierto. Es el único arroyo con flujo permanente en la zona de estudio, promediando un caudal de descarga de 314 L/s (2008-2010). Tal como se indica en la Tabla 4, mes a mes, el caudal fluctúa significativamente, siendo producto de los deshielos en la Cordillera Frontal del Tigre.

Figura 7.1 Cuencas Yalguaraz



Fuente: GT Ingeniería, 2022

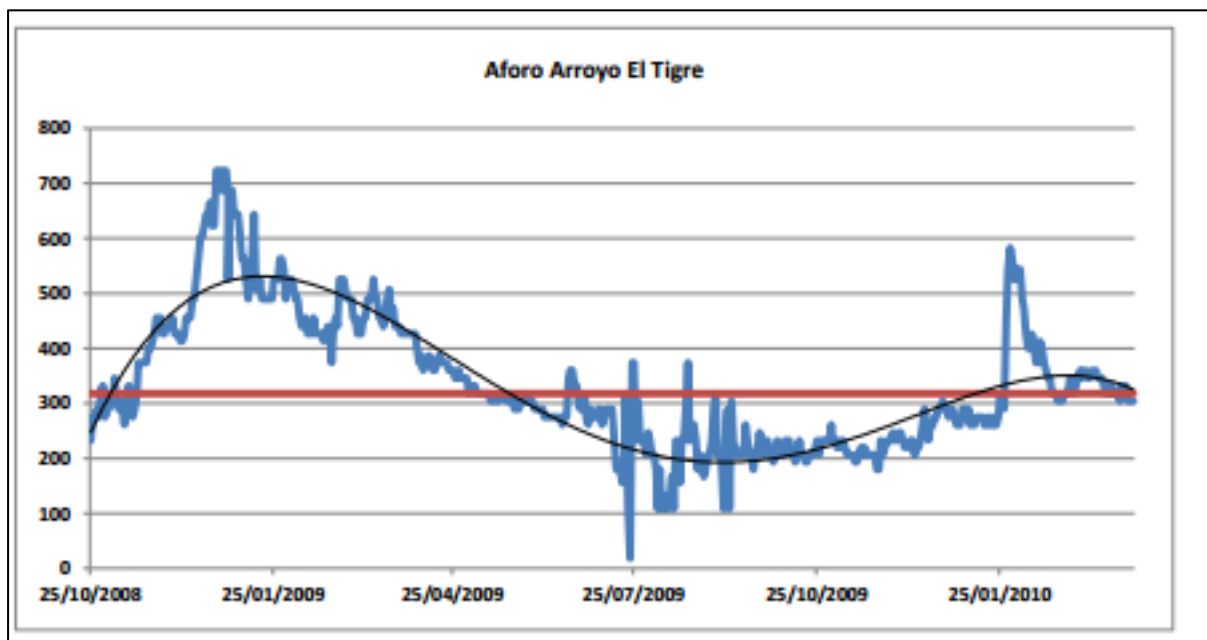
7.1.2.4. Caudales históricos

El arroyo El Tigre es el único curso superficial permanente por lo cual el proyecto San Jorge ha establecido un sistema de control de flujo mediante un aforador que fue construido en el año 2007. El aforador se encuentra ubicado sobre el Arroyo El Tigre, un poco antes de desembocar en la planicie. La ubicación en coordenadas es 32°12'43 S - 69°28'04 O y su altitud es de 2.715 msnm. Hasta el año 2010 su caudal se controlaba dos veces al día, a las 12 y las 20 hrs. El aforador es un vertedero triangular con una barra graduada.

Existen mediciones de la altura del nivel de agua en la sección de aforo desde el día 25/10/2008 al 02/04/2010. Inicialmente, estas se tomaban en forma aleatoria respecto al horario de medición. A partir del 24/09/2009 se comenzaron a tomar dos mediciones por día y en forma sistemática a las 12 y 20hrs, todos los días. Los datos se encuentran en extenso en el Apéndice A. A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante gráficos de caudal en función del tiempo. El primer gráfico muestra todos los registros obtenidos sin discriminar hora. El caudal promedio resultante, considerando todas las mediciones registradas hasta la fecha, desde el 25/10/2008, es de 318 L/s.

El caudal máximo registrado corresponde a 723 L/s, caudal que se registró durante tres días en el mes de diciembre del año 2008. Por otro lado, el caudal mínimo registrado corresponde a 18 L/s, este se encuentra asociado a un 85% de hielo, el día 23/07/2009.

Gráfica 7.5 Caudales Registrados Periodos 2008 – 2010 en L/s



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Los valores característicos registrados son los siguientes:

- caudal máximo registrado: 723 l/s (27/12/2008)
- caudal mínimo registrado: 18 l/s (23/07/2009), con 85% hielo
- caudal medio mensual: 300 l/s
- caudal medio mensual máximo: 436 l/s (enero)
- caudal medio mensual mínimo: 196 l/s (agosto)

7.1.2.5. Sistema hidrogeológico de la cuenca Yalguaraz

Basado en las mediciones de los niveles de aguas, la información de los sondajes, los trabajos de geofísica y la información de estudios anteriores, el sistema hidrogeológico para la cuenca de Yalguaráz presenta las siguientes características:

El flujo en las cuencas ocurre en un acuífero no consolidado compuesto principalmente por gravas.

En el acuífero los cuerpos de agua tienen un espesor saturado que va desde 80 m en la parte alta del valle (donde terminan los afloramientos rocosos y se inicia el cono aluvial) hasta 150 m o más en las partes más bajas de la cuenca.

El nivel freático, en la zona de los conos aluviales, se encuentra a una profundidad de 25 metros a mas de 200 metros dependiendo del sector del acuífero. En las cercanías de la Ciénaga de Yalguaráz el agua se encuentra a pocos metros de la superficie y en la ciénaga hay sectores donde el agua interrumidamente aflora a la superficie.

El gradiente hidráulico y por consiguiente la dirección del flujo de las aguas subterráneas estaría dado por la topografía del área, este flujo ocurre desde los sectores altos, bajando en dirección a la ciénaga de Yalguaraz.

Los límites de la cuenca son por el oeste, este y norte, las formaciones rocosas existentes en esos sectores de la cuenca hidrológica. El límite sur se ha inferido al sur del Barreal de la Lomada.

Las pruebas de bombeo e infiltración realizadas en los pozos de monitoreo determinaron valores variables de permeabilidad entre 0.01 m/d a 1 m/d. No obstante, estos valores se han considerado sólo como una referencia y se utilizará un valor de 3 m/d, típico para el tipo de depósito que caracteriza al acuífero.

La Ciénaga de Yalguaráz se considera como la principal zona de descarga de la cuenca. • De acuerdo al informe de Línea Base Hidrogeológica el acuífero de Yalguaráz estaría alojado en una depresión de una extensión aproximada de 150 km², rellena por sedimentos cuaternarios. Al norte estaría delimitado de la cuenca de Calingasta por un alto estructural conformado por rocas de precordillera, que hace que la cuenca se comporta normalmente como cuenca endoreica, drenando hacia la Ciénaga de Yalguaráz. No se han publicado datos sobre el espesor de los sedimentos acuíferos, aunque se ha estimado en forma teórica una reserva mínima económicamente explotable de 750 millones de m³ (Zambrano et al (1996)).

7.2. Evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre mediante el uso índices ecohidrológicos

Determinación de sitios y tramos de estudio

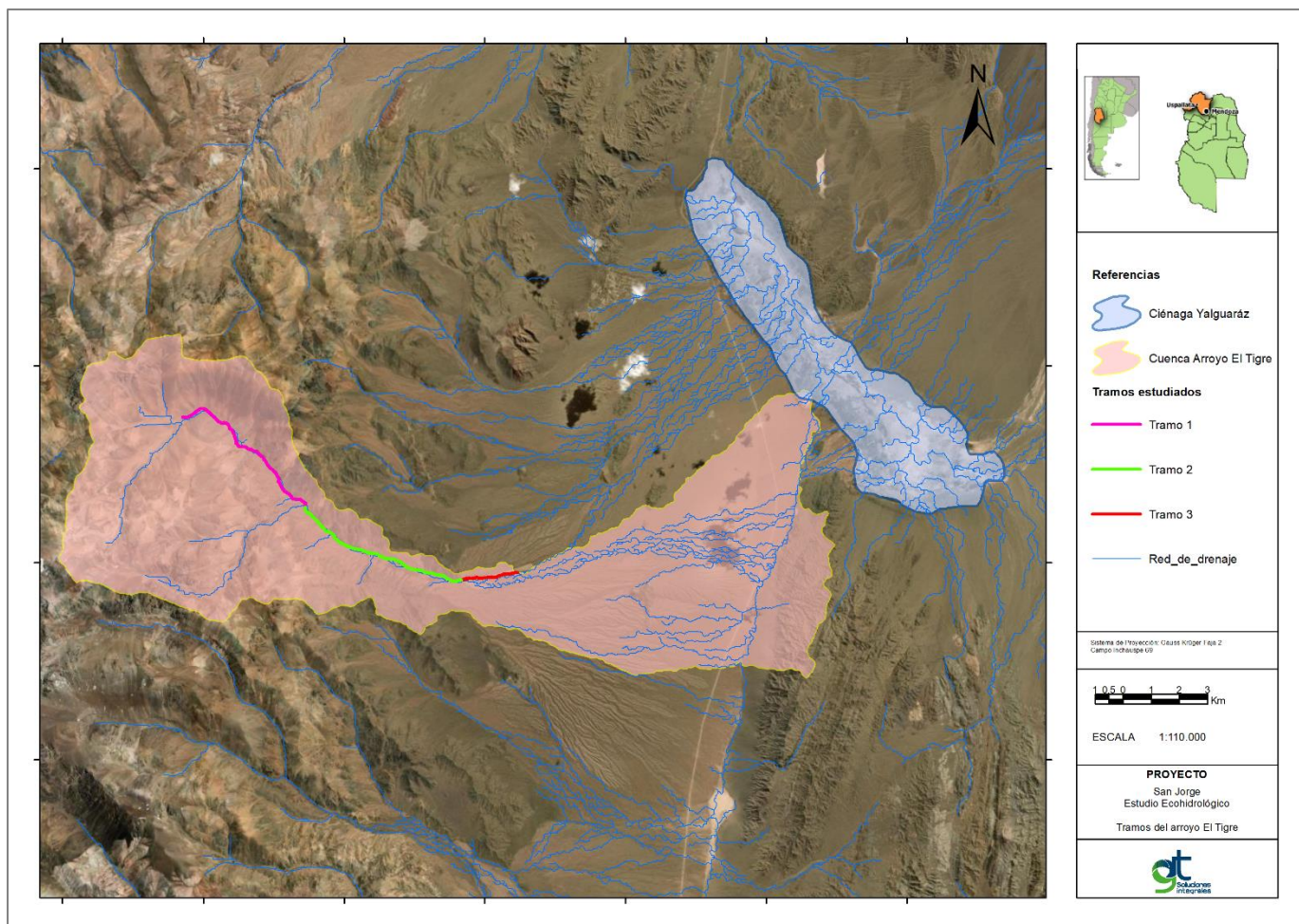
Se analizaron 3 sitios distribuidos en el área de estudio, se tuvieron en cuenta los datos obtenidos en la presente campaña de campo como así también los datos que se vienen registrando a lo largo de los estudios que se fueron desarrollando en el arroyo El Tigre.

En cada sitio de muestreo se recolectaron los siguientes datos:

- Parámetros hidrológicos: medidas del ancho del cauce, sección del río y
- Velocidad superficial para el cálculo del caudal superficial, pendiente del río con clinómetro Suunto.
- Estudio de cobertura del suelo por la vegetación en parcelas de muestreo.
- Recolección de muestras de sedimentos para medición en gabinete.
- Medición de bloques sobre lecho del río.
- Recolección de muestras de macroinvertebrados

En la siguiente figura se muestran los tramos definidos para la evaluación del estado ambiental del arroyo El Tigre:

Figura 7.2 Tramos fluviales definidos para para la evaluación del estado ambiental arroyo El Tigre



Fuente: GT ingeniería, 2022

7.2.1. Índice QBR

7.2.1.1. Grado de cubierta de la zona de Ribera

Del análisis visual y de la información recolectada a campo, como se mencionó en el apartado de metodología para la evaluación del apartado **Grado de Cubierta y Calidad** se emplearon los datos tomados a campo, referidos a la composición de la flora del lugar, mientras que, para evaluar **el Grado de Naturalidad del cauce fluvial**, se observa las modificaciones de las terrazas adyacentes al río, la construcción de estructuras sólidas transversales al cauce, entre otras (Munne et al. 1998, 2003).

La puntuación asignada al tramo 1 se consideró con un valor de 25 de acuerdo a lo propuesto por Acosta (2008), que representa desde un >80 % de cobertura vegetal de la ribera, dado que la vegetación se presenta en zonas donde la concentración de humedad del suelo es mayor (cercanas a los cursos de agua), disminuyendo a medida que se alejan de éstos, notando la diferencia en la composición y estructura de los individuos vegetales presentes. Mientras que al tramo 2 se le asignó un valor de 10, 50-80 % de cubierta vegetal de la ribera, el arreglo espacial en parches es otra justificación a la valoración asignada, encontrándose conjuntos de plantas separadas espacialmente unas de otras. Finalmente, el tramo 3, presenta 10-50 % de cubierta vegetal de la ribera.

7.2.1.2. Calidad de Cubierta

El segundo apartado, para la obtención del índice QBR-And referido a la calidad de cubierta vegetal, se caracteriza a partir de la composición florística y el grado de endemismo de las especies registradas. A partir de los monitoreos de vegetación realizados en la cuenca, y mediante el establecimiento de puntos de observación se corroboró la presencia de las especies. No se registraron especies exóticas debido a que las extremas condiciones climáticas propias del ambiente de puna, sólo permiten el establecimiento de un conjunto de especies nativas adaptadas a dichas características.

De acuerdo a la tabla de Acosta, 2008, a partir de la caracterización realizada, la puntuación asignada para el segundo apartado, corresponde a 25 puntos para los tramos 1 y 2; porque la vegetación de ribera presente en este tramo reviste la categoría de autóctona (gramíneas, matorrales o almohadillas). Mientras que para el tramo 3, el valor asignado es igual a 10 ya que, la ribera presenta <25% de la cobertura con especies arbustivas secundarias.

Fotografía 7.1. Vegetación de los márgenes del cauce del tramo 1



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Fotografía 7.2. Vegetación de los márgenes del cauce del tramo 2



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Fotografía 7.3. Vegetación de los márgenes del cauce del tramo 3



Fuente: GT Ingeniería, 2022

7.2.1.3. Grado de Naturalidad del Canal Fluvial

El canal fluvial del tramo 1 analizado no presenta modificaciones, canalizaciones o desviaciones del curso. Durante las tareas de campo no se registraron indicios de actividades antrópicas como ser perforaciones, canteras, caminos, residuos, etc. Teniendo en cuenta esto se valora con 25 puntos al tramo estudiado según la propuesta por Acosta, 2008. Mientras que el tramo 2 presenta modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal, por lo que se asignó un valor igual a 10. Finalmente, el tramo 3 obtuvo una puntuación de -10, ya que, existe acequias construidas en este tramo.

Tabla 7.1.: Puntuación para el cálculo del índice QBR-And de calidad de ribera de cada tramo analizado

Grado de Cubierta de la zona de Ribera	Puntuación Bloque 1	T1	T2	T3
Puntuación				
25	> 80 % de cubierta vegetal de la ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")	25		
10	50-80 % de cubierta vegetal de la ribera		10	
5	10-50 % de cubierta vegetal de la ribera			5
0	< 10 % de cubierta vegetal de la ribera			
10	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es total			
5	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es >50%	5	5	
-5	Si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es entre el 25-50%			
-5	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera <50%			
-10	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera >50%			
Calidad de la Cubierta	Puntuación Bloque 2			
Puntuación				
25	Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)	25	25	
10	Ribera con <25% de la cobertura con especies introducidas (<i>Eucalyptus sp.</i> , <i>Pinus sp</i>) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)			10
5	Ribera entre 25-80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias			
0	Ribera con más del 80% de especies introducidas o arbustivas secundarias			
Grado de Naturalidad del canal Fluvial	Puntuación Bloque 3			
Puntuación				
25	El canal del río no ha estado modificado	25		
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		10	
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río			
0	Río canalizado en la totalidad del tramo			
-10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río			
-10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río			-10
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes			
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado			
Puntuación Final (suma de las puntuaciones anteriores)		80	50	5

Fuente: GT ingeniería, 2022

La ponderación se realizó en base a que la adaptación del índice QBR a los ambientes altoandinos (Acosta, 2008) implicó la eliminación del apartado “estructura de la cubierta” ya que este criterio considera la estructura arbórea, por lo tanto, se pondero el valor obtenido para cada apartado en función del valor máximo probable que podría alcanzar dicho tramo. La puntuación total obtenida como la suma de los tres apartados es de:

- 80 puntos para el tramo 1, representando al nivel de calidad de vegetación ligeramente perturbada, es decir, calidad buena
- 50 puntos para el tramo 2, es decir, que sugiere un inicio de alteración importante, calidad intermedia
- 5 puntos totales para el tramo 3, esto sugiere que la degradación es extrema, calidad pésima.

7.2.2. Índice RQI

En los tres tramos de estudio sobre el arroyo El Tigre, se registraron dos rangos de calidad de ribera según González del Tánago *et al.* 2006: Calidad de ribera Bueno, pobre y muy pobre, como lo muestra la siguiente tabla y figura.

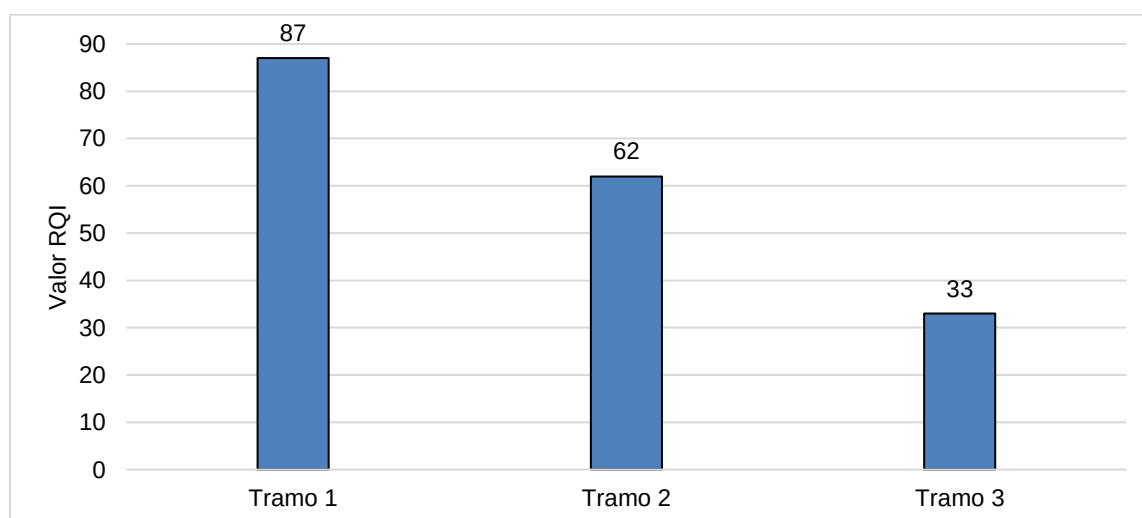
Tabla 7.2.: Valoración de los atributos del RQI con respecto a los tramos estudiados sobre el arroyo El Tigre

Tramo		T1	T2	T3
Continuidad longitudinal de la vegetación		12	10	3
Ancho ripario con vegetación natural		12	9	2
Composición y estructura vegetal	en orilla o ribera	12	6	1
	tras la orilla o ribera	4	3	1
Regeneración natural		12	7	3
Condición de orillas o riberas		11	8	5
Conectividad lateral (ribera-cauce)		12	10	12
Permeabilidad y grado de alteración		12	9	6
Puntaje total		87	62	33
Estado de la ribera		Bueno	Regular	Muy pobre

Fuente: GT ingeniería, 2022

En cuanto al estado o calidad de la ribera total, el tramo 1 presenta un estado de **calidad bueno**, mientras que el **estado o calidad regular** de la ribera se observó en el tramo 2, finalmente para el tramo 3, el estado o **calidad de ribera es muy pobre**. Para el caso de calidad regular se hace referencia a que al menos dos o tres atributos de las riberas están degradados en su funcionamiento y el resto tiene amenazas de degradación. Para el estado o calidad de ribera muy pobre significa que más de tres atributos están seriamente alterados en su funcionamiento y el resto también se encuentra degradado. La estrategia de gestión en los tramos 2 y 3, consiste en realizar restauración y rehabilitación para asegurar y recuperar la funcionalidad hidrológica y ecológica de las riberas, en el tramo 1, la estrategia consiste en conservación.

Figura 7.3 Valoración total del Índice RQI en los tramos de estudios sobre el arroyo El Tigre



Fuente: GT ingeniería, 2022

7.2.3. Índice IHG

La determinación del IHG busca solucionar o reducir los problemas ambientales de los sistemas fluviales para mejorar y conservar su funcionalidad y naturalidad, así como reivindicar sus valores hidrogeomorfológicos (Ollero *et al.* 2009).

En los 3 tramos sobre el arroyo El Tigre, se registraron tres tipos de calidad hidrogeomorfológica: Muy Buena, Buena y Muy mala, como se muestra en la siguiente tabla y figura.

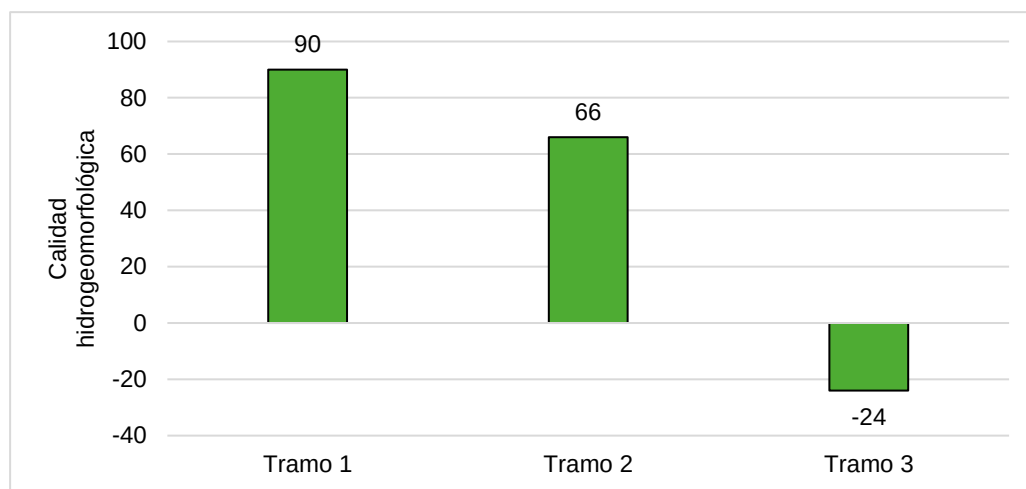
Tabla 7.3 Valoración de los atributos del IHG en los 3 tramos estudiados sobre el arroyo El Tigre

Tramos	Características	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Observaciones
Calidad Funcional del sistema	Naturalidad del régimen caudal	10	10	-2	
	Disponibilidad y movilidad de sedimentos	10	10	-1	
	Funcionalidad de la llanura de inundación	10	10	-1	hay acequia
Total		30	30	-4	
Calidad del cauce	Naturalidad del trazado y la morfología en planta	10	10	-1	toma de agua
	Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales	10	10	-1	toma de agua
	Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral	10	10	-1	
Total		30	30	-3	0
Calidad de riberas	Continuidad longitudinal	10	-2	-8	
	Ancho del corredor ribereño	10	-2	-8	
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	10	10	-1	
Total		30	6	-17	0
Calidad hidrogeomorfológica		90	66	-24	
		Muy Buena	Buena	Muy Mala	

Fuente: GT Ingeniería, 2022

En cuanto a la calidad hidrogeomorfológica total, el tramo 1 indica **Muy Buena calidad**, el tramo 2 muestra **Buena calidad**, y el tramo 3 **Muy Mala calidad**.

Figura 7.4. Valoración del Índice IHG en los tres tramos de arroyo El Tigre



Fuente: GT Ingeniería, 2022

7.2.4. Índice BMWP

En los 3 (tres) tramos estudiados del arroyo El Tigre, se registraron 9 órdenes compuestos por distintas especies de macroinvertebrados, tal como se observa en la siguiente tabla, todos pertenecientes a la Superclase Hexápoda y la Clase Insecta.

Tabla 4. Especies de macroinvertebrados agrupados por familia presentes en los sitios de muestreo

Especies	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Annelida			
<i>Helobdella</i> sp.			
Mollusca			
<i>Lymnaea viatrix</i>		2	
Crustacea			
<i>Hyalella</i> sp.	6	6	
Ephemeroptera			
<i>Andesiops torrens</i>			
<i>Andesiops peruvianus</i>	4	4	
<i>Massartellopsis irarrazavali</i>	10		10
<i>Meridialaris chiloeense</i>	10		10
Hemiptera			
<i>Saldula</i> sp.			
Odonata			
<i>Rhionaeshna</i> sp.			
Coleoptera			
<i>Austrelmis</i> sp.	5	5	
<i>Elmidae</i>			
<i>Lancetes</i> sp.			
Diptera			
<i>Cricotopus</i> sp.		2	

Especies	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
<i>Eukiefferella</i> sp.	2	2	
<i>Chironomus</i> sp.	2		2
<i>Simulium</i> sp.			
<i>Empididae</i>			
<i>Ephydriidae</i>	2		
<i>Muscidae</i>			
Trichoptera			
<i>Neotrichia</i> sp.		6	
<i>Cailloma lucidula</i>			
Total	41	27	22

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

El rango altitudinal del área de estudio estuvo comprendido entre 4800 m y 2200 m. La mezcla permanente del agua a través de los numerosos saltos y bloques con un desnivel de 500 m en 1600 m de cauces, según Boltovskoy *et al.* (1995) asegura abundante oxígeno disuelto, por lo tanto, los sitios estudiados resultan propicios para el desarrollo de una biomasa diversa y abundante de macroinvertebrados. Esta situación es ser representativa de los tramos 1 y tramo 2.

Sin embargo, según Miserendino (2001) y Allan y Castillo (2007), en ríos patagónicos que presentan un lecho pedregoso-arenoso, contribuyen a homogeneizar el sustrato; esto puede reducir la diversidad de macroinvertebrados, esta caracterización correspondería al tramo 3.

El Orden *Ephemeroptera* es la que se encuentra con mayor frecuencia y abundancia en el tramo 1 y 2. Vive en aguas rápidas, bajo troncos, rocas, hojas y adheridos a la vegetación sumergida. También se pueden encontrar en medios turbios y fondos arenosos (Roldán Pérez, 1988). Por su gran capacidad adaptativa y su alta tolerancia a diversas condiciones de hábitat, pueden habitar casi todas las clases de sustratos y ambientes.

El On. *Diptera*, compuesto por las Familias *Chironomidae*, *Simuliidae*, *Psychodidae*, *Dixidae*, *Empididae* y *Muscidae*, son en su mayoría más tolerantes a la contaminación por materia orgánica. La Familia *Simuliidae* se caracteriza por vivir en aguas oligotróficas, limpias y bien oxigenadas (Custodio Villanueva *et al.*, 2016). Son un grupo de dípteros cosmopolitas que están íntimamente ligados a ambientes lóticos, en donde las larvas y pupas habitan cerca de la superficie (Rincón *et al.*, 2006). Este orden se encuentra con mayor frecuencia el tramo 3

El índice BMWP se fundamenta en la presencia de familias de macroinvertebrados sensibles o tolerantes a la contaminación del agua; para estimarlo se suman los puntos asignados a cada familia según su tolerancia; las puntuaciones altas significan alta sensibilidad a perturbaciones en la calidad del agua, y las bajas, lo contrario (Arango *et al.*, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos son integradores de la información sobre la estructura y la función del ecosistema de corrientes de agua o fluvial, así como la calidad de ésta (Medina Tafur, 2008). La siguiente tabla muestra las puntuaciones asignadas a las Familias de macroinvertebrados acuáticos de los 6 sitios estudiados.

La bibliografía consultada para las diferentes adaptaciones del índice BMWP en ríos y cuencas de Sudamérica considera los trabajos de Acosta *et al.* (2009) en el río Guayllabamba (Ecuador) y río Cañete (Perú); Domínguez y Fernández (1998) desarrollado para la cuenca del río Salí (Tucumán, Argentina); Álvarez Arango *et al.* (2005), en varios ríos de Colombia; Medina Tafur *et al.* (2008) en el río Alto Chicama (Perú); ITASA (2017) para el río Guadalquivir (Tarija, Bolivia) y Figueroa (2007) para ríos mediterráneos de Chile. Basados en esta bibliografía y, de acuerdo a las características de los cursos fluviales de alrededores de la cuenca del arroyo El Tigre, en este trabajo se propone una nueva adaptación del índice BMWP para la zona del arroyo el Tigre, el BMWP-Tigre (BMWP/TI)

La calidad de agua estimada a partir del método BMWP en los tres tramos de muestreo en el Arroyo El Tigre, durante las dos campañas de campo, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7.5: Índice BMWP para los tramos 1, 2 y 3 del arroyo El Tigre

Tramo	Puntuación	Clase de Calidad	Color
1	37	Aguas limpias	Azul
2	27	Con algún grado de contaminación orgánica	Verde
3	22	Con algún grado de contaminación orgánica	Verde
Arroyo El Tigre	84	Aguas limpias	Azul

Fuente: Elaboración propia en base a modificación de los rangos propuestos por Domínguez y Fernández, 1998

El análisis a partir de los macroinvertebrados indica que el tramo 1 presenta aguas limpias; en los tramos 2 y 3 en donde se obtuvo la categoría con algún grado de contaminación, es probable que esto se deba a la concentración de sales y aportes de sedimentos provenientes de las altas cumbres. Sin embargo, la suma total de los tramos indica que en general el arroyo El Tigre presenta aguas limpias, ya que las aguas de escorrentía provienen del deshielo en época de estiaje y por aporte de aguas subterráneas, justificando los resultados obtenidos por el Índice Biótico.

Los arroyos de montaña y las variaciones que se producen en la composición y estructura de las comunidades acuáticas han recibido considerable interés en diversos estudios ecológicos a nivel mundial (Miserendino & Pizzolón, 2000; Burgherr & Ward, 2001; Maiolini & Lencioni, 2001; Rodríguez et. al., 2002; Finn & Poff, 2005; Brown et. al. 2007). Desde la cabecera hacia la desembocadura se produce un gradiente continuo de cambios en las variables físicas del río, que se ven reflejadas en los ajustes bióticos que deben realizar las diversas poblaciones acuáticas para poder sobrevivir en el medio (Vannote et. al., 1980).

Entre las variables abióticas (temperatura, orden del río, oxigenación, tamaño del sustrato, caudal, etc.) que experimentan alteraciones en el perfil longitudinal, la altitud es una de las que involucran una serie de factores ambientales que se encuentran espacialmente correlacionados (Finn & Poff, 2005), la temperatura del agua es uno de los parámetros que afecta significativamente la estructura y distribución de los macroinvertebrados (Ward & Stanford, 1982; Jacobsen et. al., 1997; Füreder, 1999; Mckie et al., 2004).

De acuerdo al valor del BMWP, la calidad del ecosistema acuático es bueno, ya que la sumatoria de la puntuación es igual a 80, valor que se encuentra en el rango de 61-100, según se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 7.6: Calidad del ecosistema acuático en función de la puntuación obtenida del Índice BMWP

Calidad del ecosistema acuático	BMWP	Calidad	Color
Muy Bueno	>100	Buena: Aguas no contaminadas o no alteradas en modo sensible	Azul
Bueno	61-100	Aceptable: Son evidentes algunos efectos de contaminación o alteración	Verde
Aceptable	36-60	Dudosa: Aguas contaminadas (sistema alterado)	Amarillo
Deficiente	16-35	Crítica: Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)	Naranja
Malo	<15	Muy crítica: Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)	Rojo

Fuente: Alba Tercedor y Sánchez Ortega (1988); Alba Tercedor (1996); Alba Tercedor y Pujante (2000) y Jaimez Cuellar et al. (2004)

7.2.5. Índice ECOSTRIAND

Como ya se detalló en el apartado de metodología, a partir de los resultados obtenidos para los índices QBR- AND y BMWP/TI se calcula el índice de calidad ecológica de los ríos Andinos ECOSTRIAND, modificado a partir del propuesto por Acosta et al. (2009).

La Tabla siguiente muestra los resultados obtenidos para el Índice ECOSTRIAND.

Tabla 7.7: Calidad ecológica de los tramos del arroyo El Tigre en función del valor obtenido del índice ECOSTRIAND.

BMWP/TI	QBR-And		
	>75	45-74	<45
>40	Muy Bueno	Bueno	Regular
30- 40	Bueno	Medio	Medio
20- 30	Medio	Medio	Malo
oct-20	Regular	Malo	Malo
<10	Malo	Pesimo	Pesimo

Tramo	ECOSTRIAND
1	Muy bueno
2	Medio
3	Malo

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

Referencias:

Tramo 1	
Tramo 2	
Tramo 3	

De acuerdo a este índice, se determinó que:

- El tramo 1, tiene una calidad ecológica muy buena, ya que presenta una buena cobertura de vegetación ribereña.
- El tramo 2 tiene una calidad ecológica media
- El tramo 3 una calidad ecológica mala, debido, posiblemente, a la disminución de la vegetación riparia en donde las franjas de vegetación son menores.

Esta situación indicaría que aguas arriba del inicio del tramo 2, la condición de ecológica del arroyo y de la vegetación es mayor que aguas debajo de dicho tramo.

La aplicación de los distintos índices en relación a su sensibilidad para diagnosticar los cambios muestra que el índice ECOSTRIAND presenta un mejor poder discriminatorio entre estaciones de muestreo, ya que combina los valores de los índices BMWP-TI y QBR-And y valora, de forma global, la calidad del ecosistema fluvial, incluyendo la ribera, además de la calidad biológica de las aguas y de la comunidad de macroinvertebrados.

7.2.6. Estimación del Caudal ecológico del arroyo El Tigre y ciénaga Yalguaraz

El caudal ecológico es el flujo de agua mínima necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como: los hábitats naturales que protegen una riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como dilución de poluentes, la amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos, la preservación del paisaje (Franquet Bernis, 2009).

Es el caudal mínimo que debe mantenerse en un curso fluvial al construir una presa, en la captación o derivación, de forma que no se alteren las condiciones naturales del biotopo y se garantice el desarrollo de una vida fluvial igual a la que existía anteriormente (Franquet Bernis, 2009). El caudal ecológico (CE) en ríos y humedales es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad. El CE concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura.

7.2.6.1. Caudal ecológico mediante metodología IFIM-PHASIM

El Cálculo de caudal ecológico se efectuó mediante metodología IFIM- PHASIM (Diez Hernández, 2010) para el arroyo El Tigre.

La metodología propuesta para la determinación de Caudal Ecológico es la incremental u holística IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), desarrollada originalmente por Bovee y Milhous (1978) dentro del departamento de Pesca y Vida Silvestre de EEUU. Se trata del modelo hidrobiológico de hábitat fluvial más aplicado mundialmente durante las últimas dos décadas. El núcleo operativo de IFIM es el modelo de hábitat denominado PHASIM (Physical Habitat Simulation System), el cual, consta de los siguientes componentes:

- **Modelaje hidráulico:** consistente en la simulación hidráulica de variables hidráulicas con significación biológica, que generalmente son al menos la profundidad, la velocidad, y el tipo de sustrato. A partir de una cantidad adecuada de mediciones en campo, los modelos son calibrados para simular caudales dentro del intervalo analizado. Para ello, se utilizará el programa HEC-RAS de modelización hidráulica de cauces. El modelaje hidráulico se realizó a partir de los datos recabados en la campaña de marzo y que fueron empelados para calcular el caudal río Choya, Potrero y Andalgalá.
- **Criterios de preferencia biológica:** conformado generalmente por curvas de preferencia de los organismos objetivo (fauna y/o vegetación), que representan su grado de adecuación a los valores que toman las variables que determinan el hábitat.

A fin de elegir la especie indicadora de calidad de hábitat, se procedió en primera instancia a realizar una revisión de las familias de macroinvertebrados acuáticos registrados en estos dos puntos durante el monitoreo de Limnología en marzo de 2021. Seguidamente se recopiló información utilizando bibliografía disponible a fin de asignar los valores de tolerancia para el indicador BMWP (Biological Monitoring Working Party)

- **Modelo de hábitat:** combinando los campos de las variables hidráulicas simuladas con los criterios de preferencia biológica se obtiene la relación funcional entre el caudal y el hábitat potencial utilizable por cada organismo. El modelo de PHASIM, incorpora los valores de caudales líquidos medidos, sección de cauce y velocidades de corriente y el modelo de hábitat, obteniéndose el caudal ecológico modelado para los humedales monitoreados.

Los modelos de caudal ecológico se realizaron teniendo en cuenta los valores históricos de caudales medidos en la zona del vertedero y realizando la reconstrucción de dos perfiles transversales del cauce en el sector del vertedero correspondiente con el tramo 2.

Tabla 7.8: Datos históricos de caudales empleados en la modelación

Parámetro	Valor (l/s)	Valor (m3/s)
Caudal medio mensual	300	0,300

Parámetro	Valor (l/s)	Valor (m3/s)
Caudal mensual máximo	436	0,436
Caudal mensual mínimo	196	0,196

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022

Los criterios y condiciones que presenta el modelo son los siguientes:

- Se asume que la disponibilidad de hábitat físico es el principal condicionante de la actividad vital y de la dinámica poblacional de los organismos objetivos. El factor calidad de agua no se considera imitante, debido a la excelente condición que refleja la línea base de Limnología.
- Se asume que los organismos objetivos, reaccionan directamente ante cambios en las siguientes tres variables determinantes del hábitat: profundidad, velocidad, y sustrato.
- El hábitat físico es una condición necesaria pero no suficiente para la supervivencia y la producción para los organismos acuáticos (Milhous, 1999). No obstante, la simulación PHABSIM es una herramienta indicadora práctica de la integridad biológica en un sentido general.
- Este modelo incorpora datos dos secciones transversales por cada río, por lo cual el resultado obtenido, refleja el comportamiento de un tramo del río, comprendido entre esos dos puntos.

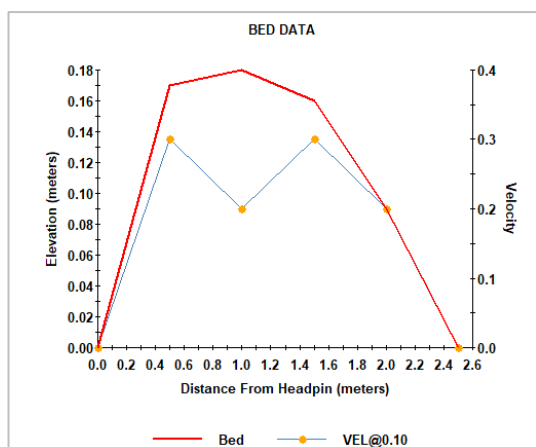
La evaluación realizada a partir del modelo PHABSIM combina el resultado de la simulación hidráulica de profundidad, velocidad y sustrato en las secciones representativas con los criterios de preferencia biológica de los organismos objetivo, para generar unas relaciones funcionales entre el Caudal (Q) y un Índice de Hábitat (IH).

Modelado de profundidad y velocidad

En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos de la simulación de los perfiles transversales obtenidos en cada punto, asociados al valor de caudal medido en campo. La velocidad se modeló en cada sección transversal aplicando un esquema particularizado del régimen permanente uniforme. Para calibrar el modelo hidráulico se empleó el coeficiente de rugosidad de Manning igual a 0,015 para todas las secciones, en los dos perfiles transversales analizados. Además, se utilizaron los datos del perfil medido en campo y el caudal circulante en ese momento.

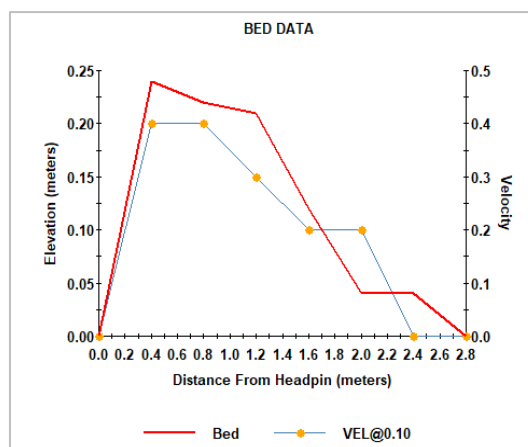
En el caso del arroyo El Tigre las velocidades del cauce fueron modeladas para el tramo 2, en dos puntos, dado que en este tramo se ubica el vertedero donde se realizan las mediciones de caudal.

Figura 7.5. Perfil del cauce y modelo de velocidades en el punto Tramo 2, arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

Figura 7.6. Perfil del cauce y modelo de velocidades en el punto Tramo 2, arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

Modelado de preferencias y curvas de idoneidad

Los factores abióticos desarrollan roles ecológicos conocidos para los organismos acuáticos, determinando la condición del hábitat en su entorno físico. Las variables hidráulicas clave en esta aplicación IFIM son las tres habituales: profundidad, velocidad, y sustrato.

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente, de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Roldán, 2003)

Los principales parámetros utilizados para caracterizar el hábitat de los macroinvertebrados bentónicos en ecosistemas lóticos son la velocidad, la profundidad, el sustrato, la pendiente de la superficie del agua y la temperatura (Statzner et al. 1998). Se considera que éstos son determinantes desde el punto de vista fisiológico y comportamental, aunque a nivel de microhábitat e incluso de mesohábitat sólo se consideran las tres primeras, ya que la variación de las otras dos se da a una escala mayor.

A partir del muestreo de macroinvertebrados acuáticos realizado en el área durante el periodo 2021-2022, se obtuvo la lista de especies presentes en los tramos evaluados.

Seguidamente a partir de la investigación bibliográfica se determinó las puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos. Como especie indicadora, para el Arroyo El Tigre, se seleccionó a la especie *Massartellopsis irarrazavalli* ya que se encuentra presente en todos los tramos evaluados y también presentó mayor cantidad de individuos registrados (abundancia).

Fotografía 7.4.. Ejemplar de *Massartellopsis irarrazavalli*, recolectado en el Arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

Los criterios de preferencia de hábitat se expresan generalmente a través de una curva de idoneidad de hábitat, las cuales son calculadas por la frecuencia o abundancia en los que se encuentran los organismos bajo una variable (Kelly, Hayes, Allen, West & Hudson, 2015).

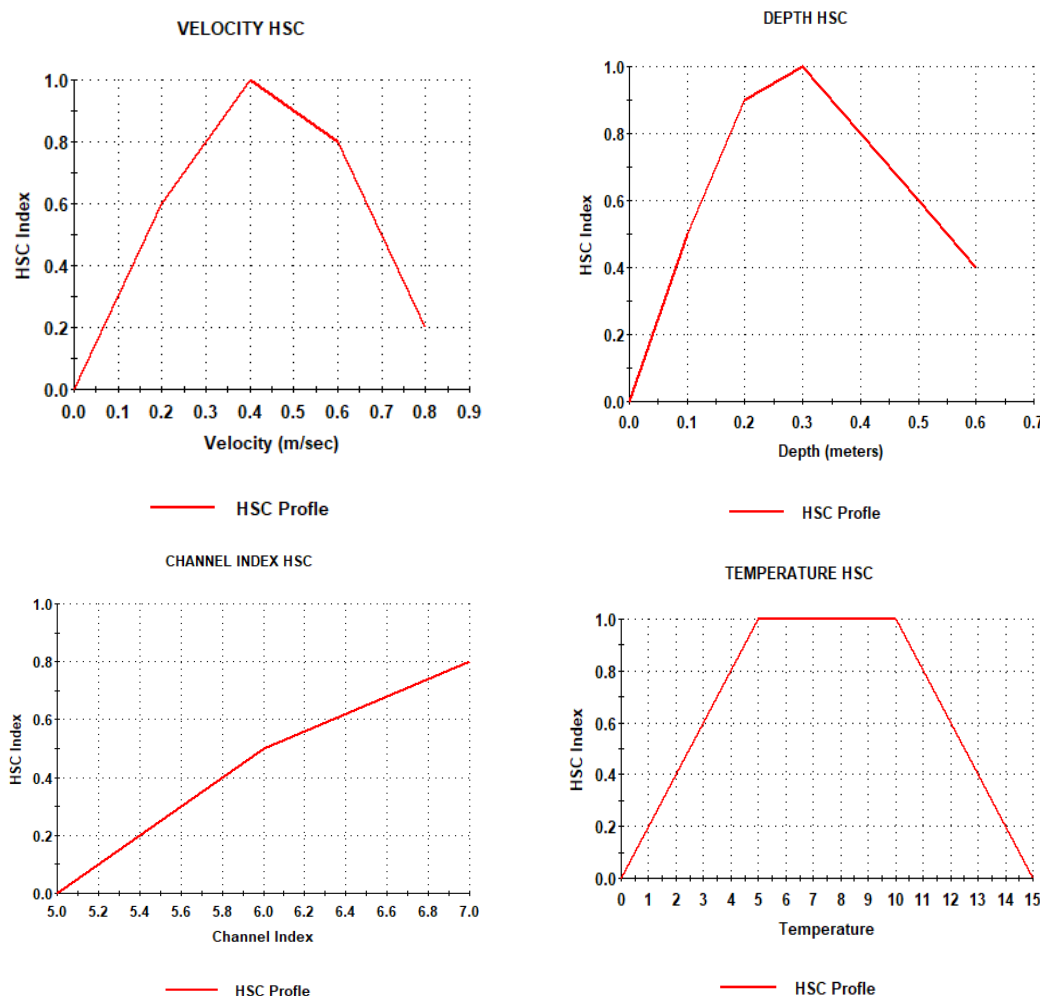
Estas curvas de preferencia son utilizadas para determinar la cantidad y calidad de área de hábitat, que se origina en el río según el caudal (Kelly et al., 2015; Shearer et al., 2015.; Theodoropoulos et al., 2015).

Bajo estos conceptos, disminuciones en el caudal pueden provocar una alteración en el ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y según Cortes, Ferreira, Oliveira, & Oliveira (2002), los sectores con rápidos o saltos de agua son los hábitats que se ven primeramente afectados por la disminución del caudal. Así, organismos reófilos como de *Massartellopsis irarrazavalli*, pueden verse afectados

Las curvas de preferencias de hábitat se utilizaron para generar los modelos hidrobiológicos que visualizan el porcentaje de hábitat en el tramo del río según la variación del caudal. Además, para determinar si existe una o varias velocidades y profundidades del agua que los organismos objetivo prefieren sobre otras.

A continuación, se presentan las curvas de idoneidad cargadas en el programa PHABSIM y que fueron elaboradas en función de los datos obtenidos en campo (profundidad, sedimentos, velocidad y temperatura del agua)

Figura 7.7. Curvas de preferencia de macroinvertebrados bénticos para las variables Velocidad, Profundidad, Sustrato y Temperatura.



Fuente: GT, 2022

La complejidad y heterogeneidad del hábitat son factores determinantes en la ocurrencia y distribución de los macroinvertebrados acuáticos (Khudhair, Yan, Liu, & Yu, 2019). Así, los modelos de simulación del hábitat permiten idear posibles escenarios de formación de hábitat según las variaciones del caudal, con el fin de determinar porcentajes idóneos que se originan en un tramo longitudinal de un río.

Según lo observado por Quesada (2019), la velocidad, aumenta la frecuencia de los ejemplares de *Massartellopsis irrazavalli* hasta llegar a un punto máximo o de idoneidad y posterior a este, la cantidad de organismos empezó a disminuir. Posiblemente porque, al aumentar la velocidad del agua, aumenta la fuerza de arrastre, provocando que organismos de menor tamaño enfrenten mayores dificultades para desplazarse o mantenerse en un único sitio (Dodds, 2002; Holmquist & Waddle, 2013). Por lo que se resalta la importancia de realizar muestreos para generar las curvas de preferencia, ya que estos pueden variar según los géneros y las regiones donde se realizan los estudios.

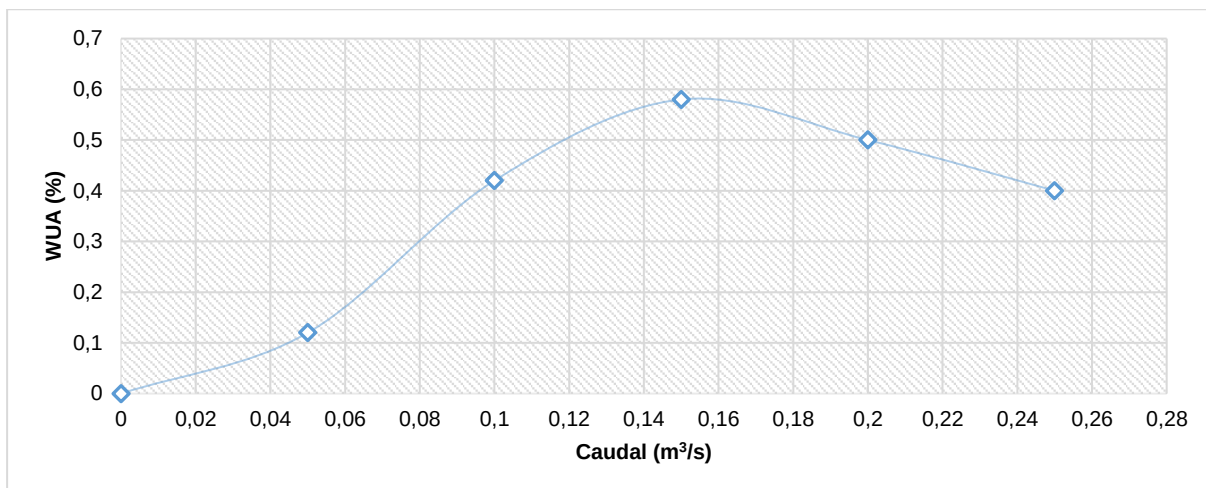
Modelo de caudal ecológico

Muchas investigaciones han combinado los modelos ecológicos e hidrodinámicos para determinar la relación entre el caudal y la preferencia del hábitat físico en especies acuáticas.

Así, a través de modelos de cuantificación del porcentaje de hábitat idóneo para las especies acuáticas según un caudal, se puede determinar bajo cuál o cuáles volúmenes de agua se puede mantener las condiciones requeridas por una o varias especies en aquellos ríos donde se requiera uso del recurso hídrico.

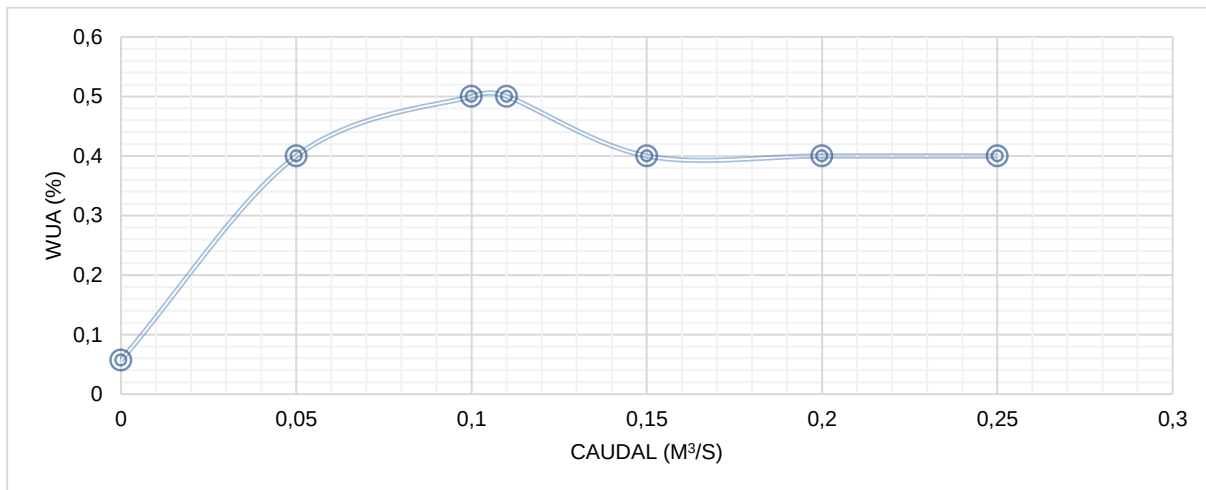
De modo preliminar, se presenta a continuación la simulación Q-WUA para el arroyo El Tigre para los organismos objetivo anteriores. Se trata de un resultado aproximado, de tendencias muy generales. Serán perfeccionados con mejoras del modelaje hidráulico y de las funciones de preferencia con el aumento de puntos de monitoreo y aumento en el esfuerzo de muestreo de macroinvertebrados en los tramos del arroyo El Tigre.

Figura 7.8. Caudal ecológico para un caudal medio mensual de 0,300 m³/seg en el tramo 2 cercano al sector de vertedero



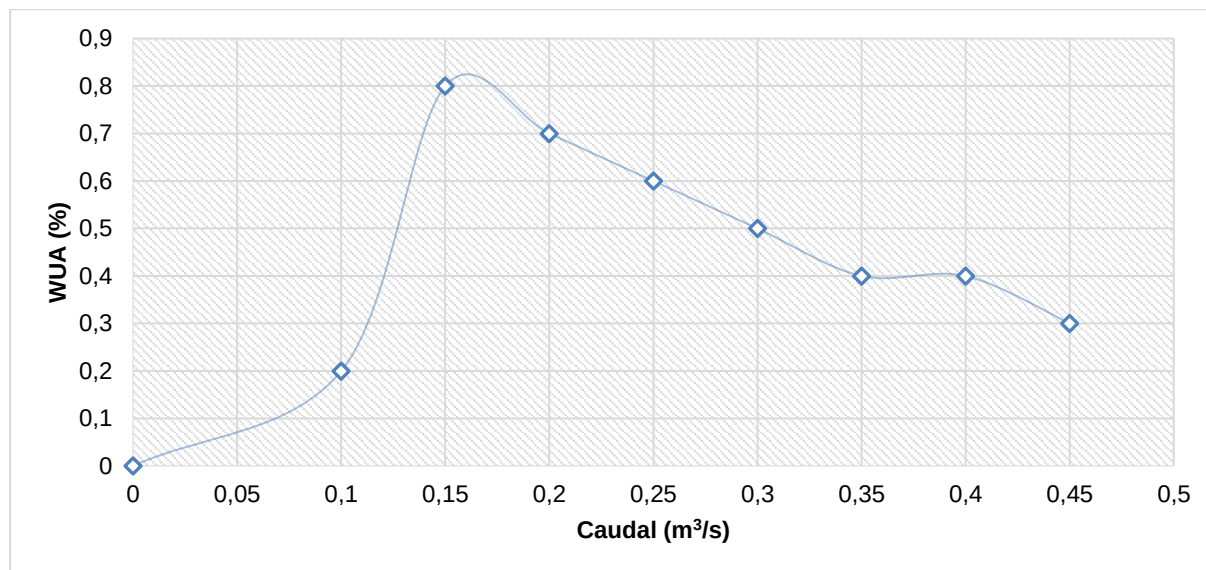
Fuente: GT, 2022

Figura 7.9. Caudal ecológico para un caudal mínimo mensual de 0,196 m³/seg en el tramo 2 cercano al sector de vertedero



Fuente: GT, 2022

Figura 7.10. Caudal ecológico para un caudal máximo mensual de 0,436 m³/seg en el tramo 2 cercano al sector de vertedero



Fuente: GT, 2022

Los resultados de esta simulación indicarían que para el conjunto de los organismos objetivo se consiguen retenciones de la calidad del hábitat con un caudal menor a los caudales empleados para la modelación (caudal máximo mensual, caudal mínimo mensual y caudal medio mensual) en el sector del vertedero.

El caudal medio mensual es de 0,300 m³/s (medición en el vertedero) y mediante la simulación se obtuvo que el caudal mínimo necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irrazavalli* se encuentra en los 0,15 m³/s, ya que a partir de este valor las WUA (calidad del hábitat) comienza a disminuir.

De la misma manera para el caudal máximo mensual que tiene un valor 0,436 m³/s, se obtuvo que el valor de caudal necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irrazavalli* se encuentra en los 0,15 a los 0,16 m³/s.

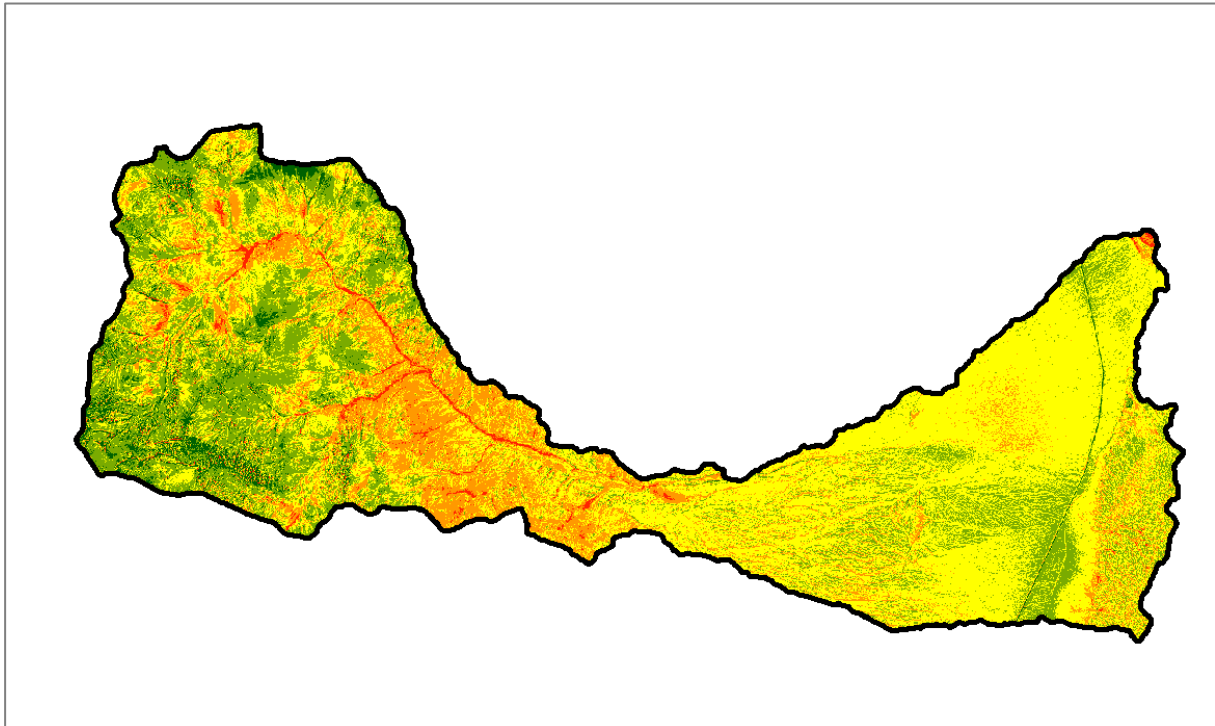
Finalmente, para el caudal mínimo mensual que presenta un valor de 0,196 m³/seg, se obtuvo que el valor de caudal necesario para el desarrollo y mantenimiento de la especie indicadora *M. irrazavalli* es de 0,1 m³/s.

A partir de los resultados obtenidos mediante el modelo PHABSIM, se recomienda continuar con la toma de datos hidraulicos en los puntos analizados en este informe y además establecer nuevos puntos de aforo, a fin de alimentar el modelo e incrementar el área de modelización se recomienda incorporar nuevos puntos para el levantamiento batimétrico y topográfico.

7.2.6.2. Caudal ecológico en función de la superficie de la cuenca

Para el cálculo del caudal ecológico de la cuenca del arroyo El Tigre se obtuvo un mapa de la cuenca, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 11. Mapa de la cuenca del arroyo El Tigre



Fuente: GT, 2022

Como se mencionó anteriormente, el primer paso para estimar un valor de caudal ecológico es determinar la demanda de agua por parte de la vegetación y el suelo. El valor de evapotranspiración calculado a través de la fórmula de Turc, se indica en siguiente tabla:

Tabla 7.9: Valores estimados de Temperatura. L y Evapotranspiración Real.

Mes	mm	T°	L	ETR
Ene	29,42	17,95	1037,93	31,00
Feb	26,86	17,15	980,96	28,30
Mar	18,15	15,44	870,04	19,13
Abr	3,46	12,67	718,45	3,65
May	3,43	9,14	566,68	3,62
Jun	9,29	6,5	476,23	9,79
Jul	12,91	6,05	462,32	13,60
Ago	8,33	6,57	478,43	8,78
Sep	2,11	8,63	547,89	2,22
Oct	4,26	11,62	668,95	4,49
Nov	12,88	14,69	825,75	13,57
Dic	19,78	17,05	974,07	20,85
Total anual	150,88			158,99
Total día				0,442

Fuente: elaboración propia según Carrasco Sánchez (2014)

La Evapotranspiración Real del área de la cuenca del Arroyo El Tigre (154,01 km²) por el método de Turc es de 158,99 mm/año, valor superior al total de precipitación anual de 150,88 mm. Los valores medios estadísticos de aporte de agua de lluvia mensuales se utilizaron para determinar el Aporte Hídrico de la cuenca, entendido como el volumen de agua que aporta la precipitación a la cuenca.

Tabla 7.10: Aporte Hídrico a la cuenca del arroyo El Tigre

Meses	PP (mm)	Área de la Cuenca (m²)	Aporte (mm*m²) =(litro)
Enero	29,42	154.010.000	4.530.974.200
Febrero	26,86		4.136.708.600
Marzo	18,15		2.795.281.500
Abril	3,46		532.874.600
Mayo	3,43		528.254.300
Junio	9,29		1.430.752.900
Julio	12,91		1.988.269.100
Agosto	8,33		1.282.903.300
Septiembre	2,11		324.961.100
Octubre	4,26		656.082.600
Noviembre	12,88		1.983.648.800
Diciembre	19,78		3.046.317.800
Total, litro/año			23.237.028.800
Total, litro/segundo			736,8413496

Fuente: GT, 2022

En la anterior tabla se puede observar que, a partir de los valores de precipitaciones medias por mes de un registro de 50 años, el total de agua generada por lluvia en el sector de la cuenca que presenta vegetación de ribera fue de 23.237.028.800 litros en un año; convertido a volumen en un segundo, el total de agua fue de **736,84** litros/segundo.

El valor de caudal ecológico surge del requerimiento de la vegetación, es decir el agua mínima que tendría que disponer la vegetación y el suelo para mantener las funciones ecológicas y ambientales que proveen. (Carrasco Sánchez, 2014)

- Requerimiento Hídrico/ ETR (Caudal Ecológico) = 0,442 mm/día
- Requerimiento Hídrico (Caudal Ecológico) = 68018924,38 l/día para toda la cuenca
- Requerimiento Hídrico (Caudal Ecológico) = 787,25 l/s para toda la cuenca
- Caudal Ecológico de la cuenca = 0,787 m³/s

El requerimiento de la vegetación es de 0,442 mm/día correspondiente a la ETR, pasado a unidades de volumen, el caudal ecológico es de **68018924,38** l/día, que surge de multiplicar el requerimiento hídrico en mm/día por el área de la cuenca en m². Finalmente, convirtiendo los litros en metros cúbicos el valor del Caudal Ecológico estimado para la cuenca del arroyo El Tigre es de 0,787 m³/s.

Si realizamos un balance con el agua aportada por las precipitaciones y las demandas por requerimientos hídricos, verificamos el déficit de agua de la cuenca y justificamos la sensibilidad que esta posee, sensibilidad desde el punto de vista de la intervención antrópica.

- Caudal aprovechable = Entradas – Salidas
- Caudal aprovechable = Aporte a la cuenca – Requerimientos hídricos (Qe)
- Caudal aprovechable = 736,84 l/s – 787,25 l/s
- Caudal Aprovechable = -50 l/s (Déficit hídrico)

7.3. Evaluación Ecológica de la Ciénaga Yalguaraz

7.3.1. Caracterización y modelo conceptual de la ciénaga Yalguaraz.

En la provincia de Mendoza el agua subterránea utilizable se encuentra casi totalmente en depósitos cuaternarios de los valles intermontanos y de la llanura oriental.

En el primer caso se forman cuencas de agua subterránea delimitadas en la mayor parte de su perímetro por afloramientos de terrenos del basamento resistivo y, donde este no asoma, por altos estructurales del basamento aflorantes, generalmente ubicados a poca profundidad.

En el caso de la llanura oriental, las características hidrogeológicas se asemejan a las de las grandes llanuras. Es así que, en esta extensa zona varían las características sedimentológicas de los acuíferos y éstos se recargan por ríos que drenan diferentes áreas, cada una con distinta constitución geológica. Por ende, las características químicas del agua varían dentro de la gran llanura.

Es así que, la llanura oriental mendocina se puede subdividir en sectores diferenciables por sus condiciones hidrogeológicas. Se suele denominar a los mismos, provincias hidrogeológicas, o regiones hidrogeológicas. Los límites entre estas regiones generalmente no están definidos, salvo en los casos que haya altos estructurales donde la base conductiva o el basamento resistivo estén a poca profundidad en el subsuelo. Donde tales elevaciones faltan, el pasaje de una región hidrogeológica a otra suele ser transicional.

La ciénaga Yalguaraz se ubica dentro de la provincia hidrogeológica Cuenca de Yalguaraz

La cuenca Yalguaraz, tiene una extensión de unos 150 Km². Al norte y al sur está separada de otras cuencas de agua subterránea existentes en el valle de Uspallata-Calingasta por altos estructurales del basamento no aflorante o parcialmente aflorante.

Los acuíferos se encuentran en intervalos permeables cuaternarios. En la parte central donde se encuentra el barreal de Yalguaraz, deben esperarse condiciones de confinamiento o semiconfinamiento. No se han publicado datos sobre el espesor de los sedimentos acuíferos, razón por la cual sólo puede hacerse una estimación mínima del recurso almacenado en la cuenca.

Teniendo en cuenta los rasgos morfoestructurales de ésta, es muy probable que el espesor del relleno cuaternario supere los 100 metros. Si la mitad de este espesor está saturada, y si se aplica un coeficiente de almacenamiento de 0,1, común para el tipo de sedimentos cuaternarios de los valles intermontanos del centro oeste argentino, se podrá tener una idea del recurso mínimo almacenado en la cuenca. Este ascendería a 750 hm³, de los cuales un 5 o 6% constituiría las reservas económicamente explotables.

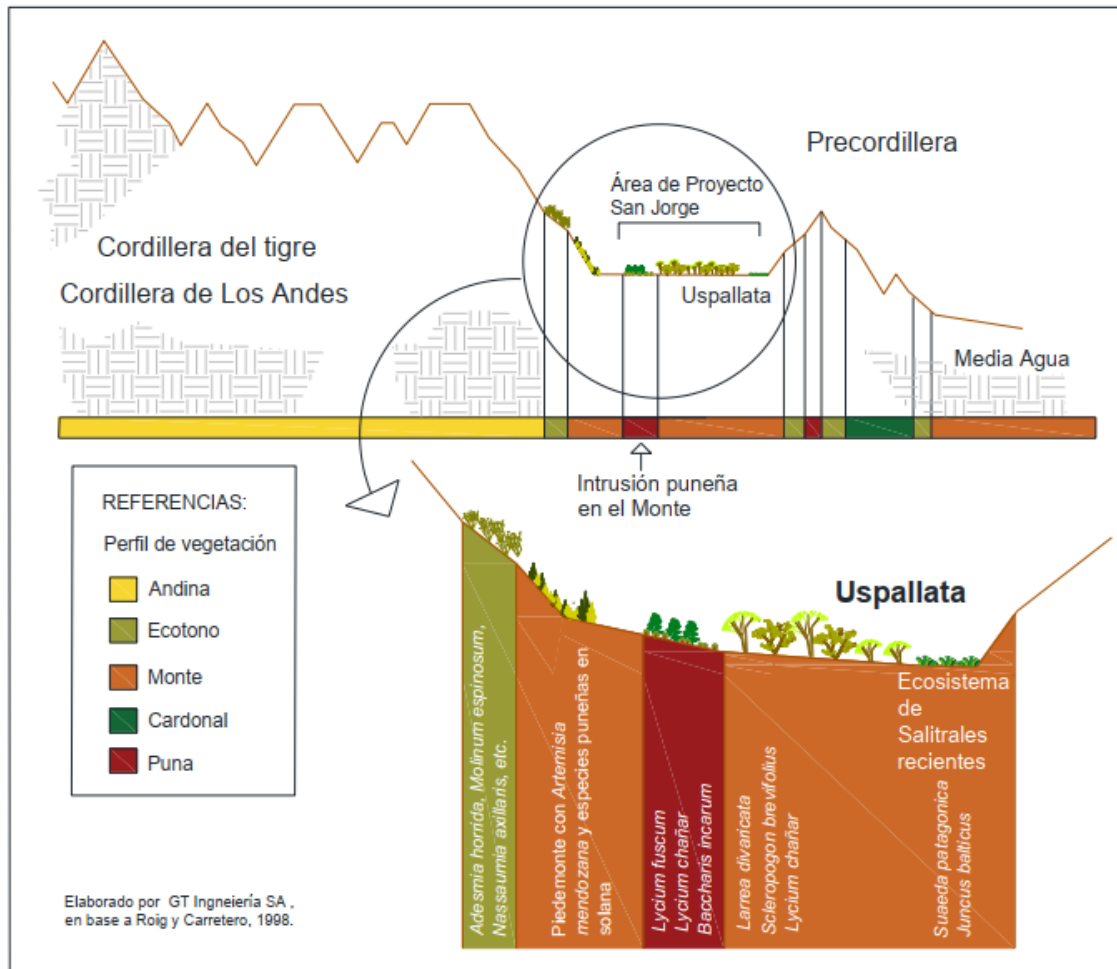
Asimismo, la formación de la ciénaga de Yalguaraz se caracteriza por salinas y predominio de sedimentos salinos "salitrales". El suelo se caracteriza por ser salino, a partir de la desecación de lagunas de agua dulce provenientes de las napas freáticas poco profundas. El subtipo de suelo es Torriortente típico y posee una pendiente de 7°.

En las depresiones salinas, coloniza un homogéneo pasto duro, halófilo de *Distichlis spicata* de entre 5 y 10 cm. de altura con una cobertura de 60%. Fisonómicamente, rodeando el salar reciente, se encuentra un estrato arbustivo integrado por *Larrea divaricata*, *Lycium chañar*, *Scleropogon brevifolius* y *Ephedra* sp.

Se observan indicios de actividad ganadera, por la presencia de huellas y heces, especialmente en los bordes de los salitrales, recientemente formados.

Dentro de este ecosistema y asociado a una surgente, se puede observar un ambiente reducido- de no más de 2 Km², donde aflora el agua que contrasta con el entorno arbustivo seco, 2.180 m.s.n.m., a un kilómetro y medio al sur del límite con la provincia de San Juan. Alrededor de la vertiente hallamos *Juncus balticus*, *Stipa malalhuensis* y, dentro del agua, algas verdes y otras acuáticas. La vegetación hidrófila presenta una cobertura de casi el 100% en una pendiente de 7°. El suelo está saturado y pertenece al subtipo Torriortentes ácuicos.

Figura 7.12. Ecosistema del área del PSJ



Fuente: GT Ingeniería, 2022

En la siguiente figura se presenta un análisis satelital realizado para el día 9 de diciembre de 2022 a fin de identificar las unidades ecológicas presentes en la Ciénaga Yalguaraz.

Figura 7.13. Unidades de cobertura para Laguna Yalguaráz. Diciembre 2022



Fuente: Landviewer, 2022

A continuación, se presenta el modelo conceptual de la ciénaga Yalguaraz:

Un aspecto importante a considerar es que las condiciones ambientales que dominan los sistemas hídricos ubicados en ambientes salinos, como lo es la ciénaga Yalguaraz, estas son consideradas como extremas para el desarrollo de los organismos, debido a que presentan una elevada variabilidad - espacial y temporal. A pesar de que los organismos que habitan estos sistemas presentan frecuentemente rangos de tolerancia ambiental amplios, estos son significativamente menores que la variabilidad natural, lo cual se traduce en una distribución en parches y un permanente recambio estacional de las especies. Desde un punto de vista ecológico, los ecosistemas acuáticos que se encuentran en salinas tienen una elevada riqueza de especies, en respuesta a la heterogeneidad espacial. Sin embargo, la estructura de los ecosistemas cambia frecuentemente en función de las variaciones temporales del ambiente físico. La estrecha relación que se genera entre las comunidades biológicas y el medio físico, determinan la existencia de dinámicas únicas en cada ecosistema.

El modelo conceptual empleado para el análisis de la vegetación indica que el factor principal que controla la ecología de la ciénaga Yalguaráz tiene que ver precisamente con el régimen hidrológico del lugar, el cual está determinado por la duración, flujo, cantidad y frecuencia de agua.

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

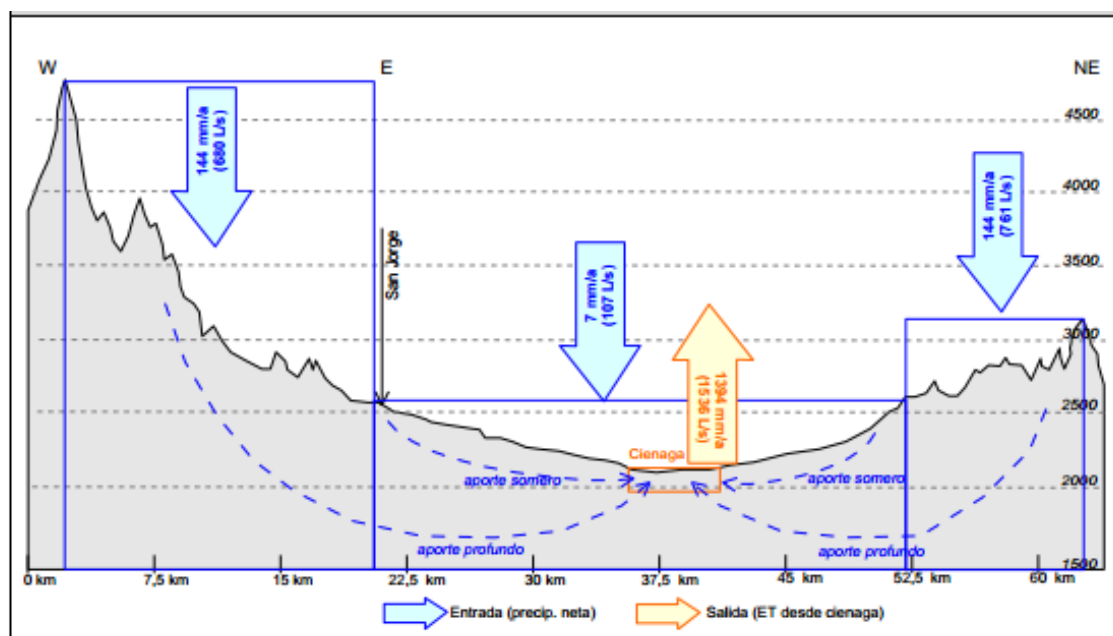
Se considera que un sitio tiene una hidrología de humedal cuando permanece húmedo lo suficiente como para generar suelos que pueden mantener una vegetación hidrolítica. Es decir, permite la presencia de plantas adaptadas a ambientes inundados (NOAA & EPA, 2003).

En el mismo sentido, Zhuang et al (2005) sostiene que en regiones áridas y semi-áridas el agua es el factor más limitante para el asentamiento y crecimiento de las plantas, su fisiología, entre otros. También se señala que entender la respuesta de las plantas es fundamental para el manejo efectivo de ecosistemas bajo condiciones de cambio climático y creciente actividad antropogénica.

Por otro lado, Naumburg et al (2005) señala que en los lugares donde hay aguas subterráneas someras mantienen una densidad mayor de vegetación que en áreas con niveles freáticos más profundos, aportando aguas adicionales para el crecimiento y transpiración de las plantas. Remarca que, si bien es ampliamente reconocido que un aumento en la profundidad del agua subterránea puede ser perjudicial para la vegetación, no lo es tanto el hecho de que un aumento del nivel freático también puede ser perjudicial.

Sin embargo, la extrema aridez del clima y la alta permeabilidad de los materiales provocan que los cursos fluviales se insuman rápidamente en abanicos aluviales por infiltración, sin llegar hasta el salar en cuestión. En ese sentido, los cursos de las cuencas ubicadas al oeste de la Ciénaga se insumen en el abanico aluvial Oeste y los cursos de las cuencas este, se insume en el abanico aluvial Este. El movimiento del agua dulce proveniente del sistema fluvial se produce de manera subsuperficial. Una vez que el agua dulce se encuentra con la salmuera, es decir el agua subterránea que se encuentra por debajo de la salina -cuya concentración salina y densidad son considerablemente mayores- se produce el afloramiento de la misma permitiendo la formación de la ciénaga Yalguaraz, que técnica es un sistema humedal.

Figura 7.14. Perfil transversal hidrológico. Condiciones de línea de base: Cuenca Yalguaraz



Fuente: GT Ingeniería, 2022

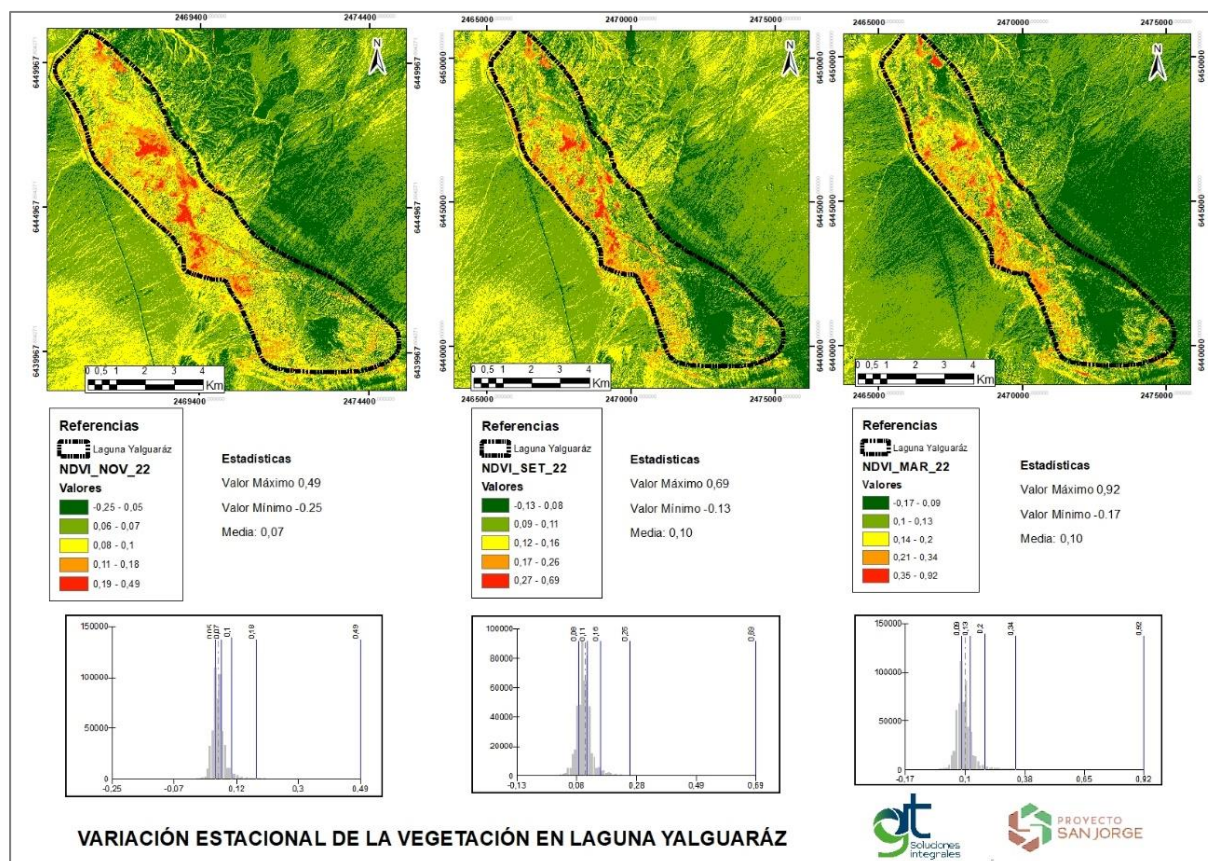
La ciénaga Yalguaráz se desarrolla debido al agua que se mueve de manera subsuperficial en los materiales de los abanicos aluviales Este y Oeste y que al enfrentarse con el agua salina que satura el relleno de la depresión de la salina, aflora en superficie y genera una condición permanentemente saturada en el suelo. La extensión de estos afloramientos de agua subsuperficial y también subterránea le imprimen sus características al humedal. De esta manera las variaciones en la alimentación de las cuencas Este y Oeste, a partir de las precipitaciones, son las que condicionan las características estacionales del humedal.

7.3.2. Análisis de la variación temporal y estacional de la relación agua-vegetación de la ciénaga Yalguaráz

A fin de determinar las variaciones estacionales del humedal, en primera instancia fue necesario, delimitar la ciénaga, a partir de imágenes satelitales Sentinel 2B, para los meses de marzo, setiembre y noviembre, los datos y puntos de control de GPS tomados en campo y un programa SIG, se elaboró el índice NDVI para los meses seleccionados, ya que estos representan la temporada húmeda y seca del año.

En las siguientes figuras se presentan los mapas de los indicadores seleccionados.

Figura 7.15. Índice NDVI para la Ciénaga para los meses marzo, septiembre y noviembre



Fuente: Gt Ingeniería, 2022

Los valores de NDVI indican que el estado de la vegetación con una buena cobertura (mayor valor de NDVI) es el que corresponde a la clase 1 (rojo) y se relaciona a los humedales, los que se encuentran vinculados a los sectores con mayores valores de NDWI. Asimismo, al comparar los valores de NDVI, obtenidos para marzo y noviembre, nuevamente se denota la variación del indicador, siendo mayor en marzo y menor en noviembre, esta situación está asociada al periodo de latencia en la que ingresan las plantas durante los meses de estiaje, por lo que la reflectancia es menor.

Estacionalmente los requerimientos hídricos de la vegetación cambian significativamente, debido a que las bajas temperaturas que se registran en invierno inducen que la vegetación entre en un estado de latencia, reduciendo su nivel de actividad biológica. En términos generales es posible señalar que para fijar carbono las plantas deben absorber una cantidad similar de agua, por ende, una reducción en la disponibilidad de agua necesariamente se traduce en una reducción de la actividad fotosintética.

Para caracterizar los humedales se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Salinidad

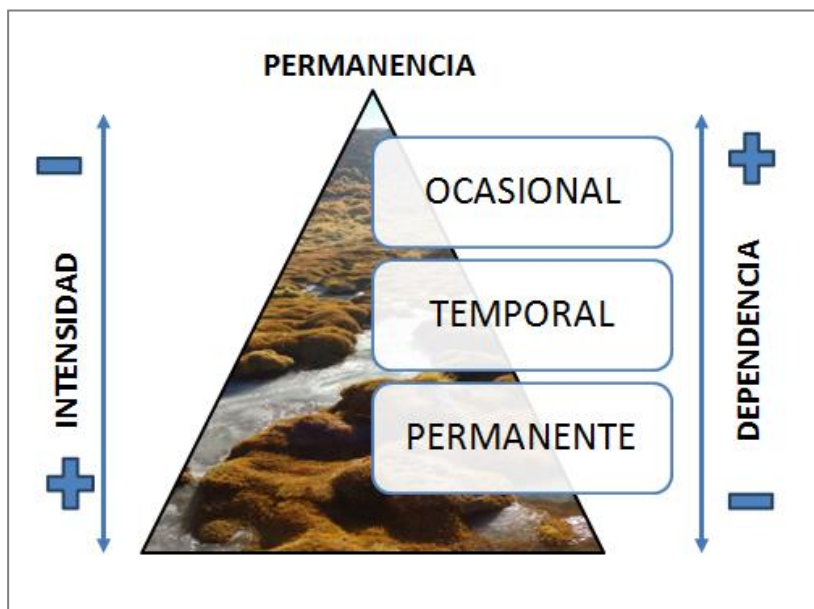
Los humedales se caracterizan por presentar un suministro más o menos constante de agua que condiciona el establecimiento de la vegetación y sus diferentes unidades.

Existen dos variables que están relacionadas con el aporte hídrico de las napas:

- Presencia de afloramientos salinos
- Especies vegetales presentes

En la siguiente figura, se ilustra la relación de la vegetación de los humedales con respecto a la presencia y permanencia de los afloramientos salinos.

Figura 7.16. Ilustración del funcionamiento de los humedales.



Fuente: Gt Ingeniería, 2022

La cobertura salina, se relaciona directamente al índice de aridez, lo que quiere decir que a medida que disminuye el aporte hídrico; la evapotranspiración del agua arrastra sales que van quedando en la superficie y que se visualizan como las costras salinas. Esto puede ser visto como un indicador para identificar la mayor o menor aridez y para determinar la dependencia de la vegetación de los humedales al aporte hídrico (SAG, 2010).

Como se observa en la anterior figura en el caso de que la permanencia de sales en superficie sea ocasional, es decir que sea atípico para el lugar y época del año, y la intensidad, la cual está representada por la superficie cubierta por costras salinas sea baja, la vegetación encontrada en el humedal presenta una alta dependencia al aporte hídrico subterráneo. Por el contrario, si es que los afloramientos salinos tienen una alta intensidad y permanecen constantemente en el humedal durante todo el año, la dependencia de la vegetación al aporte subterráneo es baja. De la misma manera también se puede decir que mientras mayor sea la diferencia de porcentaje de sales en superficie (intensidad), entre la estación seca y la estación húmeda, la vegetación es menos dependiente del suministro hídrico de la napa.

La vegetación de humedal está en estrecha relación al recurso hídrico disponible, captando aguas desde el espesor saturado (bajo el nivel freático) o directamente desde el escurrimiento superficial o subsuperficial, desde la atmósfera o desde un suelo con humedad baja dando como resultado franjas con condiciones apropiadas para los distintos tipos de vegetación. De acuerdo a esta misma fuente (SAG, 2006), la dinámica del espesor de estas franjas, hipotéticamente, está en estrecha relación con el nivel freático: a menor profundidad del nivel freático, mayor el espesor de las franjas de distintos tipos de vegetación. Por lo tanto, la reducción del nivel freático por efectos de la extracción subterránea ejerce un efecto directo sobre la extensión vegetacional de las vegas, disminuyendo el espesor de las franjas. Señala además que, una disminución natural en la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales comprime los ecosistemas para expandirse posteriormente cuando éstos aumentan. El efecto sinérgico que se genera entre eventos de tipo natural y el aprovechamiento de aguas subterráneas, puede llevar a los humedales a un nuevo estado funcional, probablemente asociado con una reducción en la producción biológica de los sistemas, producto de cambios en la composición de

especies. Por su parte, se debe considerar que estacionalmente los requerimientos hídricos de la vegetación cambian significativamente, debido a que las bajas temperaturas que se registran en invierno, inducen que la vegetación entre en un estado de latencia, reduciendo su nivel de actividad biológica.

Según el SAG (2012), las perturbaciones exógenas, como los eventos climatológicos estocásticos, serían las principales fuerzas reguladoras de los humedales presentes en los salares a gran escala. Las interacciones biológicas ("factores endógenos"), regularían la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos durante periodos breves de tiempo. Este mecanismo resultaría en una baja capacidad de respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones, en términos de la estabilidad temporal de la composición de especies. Una disminución natural en la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales provocará una compresión de los ecosistemas (superficie y estructura), para expandirse posteriormente cuando éstos aumenten. El efecto sinérgico que se genera entre eventos de tipo natural y el aprovechamiento de aguas subterráneas, puede llevar a los humedales a un nuevo estado funcional, probablemente asociado con una reducción en la producción biológica de los sistemas, lo que conlleva cambios en la composición de especies, efecto que puede ser amortiguado por la redundancia presente en sus estructuras internas.

Frente a este escenario se planteó evaluar la existencia de la variabilidad interanual del humedal ciénaga Yalguaraz

Es necesario destacar que los humedales son sistemas muy dependientes de los niveles freáticos y aportes de precipitaciones, que funcionan dentro de un nivel de equilibrio relativo, el cual se refleja en el hecho de que en años lluviosos el sistema se recupera para luego mantener los niveles basales y óptimos de funcionamiento en aquellos años con índices de aridez extrema, debido a la existencia de mecanismos de regulación interna, es decir, una capacidad de resiliencia que permite mantener el sistema activo (parámetros físico-químicos y formas vivientes), pese a condiciones extremas de aridez que se presentan cada cierto número de años.

Según Ortega (2012), una herramienta de seguimiento de humedales es la determinación de cambios históricos a través de teledetección, específicamente NDVI. En este sentido se planteó el análisis temporal de los humedales, la selección de años a comparar se realizó teniendo en cuenta los valores de las precipitaciones anuales marcando años más húmedos o años más secos, por otra parte, se tuvo en cuenta el valor del Índice MEI.

7.3.2.1. Índice MEI

A continuación, se presentan los datos del índice MEI obtenidos de la plataforma del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), para los cuales se obtuvo el promedio anual.

Tabla 7.11:. Índice MEI periodo (1979-2022)

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
1979	0,5	0,3	-0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,1	0,4	0,4	0,2	0,5	0,7	0,27
1980	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,1	0	-0,1	0,32
1981	-0,3	-0,2	0,3	0,4	-0,3	-0,6	-0,5	-0,3	0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,17
1982	-0,4	-0,5	-0,3	-0,3	0	0,8	1,8	2	1,8	1,9	2,3	2,5	0,97
1983	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2	0,8	-0,1	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	1,23
1984	-0,5	-0,5	-0,1	0,1	-0,5	-0,7	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,6	-0,3	-0,31
1985	-0,2	-0,6	-0,6	-0,8	-1,2	-0,6	0	-0,4	-0,4	0	0	-0,3	-0,43
1986	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,2	0,1	0,6	1,1	1,3	0,6	0,7	1,1	0,31
1987	1	1,1	1,5	1,7	1,9	2	1,9	1,5	1,2	1,1	0,9	0,8	1,38
1988	0,6	0,3	0,2	0	-0,4	-1,2	-1,8	-1,8	-1,8	-1,5	-1,6	-1,5	-0,88
1989	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1	-1	-1	-1,1	-0,7	-0,6	-0,6	-0,3	0	-0,82
1990	0,1	0,4	0,6	0,2	0	0	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,1	0,3	0,18
1991	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,9	0,9	0,4	0,6	1,1	1,2	1,3	0,63
1992	1,7	1,6	1,7	2	1,7	1,6	0,8	0,1	0,5	0,8	0,7	0,8	1,17
1993	0,8	0,9	0,8	1	1,5	1,5	0,9	0,6	0,6	1	0,7	0,3	0,88
1994	0	-0,2	-0,2	0	0	0,3	0,9	0,8	1,1	1,5	1	0,9	0,51
1995	0,8	0,5	0,1	0,2	0,2	0	-0,2	-0,6	-0,9	-0,6	-0,7	-0,8	-0,17
1996	-0,8	-0,8	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9	-0,8	-0,6	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,61
1997	-0,7	-0,7	-0,3	0,2	0,7	2,3	2,1	2,2	2,2	2	2,1	2	1,18
1998	2,2	2,4	2,3	2,5	2,3	0,4	-1,4	-1,7	-1,3	-1,2	-1,3	-1,2	0,33
1999	-1,3	-1,2	-1,1	-1,2	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1	-1,2	-1,3	-1,3	-1,4	-1,25
2000	-1,3	-1,3	-1,4	-0,9	-1	-1,1	-0,6	-0,1	-0,4	-0,6	-0,9	-0,8	-0,87
2001	-0,8	-0,9	-0,8	-0,6	-0,6	-0,7	0	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	0	-0,39

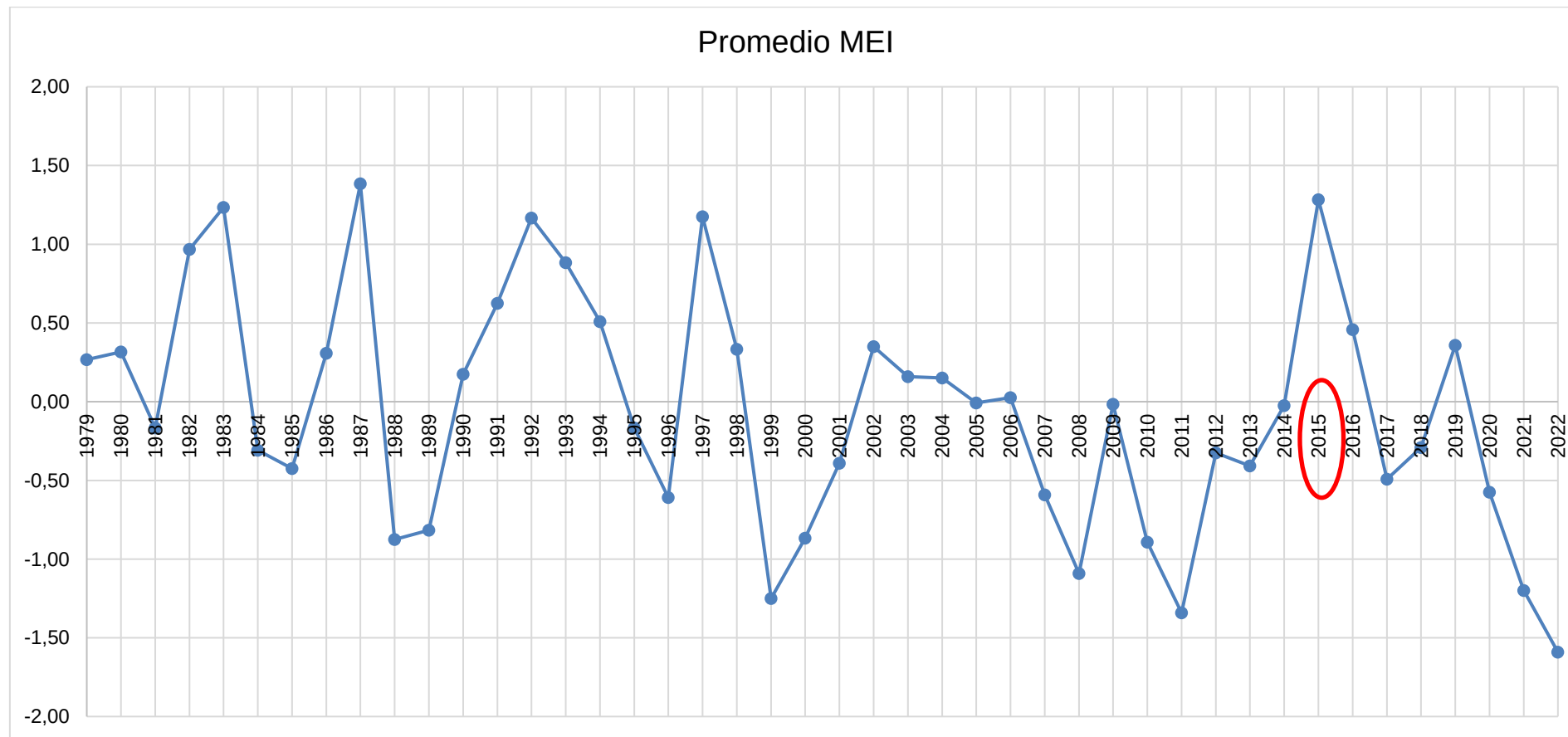
IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
2002	0,1	-0,3	-0,2	-0,4	-0,1	0,4	0,4	1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,35
2003	0,8	0,6	0,5	-0,1	-0,6	-0,1	0	0	0,1	0,3	0,3	0,1	0,16
2004	0,2	0	-0,4	-0,2	-0,4	-0,3	0,4	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5	0,15
2005	0,1	0,6	0,8	0,1	0,2	0,2	0	0	0	-0,7	-0,7	-0,7	-0,01
2006	-0,7	-0,5	-0,6	-0,8	-0,4	-0,2	0,1	0,6	0,6	0,7	0,9	0,6	0,03
2007	0,6	0,4	-0,2	-0,4	-0,4	-0,9	-0,8	-0,9	-1,1	-1,1	-1,1	-1,2	-0,59
2008	-1,1	-1,3	-1,5	-1,1	-1	-0,9	-0,9	-1,1	-1,1	-1,1	-1	-1	-1,09
2009	-1	-0,8	-0,9	-0,8	-0,7	-0,1	0,5	0,5	0,4	0,6	1,1	1	-0,02
2010	0,9	1,3	1,3	0,5	-0,2	-1,3	-2,4	-2,4	-2,3	-2,2	-2	-1,9	-0,89
2011	-1,8	-1,6	-1,8	-1,7	-1,3	-1,1	-0,9	-0,9	-1,2	-1,4	-1,2	-1,2	-1,34
2012	-1,1	-0,7	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	0,3	-0,1	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,33
2013	0	-0,1	-0,1	-0,4	-0,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,41
2014	-0,5	-0,4	-0,1	-0,2	-0,2	0	0,3	0,2	-0,1	0,1	0,3	0,3	-0,03
2015	0,2	0,1	0,1	0,4	1	1,9	1,7	1,9	2,2	2,1	1,9	1,9	1,28
2016	1,9	1,8	1,3	1,3	1,3	0,4	-0,5	-0,3	-0,3	-0,6	-0,5	-0,3	0,46
2017	-0,4	-0,4	-0,6	-0,2	0,2	-0,3	-0,7	-0,8	-0,8	-0,6	-0,6	-0,7	-0,49
2018	-0,8	-0,7	-0,8	-1,3	-0,9	-0,5	-0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	-0,29
2019	0,1	0,5	0,8	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,36
2020	0,3	0,3	0,2	-0,1	-0,2	-0,7	-1	-1	-1,2	-1,2	-1,1	-1,2	-0,58
2021	-1,2	-0,9	-0,8	-1	-1,1	-1,1	-1,5	-1,3	-1,4	-1,5	-1,4	-1,2	-1,20
2022	-1	-1	-1,3	-1,6	-1,7	-1,9	-2,2	-1,8	-1,8	-1,7	-1,5		-1,59

Fuente: GT Ingeniería, 2022

En la siguiente figura se representa la variación del promedio anual de los valores del índice MEI, remarcando con un círculo rojo, aquellos años en los cuales se realizó el análisis de la variación temporal mediante imágenes satelitales.

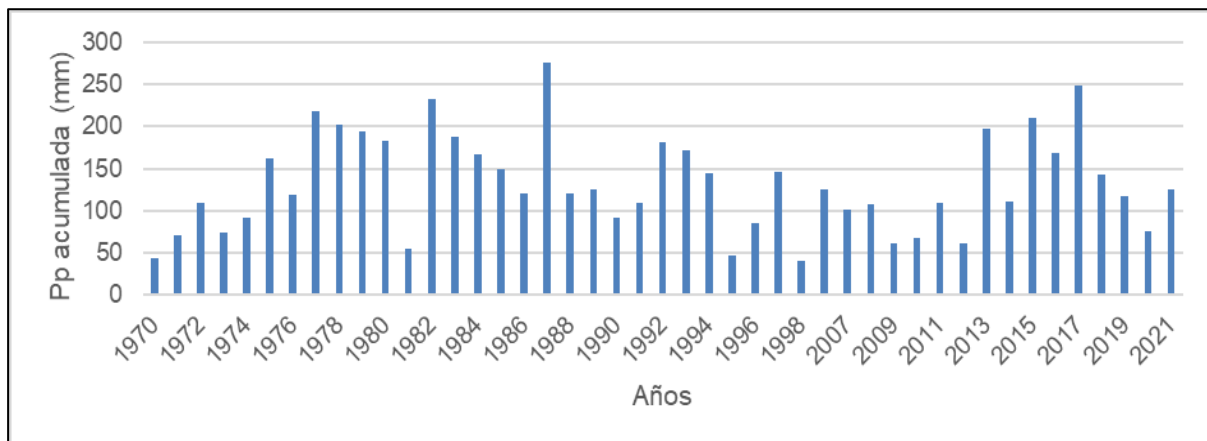
Figura 7.17. Variación del promedio anual de los valores del índice MEI



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Al comparar los valores del índice MEI con los valores de precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Uspallata, se obtiene que existe una relación entre ambos parámetros. Como se observa los años 1977, 1978, 1982, 1987, 2015 y 2017, han sido los más lluviosos, y en contraposición los secos 1970, 1995, 1998 y 2009.

Figura 7.18. Precipitación acumulada desde el año 1970 al 2021



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Los datos más recientes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) -un organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas- revelan que es probable que el fenómeno de La Niña que se está viviendo actualmente persista por lo menos hasta fin de año. De ese modo, se convertiría en el primer "episodio triple" de La Niña de este siglo, al presentarse por tercera vez consecutiva en la temporada primavera/verano del hemisferio sur, un hecho excepcional que hasta el momento solo ocurrió en 2 ocasiones desde 1950.

La Niña es un fenómeno que produce un enfriamiento a gran escala de las aguas superficiales de las partes central y oriental del Pacífico ecuatorial, además de otros cambios en la circulación atmosférica tropical en los vientos, la presión y las precipitaciones, según la OMM.

Por lo general, tiene efectos en el tiempo y el clima opuestos a los de El Niño, que constituye la fase cálida del fenómeno denominado El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

El fenómeno tiene una periodicidad irregular, usualmente ocurre cada 2 a 7 años, y se declara la fase El Niño/La Niña cuando las temperaturas del mar en el Pacífico oriental tropical aumentan/disminuyen 0,5°C por encima/por debajo del promedio durante varios meses consecutivos (5 trimestres).

Los efectos sobre nuestro país son diversos y varían dependiendo de la fase, la región y la época del año. En particular, durante la primavera y el verano en zonas áridas y semiaridas tiende a registrar lluvias superiores a las normales durante la fase El Niño. En cambio, durante la fase La Niña la misma zona tiende a registrar precipitaciones por debajo de lo normal, según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

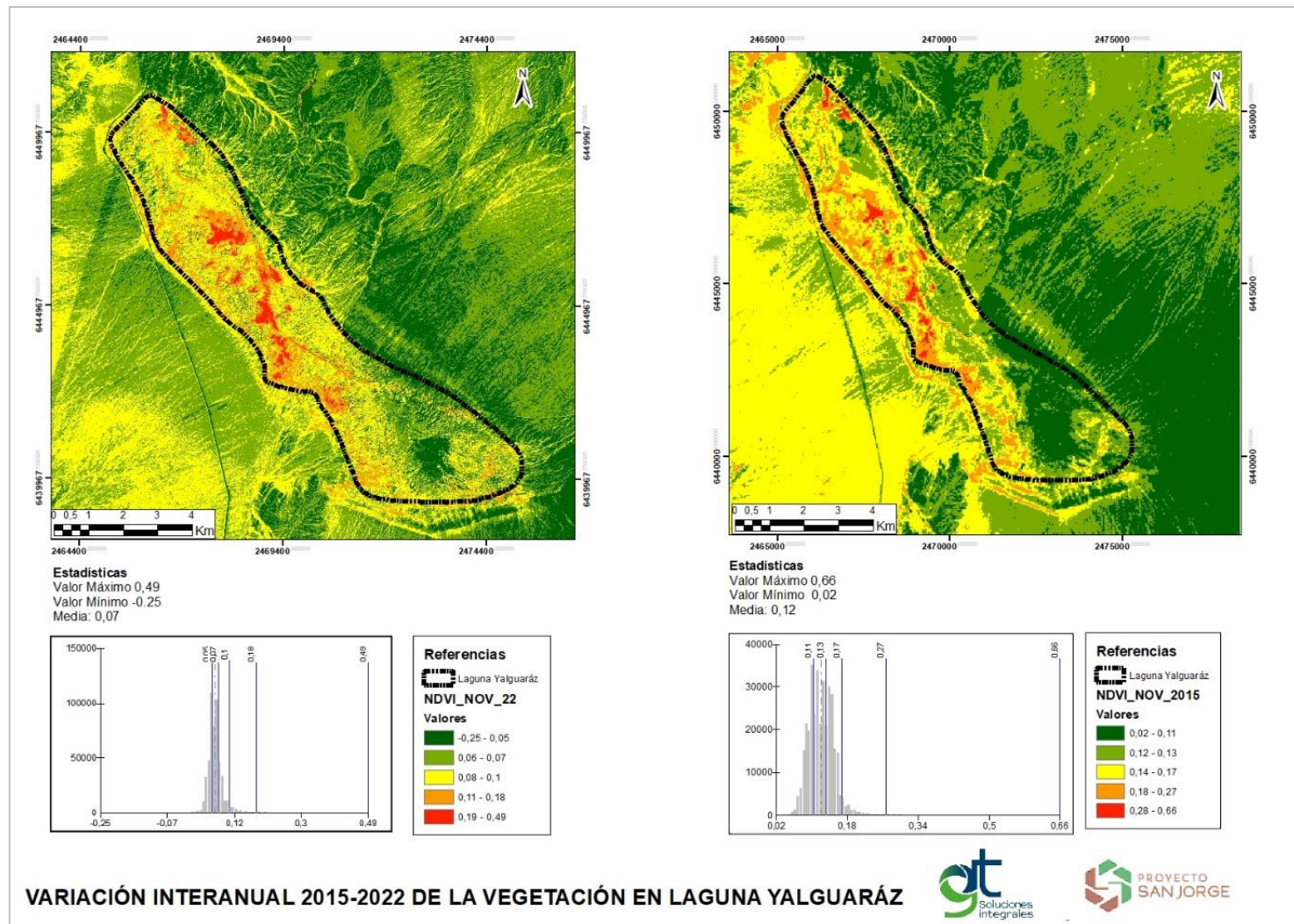
Sin embargo, todos los fenómenos climáticos de origen natural se producen ahora en el contexto del cambio climático, que provoca un aumento de las temperaturas mundiales, exacerba los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, y altera la configuración de las temperaturas y las precipitaciones estacionales.

En este contexto se realizó la evaluación de los valores de NDVI para la Ciénaga Yalguaraz, para noviembre 2015 (año más húmedo) y noviembre 2022 (año con tendencia a ser mas seco)

Como se observa en el año más húmedo los valores medios y extremos de NDVI son mayores a los del año más seco, esto se debe a los factores forzantes que regulan el comportamiento de los humedales:

- Caudal vertiente
- Nivel freático
- Condiciones climáticas

Figura 7.19. Variación interanual 2015-2022 de la vegetación en ciénaga Yalguaráz



Fuente: GT Ingeniería, 2022

7.3.3. Caudal ecológico de la ciénaga Yalguaráz

A fin de estimar los requerimientos hídricos de la vegetación es que se elaboró un modelo de Aproximación a un caudal ecológico a partir de la metodología propuesta por Carrasco Sánchez (2014), para lo cual, se tuvo en cuenta parámetros como la evapotranspiración, fundamental para el cálculo del balance hídrico en la ciénaga, y de suma importancia para la determinación del caudal ecológico, porque representa y considera la cantidad de agua que retorna a la atmósfera o la salida de agua que realiza la vegetación y el suelo presente en el área estudiada.

La ciénaga cubre una superficie aproximada de 34,7 km². Debido a la poca profundidad del nivel freático y la surgencia de aguas subterráneas en el sector, se genera una tasa de evapotranspiración alta. Según los registros históricos y cálculos teóricos (Ivanov y Blaney-Criddle), se estima una tasa promedio de 1.394 mm/año, siendo equivalente a 1.536 l/s. Es decir, en condiciones naturales, todas las aguas generadas en la cuenca Yalguaráz (1.444 l/s+1 07 l/s = 1.548 l/s) se evapotranspiran a través de la ciénaga (1.536 l/s) (error balance: <1%).

El valor de evapotranspiración es el equivalente al Requerimiento Hídrico de la Vegetación, entendiéndose este como el caudal necesario para mantener el estado o condiciones iniciales de las plantas, conjunto al sistema edáfico y toda la biodiversidad y procesos vitales que genera y depende del recurso vital.

Al transformar el valor de requerimiento hídrico de la Vegetación y del complejo suelo a unidades de metros cúbicos por segundo (m³/s) se obtiene el valor de *Caudal Ecológico*. Este valor representa la mínima cantidad de agua que debe existir en los cursos si existiese en el lugar alguna actividad antrópica que hiciese uso del recurso agua y lo obtuviese directamente del cauce.

El caudal ecológico para la ciénaga Yalguaráz es de 0,153 m³/seg, el cual se asemeja a los rangos obtenidos para el caudal ecológico calculado en el arroyo El Tigre mediante la metodología IFIM. Por otra parte, el valor de CE (caudal ecológico) obtenido para la ciénaga es mucho menor al de la Cuenca El Tigre, lo cual, es correcto dadas las diferencias de superficie que Evapotranspira, como así también de la cobertura vegetal presente en la ciénaga Yalguaráz y en la cuenca del arroyo El Tigre

Por otra parte, se aclara que el presente modelo preliminar de caudal ecológico y caudal disponible se establece bajo los siguientes supuestos:

- Precipitación uniforme en la cuenca de aporte a la ciénaga
- Los valores de precipitación empleados en el cálculo de caudal ecológico son los disponibles para la estación Usapllara, no se consideraron los datos obtenidos del sensor TRMM, ya que se pretende plantear el requerimiento hídrico de la vegetación en un escenario con menor precipitación, que representa la mínima condición hídrica.
- No se considera los aportes de precipitaciones sólidas
- Una cobertura vegetal del 100%
- No incluye la variación del requerimiento mensual de la vegetación.

7.3.4. Relación agua- y ciénaga Yalguaraz

Tal como se ha presentado en los ítems anteriores, el aporte hídrico a la ciénaga es fundamental para su dinámica ecológica. En este sentido conocer el valor de caudal ecológico para la ciénaga es fundamental tanto para el sistema ecológico estudiado como para el proyecto.

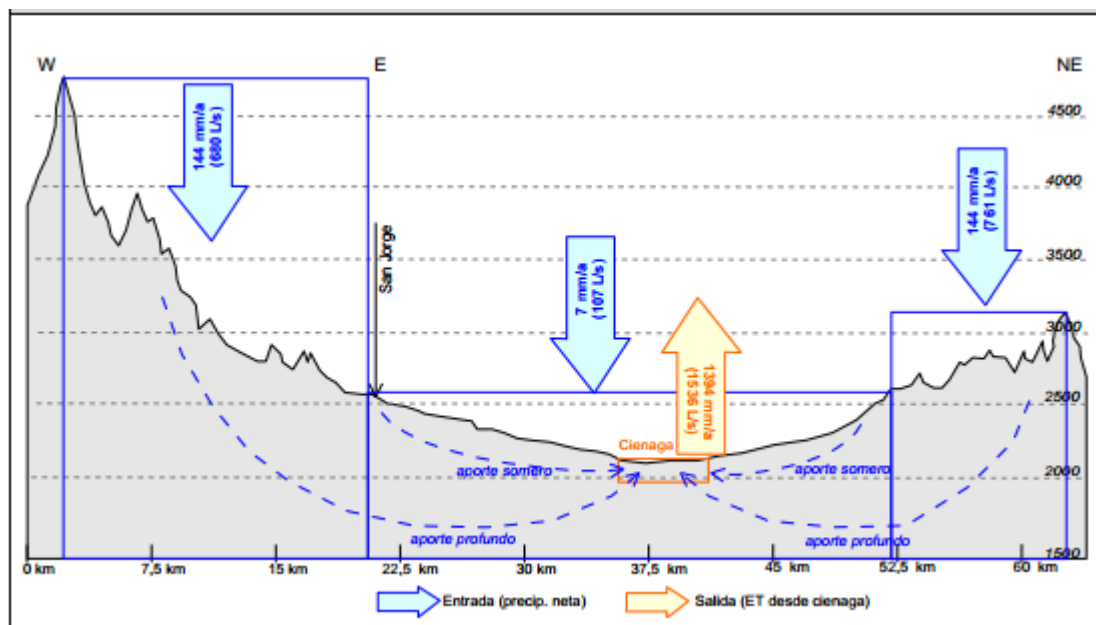
Por otra parte, el balance hídrico de la ciénaga constituye una herramienta básica para estimar la disponibilidad de agua y sus componentes permiten evaluar los elementos relevantes que rigen el sistema hidráulico de la cuenca.

El cálculo del balance hídrico consiste en cuantificar y sumar los flujos de entrada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos. Este cálculo incorpora una considerable cantidad de información estadística y geográfica de la cuenca en estudio, elevación de la superficie; alturas de precipitación; temperatura; tasas de evaporación; tipo, uso y cobertura vegetal del suelo; traza urbana; densidad de población; abastecimiento de agua potable; caudales para los diversos usos del agua; uso consuntivo; tratamiento y reuso; así como la eficiencia en los sistemas de distribución y tratamiento. Además, algunas de las

componentes del balance hídrico no se miden, sino que se estiman, las asociadas a los procesos hidrológicos (lluvia, evapotranspiración, escurrimiento e infiltración), la elección y aplicación de los algoritmos para determinar los volúmenes de agua están sujetas al tipo de datos disponible (Reyes, 2013)

La precipitación es la fuente principal de aguas en las cuencas intermontanas de Yalguaráz y Uspallata. Dependiendo de la altura topográfica, la precipitación se presenta como líquida (lluvia) o sólida (nieve). En tanto, las pérdidas se producen a través de la sublimación, la evapotranspiración, la escorrentía, la infiltración y la salida de aguas subterráneas. Siendo Yalguaráz y Barreal de la Lomada cuencas arreicas (es decir: sin caudal superficial continuo hacia el punto de descarga), se agrupa la tasa de escorrentía e infiltración en “precipitación neta”.

Figura 7.20. Perfil transversal hidrológico. Condiciones de línea de base: Cuenca Yalguaraz



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Sector Yalguaráz Cordillera (>2.600 msnm): Durante la época de los deshielos, este sector de 315,7 km² aporta una escorrentía de 1.441 L/s. El coeficiente de escorrentía de 4.6 l/s/km es similar a lo registrado en el arroyo El Tigre. Según la Ecuación 1, el caudal de aporte se obtiene descontando la sublimación (3.063 l/s) de la precipitación total sobre la Cordillera (4.505 l/s). La escorrentía aportada por el lado occidental de la cuenca (es decir, al oeste de la ciénaga) es del orden de 680 L/s.

Sector Ciénaga de Yalguaraz: La ciénaga cubre una superficie aproximada de 34,7 km². Debido a la poca profundidad del nivel freático y la surgencia de aguas subterráneas en el sector, se genera una tasa de evapotranspiración alta. Según los registros históricos y cálculos teóricos (Ivanov y Blaney-Criddle), se estima una tasa promedio de 1.394 mm/año, siendo equivalente a 1.536 l/s. Es decir, en condiciones naturales, todas las aguas generadas en la cuenca Yalguaráz (1.444 l/s + 107 L/s = 1.548 l/s) se evapotranspiran a través de la ciénaga (1.536 l/s) (error balance: <1%).

Según el estudio realizado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se identifica la Provincia de Mendoza como un sector afectado por el cambio climático. El mapa de riesgo (SIMARCC) califica de baja riesgo el sector norte de la División Mendoza – Las Heras, con un cambio de -10 a -18 mm/año en las precipitaciones medias anuales hasta 2030. Es decir, equivale a una reducción en la precipitación media anual de 4 a 7%, dependiendo de la cota topográfica (cordillera versus llanura).

7.4. Indicadores de monitoreo y seguimiento de la calidad ambiental del arroyo El Tigre y de la ciénaga Yalguaraz

Un sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica organizados en función de un objetivo. La interacción entre los componentes puede ser física, económica, cultural, social o ambiental. El análisis de sistemas tiene por objeto permitir al analista modificar las características del sistema, en forma tal que la salida del sistema alcance el valor óptimo. La simulación del sistema permite abordar de un modo racional el problema y decidir entre una gama de posibles opciones de gestión.

Las cuencas constituyen un sistema complejo, debido a que contienen una variedad de componentes, niveles jerárquicos, alta intensidad de interconexiones y no linealidades. Es un sistema dinámico, interrelacionado, gobernado por procesos de retroalimentación, autoorganizado, adaptativo y contraintuitivo.

Es por ello que se incorpora el concepto de enfoque sistémico para el análisis de la cuenca El Tigre y Ciénaga Yalguaraz, en donde se estudia y actúa sobre la cuenca teniendo en cuenta todas sus partes y proponiendo herramientas y acciones para optimizar el sistema. En este enfoque se considera el papel particular de cada uno de los elementos constitutivos del sistema (agua, suelo, clima vegetación, fauna, hombre, nevados), tanto como la interacción entre éstos como un todo, pues así se podrá conocer la dinámica real y generar cambios que afecten su desempeño.

El concepto de gestión integrada de cuencas la define como el proceso que tiene como objetivo “manejar todos los recursos naturales (agua, suelos, bosques, fauna, flora) así como los construidos, en una cuenca”: Esto implica manejarlos con fines de protección, recuperación, conservación, producción, así como, buscar proteger las capacidades de las cuencas para captar y descargar agua en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia adecuados. La gestión integrada de cuencas tiene como objetivo gestionar todas las intervenciones en la cuenca y los recursos naturales y construidos (desarrollo de la cuenca, gestión integral de cuencas y gestión ambiental integral en cuencas).

En el Informe de Impacto Ambiental y Social correspondiente a la Etapa de Explotación del Proyecto San Jorge, se desarrolla la Línea de Base Ambiental y Social que fue elaborada considerando a la Cuenca Yalguaraz como unidad territorial de análisis, con el objetivo de realizar un diagnóstico de los componentes ambientales y sociales allí representados, en condición de “pre-proyecto”, es decir de modo previo a la ejecución del mismo

Asimismo, el Informe incluye en el Plan de Gestión Ambiental, el Plan de Monitoreo que, para esta obra en particular, presenta objetivos específicos para cada etapa del proyecto.

En base a dicho Informe de Impacto Ambiental y Social y del estudio ecohidrológico desarrollado, se incluye en este apartado los aspectos operativos de un Plan de Monitoreo a modo de control y seguimiento de los recursos ecohidrológicos del área del proyecto. Se espera que este Plan de Monitoreo y Alerta Temprana permita generar la información suficiente para validar el modelo conceptual que explica el funcionamiento del sistema ambiental representado en este estudio y la relación con los efectos atribuible al proyecto. De esta manera, será posible advertir de manera temprana, modificaciones atribuibles a causas antrópicas y aplicar las medidas necesarias para garantizar la sustentabilidad del sistema.

Este monitoreo se centra en aquellos componentes más susceptibles de ser afectados o que presenten una importancia relativa mayor dentro del sistema ambiental, es decir los recursos hídricos y componentes y procesos bióticos relacionados, considerando la cuenca arroyo El tigre y Cienaga Yalguaraz, como unidad de análisis.

Un aspecto importante a considerar en la formulación general del plan de monitoreo, surge de asumir la complejidad multiescalar vinculada al estudio de estos sistemas de humedales: estos ambientes están sujetos a cambios que ocurren a diferentes escalas temporales y espaciales que deben quedar reflejadas a la hora de orientar las decisiones sobre el territorio. SAG (2006) reconoce procesos climatológicos asociados a macroescalas las cuales determinan y fuerzan tanto la dinámica del ecosistema en estudio, como también la dinámica de los ecosistemas que se encuentran en la región. En cambio, las condiciones locales del escurrimiento (velocidad, alturas), controlan los procesos de intercambio entre el agua, los sedimentos y la atmósfera,

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

afectando de esta manera la respuesta de los componentes biológicos. Por otro lado, los agentes que determinan la dinámica espacial de pequeña escala, determinan la variabilidad del ecosistema en escalas de tiempo pequeñas, de horas o incluso minutos.

Es necesario que estos conceptos estén contemplados en el plan de monitoreo, para que de esa manera sea posible validar y ajustar el modelo al que se arribó en el desarrollo de la Línea de base de este Estudio, el cual fue realizado a partir de la información primaria disponible.

El modelo así obtenido, representa la dinámica del sistema Yalguaráz (cuenca El Tigre y Ciénaga Yalguaraz), y permite asumir que el aprovechamiento propuesto no generará impactos significativos sobre los recursos hídricos y componentes bióticos asociados. Asimismo, asumiendo la variabilidad natural (proveniente de fuentes exógenas y endógenas), pretende detectar cambios visibles en este sistema, reconociendo aquellos que sean potencialmente generados por el proyecto de los que ocurrirían aun en ausencia de la obra.

En este sentido, es dable resaltar que este monitoreo tendría como externalidad positiva, el mayor conocimiento del sistema ecohidrológico ante la necesidad de utilización por parte de otros usuarios y la posibilidad de generar información valiosa acerca del funcionamiento y dinámica de los humedales, herramienta fundamental para la gestión de conservación.

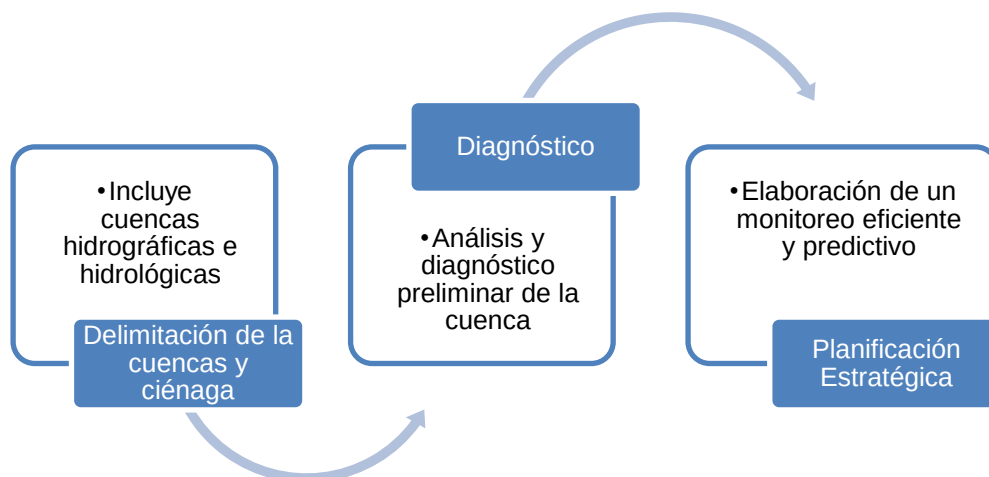
Los objetivos del Plan de Monitoreo y Alerta Temprana (MyAT) son los siguientes:

- Proporcionar información para la verificación de los impactos identificados en el Informe de Impacto Ambiental y Social, como así también reconocer de manera temprana nuevas modificaciones de la relación dinámica que se establece entre el proyecto y su entorno.
- Proveer información suficiente para comprender el funcionamiento del sistema ambiental en el cual se inserta el proyecto, para conocer su dinámica y poder actuar tempranamente ante alguna modificación significativa atribuible a la actividad.
- Permitir el control de la magnitud de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil de realizar durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social, dado su carácter predictivo.
- Documentar la respuesta del sistema territorial a las acciones del proyecto o actividad.

7.4.1. Aspectos metodológicos

Según Moreno Alonso (2007) la formulación de un MyAT en cuencas andinas, comprende las siguientes etapas:

Figura 21. Secuencia metodológica del Plan de Monitoreo y Alerta Temprana



Fuente: GT Ingeniería, 2022

7.4.2. Delimitación de la cuenca

Mediante el uso de SIG y modelos se delimita la cuenca hidrológica y sistemas acuíferos del área de estudio.

La delimitación de la cuenca hidrográfica y ciénaga está desarrollada en el Informe de Impacto Ambiental y en el presente documento, restando delimitar los sistemas acuíferos

Diagnóstico de la cuenca

Los objetivos perseguidos en esta instancia son de diagnóstico y/o de pronóstico sobre las relaciones entre las diversas variables involucradas en el modelo.

Se debe realizar un análisis a nivel de cuencas, el mismo tiene como propósito brindar información en cuanto a clima, suelo, volumen y calidad del agua, tipo de vegetación, relieve y geología de la cuenca, así como analizar las interrelaciones entre estas variables. Es importante destacar que el Proyecto San Jorge está elaborando su Línea de Base y abarca el concepto de cuenca hidrográfica en el presente documento.

Se ha generado información con base en investigaciones científicas sobre el territorio que, sumada a la información secundaria generada por institutos especializados, fue sistematizada en un Sistema de Información Geográfica (SIG)³.

En los análisis realizados se utilizaron modelos que permitieron simular la respuesta parcial o global de la cuenca ante eventos naturales o antrópicos.

Es por ello que el presente Plan de Monitoreo y Alerta Temprana, propone continuar con la toma de datos y generación de información continua de la cuenca para luego ajustar y actualizar las simulaciones y modelos ya aplicados.

7.4.3. Planificación estratégica

Una vez iniciado el proyecto San Jorge, este deberá continuar con la generación de información suficiente para validar el modelo conceptual que explica el funcionamiento del sistema ambiental y sobre todo validar los modelos ecohidrológicos en función de los volúmenes de agua que serán empleados en las etapas del proyecto.

A continuación, se presentan las fases que componen la tercera etapa:

- *Monitoreo Hidroclimático*

Es trascendental contar con datos a partir de la instalación de una nueva estación meteorológica, que permitirá determinar el ingreso real de agua al sistema, mientras que con los registros de evaporación se determinarán los egresos.

Por otra parte, sería sumamente importante distribuir pluviómetros totalizadores en sitios estratégicos aguas arriba y abajo de la cuenca (en consonancia con los puntos de medición de caudal), ya que a partir de los datos totales de precipitaciones medias mensuales será posible generar modelos de lluvias y los yetogramas correspondientes.

En cuanto al monitoreo de agua superficial, el registro de los caudales de los cursos de agua, es una condición básica y necesaria para la sustentabilidad de los humedales, dado que su origen corresponde a aguas subterráneas que afloran a la superficie. Estos aportes son relativamente constantes en calidad y cantidad. Cualquier cambio en el caudal de las vertientes puede afectar la estructura y funcionamiento del humedal⁴.

³ Gran parte de los modelos empíricos y/o físicos existentes, adquirieron carácter de distribuidos al implementarse sobre bases de datos georreferenciadas, que, según Polo Gómez, M. J. et al., permiten incorporar en los modelos la variabilidad espacial de los parámetros de cada proceso, y distribuir espacialmente sus resultados (e.g. SWAT, AnnAGNPS, AGWA, etc.).

⁴ Aun cuando existe un rango de variación que puede ser absorbido por la capacidad de resiliencia y resistencia de los sistemas biológicos.

Es deseable obtener mediciones diarias del caudal en los puntos propuestos (estaciones de aforo aguas arriba y debajo de la cuenca) a fin de relacionarlos con los datos de precipitaciones obtenidos, generar la relación lluvia – caudal (hidrograma) y estimar el potencial aporte hídrico superficial de la cuenca al sistema y su disponibilidad para los humedales y el proyecto.

La medición de los caudales puede hacerse a través de metodologías directas como un aforador triangular o Parshall, o bien indirectamente mediante el uso de hidromolinetes y caudalímetros. Asimismo, se espera contar con un medidor automático. Tanto el seguimiento de las secciones del cauce como de las propiedades físicas químicas del agua, son relevantes ya que guardan relación directa con el funcionamiento de los humedales.

A partir de las mediciones del *nivel freático* continuo se determinará con mayor precisión el aporte y recarga del sistema. Relacionando la información obtenida con los ítems anteriores será posible realizar un modelo numérico de flujo de la cuenca, calibrarlo y luego realizar modelaciones predictivas, introduciendo el aprovechamiento como variable y ver la respuesta del sistema. Este modelo se debería actualizar (recalibrar) cada 4 o 5 años con la incorporación de la información generada de los monitoreos.

Finalmente, con los datos obtenidos se realizará una actualización periódica del modelo hidrogeológico.

Toda la información generada en este Monitoreo Hidroclimático permitirá enriquecer el conocimiento que actualmente se tiene de la cuenca como así también ajustar y calibrar los modelos y predecir nuevos escenarios. Esto constituye una herramienta para la gestión de cuencas y manejo del recurso hídrico.

- *Monitoreo de indicadores de calidad ambiental*

La selección de los indicadores debe ser tal que permita monitorear el “estado” de ese componente y trasladar el análisis al estado o condición general del humedal (Ciénaga Yalguaraz) y vegetación de ribera (cuenca El Tigre). Para ello, se debe tener la certeza que el componente (e indicador) elegido representa la condición global del humedal o bien que es lo suficientemente sensible para detectar cambios tempranos.

Los niveles freáticos constituyen un indicador ambiental importante para conocer la condición de *la vegetación hidrófila de bofedales* y vegas. Si se considera que el ascenso capilar del agua no supera en promedio los 50 cm y que la longitud promedio de raíces de la vegetación hidrófila no supera 1 m, es posible plantear como umbral un nivel freático entre 1 a 1.5 m de profundidad: niveles freáticos por debajo de 1.5 m de profundidad, provocan el “colgamiento” de la vegetación hidrófila, desconectando la vegetación de los recursos hídricos subterráneos. Es importante señalar que estos umbrales deben ser calibrados para cada humedal en particular, en función del tipo de vegetación. El modelo actual muestra que la vegetación en la cuenca El Tigre y Ciénaga Yalguaráz depende del agua superficial y subsuperficial, con el seguimiento continuo y la recalibración de este modelo se podrá validar el modelo obtenido en esta instancia inicial de estudio.

El seguimiento de los parámetros edáficos se realizará a partir de las observaciones a campo. En el caso del indicador humedad, mediante un dispositivo de medición directa y en el caso del seguimiento de la variación del Indicador NDWI mediante sensores remotos y SIG e imágenes satelitales. En el caso de la salinidad, se deberá realizar un seguimiento del porcentaje de la superficie cubierta con sales y su variación o permanencia en el año, como indicador de condición del suelo y la vegetación asociada. Al igual que en el parámetro anterior, se puede recurrir al uso de SIG y sensores de percepción remota para la determinación de áreas las cuales serán ajustadas con los puntos de control e información tomada en campo.

El modelo obtenido para la ciénaga muestra una variación estacional e interanual en cuanto a los valores de NDVI. Para analizar cambios históricos de superficie, se proponen como indicadores NDWI y NDVI, obtenidos del procesamiento de imágenes satelitales Landsat, disponibles aproximadamente desde 1985. Es importante señalar que, a una escala de tiempo mayor, es probable que este tipo de humedales se seque, proceso que forma parte de su dinámica natural.

Por otra parte, se debe continuar con los monitoreos de vegetación, mediante el trazado de parcelas rectangulares en donde se tomarán datos de parámetros ecológicos como abundancia, riqueza de especies y cobertura. De esta manera se asocia los datos obtenidos en terreno con la información obtenida del análisis mediante imágenes satelitales y SIG.

La vegetación que se encuentra en la ribera del arroyo El Tigre y la Ciénaga Yalguaraz, es la más sensible a variaciones en la disponibilidad de los recursos hídricos, debido a que por efectos topográficos locales se encuentra en el límite de acceso a estos recursos subterráneos, es por ello que se plantean continuar con el seguimiento de los indicadores:

- **QBR: Índice de Calidad de Ribera**
- **ECOSTRIAND: Índice de calidad Ambiental del sistema**
- **Caudal ecológico:** en esta primera instancia se ha realizado un modelo aproximado. A partir de los datos obtenidos de los monitoreos que se realicen en las sucesivas etapas del proyecto se podrá ajustar y recalibrar el modelo.
- **WEAP** (por sus siglas en inglés, Water Evaluation And Planning System) modelo que significa una herramienta de planificación y gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca y áreas de influencias, incorporando como escenario el proyecto de aprovechamiento de agua. Este modelo integra todos los aspectos hasta aquí tratados y que guardan relación entre sí. Asimismo, el modelo WEAP presenta un enfoque integrado que permitirá tener un seguimiento real, continuo y predictivo de la dinámica de la cuenca.

En base a las fundamentaciones expresadas, se extrae el siguiente Plan de Monitoreo y Alerta Temprana para el proyecto San Jorge

Tabla 7.12. Indicadores propuestos como Plan de Monitoreo y Alerta Temprana en etapas avanzadas del PSJ

Componente	Parámetro/Indicador	Frecuencia	Puntos de medición
Agua superficial	Caudal	La medición será diaria, mediante un sistema automático. En caso de dificultarse el acceso al sitio por razones climáticas, se realizará, al menos, una medición semanal en forma manual.	Aforador
	Sección	Trimestral, de manera tal de obtener un registro en cada estación.	Ídem anterior.
	Propiedades físico químicas: Conductividad Eléctrica, pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto.	Trimestral, de manera tal de obtener un registro en cada estación.	Ídem anterior.
Agua subterránea	Niveles piezométricos en pozos de bombeo y monitoreo existentes	La medición será diaria, mediante un sistema automático. En caso de dificultarse el acceso al sitio por razones climáticas, se realizará, al menos, una medición semanal en forma manual.	
	Niveles piezométricos en Pozo de monitoreo en el arroyo El Tigre		
	Propiedades físico químicas:	Trimestral, de manera tal de obtener un registro en cada estación.	
Clima	Temperaturas	De manera continua. Estación meteorológica con almacenamiento en dataloggers.	Estación meteorológica aguas arriba (en punto a definir)
	Precipitaciones		
	Evaporación	Diaria	
Suelo	Humedad- NDWI	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Coincidentes con los seleccionados para las parcelas de QBR
	Salinidad		

Componente	Parámetro/Indicador	Frecuencia	Puntos de medición
Agua – vegetación - limnología	NDWI - NDVI	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Cuenca Tigre y Ciénaga Yalguaraz
	Índice de Calidad de Ribera (QBR)	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Empleando los mismos tramos que se definieron para este estudio
	ECOSTRIAND		
	Caudal ecológico		
Fauna	Grupos: peces, mamíferos, aves y reptiles	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Empleando los mismos puntos que se definieron para el cálculo en la Línea de Base
Vegetación	Composición – cobertura en parcelas permanentes	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Parcelas ya definidas
Limnología	ABI - BMWP	Dos veces al año: al final de la estación seca (Octubre – Noviembre) y al final de la estación lluviosa (Marzo)	Empleando los mismos tramos que se definieron para el cálculo en la Línea de Base de caudales y QBR
Evaluación continua de la cuenca	MODELO WEAP Water Evaluation And Planning System	Anual los dos primeros años. En los años siguientes, frecuencia a definir según la evolución	En la cuenca Yalguaraz
	Modelo hidrogeológico		

Fuente: GT Ingeniería, 2022

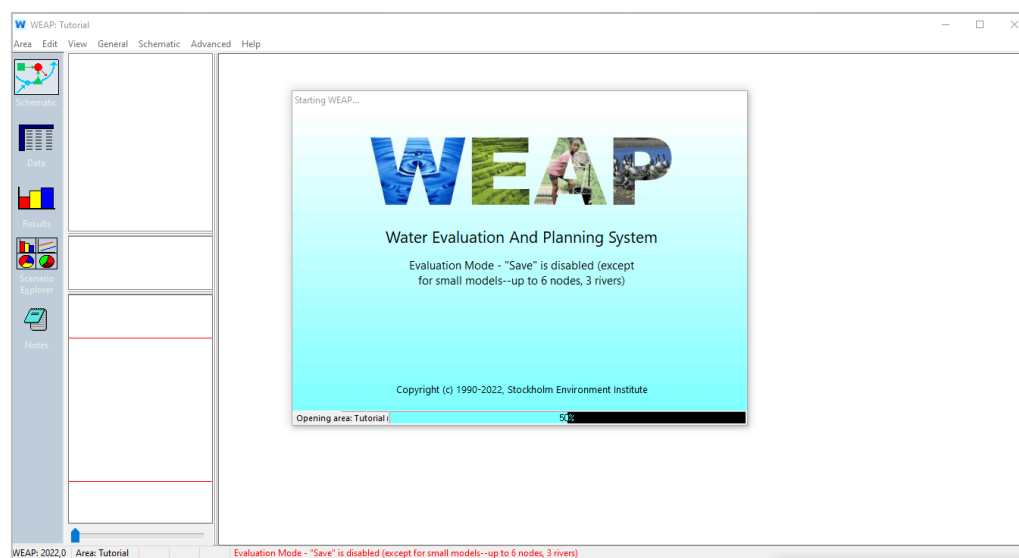
7.5. Evaluación continua de la Cuenca Modelo WEAP Water Evaluation And Planning System, para la Cuenca del arroyo El Tigre y ciénaga Yalguaráz

Para la cuenca del Arroyo Tigre se desarrolla el siguiente modelo WEAP (Wep Water Evaluation And Planning System), bajo las siguientes condiciones:

- 1- Solo se desarrolla el modelo para el escenario de estado actual, en función de los datos con los que se cuentan al momento de la elaboración del presente informe.
- 2- Con a las sucesivas tomas de datos se podrá calibrar el modelo
- 3- Para obtener un orden de asignación de los recursos hídricos y su seguimiento de la cuenca del Arroyo Tigre, será necesario contar con los datos de requerimientos hídricos del proyecto (demanda)
- 4- En caso de requerirse un modelo para la cuenca Yalguaraz se requerirá la obtención de una licencia para realizar dicho modelo.

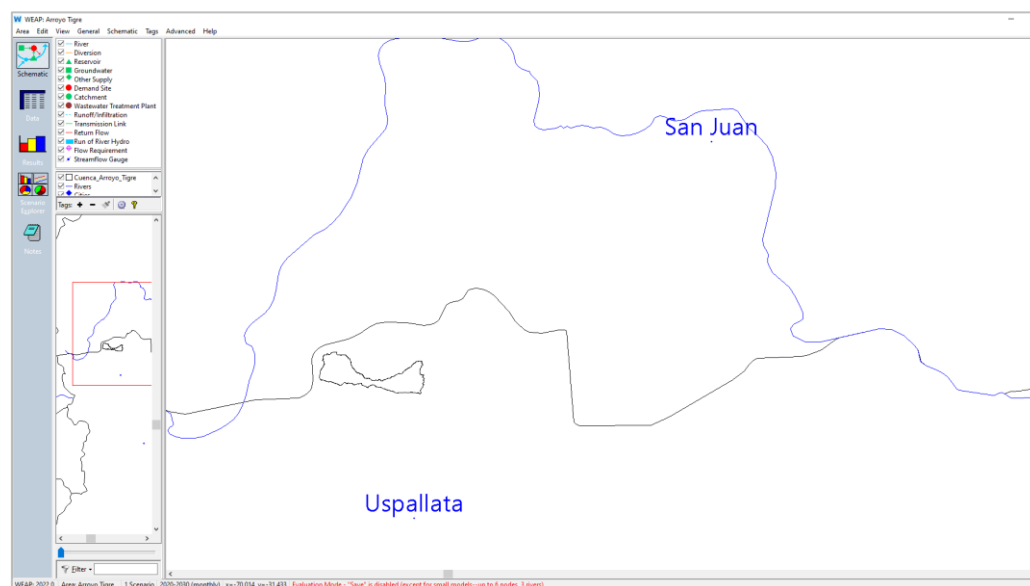
A continuación, se presenta el proceso de trabajo para la modelación de la cuenca Arroyo Tigre:

Figura 7-22. Ventana de inicio al modelo WEAP



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Figura 7-23. Incorporación al Sistema de la Cuenca del Arroyo Tigre

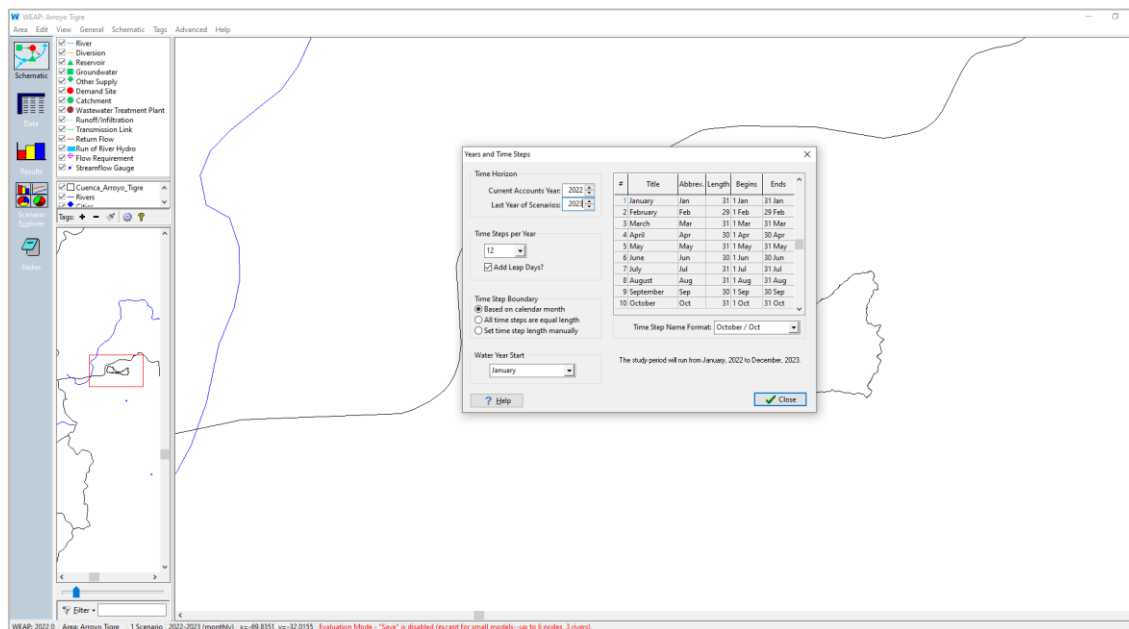


Fuente: GT Ingeniería, 2022

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

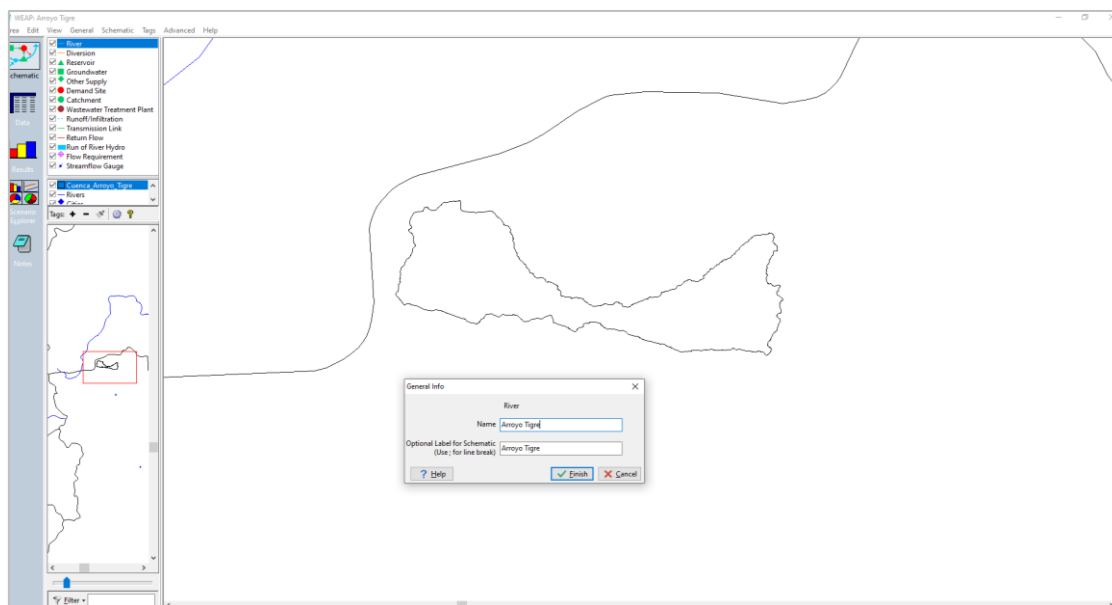
A continuación, se procede a cargar datos para el escenario actual año 2022, el cual es considerado como el año base para el modelo. Toda la información del sistema (como datos de demanda y suministro hídrico) se introduce en el año 2022. Los escenarios futuros se construirán a partir del escenario base, los futuros escenarios exploran los posibles cambios en el sistema cuenca Arroyo Tigre para los próximos años, posteriores al año 2022.

Figura 7-24. Ventana que indica el periodo de tiempo a modelar



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Figura 7-25. Inicio de la carga de datos de caudales superficiales



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Para la carga de datos de caudales superficiales en primera instancia se agregó el curso de agua denominado arroyo Tigre, tal como se observa en la siguiente figura:

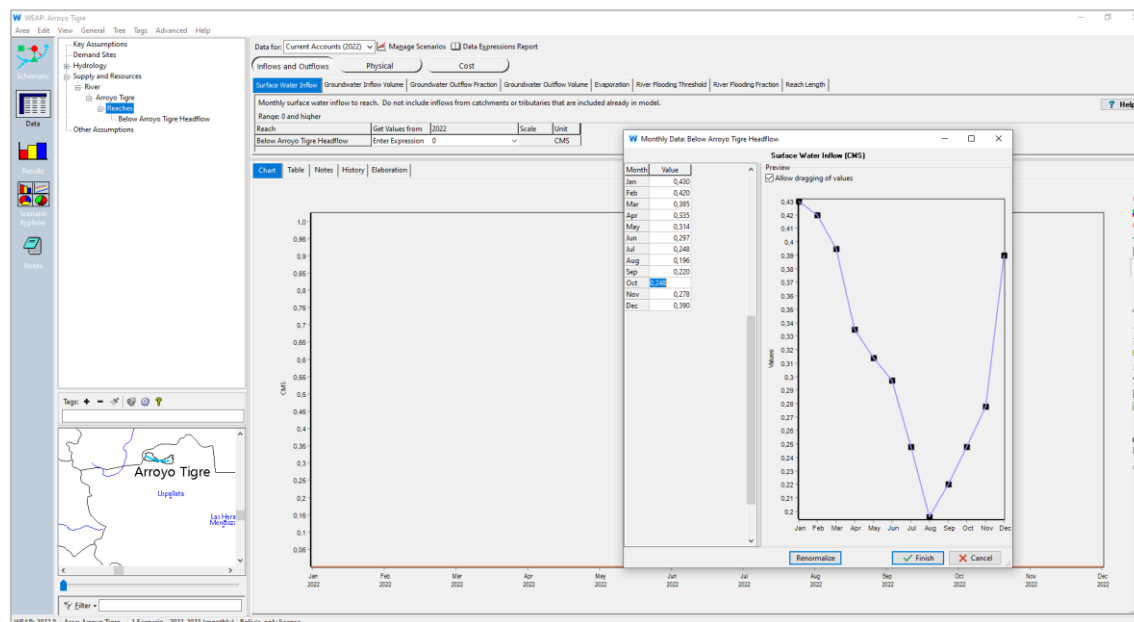
Figura 7-26. Ventana que indica el curso de agua en donde se midieron los caudales



Fuente: GT Ingeniería, 2022

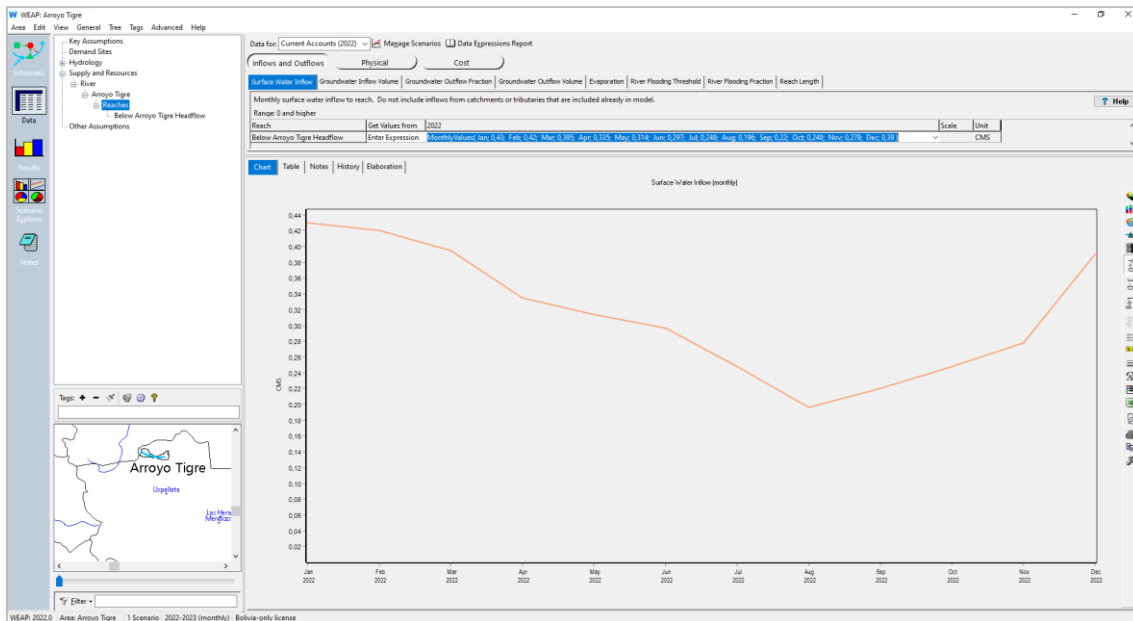
Los valores de caudales medidos en la zona del aforador sobre el arroyo Tigre, fueron tomados del informe hidrológico, elaborado por SRK (2018). Los mismos fueron cargados al modelo WEAP, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 7-27. Ventana que indica carga de datos de caudales medios mensuales para el arroyo Tigre expresados en m3/seg



Fuente: GT Ingeniería, 2022

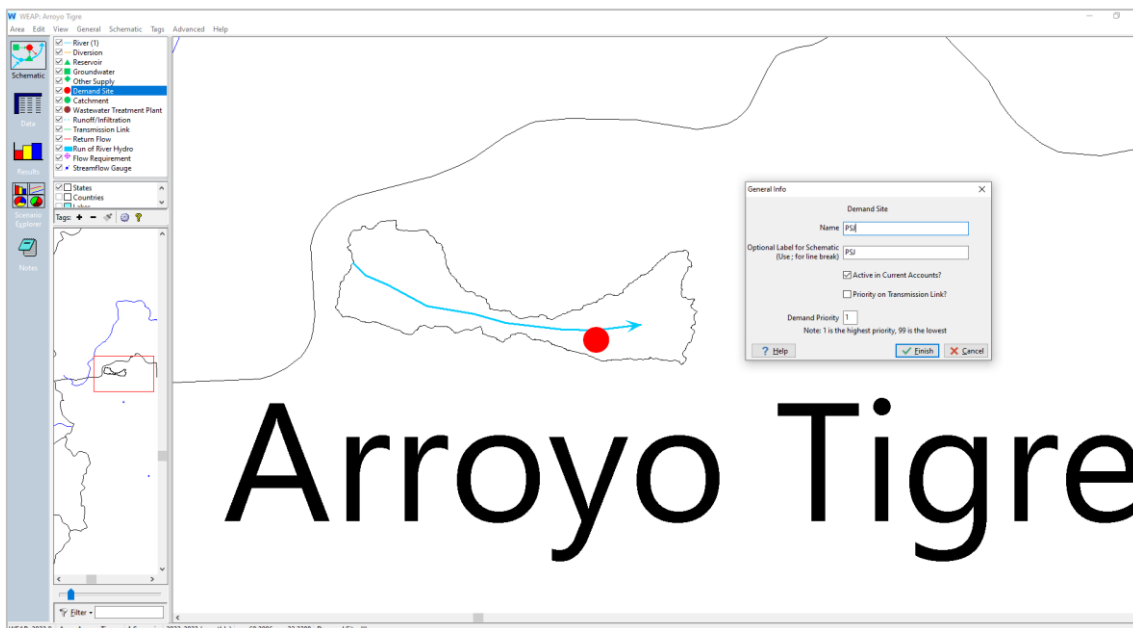
Figura 7-28. Ventana que indica los valores de caudales medios mensuales para el arroyo Tigre



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Seguidamente se procedió a cargar el sitio que demanda el recurso hídrico dentro de la cuenca del arroyo El Tigre. En este caso se ubicó geográficamente el proyecto el cual se indica con un punto en rojo.

Figura 7-29. Ventana que indica el sector de demanda del recurso hídrico



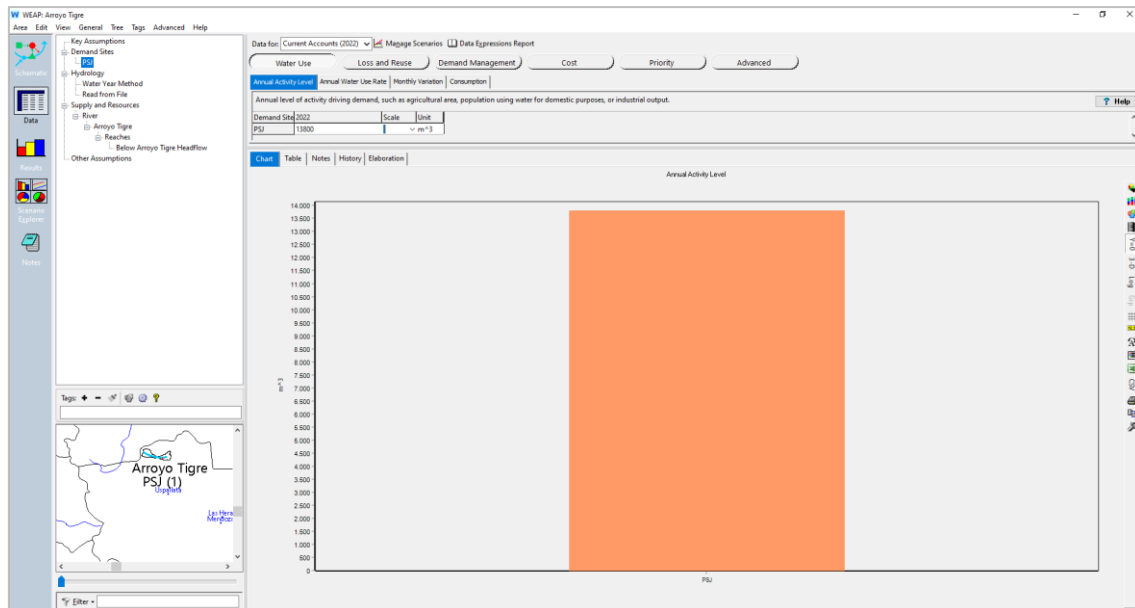
Fuente: GT Ingeniería, 2022

Seguidamente se ingresa al proyecto WEAP, la cantidad de agua (volumen) que requerirá el proyecto San Jorge, en este sentido y a modo de ejemplo se ha cargado el dato de requerimiento de 13800m3 (embalsados), que fue en primera instancia una de las alternativas de uso del recurso hídrico. Dado que el proyecto finalmente indica que el agua a utilizar es subterránea, para realizar el modelo serán necesarios los datos de niveles piezométricos de los pozos a perforar para la obtención del recurso, como así también la demanda hídrica el proyecto.

Con el fin de realizar una presentación del mismo es que se han tomado los datos disponibles y considerando un escenario de uso de agua superficial.

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

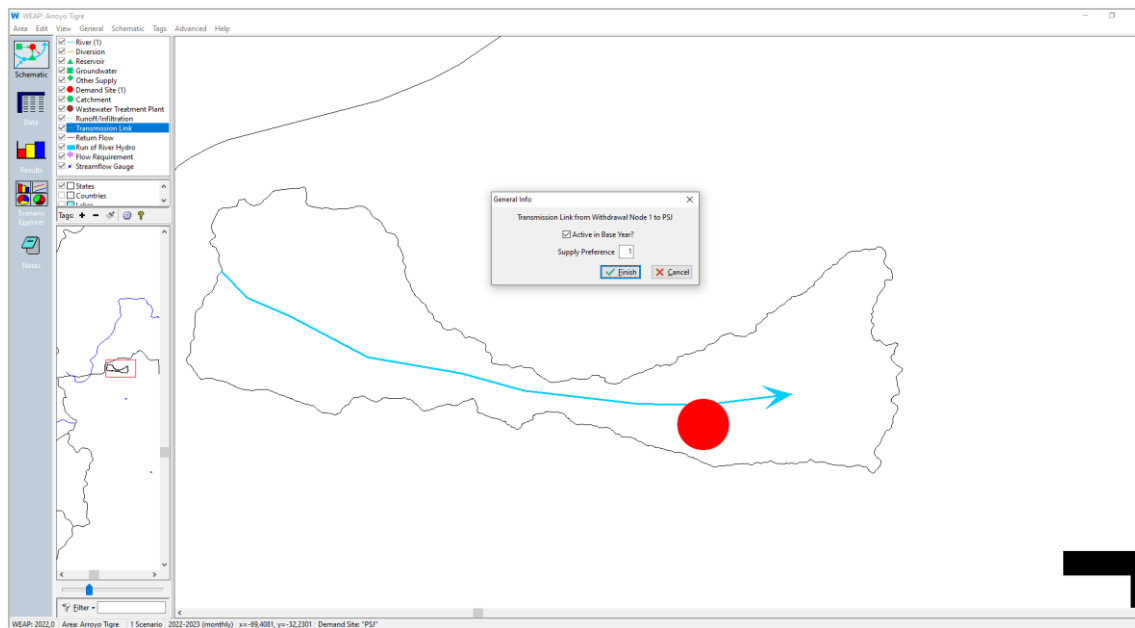
Figura 7-30. Ventana que indica el volumen de agua requerido por el Proyecto Sana Jorge



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Finalmente se realiza el esquema de transmisión de agua, el cual indica que el agua a utilizar por el proyecto San Jorge proviene del curso arroyo El Tigre.

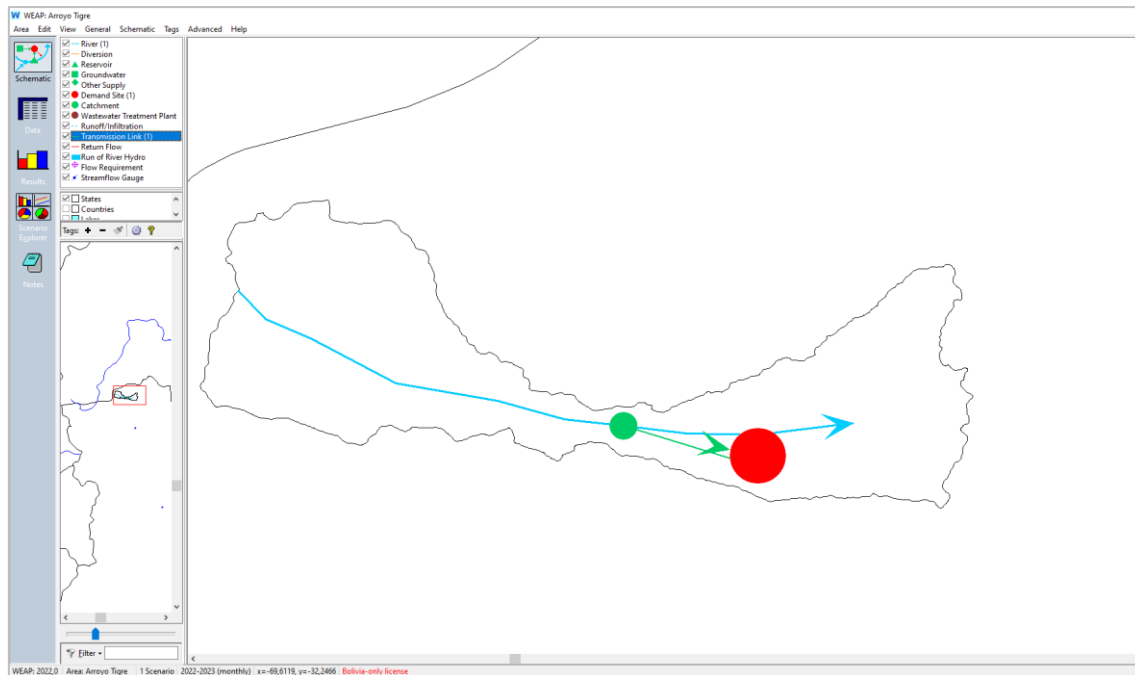
Figura 7-31. Ventana que indica la elaboración del sistema de transmisión.



Fuente: GT Ingeniería, 2022

En caso de que dentro de la cuenca del arroyo Tigre existiese mas de un uso de agua (por ejemplo una localidad u otra industria) como así tambien otros cuerpos de agua, y por supuesto los datos de oferta y demanda hídrica, los mismos deberían ser cargados al escenario.

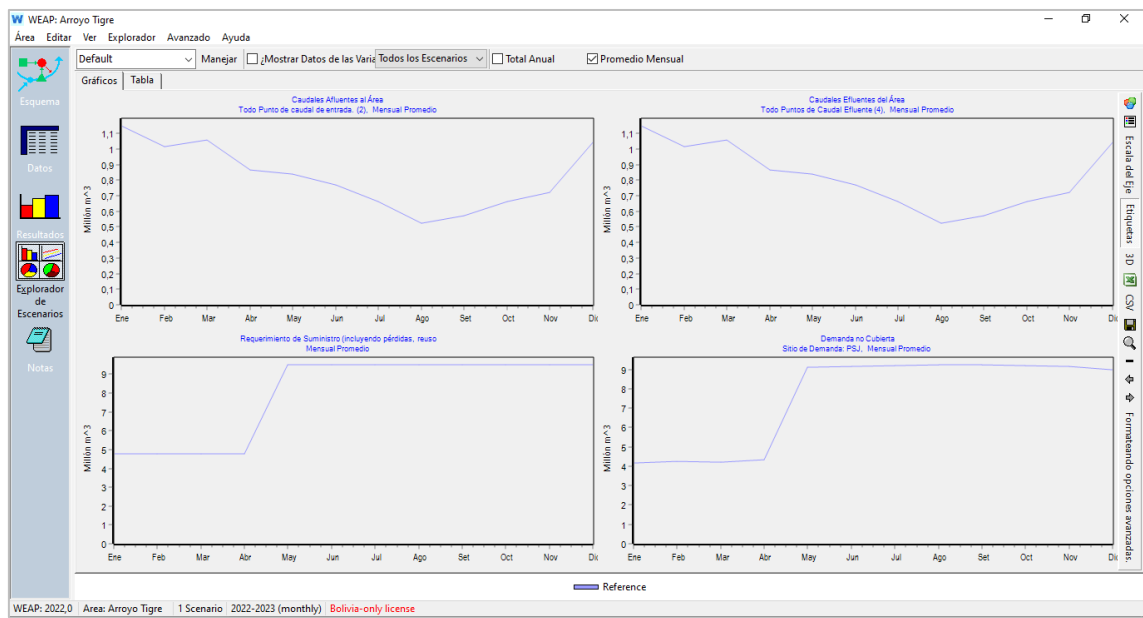
Figura 7-32. Ventana que indica el esquema de transmisión



Fuente: GT Ingeniería, 2022

Finalmente se corre el programa para este escenario inicial y en las siguientes figuras se presentan los resultados preliminares para.

Figura 7-33. Ventana que indica los resultados obtenidos



Fuente: GT Ingeniería, 2022

En la primera grafica se indica el ingreso de agua al sistema expresado en millones de metros cúbicos.

La segunda grafica indica la salida del agua del sistema por el funcionamiento del proyecto san Jorge y por debajo del punto de captación de agua.

Como se observa la cantidad de agua que ingresa al sistema seria la misma que sale del mismo.

La tercera grafica indica el requerimiento del suministro, como se observa existe un incremento del requerimiento de agua, por el proyecto, entre los meses de abril y diciembre, como la oferta del recurso

hídrico está vinculada a la época de estiaje (periodo sin lluvias), se puede tomar este resultado como una alerta para el proyecto.

Finalmente, la cuarta gráfica, indica la demanda de agua no cubierta, la cual esta relacionada con el punto anterior. El arroyo Tigre, no alcanzaría a cubrir la demanda requerida por el proyecto en los meses de estiaje.

VII. Bibliografía

- Acosta R., Ríos B., Rieradevall M. y Prat N. 2008. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú.
- Aguilera G. y Pouilly M. 2012. Caudal ecológico: definiciones, metodologías y adaptación a la región andina. *Acta zoológica lilloana* 58 (1-2): 15-30.
- Ahumada M., Aguirre F., Contreras M. y Figueroa A. 2011. Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. Gobierno de Chile.
- Alba-Tercedor, Cuellar J., Álvarez M., Avilés J., Bonada N., Casas J., Mellado. A y Sánchez Ortega A. 2004. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP. *Limnetica* 21(3-4): 175-182.
- Barbour M. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Bello C. 2001. Alimentación ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) en el Caño Paso del Diablo, Venezuela. Universidad de Zulia. Venezuela.
- Bievre, B. y Acosta L. 2010. Ecosistemas Altoandinos, cunecas y regulación hídrica. Áreas de Cuencas Andinas. CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible en la Ecorregión Andina)
- Cabrera A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería. Fascículo I, Segunda Edición, Tomo II. Editorial ACME SACI. Buenos Aires, Argentina.
- Carrasco Sánchez N., 2014. Estimación del caudal ecológico en las vertientes anexas a la parroquia de Cangahua sujetas a la intervención del proyecto de riego en la comunidad de Pisambilla, que garantice la sustentabilidad ambiental de la zona. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito.
- Carrera C. E. 2016. Capítulo IV: Hidrogramas. Universidad Cesar Vallejo. Perú.
- Cepeda P. J. y Zavala H. Z. 2006. Geología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Ediciones Universidad de La Serena (525-551). La Serena. Chile.
- Chow, V.T.; D.R. Maidment & L.W. Mays. 1993. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill, 580 pp.
- Constitución de la República del Ecuador. Artículo 318. 2008
- Domínguez E. y Fernández H., 1998. Calidad de los ríos de la cuenca Salí (Tucumán, Argentina) medida por un Índice Biótico. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina
- Domínguez E., Fernández H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., Chavez, G. 2002. Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica. CEPAL. Santiago de Chile, Chile.
- Fabella María. 2013. Ecohidrología Fluvial. IV Seminario internacional de potamología.
- Gamboa M., Rosa Reyes & Jazzmin Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental*.

Goddart et al .1999. The evolution of El Quevar volcanix complex. Salta Province, Argentina. 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 225 – 227

Goddart et al. 1999. The evolution of El Quevar volcanix complex, Salta Province, Argentina. 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 225 – 227.

Gómez E., 2013. Valoración de las componentes del balance hídrico usando información estadística y geográfica: la cuenca del Valle de México. Edición: Vol.4, Núm.3

Gonzalez Castelain J., 25 de junio de 2013. Ecohidrología: el agua y los procesos ecosistémicos

http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=I0178090600000000000000

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a19.pdf>

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332020000200149

http://www2.montes.upm.es/Dptos/dsrn/Hidrobiologia/Publicaciones/INDICE_RQI.pdf

<https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-27-1-p-171.pdf>

<https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021014006.pdf>

https://www.researchgate.net/publication/277262531_Propuesta_de_un_protocolo_de_evaluacion_de_la_calidad_ecologica_de_rios_andinos_CERA_y_su_aplicacion_a_dos_cuencas_en_Ecuador_y_Peru

Hurtado R.; Serio L; Spescha Liliana y Maria Elena Fernández. Evaluacion De La Sensibilidad De Distintos Indices Para Explicar los Rendimientos De Maiz En La Region Pampeana. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de agrometeorología

Hydrologic Engineering Center, <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: conservación y manejo del bosque ribereño en el Perú. versión On-line ISSN 1727-9933 Rev. peru biol. vol.27 no.2 Lima abr./jun 2020 <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730>

Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff” (IHLLA), UNICEN (Universidad Nacional del Centro de Buenos Aires – CIC – Municipalidad de Azul.

Kramer M. 2003. Educación ambiental para el desarrollo sostenible. Los libros de la Catarata.

Lencina, Marisa. 2015. Diagnóstico de las condiciones y potencialidades de los recursos naturales en Comunidades Andinas. Aportes para un manejo sustentable y revalorización de actividades ancestrales. Tesina de grado. Ing. En Recursos Naturales y Medio Ambiente. Fac. de Cs. Naturales. UNSa.

Ley 20417. Título: Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Chile. 2010.

Ley 22697. COREBE (Comisión Regional del Río Bermejo). Argentina. 1982.

Ley 29338. Ley de Recursos Hídricos. Perú. 2009.

Ley Provincial 5063. Ley General de Medio Ambiente. Jujuy, Argentina. 1998.

Linsley R. K., Kohler M. A. y Paulus J. 1977. Hidrología para Ingenieros. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S. A. 2 º Edición. Bogotá, Colombia.

Manual de utilización del programa HEC-HMS. Departament d'Enginyeria Hidraulica, Maritima i Ambiental.

Mármol, L. A. 2008. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. 2º Edición. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. ISBN 987-05-0569-4.

- Mónica Patricia Valencia Rojas, Apolinar Figueroa Casas. 2014. Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis.
- Munne, A. S. y Prat N. 1998. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37. Barcelona. España.
- Munne, A., Prat N., Solà C, Bonada N. y Rieradevall M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams. QBR index. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 13: 147-16
- NASA Surface meteorology and Solar Energy. <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip@larc.nasa.gov>.
- Núñez V., 2006. Diagnóstico ambiental sucinto del Valle de Lerma. Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa.
- Ordenes S. 2010. Análisis multitemporal de cuencas de los humedales altoandinos prioritarios de Chile. Centro de estudios de humedales. Santiago de Chile.
- Ortega, Lucrecia. 2012. Estudio integral de la cuenca del arroyo Olacapato. Los Andes. Provincia de Salta. Tesina de grado. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias de Naturales. Universidad de Salta.
- Palma A. 2013. Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. 122 pp.
- Paoli H. P., Elena H. J., Mosciaro M. J., Ledesma F. y Noé Y. 2009. Caracterización de las cuencas hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Salta, Argentina. Documento PDF.
- Pardo, I., Álvarez M., Casas J., Moreno J., Vivas S., Bonada N., Alba-Tercedor J., Jáimez-Cuéllar P., Moyà G., Prat N., Robles S., Suárez M., Toro M. y Vidal-Abarca M. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21 (3-4): 115-133
- Pérez-García B. 2005. Modelos de nicho ecológico fundamental para especies del género *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo, Valencia Edo. Carabobo, 2005, Venezuela
- Physical Habitat Simulation (PHABSIM) Software for Windows (v.1.5.1). <https://www.fort.usgs.gov/publication/22800>
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D. Sparks, R. E. y Stromberg, J. C. 1997. The Natural Flow Regime: A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47(11): 769-784
- Prat N., Rieradevall M. y Fortuño P. 2012. Metodología FEM para la evaluación del estado ecológico de los Ríos Mediterráneos. Departamento de Ecología. Universidad de Barcelona.
- QGIS, Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto. <http://www.qgis.org/es/site/>
- Resh, V. H. 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environ. Monit. Assess.* 138; 131 – 138.
- Revista Peruana de Biología.
- Roldan G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Universidad de Antioquia, Colombia. 170 pp.

- Suárez-Alonso, M. y Vidal-Abarca M. 2000. Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munne et al., 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. Tecnología del Agua, 201: 33-45.
- Suárez-Alonso, M., Vidal-Abarca M., Sánchez-Montoya M., Albatercedor J., Álvarez M, Avilés J, Bonada N., Casas J., Jàimez-Cuellar P., Munnè A, Pardo I., Prat N., Rieradevall M., Salinas M., Toro m. y Vivas S. 2002. La ribera de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. Limnetica, 21(34): 135-148.
- UNESCO. 2010. La ecohidrología como desafío: experiencias y estudios de caso. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°23.
- USGS. Earth Explorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Valencia C. 2015. Monitoreo Hidroclimático y Caracterización Ambiental en la Cuenca del Río Tocomar. Dpto. Los Andes, Provincia de Salta. Tesina de Grado. Ing. En Recursos Naturales y Medio Ambiente. Fac. de Cs. Naturales. UNSa
- Valencia Rojas Mónica. 2014. Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. Revista Ingeniería, Universidad de Medellín.
- Vázquez S., Castro G., Gonzales I., Pérez R. y Barrera T. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad de agua. Dpto. El hombre y su ambiente. UAM
- Villamarín C., Rieradevall M., Paul M., Barbour M. y Prat N. 2013. A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean stream in Ecuador and Perú: The IMERRA index. Ecol. Indic., 29: 79-92.
- Villanueva Vásquez A. 2000. Manejo de Cuencas Altoandinas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Viramonte J.G., Galliski, M.A., Araña Saavedra, V., Aparicio, A., Cacho, G.L. y Parica, C. 1984. Edad, génesis y mecanismos eruptivos de las riolitas granatíferas de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 3:216-233, Bariloche.
- Zucarelli G. V. 2010. Manual de Usuario del modelo HEC-HMS. Curso: Modelación matemática para aguas superficiales y subterráneas. Universidad Nacional de Salta.
- Zuñiaga M. 2010. Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en Anacroneuria (Perlidae). Universidad de la Amazonia. Colombia.

CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE PAISAJE

PROYECTO “SAN JORGE”

REVISIÓN 3

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

1

6.2.3	Determinación de la Calidad, Fragilidad y Capacidad de Absorción Visual del Paisaje	21
6.2.3.1	Caracterización de los Atributos Visuales	21
6.2.3.2	Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje	23
6.2.3.3	Fragilidad del Paisaje	25
6.2.3.4	Capacidad de Absorción Visual (CAV)	27
6.2.4	Formatos del material de apoyo	29
6.2.5	Predicción y Evaluación de Impactos Sobre el Valor Paisajístico.	30
6.2.5.1	Tipos de Impactos	31
7.	RESULTADOS.....	31
7.1	Emplazamiento del Proyecto	31
7.2	Determinación del Valor Paisajístico.....	33
7.2.1	Identificación de las áreas de paisaje donde se localiza el Proyecto.....	33
7.2.1.1	Unidades del Macizo Antiguo.....	34
7.2.1.2	Unidades de Piedemonte	35
7.2.1.3	Unidades de Depósitos Aluviales.	36
7.2.2	Demarcación de las Obras Principales del Proyecto.....	38
7.2.3	Caracterización y Descripción de los Atributos Biofísicos del Paisaje	39
7.2.3.1	Suelos.....	39
7.2.3.2	Vegetación y Cobertura Vegetal.....	39
7.2.3.3	Geología y Geomorfología	39
7.2.3.4	Topografía.....	39
7.2.3.5	Hidrografía	40
7.2.3.6	Cuencas Hidrográficas.....	40
7.2.4	Puntos de Observación.....	42
7.2.5	Identificación del Valor Paisajístico	48
7.2.6	Delimitación Específica del Área de Influencia.....	48
7.2.7	Delimitación de la Cuenca Visual.	49
7.2.8	Análisis de intervisibilidad.....	53
7.2.8.1	Área de influencia.....	53
7.2.9	Determinación de las Unidades de Paisaje (UP)	54

7.2.10	Determinación de los Atributos Biofísicos de la unidad de paisaje definida.....	55
7.2.11	Determinación de la categoría de calidad visual.....	57
7.2.11.1	Determinación de la Calidad Visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s).	57
7.2.11.2	Determinación de la Fragilidad del Paisaje	58
7.2.11.3	Determinación de la Capacidad de Absorción Visual.....	59
7.2.12	Predicción y Evaluación de Impactos Sobre El Valor Paisajístico (Fotomontaje Proyecto Minero San Jorge)	59
7.2.12.1	Tipos de Impactos.	66
7.	CONCLUSIONES.....	67
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	68

Índice de Figuras

Figura 1.	Determinación del Valor Paisajístico Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.	15
Figura 2.	Delimitación del área de influencia Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.	16
Figura 3.	Determinación de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.....	16
Figura 4.	Predicción y Evaluación de Impactos Sobre el Paisaje Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.....	17
Figura 5.	Mapa de Emplazamiento del Proyecto San Jorge	31
Figura 6.	Ubicación de las Principales Obras del Proyecto San Jorge. Fuente: Informe de Hidrología, Proyecto San Jorge, Anddes. 2023.....	32
Figura 7.	Unidades Homogéneas del Paisaje - Proyecto San Jorge Fuente: Adaptado por GT Ingeniería SA, 2019.....	33
Figura 8.	Sector Mina - Escombreras San Jorge	38
Figura 9.	Sector Depósito de Colas, San Jorge.....	38
Figura 10.	Mapas de las Cuencas Hidrográficas Sector El Tigre Fuente: Línea Base Hidrología, Proyecto San Jorge.	41
Figura 11.	Ubicación de los Puntos de Observación en el Área de Influencia.....	49
Figura 12.	Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO1 Fuente: Elaboración propia	50

Figura 13. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO2 Fuente: Elaboración propia	50
Figura 14. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO3 Fuente: Elaboración propia	51
Figura 15. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO4 Fuente: Elaboración propia	51
Figura 16. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO5 Fuente: Elaboración propia	52
Figura 17. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO6 Fuente: Elaboración propia	52
Figura 18. Sumatoria de las Cuencas Visuales calculadas.	53
Figura 19. Determinación área de Influencia que integra las Cuencas Visuales de los Puntos de Observación que tengan algún grado de visibilidad hacia el proyecto.....	54

Índice de Tablas

Tabla 1. Atributo Biofísicos del Paisaje.....	10
Tabla 2. Atributo Estructurales del Paisaje	12
Tabla 3. Atributo Estéticos del Paisaje	12
Tabla 4. Matriz Para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998).....	23
Tabla 5. Clasificación de la calidad visual. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998)	25
Tabla 6. Matriz para la Evaluación de la Fragilidad Visual de Paisaje. Modificado De: Escribano Et Al. 1987.....	26
Tabla 7. Intervalos de Valores de Calificación y la Connotación Para la Fragilidad Visual ...	27
Tabla 8. Matriz Para La Evaluación De La Capacidad De Absorción Visual. (C.A.V.) De Un Paisaje. Fuente: Yeomans 1986.....	28
Tabla 9. Puntuación para determinar la CAV (PYEMA, 2008).....	29
Tabla 10. Coordenadas del Proyecto San Jorge.	32
Tabla 11. Coordenadas Puntos de Observación	48
Tabla 12. Caracterización Atributos Visuales de las Unidades del Paisaje	56
Tabla 13. Resultado de la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje.....	58
Tabla 14. Resultado de la Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje	58

Tabla 15. Resultado de la Evaluación de la Capacidad de Absorción Visual	59
Tabla 16. Evaluación del paisaje respecto a la Guía ““Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA” del 2019, de “Impactos en el paisaje de proyectos de extracción de mineral a rajo abierto”	66

Índice de Fotografías

Fotografía 1: PO1 - Sobre Ruta 149, se tomó desde San Alberto, en el momento justo que termina la zona rural poblada, además el punto de las coordenadas esta frente al emprendimiento Parque de las Artes Marañón. La vista a PSJ es en sentido desde Sur a Norte. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge.	42
Fotografía 2: PO2 - Sobre Ruta 149, esta foto se tomó desde el Parque Arqueológico de Tambillos (Camino del Inca), junto a la altura del casco histórico de la Estancia con el mismo nombre. Se aprovecho parte de la infraestructura existente que consiste en una escalera con vista panorámica para tomar la misma. La vista a PSJ es en sentido desde Sureste a Noroeste. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, solo pequeña porción del cerro El Tigre (como referencia).	43
Fotografía 3: PO3- Sobre Ruta 149, esta posición esta frontal a PSJ, junto en la tranquera de entrada a proyecto. La vista a PSJ es en sentido desde Este a Oeste. Desde aquí se observa de forma perfecta y completa el cerro San Jorge.	44
Fotografía 4: PO4 - Sobre Ruta 149, a la altura del cerro conocido como El Tigre, se toma en sentido desde el Este al Oeste una fotografía del cerro San Jorge que se ve perfectamente.	45
Fotografía 5: PO5 - Sobre Ruta 149, a la altura de la entrada a Estancia Yalguaraz, se toma la respectiva foto. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, debido a las cerrillas menores que tapan la visual como el cerro El Tigre.....	46
Fotografía 6: PO6 - Sobre Ruta 149, a la altura del límite entre la provincia de Mendoza y San Juan, se toma la respectiva foto. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, debido a las cerrillas menores que tapan la visual como el cerro El Tigre entre otras.	47

1. INTRODUCCIÓN

La presente caracterización del paisaje se realizó mediante un análisis indirecto, a partir de una descripción de los atributos biofísicos presentes en el área de influencia del Proyecto “San Jorge” (en adelante el Proyecto), el cual se ubica en el distrito Uspallata, departamento Las Heras, de la provincia de Mendoza, República Argentina, entre los 32° 10’ de Latitud Sur y los 69°26’ Longitud Oeste, en la Precordillera mendocina, a una altura aproximada de 2.400-2.900 msnm.

El valor paisajístico del área de influencia del Proyecto, se determinó a partir de una descripción de los atributos biofísicos presentes. Se entiende como zona con valor paisajístico aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.

Se ha incluido además en esta caracterización, la visibilidad y calidad visual, a partir de las cuencas visuales identificando y valorando la calidad visual de los atributos estéticos, biofísicos y estructurales del paisaje que estas contienen.

El paisaje se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo general de la presente evaluación del paisaje, es describir y caracterizar los atributos biofísicos del área de influencia del Proyecto para evaluar el valor paisajístico de la zona y determinar la calidad visual del paisaje,

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la evaluación paisajística son:

- Caracterizar la visibilidad del paisaje mediante puntos de observación y sus correspondientes cuencas visuales,
- Caracterizar y evaluar la calidad visual del paisaje respecto a sus atributos biofísicos, estructurales y estéticos del paisaje.
- Determinar la fragilidad y la capacidad de Absorción visual (CAV) del paisaje.

3. DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia debe considerar aquellos sectores donde se localizarán las principales obras y partes del Proyecto. Teniendo en consideración estos últimos antecedentes, el área de influencia debe incluir:

- Escombreras
- Depósito de Colas

De esta forma, el área de influencia para el componente Paisaje, se delimita de acuerdo al alcance y a la sumatoria de las cuencas visuales que presenta el paisaje y que permite visualizar las partes y obras físicas del Proyecto antes señaladas.

Se abordará el sitio de emplazamiento del Proyecto y su entorno paisajístico más amplio, dentro del cual el Proyecto puede llegar a afectar el paisaje.

4. DEFINICIONES Y ENFOQUES EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE PAISAJE

4.1 Descripción del componente ambiental paisaje

Una zona con valor paisajístico es aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.

El paisaje se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales (SEA, 2019). De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales.

Las definiciones de valor paisajístico y paisaje que se presentan en la Guía de referencia son propias del SEIA y no necesariamente coinciden o son homólogas a diversas definiciones de paisaje que existen a nivel mundial¹

¹ A modo ilustrativo, se exponen a continuación otras definiciones de paisaje:

- Paisaje: ambiente externo natural o construido, el cual puede ser percibido directamente por una persona que visita y usa ese ambiente (Hull y Revel, 1989). Esta definición considera el ambiente construido o atributos antrópicos en la determinación del paisaje, atributo que en la definición del Reglamento del SEIA no se incluye.
- Paisaje: percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas (Bernáldez, 1985). Esta definición pone de manifiesto la asociación entre la parte perceptible del medio, constituida por todos aquellos componentes de la escena que son fácilmente visibles al observador y los procesos ecológicos, que sería la parte subyacente del paisaje.
- A nivel internacional, y en específico en Europa, con la entrada en vigor del Convenio Europeo de Paisaje, la definición del término “paisaje” introduce la importancia de considerar de manera integrada los aspectos subjetivos y objetivos del entorno; es así que el paisaje es definido como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos (Consejo de Europa, 2000). Ello concierne a todos los paisajes, tanto a los notables como a los cotidianos, y también aquellos degradados. El citado

4.2 Visibilidad e intervisibilidad del paisaje

Tradicionalmente el enfoque para el estudio y análisis del paisaje se ha establecido a través de la percepción visual, la cual es utilizada como mecanismo de aprehensión y síntesis de la información paisajística (Gibson, 1979; Kaplan et al., 1998).

La definición de zona con valor paisajístico contempla expresamente la condición que la zona sea perceptible visualmente, en consecuencia, la evaluación ambiental del paisaje se realiza considerando la percepción visual del territorio.

La cuenca visual, (porción de terreno visible desde un determinado punto de observación), es el elemento clave para el estudio de las condiciones visuales de un territorio. La visibilidad de un paisaje depende fundamentalmente de sus condiciones topográficas y atmosféricas y de la distancia respecto del punto de observación.

La intervisibilidad corresponde a la suma de las cuencas visuales de una malla de puntos de observación y muestra las zonas visualmente más expuestas de un territorio. La intervisibilidad se entiende como el grado de visibilidad recíproca entre una serie de puntos de observación y contempla el cálculo del total de las áreas visibles desde cada punto de observación.

En suma, la visibilidad e intervisibilidad de un paisaje se refiere al territorio contenido en una determinada cuenca visual, que puede apreciarse desde uno o más puntos de observación. Sobre la base de los conceptos de visibilidad e intervisibilidad se determina el área de influencia específica del componente paisaje.

4.3 Atributos del paisaje

Los atributos del paisaje se determinan en base a la percepción visual del mismo. Al efecto, se reconocen los siguientes tipos de atributos:

- Atributos biofísicos: comprenden la expresión visual de componentes bióticos, tales como flora y fauna, y físicos, como relieve, suelo y agua.
- Atributos estéticos: comprenden la expresión de los rasgos estéticos percibidos visualmente, en términos de forma, color y textura.
- Atributos estructurales: comprende la expresión de la diversidad y singularidad de atributos presentes y a la condición natural o antrópica del paisaje.

Convenio recoge la noción de paisaje como un elemento fundamental asociado a la calidad de vida de la población en todo ámbito: en los medios urbanos y rurales, en las zonas degradadas y de gran calidad, y en los espacios de reconocida belleza excepcional y en los más cotidianos.

Cabe tener presente que de acuerdo a la definición de zona con valor paisajístico del SEIA, se deben considerar los atributos naturales, que se denominan atributos biofísicos.

Si bien el Reglamento del SEIA que se está utilizando como referencia, no señala expresamente la consideración de los atributos estéticos y estructurales, éstos están comprendidos dentro del concepto de “zona con valor paisajístico”. En efecto, los atributos estéticos de forma, color y textura constituyen elementos propios de la percepción o lenguaje visual. Por su parte, los atributos estructurales entregan información sobre la variedad y singularidad de los atributos biofísicos y estéticos presentes en el paisaje y sobre la condición natural o antrópica del mismo.

La consideración de este conjunto de atributos permite determinar la calidad visual del paisaje.

En las Tablas 1, 2 y 3 se identifican los atributos del paisaje para efectos del SEIA. En la primera columna de cada tabla se establece el nombre del atributo, en la segunda se establece la variable que se utiliza para describir cada atributo y en la tercera se señalan los valores o tipos de las variables.

Tabla 1. Atributo Biofísicos del Paisaje

Nombre	Variable	Valores o tipos
Relieve	Tipo	Valle
		Colina
		Afloramiento rocoso
		Cerro isla
		Montaña
		Volcán
		Otros (especificar)
	Pendiente	0 a 15%
		15 a 30%
		Más de 30%
	Orientación	Solana
		Umbría
Suelo	Rugosidad	Baja(suelo silo)
		Media
		Alta(suelo rugoso)
Agua	Tipo	Humedad
		Estero o arroyo
		Rio
		Lago
		Embalse
		Mar
		Otro(especificar)
	Ribera	Sin vegetación
		Con vegetación

Nombre	Variable	Valores o tipos
	Movimiento	Mucha vegetación
		Ninguno
		Ligero
		Meandro
		Rápido
		Salto de agua
	Abundancia	Sin agua
		Baja
		Media
		Alta
	Calidad	Sucia o turbia
		Limpia o transparente
		Pristina
Vegetación	Cobertura	Nula(sin vegetación)
		Baja>30%
		Media 30-70%
		Alta>70%
	Temporalidad	Ocasional
		Estacional
		Permanente
	Diversidad	Baja
		Media
		Alta
Vegetación	Estrato	Arbórea
		Arbustivo
		Herbáceo
	Follaje	Perenne
		Caduco
Fauna	Presencia	Nula (sin fauna visible)
		Baja
		Media
		Alta
	Diversidad	Baja
		Media
Nieve	Cobertura	Nula (sin nieve)
		Baja>25%
		Media25-70%
		Alta>70%
	Temporalidad	Permanente
		Estacional

Tabla 2. Atributo Estructurales del Paisaje

Nombre	Variable	Valores o tipos
Diversidad Paisajística	Heterogeneidad	Baja
		Media
		Alta
	Singularidad	Nula (sin atributo singular)
		Baja
		Media

Tabla 3. Atributo Estéticos del Paisaje

Nombre	Variable	Valores o tipos
Forma	Diversidad	Baja
		Media
		Alta
Color	Diversidad	Baja
		Media
		Alta
	Contraste	Bajo
		Medio
		Alto
Textura	Grano	Fino
		Medio
		Grueso
	Diversidad	Baja
		Media
		Alta

4.4 Carácter del paisaje

Para efectos del presente estudio, el carácter del paisaje se define como aquella identidad reconocible en un determinado paisaje, que surge de la percepción de un patrón asociado a la combinación de sus atributos biofísicos, estéticos y estructurales, los cuales lo hacen único y lo diferencian de otros paisajes. La identificación del carácter del paisaje, principalmente para la determinación del valor paisajístico de una zona, permite sistematizar aquellos componentes claves en la valoración de los atributos del paisaje. El carácter del paisaje se determina en base a las macrozonas y subzonas donde se emplaza el proyecto.

4.5 Calidad visual del paisaje

Para efectos del presente estudio la calidad visual se define como el grado de excelencia o mérito que un determinado paisaje presenta, el cual es determinado en función del análisis y valoración de sus atributos biofísicos, estéticos y estructurales.

4.6 Fragilidad del Paisaje

Según Alfonso Garmendia (Garmendia & Al., 2005), la fragilidad paisajística es una característica cuantificable acerca de cómo las comunidades locales valoran estéticamente los paisajes que ellos perciben diariamente, y que ellos desean preservar o mejorar, para su propio bienestar espiritual, visualizado en las experiencias personales y la memoria histórica de sus habitantes; y material, esto último cercano a las valoraciones económicas -turismo, por ejemplo- y patrimoniales (Busquets, 2009; Gross, 1979). Según Muñoz-Pedrerros (2004), la fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad.

4.7 Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

La capacidad de absorción visual debe ser entendida como inversamente proporcional a la fragilidad de un paisaje. En este sentido, la CAV se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual (sensu Escribano et al. 1991).

4.8 Niveles jerárquicos del paisaje

Se distinguen distintos niveles jerárquicos del paisaje según las diversas escalas de representación cartográfica del paisaje, considerando las escalas más amplias y generales hasta las más focalizadas y específicas.

En el marco del presente estudio, los niveles jerárquicos del paisaje comprenden las siguientes seis categorías:

Macrozonas: primer nivel jerárquico que corresponde a las grandes extensiones delimitadas por elementos geográficos tales como geomorfología, hidrografía, clima, vegetación y población, siendo coincidente con las grandes regiones bioclimáticas del país. Su escala de visualización corresponde al rango 1:500.000 a 1:250.000.

Subzonas: corresponde al segundo nivel jerárquico. Cada macrozona se compone de subzonas que se establecen de manera coincidente con las principales geoformas del territorio: borde costero, Cordillera de la Costa, depresión intermedia en sus distintas variaciones, valles transversales, Cordillera de los Andes, Cordillera del Tigre, entre otros. Su escala de visualización se sitúa en el rango 1:200.000 a 1:100.000.

Zonas Homogéneas: corresponde al tercer nivel jerárquico y constituyen mosaicos de paisaje contenidos en las subzonas. Como su nombre lo indica, estas zonas están determinadas por la homogeneidad en los atributos y características de los componentes bióticos, abióticos y

antrópicos apreciables en el territorio. Su escala de visualización corresponde al rango 1:50.000 a 1:20.000.

Unidades de Paisaje: corresponde al cuarto nivel jerárquico. Son las unidades reconocibles al interior de zonas homogéneas, que de manera interconectada conforman los mosaicos, pudiendo clasificarse a su vez en parches, conectores o matrices, según su dominancia, forma y función. Su escala de visualización está en el rango de escalas de 1:10.000 a 1:5.000.

Áreas Singulares: corresponde al quinto nivel jerárquico. Son sectores y/o elementos reconocibles dentro de una determinada unidad de paisaje que dominan por sus características únicas y distintivas. Su escala de visualización se ubica en el rango de escalas de 1:2.000 a 1:1.000.

Sitios: corresponde al sexto nivel jerárquico. Son porciones delimitadas y específicas de terreno que pueden reconocerse dentro de un área singular. Su escala de visualización corresponde al rango de escalas de 1:500 a 1:100.

5. METODOLOGÍA

Para determinar el valor paisajístico del área de influencia del proyecto, se ha utilizado como referencia, la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico del SEA, Chile, 2019². A su vez, se utilizó como referencia la matriz para determinar y clasificar la Calidad Visual de la unidad de paisaje definida (BLM, 1980 y Rojas y Kong 1998).

Complementando lo anterior, se incorporó una matriz de evaluación de la Fragilidad Visual como una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1986) y Aguiló et al. (1992). Adicionalmente, se incorporó una matriz de evaluación y tabla de puntuación para la Capacidad de Absorción Visual del paisaje Yeomans (1986) y PYEMA (2008), respectivamente.

De acuerdo a lo anterior, y considerando que el propósito de esta descripción del paisaje es presentar una caracterización del componente Paisaje del área de influencia del Proyecto “San Jorge”, el método que se utilizará, estará compuesto por las siguientes etapas:

- Descripción del área de influencia para determinar el valor paisajístico de la zona.
 - Determinación del Valor Paisajístico
 - Delimitación del Área de Influencia
- Determinación de la calidad visual del paisaje.
- Fragilidad visual del paisaje.
- Capacidad absorción visual del paisaje.

² Cabe señalar que la guía “Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico del SEA, 2019” es utilizada a modo de referencial para desarrollar la presente descripción del aspecto “Paisaje”, pudiendo ser complementada con diferentes metodologías que logren evaluar, clasificar, puntuar, etc., el valor paisajístico del proyecto de una manera más argumentativa y completa.

- Predicción y evaluación de impactos sobre el valor paisajístico.

Los atributos del paisaje se determinan en base a la percepción visual del mismo. Al efecto, se reconocen los siguientes tipos de atributos:

- Atributos biofísicos: comprenden la expresión visual de componentes bióticos, tales como flora y fauna, y físicos, como relieve, suelo y agua.
- Atributos estéticos: comprenden la expresión de los rasgos estéticos percibidos visualmente, en términos de forma, color y textura.
- Atributos estructurales: comprende la expresión de la diversidad y singularidad de atributos presentes y a la condición natural o antrópica del paisaje.

5.1 Descripción del Área de Influencia Para Determinar el Valor Paisajístico de la Zona

La determinación del valor paisajístico se realiza mediante la caracterización del paisaje a partir del reconocimiento de su carácter y la descripción de sus atributos biofísicos visuales.

La siguiente figura ilustra la secuencia a seguir para describir el área de influencia a objeto de poder determinar el valor paisajístico.

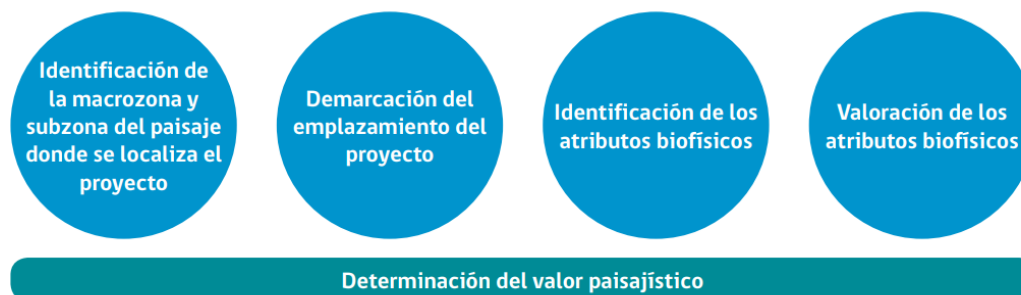


Figura 1. Determinación del Valor Paisajístico

Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.

En el caso que en base a esta caracterización se determine que la zona no presenta valor paisajístico, los antecedentes de dicha caracterización sirven para fundamentar en el proyecto que la zona no presenta valor paisajístico.

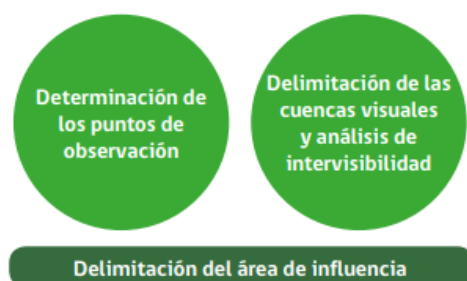


Figura 2. Delimitación del área de influencia

Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.

5.2 Determinación de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje

La descripción del área de influencia para una zona con valor paisajístico se completa con los siguientes pasos que muestra la figura donde ilustra la secuencia a seguir para determinar la calidad y fragilidad visual del paisaje por unidad del paisaje. La Guía utilizada como referencia, presenta dos métodos, el indirecto que evalúa la calidad de los atributos visuales biofísicos, estéticos y estructurales, y el directo que evalúa la calidad utilizando las preferencias de un panel de observadores (Muñoz Pedrero, 2016). El presente informe está desarrollado en referencia a un método indirecto.

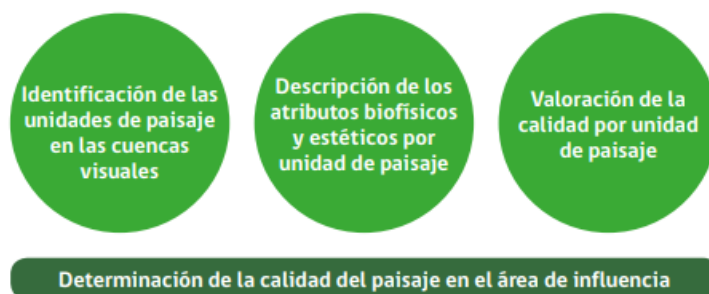


Figura 3. Determinación de la calidad y fragilidad visual del paisaje.

Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.

Para la evaluación de la Fragilidad Visual, se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1986) y Aguiló et al. (1992). Estos métodos asignan valores a una serie de factores que interactúan en la manifestación visual del paisaje, entre los que se encuentran el biofísico, de visualización, la singularidad y la accesibilidad visual.

La Capacidad de Absorción Visual (CAV) debe ser entendida como inversamente proporcional a la fragilidad de un paisaje. En este sentido, la CAV se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual.

5.3 Predicción y Evaluación de Impactos Sobre el Valor Paisajístico.

A la identificación y estimación de los impactos de un proyecto o actividad se denomina predicción de impactos; para el valor paisajístico se presentan los métodos de simulación y visualización de impactos. Luego se debe evaluar si el proyecto genera o presenta una alteración significativa del este valor paisajístico de la zona.

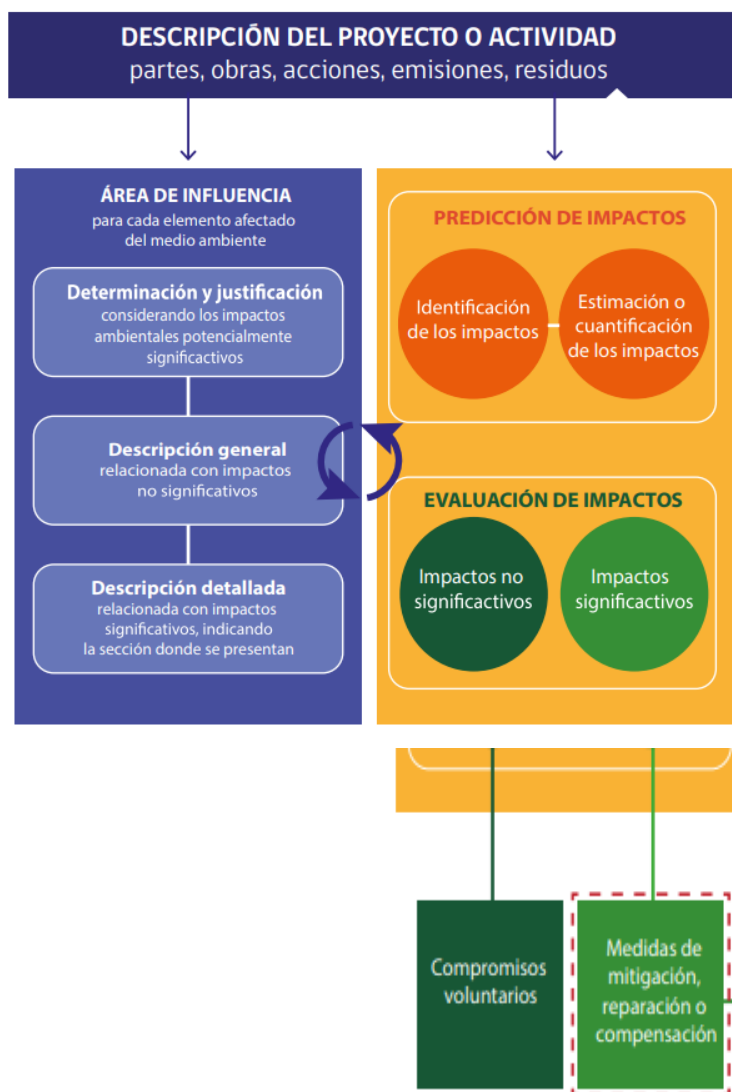


Figura 4. Predicción y Evaluación de Impactos Sobre el Paisaje
Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEA. Chile, 2019.

6. DESARROLLO

6.1 Área de Influencia Para Determinar el *Valor Paisajístico* de la Zona

La descripción del área de influencia tiene por objetivo determinar si dicha área presenta valor paisajístico.

El valor paisajístico de una zona está estrechamente vinculado al carácter del paisaje, siendo fundamental determinarlo en consideración a la macrozona y subzona de paisaje donde se localiza el proyecto y la caracterización de sus atributos biofísicos.

6.1.1 Identificación de la Macrozona y Subzona de Paisaje Donde se Localiza el Proyecto

La guía “Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA” (2019), distingue distintos niveles jerárquicos del paisaje que pueden ser identificados según las diversas escalas de representación cartográfica del paisaje, considerando las escalas más amplias y generales hasta las más focalizadas y específicas. En el contexto de esta metodología se consideran los niveles jerárquicos que mejor describen el “Valor Paisajístico”, vale decir, Macrozonas y Subzonas. A continuación, se define cada una de ellas:

- Macrozonas: Primer nivel jerárquico que corresponde a las grandes extensiones delimitadas por elementos geográficos tales como geomorfología, hidrografía, clima, vegetación y población, siendo coincidente con las grandes regiones bioclimáticas del país. Su escala de visualización corresponde al rango 1:500.000 a 1:250.000.
- Subzonas: Cada macrozona se compone de subzonas que se establecen de manera coincidente con las principales geoformas del territorio en sus distintas variaciones, valles transversales, Cordillera de los Andes, Cordillera del Tigre, entre otros. Su escala de visualización corresponde al rango 1:200.000 a 1:100.000.

La zonificación del territorio presentada anteriormente, permite reconocer de manera preliminar y general el carácter del paisaje; tomando en consideración la dominancia de alguno de sus atributos biofísicos (por ejemplo, la topografía, hidrografía, vegetación, etc.).

6.1.2 Identificación de los Atributos Biofísicos del Paisaje:

Se identifican los atributos biofísicos del paisaje, considerando factores tales como el relieve, suelo, agua, vegetación, y fauna. Esto se realiza mediante el análisis de imágenes satelitales, bibliografía y visitas a terreno de profesionales de diferentes disciplinas que participan en la elaboración del IIA del Proyecto San Jorge. Como, por ejemplo, para los atributos de Flora y vegetación, se consultan las líneas de base de Vegetación, Flora y Fauna del presente proyecto.

6.2 Área de Influencia Para Determinar la *Calidad Visual* del Paisaje

La determinación de la calidad visual del paisaje se realiza a partir de sus atributos biofísicos, estéticos y estructurales. Esta tarea comprende el desarrollo de actividades en gabinete y terreno.

Las tareas de gabinete consisten en la revisión y profundización de los antecedentes recopilados en la fase anterior relativa a la determinación del valor paisajístico de la zona. Luego se realiza la delimitación específica del área de influencia mediante el análisis de visibilidad e intervisibilidad. Se identifican los potenciales puntos de observación a partir de los cuales se determinan las cuencas visuales. Los puntos de observación deben ser confirmados en terreno. Posteriormente se realiza el análisis de intervisibilidad obteniendo el total de zonas visibles desde cada punto de observación.

Finalmente se identifican las unidades de paisaje comprendidas en las cuencas visuales. El levantamiento de información sobre los atributos comprendidos en las cuencas visuales contempla actividades en terreno. Las tareas de gabinete posteriores a las actividades en terreno están orientadas a consolidar el análisis de visibilidad e intervisibilidad y la evaluación de la calidad visual del paisaje.

6.2.1 Profundización de la Caracterización Básica del Paisaje

La profundización de la caracterización básica del paisaje considera la revisión de literatura vinculada a la macrozona, subzona y zonas homogéneas en la cual se inserta el proyecto y sus correspondientes escalas cartográficas, lo que permite singularizar información sobre los atributos biofísicos del paisaje.

6.2.2 Delimitación Específica del Área de Influencia

Al decidir sobre la amplitud del área de influencia, se ha abordado el sitio de emplazamiento del proyecto y su entorno paisajístico más amplio, dentro del cual el proyecto puede llegar a afectar el paisaje. Esta área se ha extendido a todo el territorio desde donde podría visualizarse el proyecto.

6.2.2.1 Determinación de los Puntos de Observación

Los puntos de observación (PO) se han establecido de acuerdo a los puntos que se encuentran en sectores de mayor acceso para un observador habitual, desde donde es posible una visión panorámica del paisaje. Se ha realizado un recorrido completo del área y se han seleccionado los puntos de observación, justificando su ubicación.

Para la selección de los puntos de observación, se tomaron en cuenta solamente las vistas desde la Ruta Nacional N°149. No se consideraron otros puntos de observación debido a lo siguiente:

- El proyecto se emplaza en la Cordillera del Tigre (inserto en la Cordillera de los Andes, Argentina), no existen puntos de observación desde el externo superior de la Cordillera.
- En las zonas circundante al proyecto no se visualizan otros caminos con flujo de transporte por vehículos.
- No existe otro punto de observación de acceso público desde donde se pueda observar el área del proyecto.

6.2.2.2 Delimitación de las Cuencas Visuales

La cuenca visual es la zona que es vista desde un punto de observación. Dicho de otra manera, la cuenca visual es el entorno visual de un punto.

Tevar (1996) señala que las características principales de una cuenta visual son las siguientes:

- Forma de la cuenca: se relaciona con la forma geométrica, puede ser circular, alargada e irregular.
- Tipos de vistas: se relaciona con las vistas obtenidas de la cuenca. Pueden ser:
 - panorámica, límites lejanos y vista generalizada del lugar,
 - focalizada, por lo general son cuencas muy cerradas donde la vista se enfoca directamente hacia un punto específico,
 - cerrada, se ven primeros y segundos planos.
- Tamaño de la cuenca: es la cantidad de superficie vista desde el punto de observación. Puede ser grande, mediana y pequeña.
- Compacidad de la cuenca visual: corresponde a la mayor o menor presencia de zonas no vistas (sombra) dentro de la cuenca visual, es decir, hace referencia a la cantidad de zonas ocultas dentro de una determinada vista.

6.2.2.3 Análisis de Intervisibilidad

La intervisibilidad se puede considerar como la suma de las cuencas visuales de una malla de puntos de observación. La intervisibilidad se entiende como el grado de visibilidad recíproca entre una serie de puntos de observación y contempla el cálculo del total de las zonas visibles desde cada punto de observación. La intervisibilidad complementa el análisis de visibilidad.

La superposición de los mapas de las cuencas visuales de todos los puntos de observación da como resultado el Mapa del Área de Influencia.

6.2.2.4 Identificación de las Unidades de Paisaje

La identificación y delimitación cartográfica de las unidades de paisaje en el área de influencia se refiere al reconocimiento de porciones del territorio que tienen una apariencia homogénea, la cual es resultante de la combinación de sus atributos visuales.

La homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no necesariamente idénticos.

6.2.3 Determinación de la Calidad, Fragilidad y Capacidad de Absorción Visual del Paisaje

6.2.3.1 Caracterización de los Atributos Visuales

Una vez identificadas y delimitadas las unidades de paisaje se procedió a profundizar en la caracterización de sus atributos biofísicos y describir sus atributos estéticos y estructurales.

Para el levantamiento de información, durante la primera semana de diciembre de 2023, se realizaron ambas visitas a las zonas circundantes al proyecto.

Para la caracterización de los atributos visuales se han considerado los atributos biofísicos, estructurales y estéticos.

Atributos Biofísicos

- Relieve: percepción visual de las variaciones geomorfológicas del paisaje en función de su tipo, pendiente y orientación.
 - Tipo: describe el tipo de rasgo geomorfológico tales como valle, colina, montaña, afloramiento rocoso, volcán y cerro isla.
 - Pendiente: describe la gradiente del terreno en términos de porcentaje.
 - Orientación: describe la orientación de las laderas del relieve en las posiciones de solana y umbría.
- Suelo: percepción visual de la superficie del terreno descrita en función de su rugosidad.
 - Rugosidad: describe la apariencia de la superficie del suelo, distinguiéndose suelos lisos o de rugosidad baja, rugosidad media y suelos rugosos o de rugosidad alta.
- Agua: percepción visual de cuerpos y cursos de agua en función de su tipo, ribera, movimiento, abundancia y calidad.
 - Tipo: describe el tipo de cuerpo o curso de agua visible (humedal, arroyo o estero, río, lago, embalse, mar u otro).
 - Ribera: describe la apariencia de los márgenes del cuerpo o curso de agua en términos de la presencia de vegetación asociada a éstos.

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

- Movimiento: describe la singularidad del movimiento que experimenta el curso de agua, tales como ligero, meandro, rápido y salto de agua.
- Abundancia: describe la cantidad de agua visible en el paisaje.
- Calidad: describe la propiedad visual de la calidad del agua (sucio o limpio).
- Flora y Vegetación: percepción visual de la vegetación reconocible en función de su cobertura, temporalidad, diversidad, calidad, estrato y follaje.
 - Cobertura: describe la cantidad de suelo cubierto por vegetación, expresado en términos de porcentaje.
 - Temporalidad: describe la perduración de la vegetación en el paisaje, expresado en términos de permanente, estacional u ocasional.
 - Diversidad: describe la presencia de diversas especies de flora. Puede tratarse de flora propia de la zona (nativa o endémica) o especies introducidas.
 - Estrato: describe la estratificación de la vegetación dispuesta en el transecto vertical, reconociendo los tipos arbóreo, arbustivo y herbáceo.
 - Follaje: describe la persistencia del follaje de la vegetación, reconociendo los tipos perenne, caduco y mixto.
- Fauna: percepción visual de organismos vertebrados e invertebrados en el paisaje, reconocibles en función de su presencia y diversidad.
 - Presencia: describe la facilidad de observación de la fauna.
 - Diversidad: describe la presencia de diversas especies de fauna.

Atributos Estructurales

- Diversidad Paisajística: percepción visual de la variedad de atributos en el paisaje en relación a su heterogeneidad y singularidad.
 - Heterogeneidad: describe la cantidad de atributos distintos que pueden identificarse en el paisaje.
 - Singularidad: característica o cualidad que hace a un paisaje distinto y exclusivo de otro. Existencia de atributos únicos o no habituales en el paisaje.

Atributos Estéticos

- Forma: percepción visual de las formas del paisaje, reconocibles a partir de su diversidad.
 - Diversidad: describe la variabilidad de formas del paisaje, tales como cuadrado, triángulo, círculo, línea, otras formas.
- Color: percepción visual de la gama cromática del paisaje, reconocible en función de su diversidad y contraste.
 - Diversidad: describe la variabilidad de matices de color.
 - Contraste: describe el efecto de diferencias notables entre colores y matices.
- Textura: percepción visual de la relación entre la luz y sombra de la superficie del paisaje, en función de su granulometría y diversidad.

- Grano: describe la variación relativa del tamaño de los granos.
- Diversidad: describe la variabilidad de granos.

6.2.3.2 Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje

La evaluación de la calidad del paisaje se realiza sobre la base de la ponderación de los atributos visuales que contribuyen con su carácter y que lo hacen único y representativo. En la evaluación de la calidad visual se ha considerado, además, la macrozona de paisaje donde se emplaza el proyecto y sus respectivos supuestos de base. Ello con el objetivo que la evaluación de la calidad visual del paisaje sea pertinente con el carácter del mismo.

Se utilizó como referencia la Metodología Para Determinación de la Calidad Visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s), para ponderar la calidad visual del paisaje de acuerdo a los valores que toman las variables de los atributos biofísicos, estructurales y estéticos del paisaje respecto a la matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998).

En la siguiente Tabla presentan los criterios de evaluación:

**Tabla 4. Matriz Para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje.
(BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998)**

Factores	Calidad Visual del Paisaje		
	Alta	Media	Baja
Geomorfología o Topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológica de modelado suave u ondulado..	Pendientes entre 0% y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos..
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50 %. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea,

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Factores	Calidad Visual del Paisaje		
	Alta	Media	Baja
	estratos y contrastes cromáticos.		ausencia de vegetación nativa.
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
Agua	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 0
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
	Valor = 2	Valor = 0	Valor = -2
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 0
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos..
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1
Singularidad o Rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.
	Valor = 5	Valor = 3	Valor = 1

De acuerdo con los criterios señalados anteriormente, los valores que se obtengan por cada unidad de paisaje evaluada serán categorizados para calidad visual y su respectiva clase para calidad escénica que es la clasificación homóloga que estableció el Departamento de Gestión Territorial, o BLM por sus siglas en inglés, de los Estados Unidos, tal como aparece en la siguiente tabla.

Tabla 5. Clasificación de la calidad visual. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998)

Clasificación de la calidad visual. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998)				
Valor obtenido	Calidad escénica (BLM, 1980)	Descripción del área	Clasificación (Rojas y Kong, 1998)	Connotación visual del área
0 – 11	Clase C	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica; de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	Calidad visual baja	Área deficiente o carente de elementos singulares o sobresalientes. Por lo general, este tipo de áreas se encuentran modificadas en su composición o estructura por actividades antrópicas.
12 – 18	Clase B	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales	Calidad visual media	Área atractiva visualmente, sin características sobresalientes.
19 – 33	Clase A	Reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado, poseen rasgos singulares y sobresalientes.	Calidad visual alta	Área con atributos visuales únicos o excepcionales, tanto en su composición interna como en su organización. Asociada por lo general a áreas prístinas.

6.2.3.3 Fragilidad del Paisaje

Para la evaluación de la Fragilidad Visual, se utilizó la matriz propuesta para la evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje (Escribano Et Al. 1986). Se entenderá por fragilidad visual a la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

Tabla 6. Matriz para la Evaluación de la Fragilidad Visual de Paisaje.
Modificado De: Escribano Et Al. 1987.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendientes (P)	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Densidad Vegetacional (D)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Contraste Vegetacional (C)	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidente.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Alturas de la Vegetación (h)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Visualización	Tamaño de la Cuenca visual (T)	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
	Forma de la Cuenca visual (F)	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
	Compacidad (O)	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Singularidad	Unicidad del paisaje (U)	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Visibilidad	Accesibilidad Visual (A)	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas escasas o breves.
		Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

La siguiente tabla presenta los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual.

Tabla 7. Intervalos de Valores de Calificación y la Connotación Para la Fragilidad Visual

Puntuación Global	Clasificación	Connotación Visual del Paisaje
34 – 45	Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos
21 – 33	Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos.
9 – 20	Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área.

6.2.3.4 Capacidad de Absorción Visual (CAV)

La CAV se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual.

Para el caso de las matrices a usar en el estudio, a cada elemento o factor medido se le asignará un puntaje dependiendo de su Calidad, Fragilidad o C.A.V. (alta, media o baja), para luego, en el caso de la Calidad y Fragilidad de paisaje, calcular su promedio. En cambio, para la capacidad de absorción visual, el valor se obtiene mediante la fórmula:

$$\text{C.A.V.} = \text{S} \times (\text{E} + \text{R} + \text{D} + \text{C} + \text{V}),$$

dónde:

S = Pendientes;

D = Diversidad vegetacional;

E = Erosionabilidad del suelo;

V = Contraste suelo/vegetación;

R = Vegetación, potencial de regeneración;

C = Contraste suelo/roca

Tabla 8. Matriz Para La Evaluación De La Capacidad De Absorción Visual. (C.A.V.) De Un Paisaje. Fuente: Yeomans 1986.

Elementos	Valores C.A.V.		
	Alta	Media	Baja
Pendientes (S)	Poco inclinado (0-25% pendiente)	Inclinado suave (25-55% pendiente)	Inclinado (pendiente > 55%)
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Diversidad vegetacional (D)	Diversificada e interesante	Mediana diversidad, repoblaciones.	Eriales, prados y matorrales. Sin vegetación o monoespecífica.
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Erosionabilidad del suelo (E)	Poca o ninguna restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Contraste suelo/vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación.	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Contraste visual bajo entresuelo y vegetación, o sin vegetación.
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
Vegetación, potencial de regeneración (R)	Alto potencial de regeneración.	Potencial de regeneración medio	Sin vegetación, o Potencial de regeneración bajo.
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

Elementos	Valores C.A.V.		
	Alta	Media	Baja
Contraste suelo/roca (C)	Contraste alto.	Contraste moderado	Contraste bajo o inexistente
	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

Una vez aplicada la valorización de las unidades de paisaje para capacidad de absorción visual, se clasificarán de acuerdo con la tabla:

Tabla 9. Puntuación para determinar la CAV (PYEMA, 2008)

Puntuación Para Determinar la CAV (PYEMA, 2008)	
Baja	< 15
Moderada	15 - 30
Alta	> 30

6.2.4 Formatos del material de apoyo

a. Coberturas y cartografía

En primera instancia la elevación de terreno utilizada permite posicionar los puntos de observación, trazar las proyecciones que delimitan las cuencas visuales, determinar el área de influencia y finalmente referenciar las unidades de paisaje. Las coberturas permiten integrar las diversas capas de información, tanto a nivel de visibilidad como luego a nivel de calidad. La construcción rigurosa de las bases de datos que determinan las coberturas es un paso clave.

Los SIG permiten manejar las diversas variables y atributos involucrados en los estudios de paisaje.

La escala de visualización de las cartografías varía según la magnitud del proyecto y el objetivo para el cual se utilice.

b. Fotos aéreas y ortofotos

Las fotos aéreas y ortofotos se utilizan para identificar visualmente las características formales y espaciales de los diversos atributos del paisaje.

La perspectiva aérea permite complementar la información presentada a nivel de plano de emplazamiento, dotando de datos más sensibles respecto a los atributos estéticos de forma, textura y color.

c. Muestras fotográficas

El uso dado a las imágenes en este estudio es de dos tipos. En primer lugar, las fotografías han permitido complementar la fase de caracterización y diagnóstico, exponiendo de manera didáctica los atributos del paisaje. En segundo lugar, las fotografías constituyen soportes sobre los cuales se ha realizado la evaluación de los efectos del proyecto en la alteración del valor paisajístico.

El control de las condiciones de visibilidad se realiza estandarizando los límites y modificaciones de visión, en relación a:

- La distancia, privilegiando la valoración de los primeros planos que contienen las unidades de paisaje. Así la distancia máxima se establece en 3 km, clasificando los objetos más allá de ese límite como extra oculares. Esta distancia pretende balancear la buena percepción de colores con líneas y texturas.
- El ángulo de incidencia visual, que corresponde al ángulo que forma el eje de visión con el terreno en un plano vertical y en un plano horizontal. Al registrar el paisaje el fotógrafo se debe ubicar en la visión óptima, esto es, cuando el eje de visión sea perpendicular al perfil que se contempla. Corresponde a la visión frontal que permite una composición más amplia, completa y clara de lo observado.
- Las condiciones atmosféricas deben ser óptimas, realizándose las fotografías en condiciones medias de claridad del aire. Se recomienda tomar las fotografías en las horas de mejor iluminación, esto es, en paisajes ubicados al oeste en la primera parte de la mañana y en paisajes ubicados al este antes del atardecer.
- El grado de iluminación se debe ajustar a la luz frontal, detrás del observador y frente al paisaje observado, ya que reduce las sombras y, aunque se pierde algo de perspectiva, permite percibir mejor los colores.

6.2.5 Predicción y Evaluación de Impactos Sobre el Valor Paisajístico.

A modo de identificar y estimar cualitativa o cuantitativamente los posibles impactos del proyecto sobre el paisaje, se realiza una simulación y visualización de las partes y obras del proyecto³, el cual comprende la elaboración de material gráfico y multimedia utilizando técnicas como fotomontaje. Las imágenes deben ilustrar de manera realista la situación con y sin proyecto, atendiendo los aspectos de forma, tamaño y color tanto de las partes y obras que conforman el proyecto, así como de los atributos visuales del paisaje. La elección de los puntos donde se representan las vistas, corresponde a los utilizados para la elaboración de las cuencas visuales, entendiéndose que, desde la Ruta Nacional N°149, son los puntos más cercanos al proyecto donde el observador podría permanecer durante un tiempo más prolongado en dicho lugar.

³ Se procedió de manera referencial en base a las sugerencias de la Guía "Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA, Chile, (2019)", para visualizar las partes y obras del proyecto a través de un Fotomontaje.

Por lo general, los detalles técnicos de la propuesta se importan desde programas CAD. Este procedimiento brinda la posibilidad de ubicar una cámara en la posición necesaria para ver la propuesta desde el mismo lugar en que se tomó la fotografía original.

6.2.5.1 Tipos de Impactos

Los tipos de impacto sobre el valor paisajístico se clasifican en las dos siguientes categorías:

- obstrucción de la visibilidad a una zona con valor paisajístico, y
- alteración de los atributos de una zona con valor paisajístico.

Con el objeto de evaluar si el proyecto o actividad, en cualquiera de sus etapas, genera o presenta una alteración significativa del valor paisajístico de una zona, se debe considerar la duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a una zona con valor paisajístico y la duración o la magnitud en que se alteren atributos de una zona con valor paisajístico.

7. RESULTADOS

7.1 Emplazamiento del Proyecto

En la siguiente figura, se presenta la ubicación general del proyecto San Jorge.

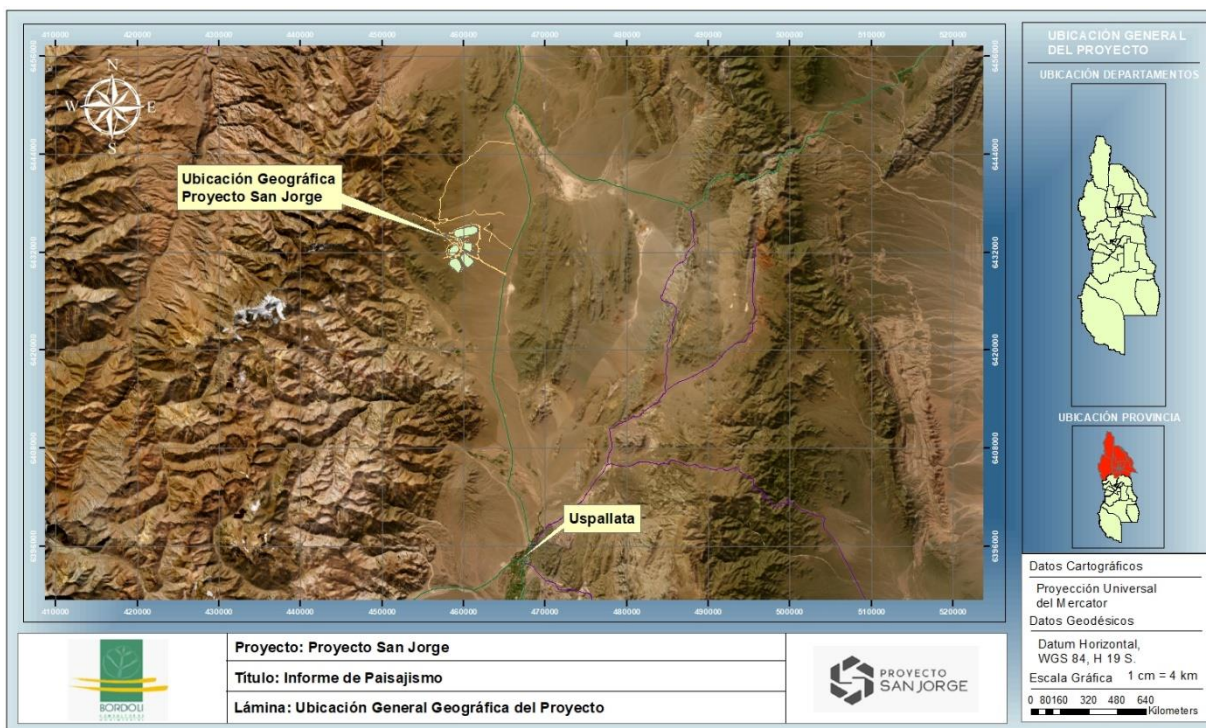


Figura 5. Mapa de Emplazamiento del Proyecto San Jorge

Las coordenadas del proyecto se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 10. Coordenadas del Proyecto San Jorge.

Vértice	Coordenada WGS 84, Huso 19 Sur		Coordenadas Gauss Krüger, Campo Inchauspe, Faja 2	
	Norte	Este	X	Y
1	6436585	452523	6436394	2452502
2	6436566	465030	6436386	2465014
3	6428581	465031	6429386	2465015
4	6428595	452521	6429400	2452500

Nota: Coordenadas Gauss Krüger, Campo Inchauspe, Faja 2. y Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 19S

Fuente: Elaboración propia

Las obras principales del proyecto se muestran en la siguiente Figura.

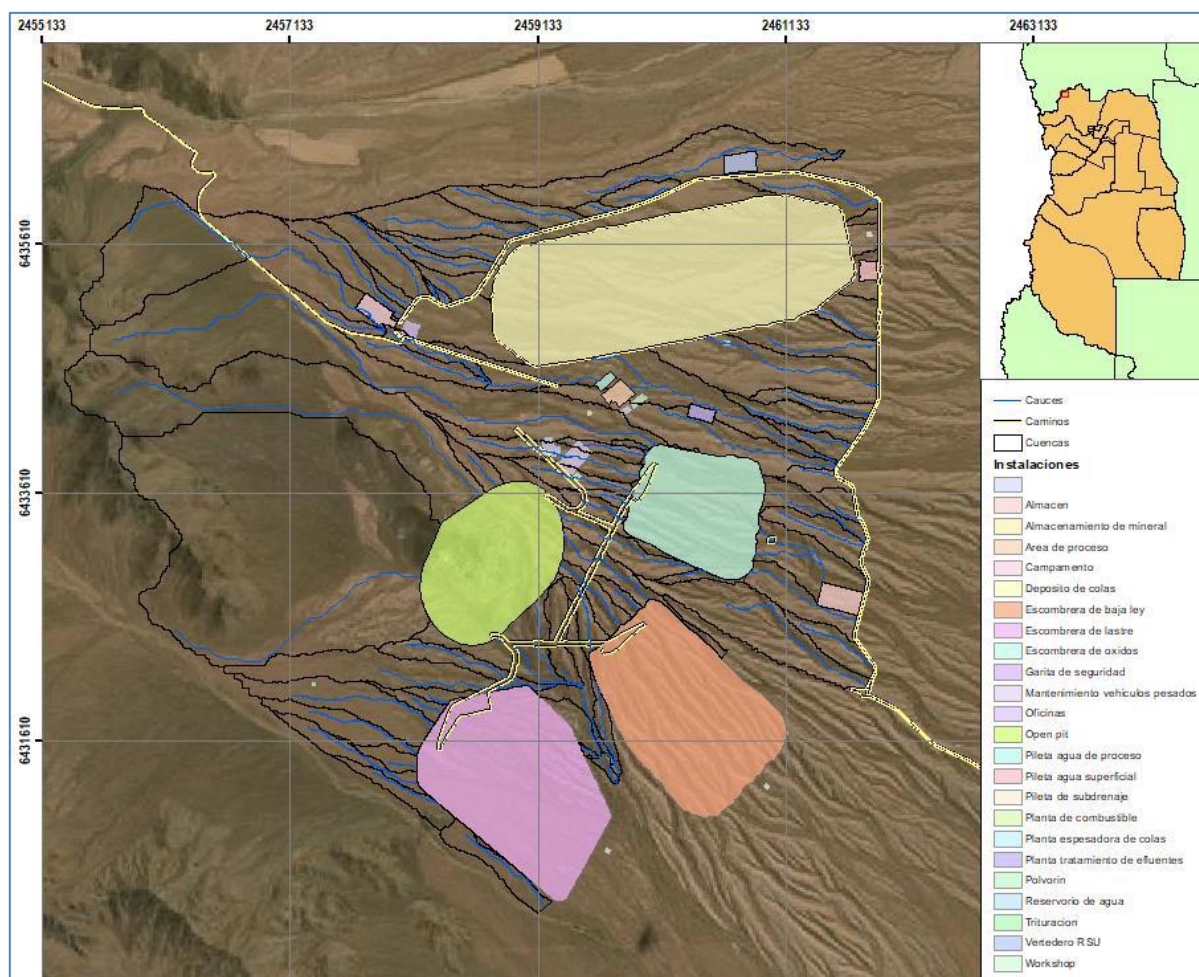


Figura 6. Ubicación de las Principales Obras del Proyecto San Jorge.

Fuente: Informe de Hidrología, Proyecto San Jorge, Anddes. 2023

7.2 Determinación del Valor Paisajístico

7.2.1 Identificación de las áreas de paisaje donde se localiza el Proyecto

Las áreas de paisaje donde se localiza el proyecto se pueden clasificar en tres sectores que se relacionan directamente con la Cordillera del Tigre, la cual, forma parte de la gran Cordillera de los Andes en Argentina y que son las siguientes:

- Divisiones del macizo antiguo,
- Divisiones de depósitos aluviales y,
- División de piedemonte.

La primera engloba las tres áreas más elevadas del Cordón del Tigre, las otras dos divisiones corresponden a unidades deposicionales de origen aluvial que ocupan diferentes posiciones en el paisaje, unas forman parte del valle principal y otras forman parte del piedemonte de los bloques de la Cordillera del Tigre (Figura 7).

Definidos los tres grandes tipos de unidades posteriormente se subdividieron para alcanzar mayor detalle en la identificación y descripción de las áreas homogéneas del paisaje. Para esta clasificación se siguieron como criterios los grandes rasgos morfológicos de las unidades como también su localización en el área de influencia del Proyecto. A continuación, se describe cada unidad considerando la altitud, pendiente, morfología superficial, vegetación, el patrón de drenaje y evidencias de antropización del paisaje entre otros elementos.

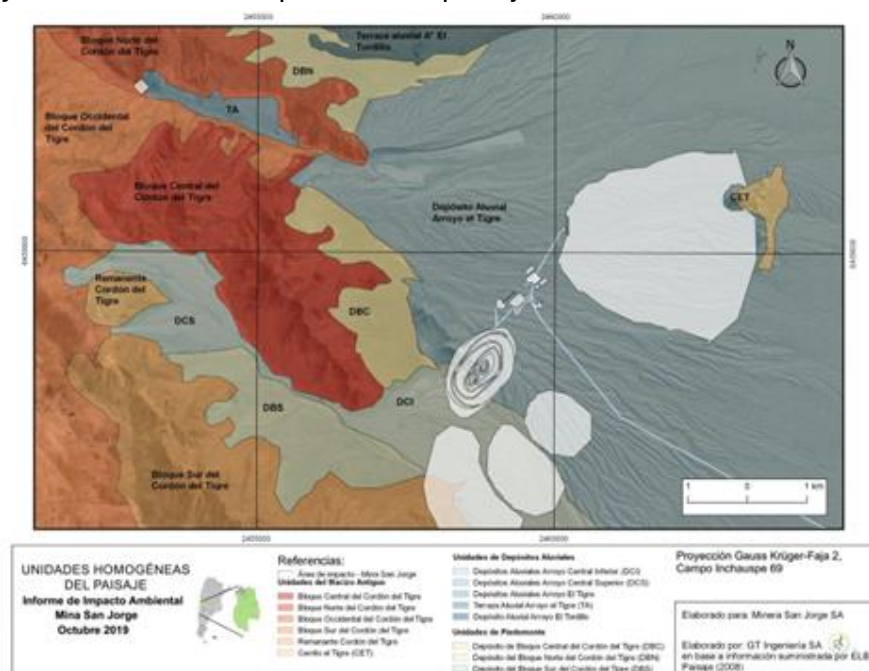


Figura 7. Unidades Homogéneas del Paisaje - Proyecto San Jorge
Fuente: Adaptado por GT Ingeniería SA, 2019

7.2.1.1 Unidades del Macizo Antiguo

La Unidad del Bloque norte de la Cordillera del Tigre, corresponde a la sección norte de la Cordillera del Tigre y tiene altitudes que fluctúan entre 2.600 y los 3.100 msnm. Forma parte de la provincia fitogeográfica del Monte, teniendo también en los sectores de mayor altitud especies características de la provincia fitogeográfica de la Puna. Los cursos de agua son temporales y se orientan principalmente hacia la cara noreste presentando un diseño del drenaje dendrítico. Desde la divisoria de aguas hacia el Norte presenta una pendiente débilmente inclinada menor a 5° y hacia el sur pendientes débilmente escarpadas mayores a 20°. El bloque presenta una coloración oscura con respecto a su entorno. A pesar de las pendientes relativamente elevadas sólo existen afloramientos rocosos en sectores muy localizados al norte de esta unidad. La zona no presenta evidencias claras de antropización.

La Unidad del Bloque central de la Cordillera del Tigre es el de mayor tamaño de la Cordillera del Tigre y colinda al oeste con la zona de explotación minera. Su altitud fluctúa al igual que el bloque norte, entre los 2.600 y los 3.100 msnm con pendientes débilmente escarpadas al noreste como al sureste. Forma parte de la provincia fitogeográfica del Monte, y a partir de los 3.000 (msnm) hay presencia de vegetación de la provincia fitogeográfica de la Puna. Esta presenta una particular distribución entorno a los cursos de agua temporarios, que conservan la humedad permitiendo un mejor desarrollo de la vegetación. El diseño de la red de drenaje es dendrítico. Este bloque igual que el anterior presenta una coloración oscura y un relieve complejo por la existencia de desniveles entre las distintas lomas. En la divisoria de aguas es posible observar numerosos afloramientos rocosos. La zona no presenta evidencias claras de antropización.

La Unidad del Bloque sur de la Cordillera del Tigre, está localizada al sur de la zona de explotación minera, al igual de las demás forma parte del Cordillera del Tigre. Es la segunda unidad en altura ya que posee altitudes entre los 2.600 y los 3.200 msnm. Presenta pendientes escarpadas en ambas laderas en donde existen afloramientos rocosos de coloración amarilla que posiblemente correspondan a zonas con alteración hidrotermal. Estas áreas de tonalidades más claras no presentan vegetación. Distinta es la cara noreste con mayor presencia de vegetación perteneciente a la provincia fitogeográfica del Monte. Tan solo en la cima del bloque hay algunas especies características de la Puna. En cuanto al recurso hídrico solo hay cursos de agua temporarios que responden a un diseño de la red de drenaje dendrítico. La zona no presenta evidencias claras de intervención humana.

La Unidad del Bloque occidental de la Cordillera del Tigre, si bien esta unidad forma parte de la Cordillera del Tigre se diferencia de las ya descritas por su extensión norte-sur a lo largo del área de estudio, por sus elevadas altitudes que fluctúan entre 2.600 – 3.600 msnm y coloración más clara. Su rango de altitud nos afirma que forma parte de las provincias fitogeográficas de Monte y Puna con una distribución de la vegetación localizada principalmente en las vertientes de umbría que presentan laderas con pendientes muy escarpadas. El diseño de la red de drenaje en toda la unidad es dendrítico, al norte de esta

hay presencia de un curso de agua permanente correspondiente al arroyo El Tigre. En el resto del área solo hay presencia de cursos de agua temporales. La zona no presenta evidencias claras de antropización.

La Unidad Remanente Cordillera del Tigre corresponde a un pequeño sector de la Cordillera del Tigre que se encuentra emplazado entre dos superficies aluviales. Presenta altitudes que fluctúan entre los 2900 y 3200 msnm y posee una coloración oscura. La zona presenta vegetación dispersa perteneciente a la provincia fitogeográfica del Monte y un patrón de la red de drenaje dendrítico. En toda su extensión existe un relieve complejo con pendientes débilmente escarpadas, sin embargo, los afloramientos rocosos son escasos. La zona no presenta evidencias claras de antropización.

La Unidad Cerro El Tigre es particularmente destacable por ser la única elevación del relieve al este de la explotación minera. Es un afloramiento de la Cordillera del Tigre en el medio del cono aluvional del valle principal. Tiene una altura máxima de 2.500 msnm y recibe el nombre de cerro El Tigre. Presenta una orientación norte-sur, con presencia de escasos cursos de agua temporarios que responden a un diseño de drenaje radial. Esta pequeña unidad forma parte de la provincia fitogeográfica del Monte donde la mayor densidad de vegetación se localiza en la vertiente oeste. Sus pendientes son muy inclinadas oscilando entre los 5° y 20°. Esta unidad tiene un gran valor paisajístico y cumple un importante rol por ser un hito geográfico en la zona.

7.2.1.2 Unidades de Piedemonte

La Unidad Depósitos del bloque norte del cordón del Tigre, está constituida por los depósitos aluviales del bloque norte del cordón del Tigre, posee una pendiente débilmente inclinada entre los 3° y 8° y alturas que fluctúan entre los 2.500 y los 2.900 msnm. La orientación de esta unidad es de noreste a sureste y presenta sobre su superficie cursos de agua temporarios con diseño del drenaje dendrítico donde se concentra la escasa vegetación de la zona perteneciente a la provincia fitogeográfica del Monte. La zona se encuentra en parte intervenida por la presencia de un camino sin pavimentar que cruza perpendicularmente al este de la unidad. La coloración de la unidad es oscura semejante a las tonalidades que presenta el bloque desde donde se desprenden los materiales.

La Unidad Depósitos del bloque central del cordón del Tigre, corresponde a los depósitos aluviales y coluviales provenientes de la erosión del bloque central. Posee una pendiente inclinada en su zona de origen y débilmente inclinada en su contacto con los depósitos aluviales del arroyo El Tigre. Esta unidad del piedemonte tiene altitudes que fluctúan entre los 2.600 y los 2.600 msnm y tiene una orientación norte sur. Su patrón de drenaje es paralelo y sólo presenta cursos de agua temporales. La vegetación en la zona es dispersa aunque más abundante que en la unidad anterior y pertenece a la provincia fitogeográfica de El Monte. Las especies de mayor tamaño se ubican en los alrededores de los cursos hídricos. Este sector al igual que el anterior presenta un bajo nivel de intervención por la existencia de un camino sin

pavimentar que bordea su límite este. Al camino se le asocian pequeñas áreas de forma circular sin vegetación.

La Unidad Depósitos del bloque sur de la Cordillera del Tigre corresponde al piedemonte del bloque homónimo y está conformada por depósitos aluviales y coluviales. La altitud en el sector fluctúa entre los 2.600 y los 2.900 msnm. La unidad presenta una pendiente inclinada entre 5° y 10° y se encuentra surcada por numerosos cursos de agua temporales que tienen un patrón de drenaje paralelo a dendrítico. En cuanto a la vegetación, esta es de reducido tamaño y se distribuye homogéneamente en toda la unidad sin áreas de grandes concentraciones, también pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte. La coloración de esta unidad es oscura con algunas zonas matizadas por colores claros aunque estas áreas ocupan una baja extensión. La zona no presenta evidencias de intervención antrópica.

7.2.1.3 Unidades de Depósitos Aluviales.

La Unidad Depósitos aluviales del Arroyo El Tigre, dentro del conjunto de los depósitos aluviales esta unidad es la que presenta mayor tamaño ocupando todo el sector este de la zona de estudio. La unidad posee una pendiente débilmente inclinada de entre 2° y 5° con altitudes que fluctúan entre los 2.400 y los 2.600 msnm. Tiene una densa red de drenaje de diseño dendrítico con cursos de agua temporarios en casi toda su extensión, excepto al norte de la unidad por donde circula el arroyo El Tigre, único curso de agua permanente de toda la zona. La vegetación de mayor tamaño se vincula al borde de los diferentes cauces y pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte. El espacio existente entre los diferentes cursos de agua se presenta llano y prácticamente sin vegetación formándose un paisaje en forma de mosaico. Esta unidad es la que posee mayor intervención antrópica visualizándose un camino que bordea el límite oeste de la unidad y otro que pasa por el sur; al norte hay signos de instalación humana con presencia de: puestos, corrales, árboles, pequeños terrenos para cultivos, caminos de tierra y huellas.

La Unidad Terraza aluvial Arroyo El Tigre, es una pequeña franja de orientación oeste-este localizada en la parte inferior del bloque norte de la Cordillera del Tigre. No presenta una red de drenaje definida, sin embargo, limita al sur con el curso de agua permanente del Arroyo El Tigre que es probablemente el que dio origen a esta superficie aterrazada. La vegetación en esta unidad es escasa y la existente se localiza en las depresiones donde se concentra la humedad. Las altitudes fluctúan entre 2.600 y los 2.800 msnm piso altitudinal donde dominan las especies de la provincia fitogeográfica de El Monte. Respecto a las pendientes, estas son débilmente escarpadas y los valores oscilan entre los 3° en su superficie y los 24° en la zona de contacto con el lecho del arroyo El Tigre. En esta unidad no se visualizan elementos indicativos de actividad antrópica por lo que presenta un alto grado de naturalidad.

La Unidad Depósitos aluviales del Arroyo del Tordillo, se ubica en el extremo norte del área de estudio y ocupa una superficie de reducidas dimensiones. Presenta la forma de un glacis por el cual escurre una red drenaje dendrítica con cursos de agua temporarios. La zona tiene una

pendiente débilmente inclinada que oscila entre los 2° y los 5°. La vegetación se concentra mayormente en los alrededores de los cursos hídricos y pertenece a la provincia fitogeográfica de El Monte. La única evidencia de intervención humana en esta unidad corresponde a un camino sin pavimentar que la atraviesa en dirección norte-sur. La altitud en el lugar fluctúa entre los 2.500 y 2.600 msnm. Se destacan en el sector dos elevaciones de 2600 msnm de coloración más oscura que el entorno.

La Unidad Depósitos aluviales del arroyo central sección superior, se localiza entre las dos unidades de macizo antiguo, el bloque central y el bloque sur de la cordillera del Tigre, es un curso de agua temporario que forma parte de una red dendrítica en cuyos cauces se visualizan los únicos parches vegetacionales de la unidad. Esta zona se origina por la coalescencia de dos conos aluviales aproximadamente a los 3.100 metros de altitud que se estrechan posteriormente en los márgenes del huadís a los 2.600 (msnm). La pendiente del sector se presenta muy inclinada en su parte superior, con más de 15°, reduciéndose hasta los 3° en zonas prácticamente llanas en la parte inferior. La única evidencia de antropización de la unidad corresponde a una huella que cruza la unidad en dirección noroeste a sureste.

La Unidad Depósitos aluviales del arroyo central sección inferior, esta unidad de orientación noreste-sureste posee una pendiente que oscila entre los 2° y 3° siendo una superficie casi plana que asciende desde los 2.400 msnm hasta los 2.600 msnm, respondiendo a las características morfológicas de un glacis. Su superficie se encuentra cubierta totalmente por vegetación que pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte, la densidad de la vegetación se acrecienta en los márgenes de los cursos de agua temporarios. Estos cursos obedecen a un diseño de la red de drenaje dendrítico que en algunos sectores son atravesados por huellas y picadas de origen antrópico.

7.2.2 Demarcación de las Obras Principales del Proyecto

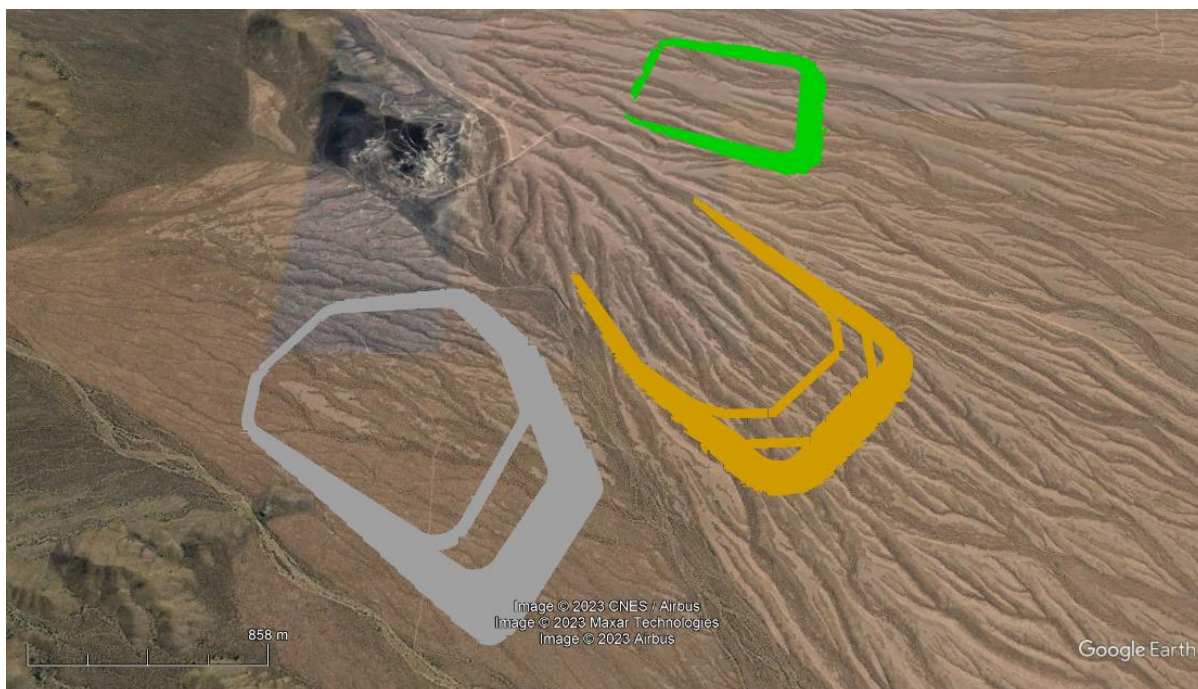


Figura 8. Sector Mina - Escombreras San Jorge

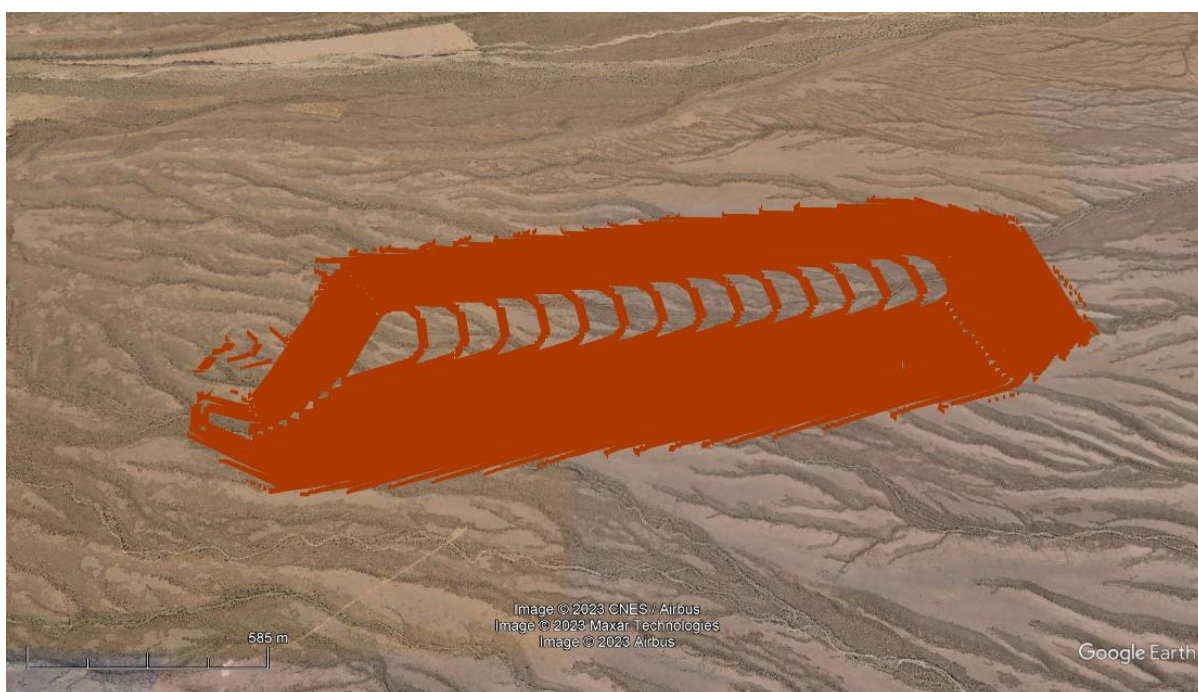


Figura 9. Sector Depósito de Colas, San Jorge

7.2.3 Caracterización y Descripción de los Atributos Biofísicos del Paisaje

7.2.3.1 Suelos

El área en la que se ubica el proyecto tiene como tipo de suelo predominante rocas y suelos que pertenecen al orden de los entisoles, subgrupo torriortentes típicos. En estos últimos se evidencia una sucesión de capas de granulometría variable. La textura superficial es franca y en profundidad franco limosa con un drenaje moderado. Los suelos descriptos se localizan en planicies aluviales y en las zonas pedemontanas. El subgrupo caracterizado es dominante en el valle de Uspallata.

7.2.3.2 Vegetación y Cobertura Vegetal

El área en estudio está conformada por un conjunto de unidades fitogeográficas. Entre ellas están Provincia del Monte, Provincia Puna y la Provincia Altoandina.

La vegetación está compuesta por áreas de vegetación de la vertiente con *Adesmia horrida*, *Mulinum spinosum*, *Nassauvia axillaris*. En el piedemonte, *Artemisia mendoza* y especies puneñas en solanas. Mientras que al este del proyecto encontramos estepas arbustivas del bolsón de Uspallata con *Larrea divaticata*, *Lycium chañar*, *Scleropogon brevifolius*, etc.

La cobertura se entiende como la proyección vertical de la copa, dosel o canopia de la vegetación sobre el suelo. Este parámetro es requerido para estimar adecuadamente las pérdidas por infiltración e intercepción en el fenómeno lluvia-escorrentía. Mayores coberturas vegetales implican valores mayores de intercepción inicial y por ende menores caudales y volúmenes de escurrimiento.

7.2.3.3 Geología y Geomorfología

En la zona de proyecto se identifican desde el punto de vista geomorfológico, la cordillera frontal (sedimentitas y vulcanitas mesozoicas), ubicada hacia el oeste, precordillera (sedimentitas y metamorfitas paleozoicas), hacia el este.

Entre ambas formaciones se ubica la depresión intermontana originada por la tectónica andina rellena por sedimentos continentales terciarios y cuaternarios. En esta depresión se observan conos aluviales y en la zona más bajas se ubica la ciénaga de Yalguaraz, que constituye una salina.

7.2.3.4 Topografía

Para el análisis topográfico del área, se cuenta con un modelo digital de elevaciones obtenido mediante relevamiento de detalle mediante tecnología VANT (vuelo aéreo no tripulado), con una resolución de 0,19 m por píxel. Como complemento, para la delimitación de cuencas que

se extienden más allá de los límites del relevamiento descripto, se utilizó el MDE ALOS PALSAR con una resolución de 12,5 m. El modelo utilizado se puede apreciar en la Figura 10.

7.2.3.5 Hidrografía

El área de estudio se encuentra en la cuenca del Río Mendoza, la cual está ubicada al noroeste de la provincia de Mendoza y tiene un área aproximada de 20 000 km² desembocando finalmente en la laguna de Guanacache. Las precipitaciones medias anuales varían entre los 500 mm que ocurren en la parte alta de la cordillera en forma de nieve y los 200 mm en la parte oriental de la cuenca.

7.2.3.6 Cuencas Hidrográficas

La ciénaga de Yalguaráz, posee una cuenca de aporte con una superficie de 660 km², la misma se extiende en dirección el oeste hacia la cordillera frontal y al este hacia la precordillera, quedando la ciénaga en la zona central de la cuenca. Si bien de acuerdo a la topografía superficial se ha delimitado la cuenca descripta, en función de estudios hidrogeológicos llevados a cabo en las instancias previas, se deduce que la cuenca de aporte subterránea se extiende hacia el sur abarcando la Quebrada Seca. La recarga está constituida principalmente por el ingreso de flujo subterráneo y por la infiltración directa que pudiera haber desde las precipitaciones. A la ciénaga no llega ningún escurrimiento superficial permanente, en ciclos hidrológicos muy húmedos llega un pequeño aporte del arroyo El Tigre.

La cuenca del A° El Tigre posee un área aproximada a 133 km², con una longitud del cauce principal de 23,5 km con una cota máxima de 5 190 msnm y una cota mínima de 2 400 msnm (ver Figura 10). La pendiente media de la zona Cordillera Frontal es de aproximadamente 50% en cambio la zona del valle o llano es de aproximadamente 8%. La cuenca del Arroyo El Tigre tiene un régimen de precipitaciones mixto, una es nival que corresponde a la zona cordillerana y otra de régimen pluvial, que corresponde a la zona los conos aluviales.

Al sur del proyecto se encuentra la cuenca de La Quebrada Seca la cual cuenta con una superficie de aproximadamente 61 km². El cauce de esta cuenca permanece seco la mayor parte del año, salvo en época de precipitaciones de magnitud considerable.

La cuenca hidrográfica Uspallata, tiene una superficie de 1 018,3 km² hasta la descarga del Arroyo Tambillo. Colinda con la cuenca Yalguaraz y, tectónicamente, es la continuación de la depresión intermontana anteriormente mencionada. La Pre-cordillera disminuye en elevación hasta desaparecer en la confluencia con el río Mendoza. Debido a su mayor superficie, mantiene un recurso hídrico mayor, alimentado por las escorrentías del deshielo y, en menor grado, por las lluvias estivales.

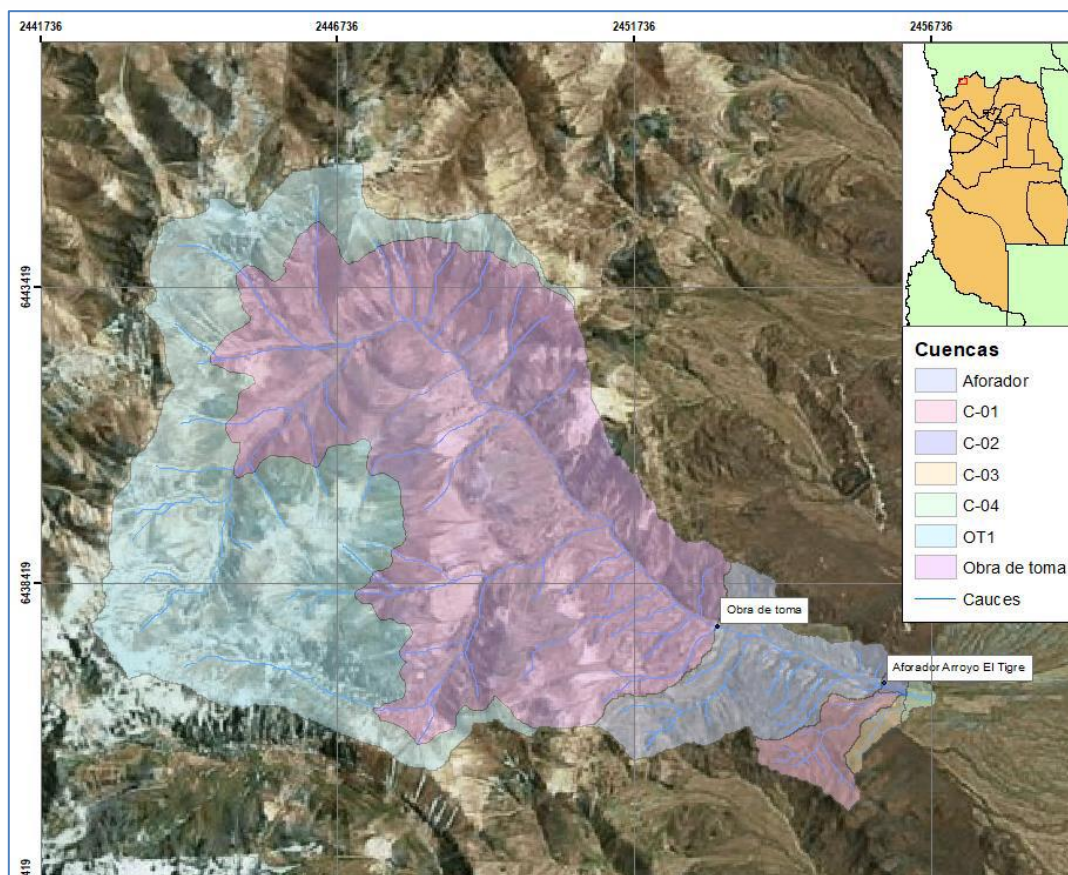


Figura 10. Mapas de las Cuencas Hidrográficas Sector El Tigre
Fuente: Línea Base Hidrología, Proyecto San Jorge.

7.2.4 Puntos de Observación

Fotografía 1: PO1 - Sobre Ruta 149, se tomó desde San Alberto, en el momento justo que termina la zona rural poblada, además el punto de las coordenadas esta frente al emprendimiento Parque de las Artes Marañón. La vista a PSJ es en sentido desde Sur a Norte. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge.



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 1	32° 26' 53.63" S	69° 21' 53.02" W	2465610,63	6408498,88
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

Fotografía 2: PO2 - Sobre Ruta 149, esta foto se tomó desde el Parque Arqueológico de Tambillos (Camino del Inca), junto a la altura del casco histórico de la Estancia con el mismo nombre. Se aprovecho parte de la infraestructura existente que consiste en una escalera con vista panorámica para tomar la misma. La vista a PSJ es en sentido desde Sureste a Noroeste. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, solo pequeña porción del cerro El Tigre (como referencia).



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 2	32° 23' 02.03" S	69° 23' 23.69" W	2463306,30	6416465,98
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

Fotografía 3: PO3- Sobre Ruta 149, esta posición esta frontal a PSJ, junto en la tranquera de entrada a proyecto. La vista a PSJ es en sentido desde Este a Oeste. Desde aquí se observa de forma perfecta y completa el cerro San Jorge.



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 3	32° 16' 18.49" S	69° 22' 18.39" W	2464963,61	6429912,63
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

Fotografía 4: PO4 - Sobre Ruta 149, a la altura del cerro conocido como El Tigre, se toma en sentido desde el Este al Oeste una fotografía del cerro San Jorge que se ve perfectamente.



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 4	32° 13' 25.54" S	69° 21' 02.50" W	2466942,45	6435246,64
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

Fotografía 5: PO5 - Sobre Ruta 149, a la altura de la entrada a Estancia Yalguaraz, se toma la respectiva foto. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, debido a las cerrillas menores que tapan la visual como el cerro El Tigre.



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 5	32° 06' 39.02" S	69° 21' 28.08" W	2466236,15	6445918,39
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

Fotografía 6: PO6 - Sobre Ruta 149, a la altura del límite entre la provincia de Mendoza y San Juan, se toma la respectiva foto. Aquí no se divisa el cerro de San Jorge, debido a las cerrillas menores que tapan la visual como el cerro El Tigre entre otras.



Punto de Observación:

LABEL	LATITUDE	LONGITUDE	Y	X
Foto 6	32° 04' 49.14" S	69° 21' 33.68" W	2466060,16	6451150,68
PSJ	32° 14' 38.63" S	69° 26' 26.95" W	2458456,05	6432961,00

7.2.5 Identificación del Valor Paisajístico

De acuerdo con lo señalado, el sector del Proyecto presenta dos atributos biofísicos que pueden incidir en la valorización del paisaje, estos son: Relieve y Suelo.

7.2.6 Delimitación Específica del Área de Influencia.

Dado que el Paisaje debe ser analizado según lo que un observador es capaz de percibir visualmente desde un punto, se consideran los siguientes Puntos de Observación:

- Sectores de interés cercanos a las áreas de intervención: No se identificaron atractivos turísticos al interior de un buffer de 15 km aprox. con respecto al proyecto.
- Centros Poblados: El poblado más cercano al proyecto es la Localidad de Uspallata, la cual se ubica a una distancia aproximada de 39 km. al área del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, y las características generales del Proyecto, los Puntos de Observación considerados son 6, todos ubicados en la Ruta Nacional N° 149. Sus coordenadas se observan en Tabla 11 y su distribución espacial es posible apreciarla en la Figura 11.

Tabla 11. Coordenadas Puntos de Observación

Punto de Observación	Latitud	Longitud	X	Y
PO1	32° 26' 53.63" S	69° 21' 53.02" W	465610,63	6408498,88
PO2	32° 23' 02.03" S	69° 23' 23.69" W	463306,30	6416465,98
PO3	32° 16' 18.49" S	69° 22' 18.39" W	464963,61	6429912,63
PO4	32° 13' 25.54" S	69° 21' 02.50" W	466942,45	6435246,64
PO5	32° 06' 39.02" S	69° 21' 28.08" W	466236,15	6445918,39
PO6	32° 04' 49.14" S	69° 21' 33.68" W	466060,16	6451150,68

Cabe señalar que, en relación al alcance máximo de una cuenca visual, la distancia provoca una pérdida de precisión o nitidez visual debido a las condiciones de transparencia de la atmósfera, efectos de curvatura y refracción de la tierra. Diversos estudios, tales como Hernández y García (2001) y Español (1995), estiman que existe un límite máximo de alcance visual alrededor de los 3.500 m, a partir del cual un observador deja de percibir con nitidez un objeto determinado". Sin embargo, para efectos de delimitar el área de influencia del componente paisaje, se consideró la intersección de los campos visuales generados por los puntos de observación más cercanos al proyecto donde se puede asegurar la frecuencia de un observador.

Consistente con lo anterior, a continuación, se presenta el área de influencia del componente paisaje que considera buffer de 3,5 km. respecto a las partes y obras del proyecto. Cabe destacar que fuera de esta "AI" no existen puntos de interés, asentamientos humanos,

patrimonio cultura, etc., que pudiesen ser afectados por las principales estructuras del proyecto en cuanto a su calidad visual se refiere.

En la Figura 11 se presentan los puntos de observación desde la Ruta Nacional N°149, considerando el radio límite de alcance visual (3,5 km) de un observador que se ubique en un tiempo determinado sobre los puntos de observación identificados.

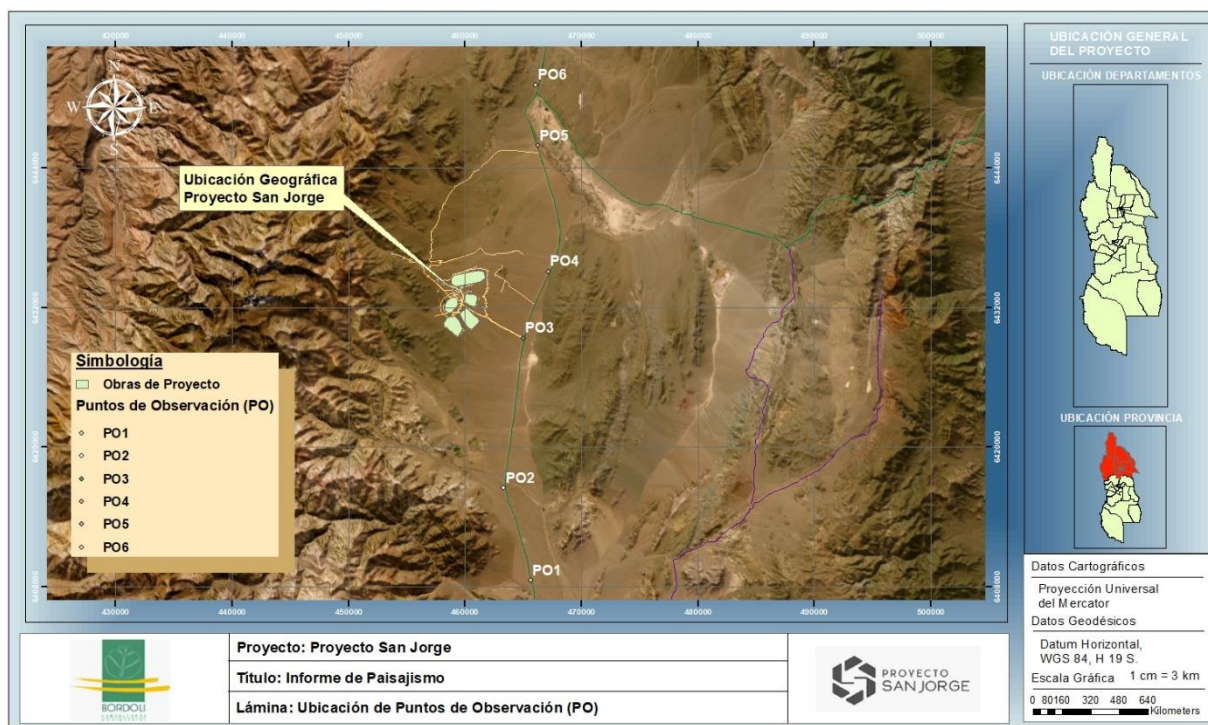


Figura 11. Ubicación de los Puntos de Observación en el Área de Influencia

7.2.7 Delimitación de la Cuenca Visual.

La cuenca visual se delimitó a partir de los puntos de observación PO1 al PO6. En dichos puntos la ocurrencia de un observador podría ser de manera fija y prolongada en el tiempo. A continuación, se presentan las imágenes de la cuenca desde los distintos puntos de observación (PO). La delimitación de la cuenca está fuertemente condicionada por el relieve, coincidiendo su límite en gran medida con la línea de altas cumbres del cordón montañoso de los Andes. Estas cuencas fueron modeladas a través de la herramienta Viewshed de ArcGIS 10.6.

Una vez procesado el modelo de elevación de terreno, se obtuvieron como resultado las cuencas visuales de cada Punto de Observación (PO) identificado.

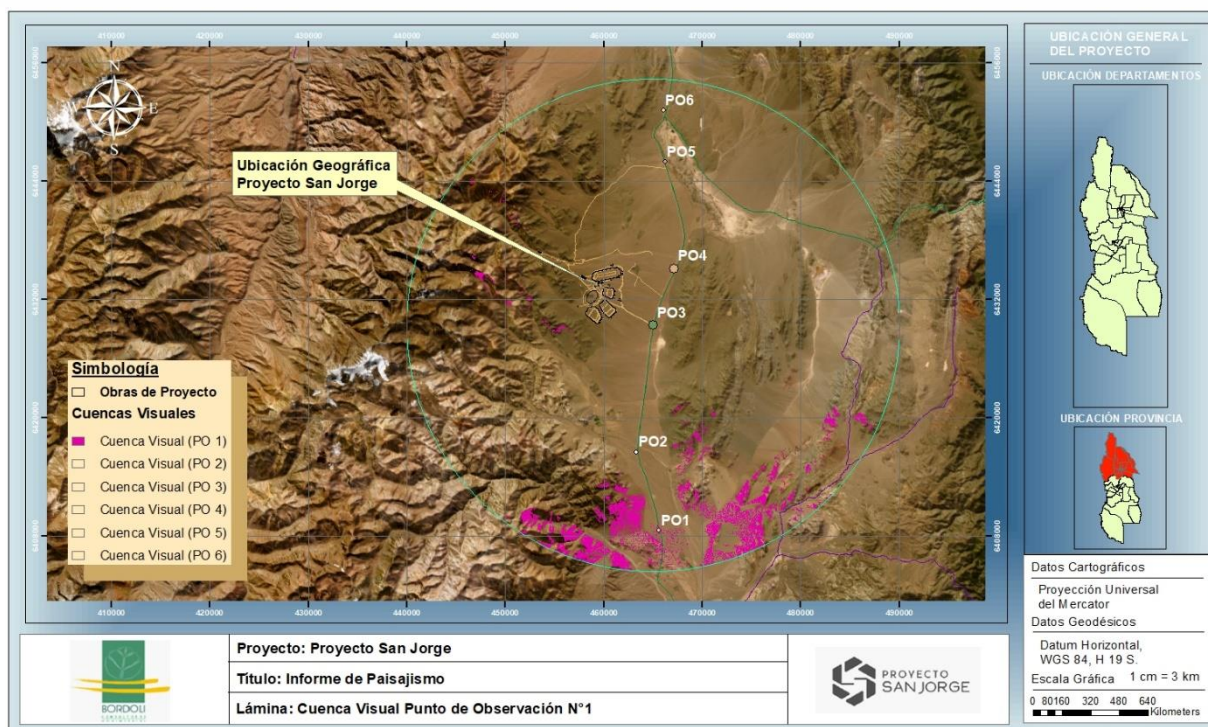


Figura 12. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO1
Fuente: Elaboración propia

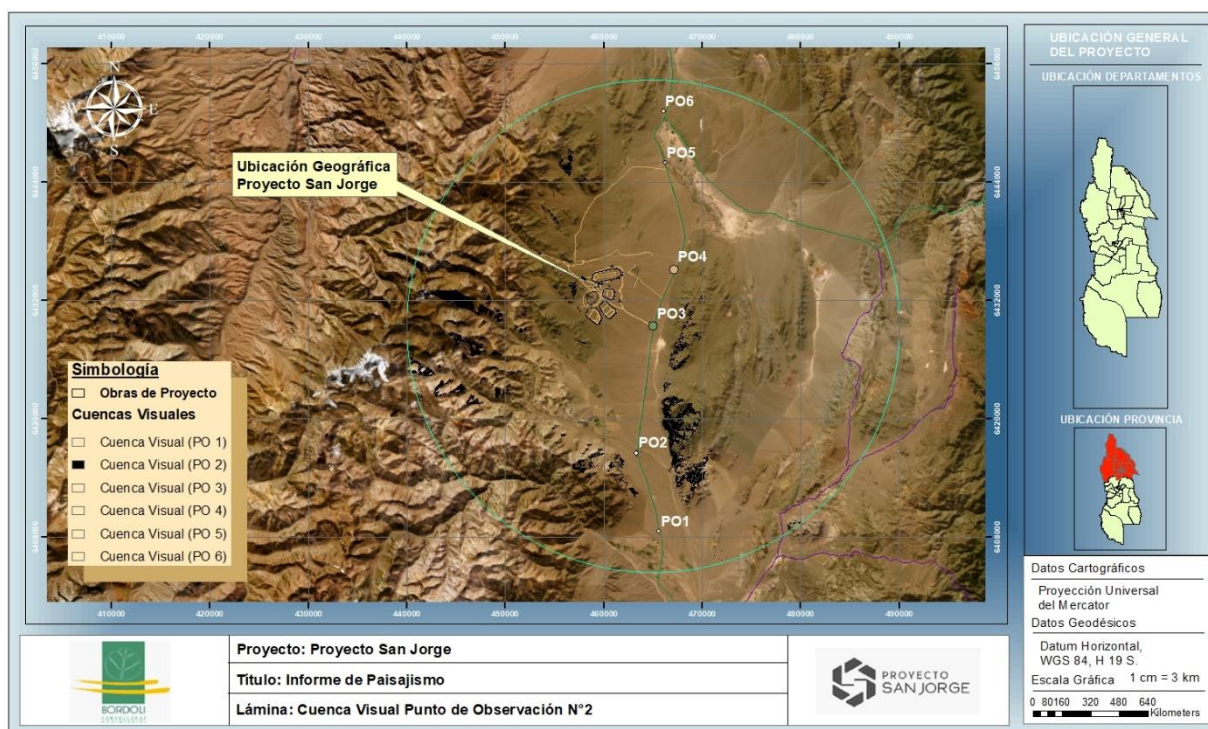


Figura 13. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO2
Fuente: Elaboración propia

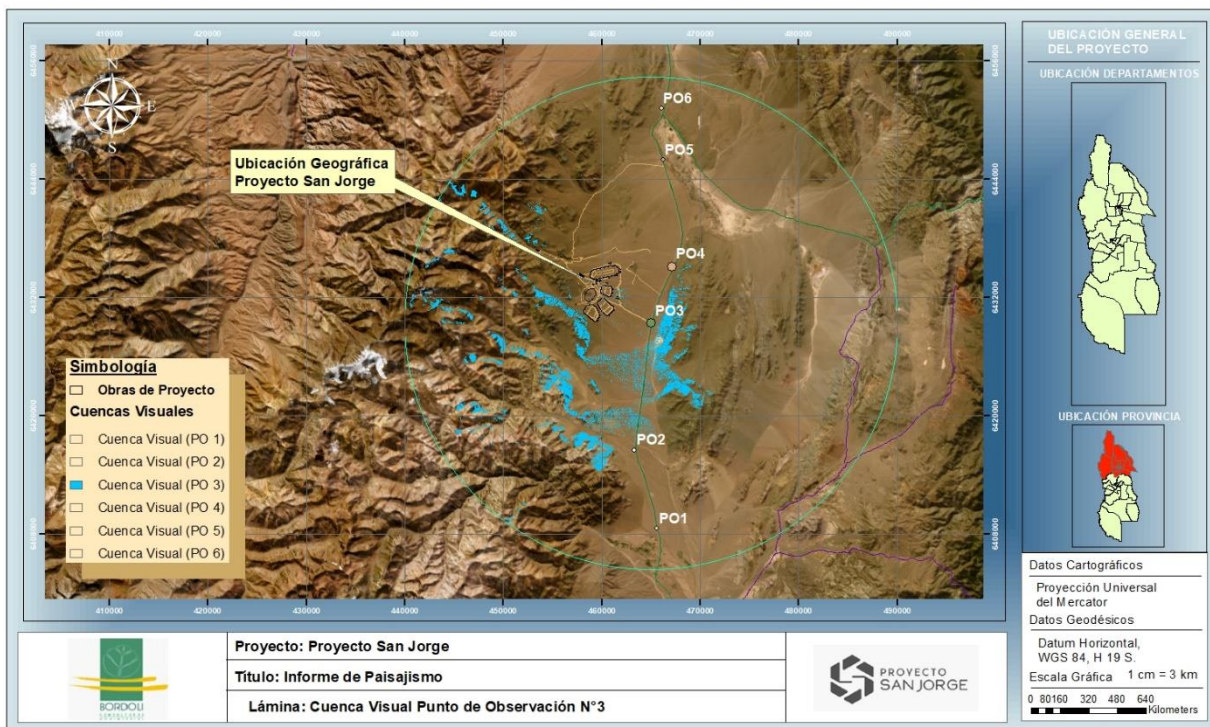


Figura 14. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO3

Fuente: Elaboración propia

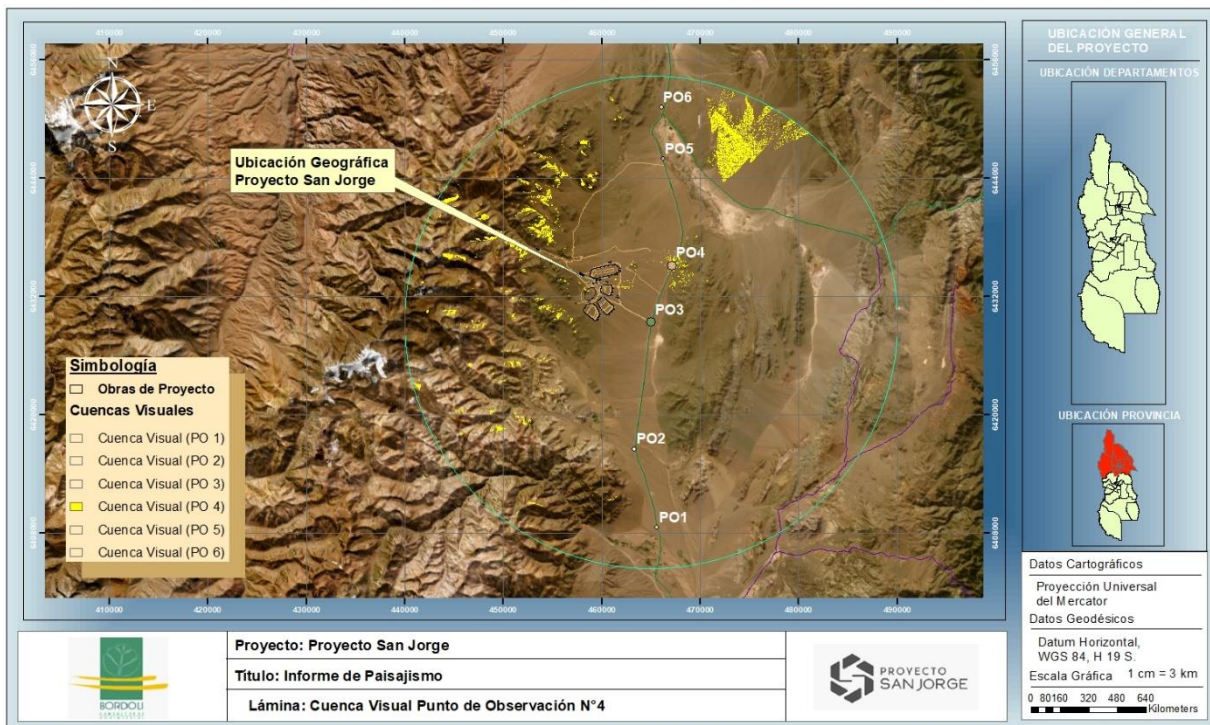


Figura 15. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO4

Fuente: Elaboración propia

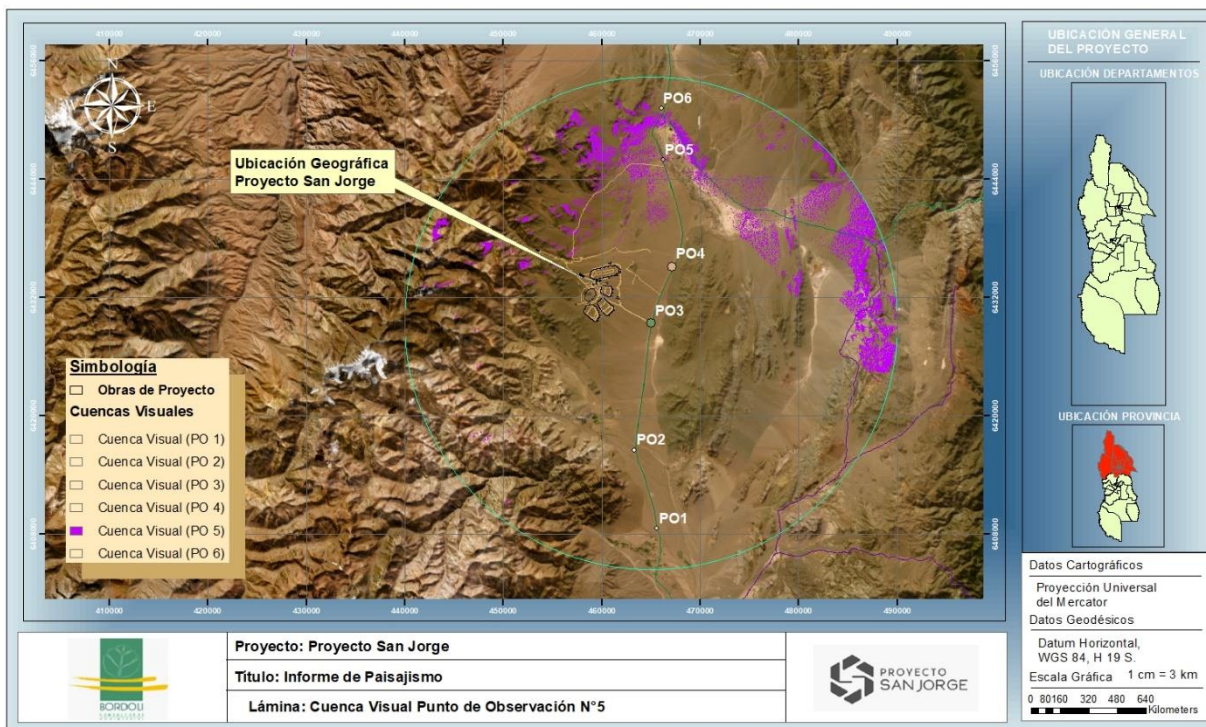


Figura 16. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO5

Fuente: Elaboración propia

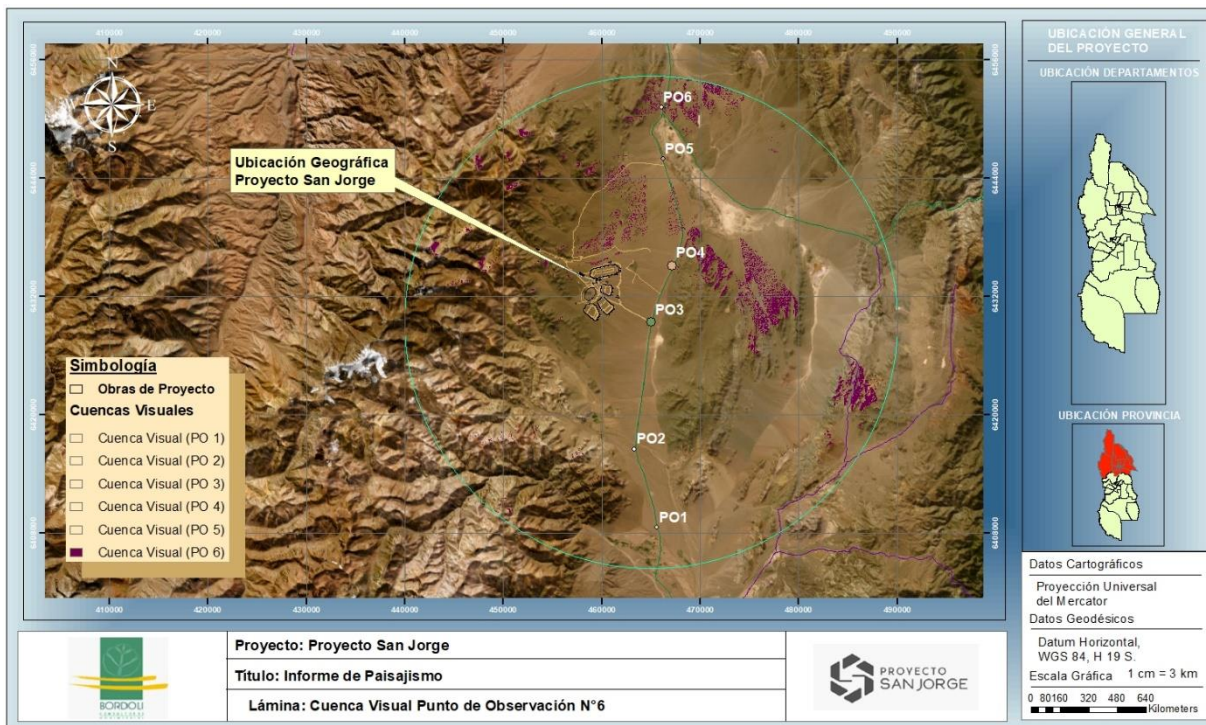


Figura 17. Polígono de la Cuenca Visual - Punto de Observación PO6

Fuente: Elaboración propia

Para una representación gráfica del resultado del cálculo de todas las cuencas visuales, se presenta la demostración en la siguiente Figura.

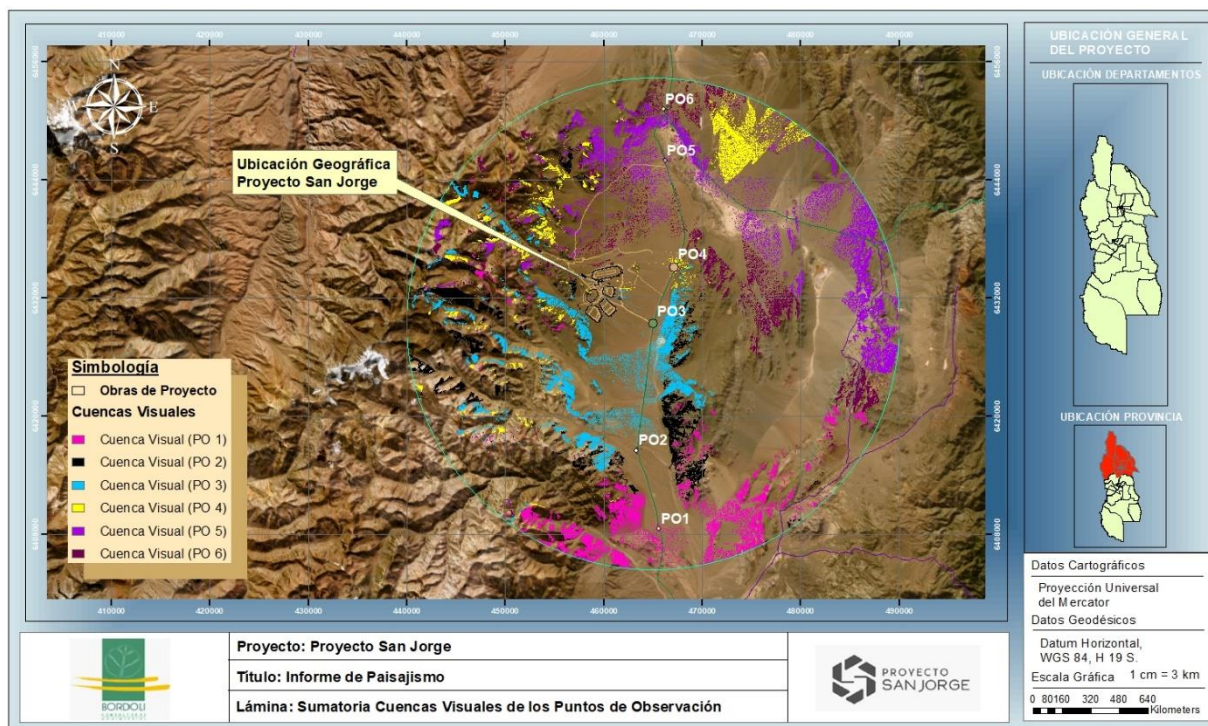


Figura 18. Sumatoria de las Cuencas Visuales calculadas.

7.2.8 Análisis de intervisibilidad

La visibilidad del área de influencia permite definir las cuencas visuales que corresponden a las áreas visibles desde los puntos de observación. De este modo y según las figuras anteriores, las cuencas visuales obtenidas en este caso, corresponde a cuencas irregulares donde los umbrales de distancia consideran las limitaciones de visibilidad impuestas por las pendientes del entorno determinadas por elevaciones digital de terreno.

La localidad Uspallata que se encuentra a una distancia de 39 km. aprox., es el asentamiento humano más cercana al proyecto, cuyo campo visual en dirección al área de influencia no presenta un umbral de distancia visible⁴.

7.2.8.1 Área de influencia

⁴ Aquellas áreas del paisaje donde el relieve topográfico o la vegetación bloquean puntos de observación o cuando la distancia de observación es superior a 24 km.

El asentamiento humano (fijo) más cercano se distancia aprox. a unos 15 km del proyecto, lo cual implica que las obras proyectadas en el área de influencia puedan caer dentro de una visibilidad de segundo plano⁵ a fondo escénico inevitablemente. Por lo que, se definió como Área de Influencia (AI), los campos visuales de los puntos de observación PO3, PO4 y parte del PO5. Esto significa que en un caso supuesto si un observador permanece en alguno de estos puntos por algún tiempo prologando, tendrá un bajo grado de visibilidad hacia el proyecto pero con pérdida en la calidad visual y casi fuera del campo ocular del ser humano tal como lo demuestra la modelación.

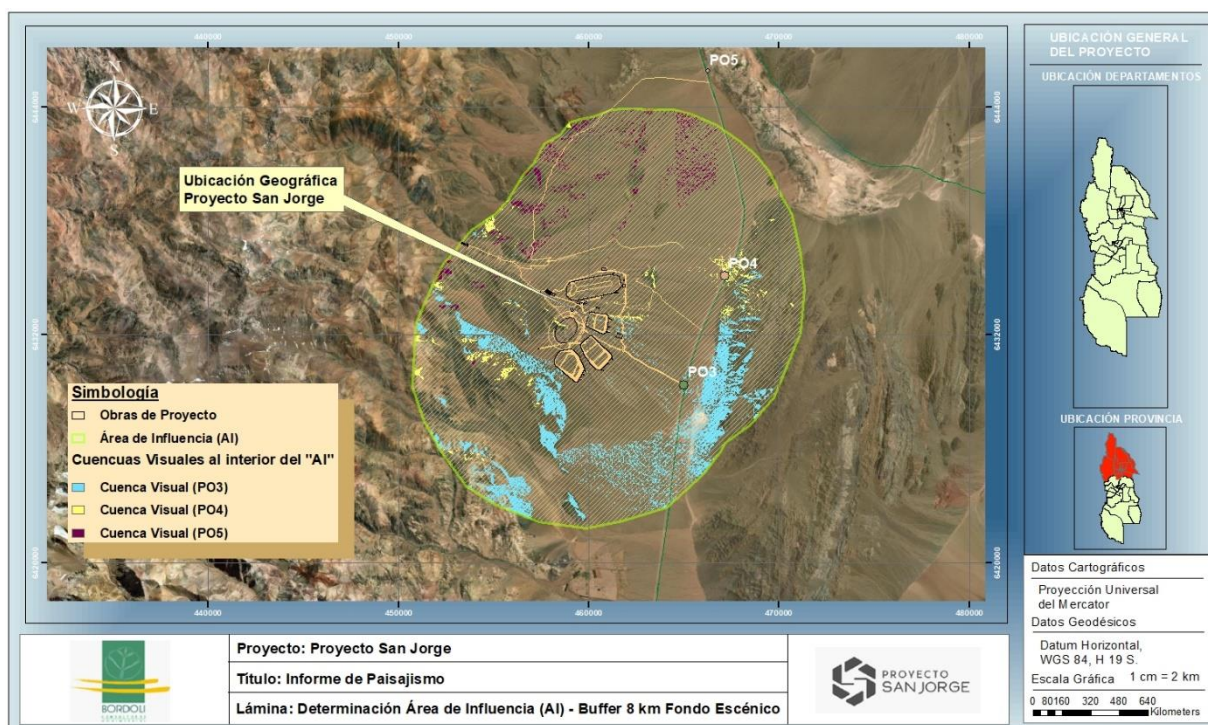


Figura 19. Determinación área de Influencia que integra las Cuencas Visuales de los Puntos de Observación que tengan algún grado de visibilidad hacia el proyecto.

7.2.9 Determinación de las Unidades de Paisaje (UP)

Sobre la base del área de influencia definida, las cuencas visuales y del límite máximo de visibilidad de las obras del Proyecto, se establecieron la(s) Unidad(es) de Paisaje(s) (UP). En su definición se consideraron fotointerpretación, información de línea de base de geomorfología, flora y fauna, arqueológica y los atributos biofísicos obtenidos para cada punto de observación. De este modo, se obtuvo una Unidad de Paisaje general, asociada a la presencia de la Cordillera del Tigre (inserta bajo los límites de la Cordillera de Los Andes).

En este caso, el Bloque de la Cordillera del Tigre es la que presenta un mayor valor en cuanto a la calidad del paisaje; le sigue Cerro El Tigre y el Bloque Occidental de la Cordillera del Tigre.

⁵ La zona en la cual los detalles y texturas finas dejan de ser perceptibles, empiezan a aparecer como contornos o patrones (0,8 a 8 km).

Estas unidades son precisamente las de mayores alturas, siendo un atractivo en el paisaje circundante. Sin embargo no posee una cubierta vegetal uniforme, ya que la escasa vegetación existente se localiza en las laderas orientadas al sur y a orillas de único arroyo con agua permanente, el arroyo El Tigre. Por otro lado, esta unidad no presenta intervenciones antrópicas estéticamente no deseadas de importancia.

Las distintas unidades de depósitos aluviales existentes en el área de estudio presentan bajos valores desde el punto de vista de la calidad visual ya que son paisajes característicos de la región donde se emplazan, y no son diversos en cuanto a formaciones vegetales, pero sí, con presencia de marcas visuales por acción antrópica. Por otro lado, no existen diferencias marcadas en las formas del relieve que las hagan estéticamente llamativas, ya que poseen una calidad visual bajo-medio. Estas unidades son monocromáticas lo que se remarca en la región en comparación al relieve montañoso circundante además del Cerro El Tigre.

La Unidad del Valle Central es homogénea cromáticamente y presenta un relieve regular sin variaciones altitudinales de importancia. La cubierta vegetal discontinua y la presencia de alteraciones del paisaje por intervención humana hacen que la unidad presente valores medios-bajos de calidad visual. La zona en donde se enmarca el Proyecto presenta una cubierta vegetal discontinua, acciones antrópicas estéticamente no deseadas y escaso contraste cromático lo que hace que el sector posea una calidad del paisaje Baja-media

Lo anterior se sustenta con los resultados de la modelación tridimensional del Proyecto y la posterior realización de los fotomontajes presentados en la sección 7.2.12 de este informe.

7.2.10 Determinación de los Atributos Biofísicos de la unidad de paisaje definida.

Para determinar la calidad visual del paisaje, se tomó en consideración atributos descritos para la Unidad de Paisaje (UP) y un posterior análisis indirecto de los componentes del paisaje (atributos), que incluyó además la capacidad de percepción y opinión de diversos profesionales que participaron en la elaboración de la línea de base ambiental del proyecto, (vegetación, flora y fauna, arqueología, hidrogeología geomorfología, etc.), cuyos informes y opiniones han sido tomados en cuenta y considerados para señalar que en la zona de localización del proyecto no existen atributos naturales de importancia que le puedan otorgar a la misma una calidad que la haga única y representativa.

Por tanto, la valorización (ponderación) de la calidad del paisaje que se presenta en la Tabla 9 se realizó calificando los atributos biofísicos, estructurales y estéticos del paisaje, de acuerdo a su calidad visual, dependiendo si ésta era destacada, alta, media o baja, tal como se indica en las directrices de las Tablas 5, 6 y 7 de la guía que se ha utilizado como referencia para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico. (guía “Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA”, 2019).

En la Tabla siguiente se ha incorporado una columna que justifica la calificación considerada para cada atributo y la referencia utilizada para otorgar la calificación señalada.

Tabla 12. Caracterización Atributos Visuales de las Unidades del Paisaje

Unidad de Paisaje		Ponderación	Justificación de la ponderación	Referencia para la ponderación
Atributos Biofísicos	Relieve	Media	Se consideró la pendiente del sector relativamente fuerte	Ingeniería de Prefactibilidad, Informe Técnico Proyecto San Jorge.
	Suelo	Media	Se consideró la rugosidad del suelo en dicho sector	Ingeniería de Prefactibilidad, Informe Técnico Proyecto San Jorge.
	Agua	Media	Se considera la existencia del Arroyo El tigre	Informe de “Hidrología Proyecto San Jorge
	Vegetación	Media	Presencia de vegetación en la zona.	Informe “Línea Base Vegetación, Flora, Fauna” Proyecto San Jorge.
	Fauna	Media	Presencia de fauna en la zona	Informe “Línea Base Flora, Fauna” Proyecto San Jorge
	Nieve	Baja	Presencia de nieve solo en la alta cordillera	Valoración según las macrozonas del país
Atributos Estructurales	Diversidad Paisajística	Baja	Heterogeneidad baja formaciones de laderas de umbría y solana,	Informe “Línea Base Flora, Fauna” Proyecto San Jorge
		Baja	Singularidades nula (sin atributo singular)	
Atributos Estéticos	Forma	Baja	Diversidad baja	Informe “Línea de Base Hidrológica”
	Color	Baja	Diversidad baja y contraste bajo	Informe “Línea de Base Suelos”
	Textura	Baja	Pedregoso/arenoso y diversidad baja	

Con respecto a la variabilidad cromática, en general no se observaron variaciones de color que otorgaran rasgos interesantes a las unidades de paisaje, en las fotografías que se

presentan en la sección 7.2.4 se puede observar los atributos estéticos, biofísicos que caracterizan a la unidad de paisaje, y que definen su calidad paisajística.

7.2.11 Determinación de la categoría de calidad visual.

En la evaluación de la calidad visual del paisaje (para los atributos biofísicos agua, vegetación) se ha considerado, además, la macrozona de paisaje donde se emplaza el proyecto y sus respectivos supuestos de base. Ello con el objetivo que la evaluación de la calidad visual del paisaje sea pertinente con el carácter del mismo.

En este caso, el Bloque de la Cordillera del Tigre es la que presenta un mayor valor en cuanto a la calidad del paisaje; le sigue Cerro El Tigre y el Bloque Occidental de la Cordillera del Tigre. Estas unidades son precisamente las de mayores alturas, siendo un atractivo en el paisaje circundante. Sin embargo no posee una cubierta vegetal uniforme, ya que la escasa vegetación existente se localiza en las laderas orientadas al sur y a orillas de único arroyo con agua permanente, el arroyo El Tigre. Por otro lado, esta unidad no presenta intervenciones antrópicas estéticamente no deseadas de importancia.

Las distintas unidades de depósitos aluviales existentes en el área de estudio presentan bajos valores desde el punto de vista de la calidad visual ya que son paisajes característicos de la región donde se emplazan, y no son diversos en cuanto a formaciones vegetales, pero sí, con presencia de marcas visuales por acción antrópica. Por otro lado, no existen diferencias marcadas en las formas del relieve que las hagan estéticamente llamativas, ya que poseen una calidad visual bajo-medio. Estas unidades son monocromáticas lo que se remarca en la región en comparación al relieve montañoso circundante además del Cerro El Tigre.

La Unidad del Valle Central es homogénea cromáticamente y presenta un relieve regular sin variaciones altitudinales de importancia. La cubierta vegetal discontinua y la presencia de alteraciones del paisaje por intervención humana hacen que la unidad presente valores medios-bajos de calidad visual. La zona en donde se enmarca el Proyecto presenta una cubierta vegetal discontinua, acciones antrópicas estéticamente no deseadas y escaso contraste cromático lo que hace que el sector posea una calidad del paisaje Baja-media

7.2.11.1 Determinación de la Calidad Visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s).

Para realizar esta evaluación, se utilizó matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje. (BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998). De acuerdo con los criterios señalados anteriormente, los valores que se obtengan por cada unidad de paisaje evaluada serán categorizados para calidad visual y su respectiva clase para calidad escénica que es la clasificación homóloga que estableció el Departamento de Gestión Territorial, o BLM por sus siglas en inglés, de los Estados Unidos, tal como aparece en la siguiente tabla.

Tabla 13. Resultado de la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje

Calidad Visual del Paisaje							
Geomorfología o Topografía	Fauna	Vegetación	Agua	Acción Antrópica	Fondo Escénico	Variabilidad Cromática	Singularidad o Rareza
Media	Media	Media	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
3	3	3	3	0	0	1	1
Clasificación: Calidad visual media (13 puntos) Área atractiva visualmente, sin características sobresalientes.							

7.2.11.2 Determinación de la Fragilidad del Paisaje

El área donde se emplaza el Proyecto Minero San Jorge comprende una serie de paisajes que tienen en común la impronta árida en un relieve montañoso. Las unidades de paisaje identificadas, en general, presentan niveles bajos o medios de fragilidad, ya que tienen gran capacidad de ocultación por la presencia de serranías, poseen cuencas visuales redondeadas y amplias y no presentan valor tradicional o una singularidad escénica destacable.

La unidad que presenta una mayor fragilidad en el área de influencia del Proyecto San Jorge es el Cerro El Tigre, ya que constituye un hito geográfico en la zona por ser un cerro isla emplazado en una zona de depósitos aluviales de muy baja pendiente lo que lo hace una unidad singular geomorfológicamente. Además, este hito es visible desde caminos transitados frecuentemente por lo que cualquier perturbación de la unidad podrá ser vista por un importante número de observadores.

Respecto de la fragilidad visual del paisaje, se usó para la evaluación, una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1986) y Aguiló et al. (1992). Los resultados obtenidos indican que la fragilidad visual se presenta como media, calificándola como un área medianamente sensible frente a intervenciones.

Tabla 14. Resultado de la Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje⁶

Biofísicos				Visualización			Singularidad	Visibilidad
Pendiente	Densidad Vegetacional	Contraste Vegetación	Altura Vegetación	Tamaño de la Cuenca	Forma de la Cuenca	Compacidad ⁷	Unidad Del paisaje	Accesibilidad visual
Media	Media	Medio	Media	Media	Media	Media	Media	Media
2	2	2	2	2	2	2	2	2

⁶ Las ponderaciones provienen de la Tabla 6 y la Calificación de la Tabla 7 del presente documento.

⁷ Se refiere a la permeabilidad visual de un punto o zona determinada

Calificación: Fragilidad visual baja (18 puntos) Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área

7.2.11.3 Determinación de la Capacidad de Absorción Visual.

Con relación a la capacidad de absorción visual (CAV) del paisaje, se determinó que posee una capacidad de absorción moderada.

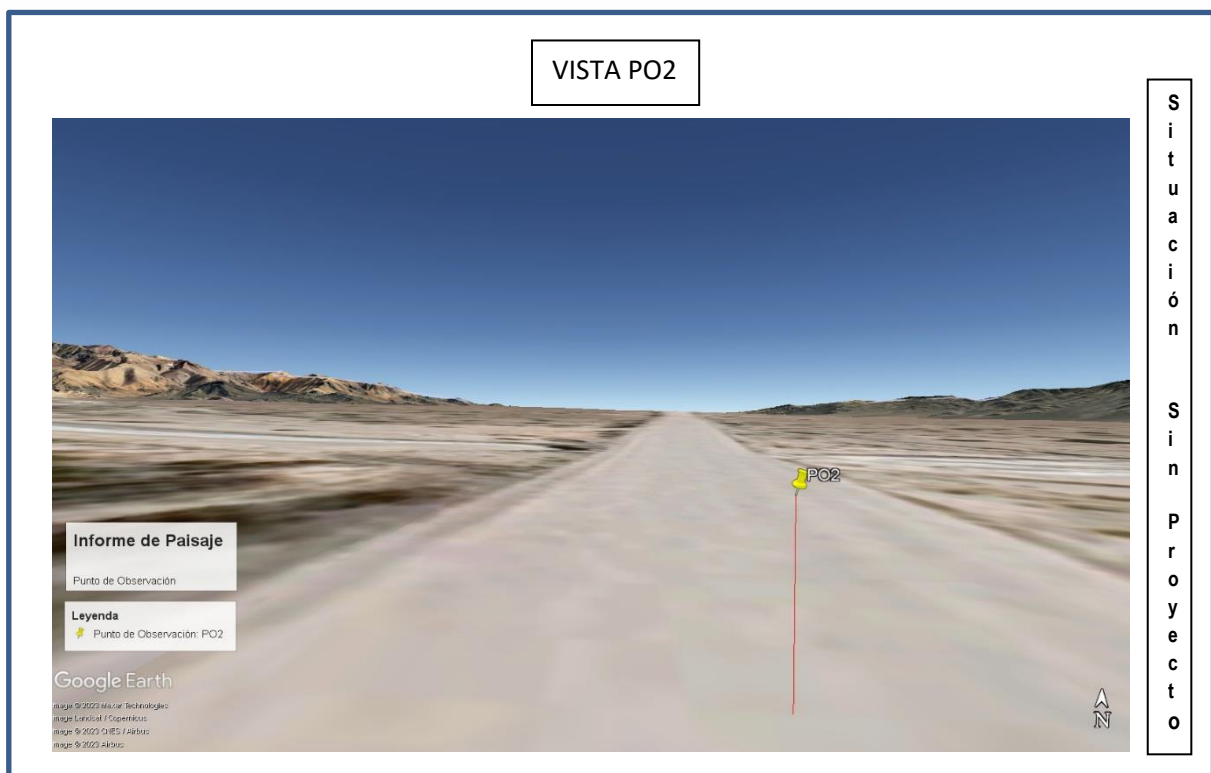
Tabla 15. Resultado de la Evaluación de la Capacidad de Absorción Visual

Pendientes	Diversidad de Vegetación	Erosionabilidad del Suelo	Contraste Suelo/Vegetación	Vegetación: Regeneración Potencial	Contraste Suelo/Roca
Media	Media	Media	Bajo	Bajo	Medio
2	2	2	1	1	2
Clasificación: Capacidad de Absorción Moderada (16 puntos)					

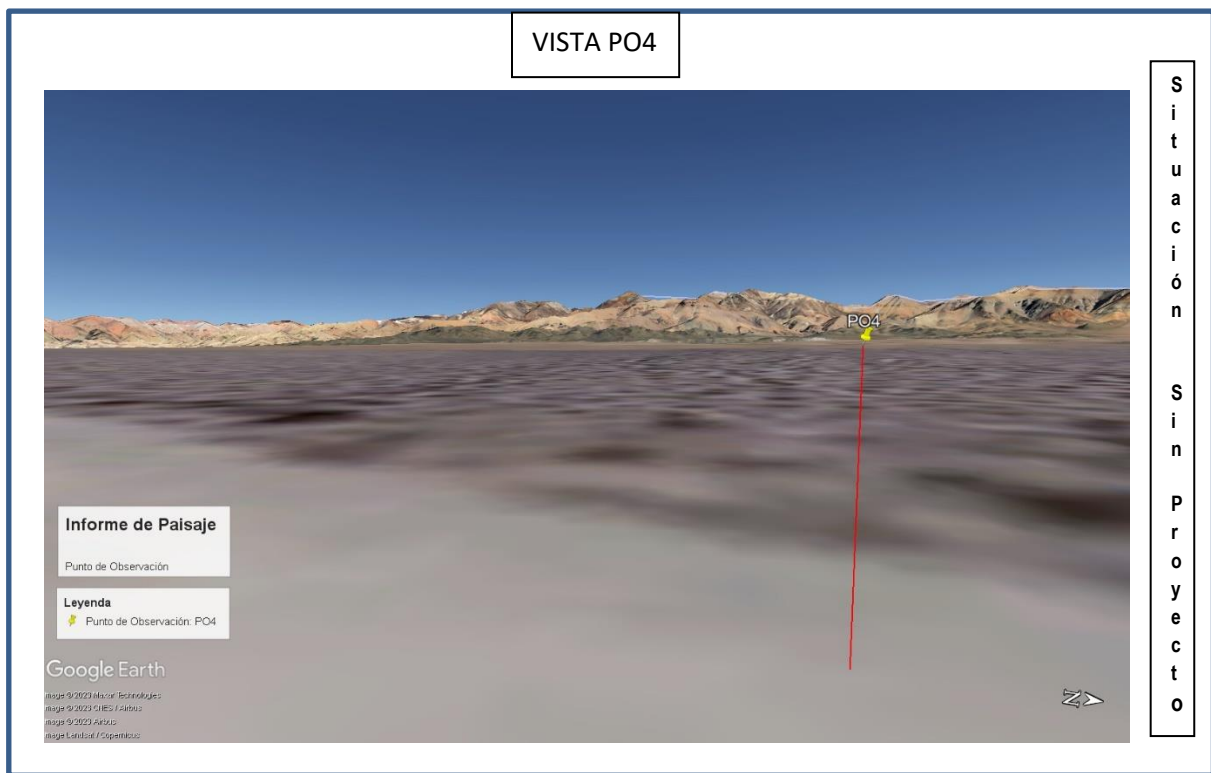
7.2.12 Predicción y Evaluación de Impactos Sobre El Valor Paisajístico (Fotomontaje Proyecto Minero San Jorge)

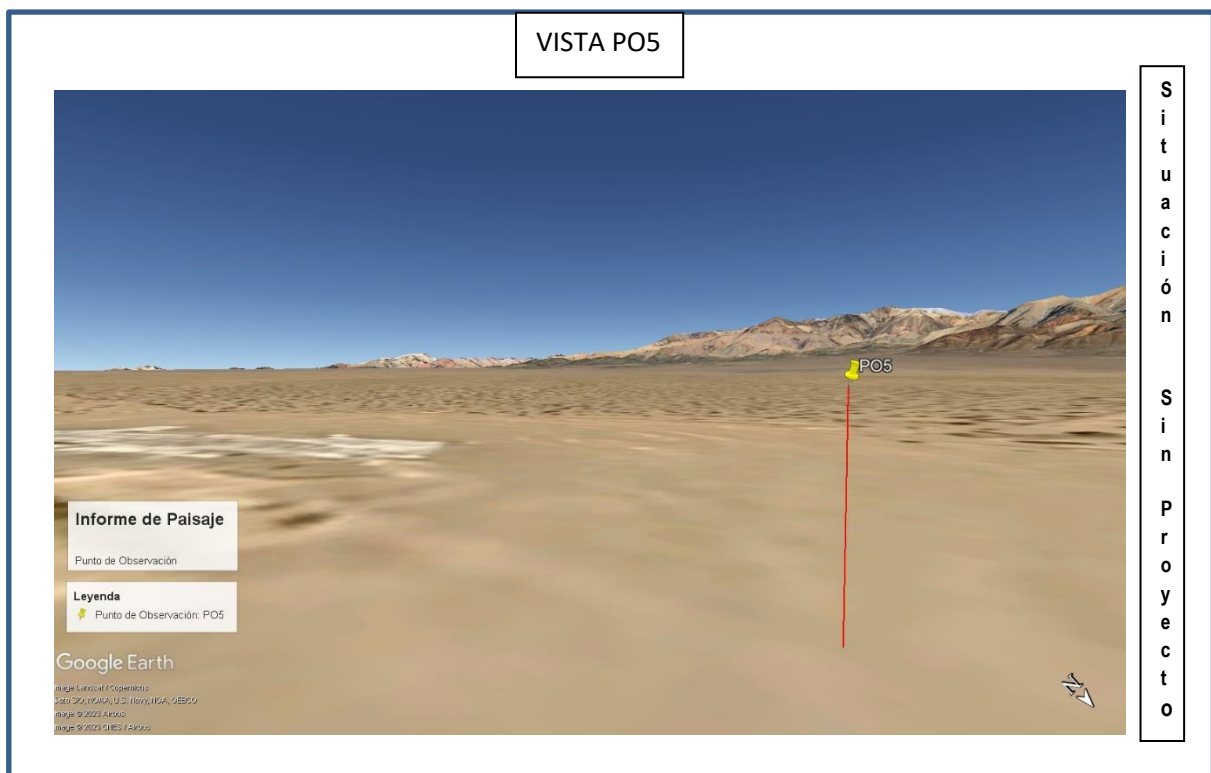
El fotomontaje considera las fases finales de las escombreras y depósito de colas, las cuales se pierden en el fondo escénico y se mimetizan con los atributos estéticos de forma, textura y color. Luego de exportadas las estructuras desde el programa CAD, éstas se adecuaron a través del programa de edición obteniendo una escala final de 1:50 para obtener una correcta ilustración del proyecto en el paisaje.

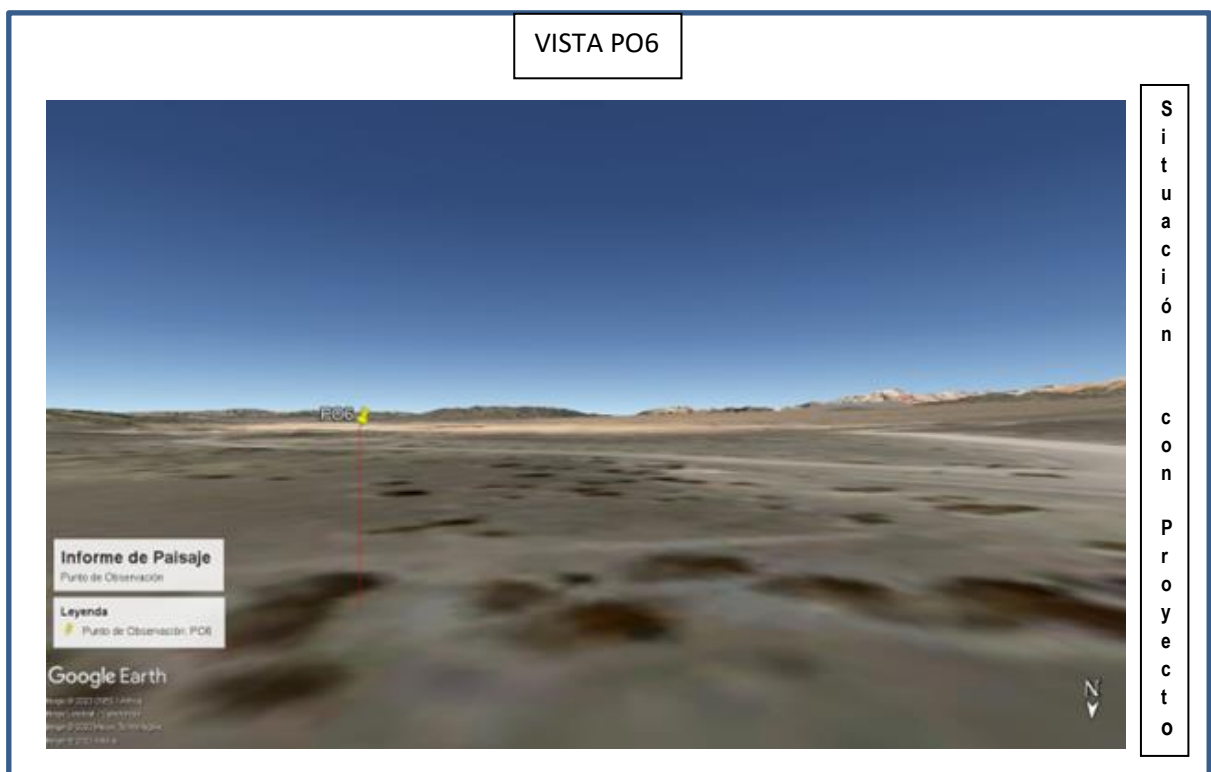
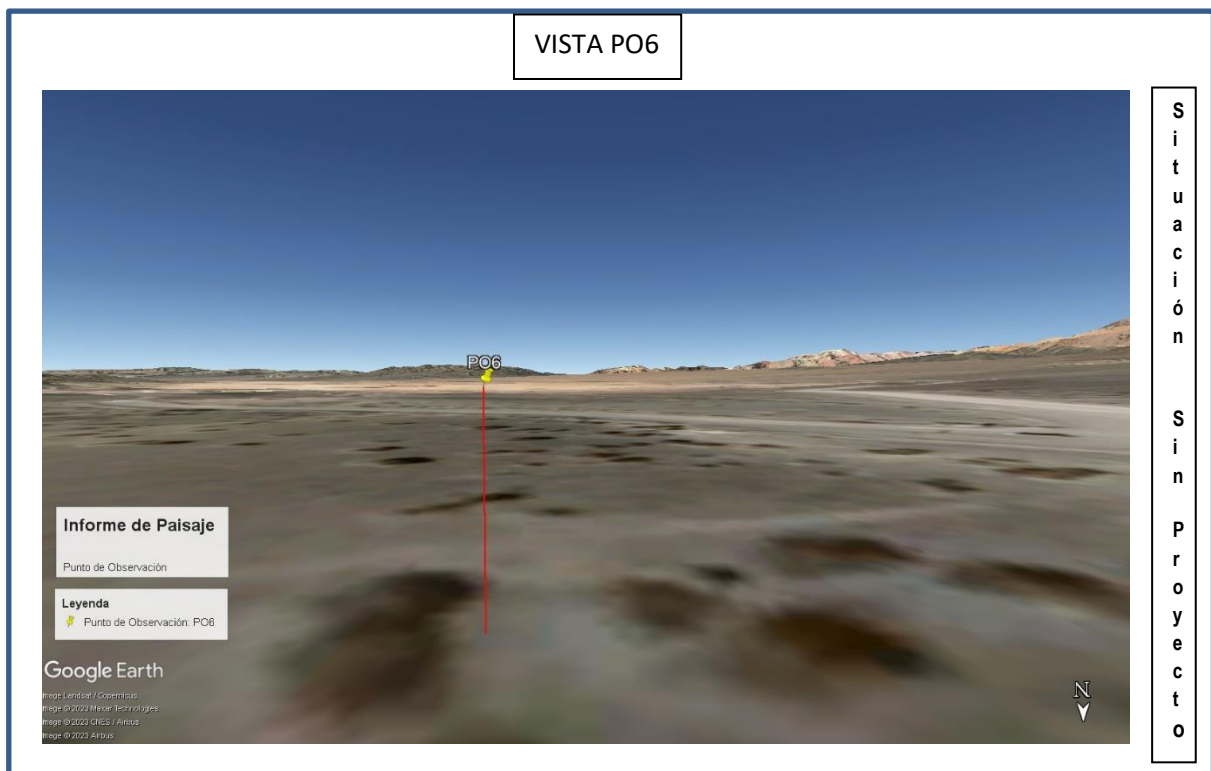












7.2.12.1 Tipos de Impactos.

En la Tabla 16 se identifican y describen tipos de impactos que el proyecto pudiese generar en el valor paisajístico, y se presentan tres impactos asociables a la obstrucción de la visibilidad y tres impactos asociables a la alteración de los atributos de una zona con valor paisajístico.

Dicho lo anterior, y a modo de evaluar los impactos de las obras del proyecto San Jorge en el paisaje, se presenta a continuación el análisis referido a los “Impactos en el Paisaje de Proyectos de Extracción de Mineral a Rajo Abierto” de la Guía “Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA”, 2019.

Tabla 16. Evaluación del paisaje respecto a la Guía ““Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico en el SEIA” del 2019, de “Impactos en el paisaje de proyectos de extracción de mineral a rajo abierto”

Categoría del Impacto	Tipo de Impacto	Nivel del Impacto	Justificación
Obstrucción de la visibilidad a una zona con valor paisajístico	Bloqueo de vistas	Bajo	El área del proyecto no cuenta con atributos biofísicos que puedan verse afectados (significativamente) por la presencia del rajo y de sus obras asociadas. La evaluación de la calidad visual (atributos biofísicos) es en general baja.
Obstrucción de la visibilidad a una zona con valor paisajístico	Intrusión visual	Medio - Bajo	El proyecto pasara a ser un protagonista del paisaje debido a la presencia del rajo, botadero y pilas de mineral. Sin embargo, debido a que la calidad visual del sector evaluado es baja, el impacto sobre el paisaje en términos de intrusión visual podría calificarse entre medio y bajo.
	Incompatibilidad visual	Bajo	En general el proyecto se localiza en una zona de nula actividad minera, la valorización de sus atributos biofísicos es baja y el sector presenta una baja intervención antrópica. Considerando además que la fragilidad visual se presenta como media, calificándola como un área medianamente sensible frente a intervenciones y con una capacidad de absorción moderada, se puede concluir que la incompatibilidad visual es media – baja..
Alteración de los atributos de una zona	Artificialidad	Media -Bajo	Como ya se ha mencionado, el área en la cual se emplazaría el proyecto es un área de nula actividad minera que presenta un bajo grado de intervención antrópica.

Categoría del Impacto	Tipo de Impacto	Nivel del Impacto	Justificación
con valor paisajístico	Pérdida de atributos biofísicos	Bajo	El área del proyecto no cuenta con atributos biofísicos que puedan verse afectada por la presencia del rajo o sus obras asociadas.
	Modificación de atributos estéticos	Alto	El emplazamiento de las partes y obras del proyecto incorporan nuevas formas en el paisaje de forma definitiva.

De acuerdo a los resultados de análisis anterior, es posible señalar que el desarrollo de este proyecto, en cualquiera de sus etapas, no genera impactos significativos sobre el paisaje por “obstrucción de la visibilidad a una zona con valor paisajístico” o por “Alteración de los atributos de una zona con valor paisajístico”, por lo tanto se puede concluir que no genera alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico turístico de la zona en que se ubica y por lo tanto no requiere implementar medidas para prevenir o reducir este tipo de impactos.

7. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos y metodología utilizadas para la evaluación de la calidad visual (matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje. BLM ,1980 y Rojas y Kong 1998), se puede concluir que la Unidad de Paisaje en estudio se presenta en términos generales con una calidad visual media, corresponde a un área que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales, En general es un área atractiva visualmente, sin características sobresalientes.

Respecto de la fragilidad visual, se usó para la evaluación, una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1986) y Aguiló et al. (1992). Los resultados obtenidos indican que la fragilidad visual se presenta como media, calificándola como como un área medianamente sensible frente a intervenciones.

Finalmente, con relación a su capacidad de Absorción Visual (CAV) se determinó que posee una capacidad de absorción moderada.

Por tanto, conforme a los resultados obtenidos de las evaluaciones de la calidad visual, fragilidad y capacidad de absorción visual y el análisis efectuado respecto de la evaluación del paisaje (Tabla 13), es posible concluir que el impacto sobre paisaje”, generado por el Proyecto San Jorge, resulta poco significativo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Chile, Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA). (2019). Guía Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Valor Paisajístico.
- Bernáldez, F. (1985). Invitación a la ecología humana. La adaptación afectiva al entorno. Madrid: Tecnos S. A.
- Aguiló M et al. (1992) Guía para la elaboración de estudios del medio físico. MOPT. Madrid, España.
- Consejo de Europa (2000). Convenio Europeo del Paisaje. Florencia, Italia.
- Chile. Ministerio del Medio Ambiente. (12 de agosto de 2013). D.S. N°40 Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Obtenido de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053563>
- Español, I. (1995). Impacto ambiental. ETSI Caminos, canales y puertos. Madrid.
- Gibson, J.J. (1969). An Ecological View to Perceptual Systems. Boston: Houghton Mifflin.
- Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (09 de marzo de 1994). Ley N°19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Obtenido de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30666&idParte=8640061&idVersion=1994-03-09>
- Hernández, J. y García, L. (2001). Técnicas de localización de construcciones e infraestructuras considerando el paisaje. En: Ayuga Tellez, F. Gestión sostenible de los paisajes rurales. Técnicas e Ingeniería, capítulo 12. Fundación Alfonso Martín Escudero. Ediciones Mundi Prensa Madrid.
- Hull, R.B. y Revell, G.R.B. (1989). Issues in sampling landscapes for visual quality assessments. Landscape and Urban Planning, 16, 323-330.
- Kaplan, R., Kaplan, S. y Ryan, R. (1998). With People in Mind. Washington, DC: Island Press.
- Tevar, G. (1996). La cuenca visual en el análisis de paisaje. Serie Geográfica 6: 99-113.
- Muñoz-Pedrerros, A. (2016). El Paisaje. Fundamentos para su valoración, evaluación y gestión. CEA Ediciones. 216 pp.
- Escuela de Arquitectura del Paisaje, Universidad Central de Chile (2011). Informe Final de la consultoría "Guía para la evaluación del valor paisajístico en el SEIA" realizada para el SEA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2016b). Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA.
- Garmendia, A., & al (2005): Evaluación de impacto ambiental. Madrid: Editorial Pearson/Prentice Hall.
- Busquets, J; Cortina, A (2009): Gestión del paisaje: Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje. Editorial Ariel, Barcelona.
- B.L.M. 1980a. Visual Resource Management. Manual 8400. Bureau of Land Management. Washington.
- Muñoz-Pedrerros, A (2004): La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natura.

- Yeomans W. C. (1986) Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.
- PYEMA, 2008. Metodología y descripción del medio Natural. Sistemas naturales y de soporte: Agrícola, forestal e hidrológico.
- Rojas, H. y S. Kong. 1996. Informe Preliminar: Evaluación del Paisaje de la Reserva Forestal Malleco. 43 pp.
- Escribanos M, M de Frutos, E Iglesias, C Maraix & I Torrecilla (1991) El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España



Actualización Línea de Base Ambiental Componente Medio Humano y Social

Proyecto San Jorge

Mendoza - Argentina

Preparado para: **Minera San Jorge**



Preparado por: **GT Ingeniería SA**

Proyecto N°: 231107 - 168 - Rev01

Mayo 2024

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

CUELLO
BORIOL
O Mario
Alberto

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 Proyecto San Jorge no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Proyecto San Jorge, solamente Proyecto San Jorge, 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 Proyecto San Jorge expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Proyecto San Jorge, 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 y Apellido	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre y Apellido	Fecha Aprobación
María Paz	00	09/01/2024	Mario Cuello	12/01/2024
María Paz	01	13/05/2024	Mario Cuello	14/05/2024

Tabla de contenidos

I.	LINEA DE BASE AMBIENTAL COMPONENTE MEDIO HUMANO Y SOCIAL	1
1.	Área de Influencia Social	1
1.1.	Definición del Área de Influencia Social	1
2.	Caracterización del Componente Medio Humano y Social	4
2.1.	Dimensión Geográfica	4
2.1.1.	Organización del territorio provincial	4
2.1.2.	Centros poblados involucrados	5
2.1.3.	Infraestructura vial	10
2.1.4.	Tendencias y planificación del territorio	14
2.2.	Dimensión Demográfica	16
2.2.1.	Dinámica demográfica regional	17
2.2.2.	Dinámica demográfica local	19
2.3.	Dimensión Económica	22
2.3.1.	Dinámica económica regional	22
2.3.2.	Dinámica económica local	29
2.4.	Dimensión Bienestar Social	39
2.4.1.	Calidad de vida regional	39
2.4.2.	Calidad de vida local	44
2.5.	Grupos Humanos Indígenas	53
2.5.1.	Comunidad Huarpe Guaytamari	55
2.5.2.	Comunidad Huarpe Andina Llahue Xumec (Hijos del Sol)	57
3.	Bibliografía	58

Mapas

Mapa 1.1	Área de Influencia Social (Directa e Indirecta)	3
Mapa 2.1	Gran Mendoza, Departamento Las Heras, Distrito Uspallata	5
Mapa 2.2	Poblaciones vinculadas al proyecto. Jerarquía y vinculaciones	7
Mapa 2.3	Infraestructura vial	11
Mapa 2.4	Mapa de pavimentos de la infraestructura vial	13
Mapa 2.5	Catastro de riego de la Inspección de Cauce Arroyo San Alberto y Uspallata	36
Mapa 2.6	Mapa de Comunidades originarias	55

Figuras

Figura 2.1	Organización del Territorio. Provincia de Mendoza	4
Figura 2.2	Modelo territorial actual de la Provincia de Mendoza	14
Figura 2.3.	Distribución de los flujos turísticos en verano. Alta Montaña	32
Figura 2.4.	Zonificación de Uspallata	46
Figura 2.5.	Zonificación de Uspallata – Servicio Agua potable	47

Figura 2.6. Zonificación de Uspallata – Servicio Cloacas	48
Figura 2.7. Zonificación de Uspallata – Servicio Tendido eléctrico	48

Gráficas

Gráfica 2.1 Detalles tránsito en el nodo vial Uspallata (RN7 y RN149).....	12
Gráfica 2.2 Producto Geográfico Bruto a precios constantes de 1993. Provincia de Mendoza. 2004-2022	22
Gráfica 2.3 Comparación de la participación porcentual por sector en PBG 2016 y 2022	23
Gráfica 2.4 Sectores productivos. Participación porcentual en el PBG del Gran Mendoza y del Departamento de Las Heras 2022	24
Gráfica 2.5 Variación interanual de las exportaciones provinciales por rubro. 2022-2023.....	25
Gráfica 2.6 Variación interanual de las exportaciones provinciales por rubro. 2017-2023.....	26
Gráfica 2.7. Turistas que visitaron Uspallata por mes. 2011	33
Gráfica 2.8 Población de 15 años y más por máximo nivel educativo alcanzado. Departamento Las Heras y Mendoza (urbano y rural). 2020.	42
Gráfica 2.9 Hogares con NBI. Distrito Uspallata. 2010	44
Gráfica 2.10 Indicadores de condiciones de vivienda -Distrito Uspallata 2010	45
Gráfica 2.11 Población de 15 años y más según máximo nivel de educación alcanzado – Distrito Uspallata	50

Tablas

Tabla 1.1 Área de Influencia Social del PSJ	2
Tabla 2.1 Características, jerarquía y conectividad de las poblaciones involucradas con el Proyecto	8
Tabla 2.2. Estadísticas de flujos vehiculares. Ruta Nacional N°7. 2022	10
Tabla 2.3. Estadísticas de flujos vehiculares. Ruta Nacional N°149. 2022	11
Tabla 2.4 Provincia de Mendoza. Indicadores demográficos	17
Tabla 2.5 Gran Mendoza. Población según departamento	18
Tabla 2.6. Departamento Las Heras. Indicadores demográficos.....	18
Tabla 2.7 Hitos Relevantes de la Historia institucional de Uspallata	19
Tabla 2.8 Uspallata. Indicadores demográficos	20
Tabla 2.9 Población de las localidades potencialmente involucradas con el proyecto.	21
Tabla 2.10 Exportaciones de Mendoza según grandes rubros. Millones de dólares FOB.2017-2023	25
Tabla 2.11 Proyección presupuestaria plurianual 2024-2026.....	27
Tabla 2.12 Presupuesto Municipal de Las Heras 2023	27
Tabla 2.13 Personal municipal – Municipalidad de Las Heras 2023	28
Tabla 2.14 Tasa de ocupación por zona de residencia según sexo, posición en el hogar y edad. Mendoza 2022	29
Tabla 2.15 Circuitos turísticos de Uspallata	30

Tabla 2.16 Descripción de circuitos turísticos alternativos temáticos, según circuito. Las Heras. 2008	31
Tabla 2.17 Cantidad de visitantes de Alta Montaña según segmento	32
Tabla 2.18. Oferta de alojamiento. Provincia de Mendoza. 2022	34
Tabla 2.19 Oferta de alojamiento. Zona Norte y localidades sobre RN7 (cordillera). 2022	34
Tabla 2.20 Establecimientos hoteleros inscriptos. Uspallata. 2019	34
Tabla 2.21 Cantidad de yacimientos por ubicación y estado, según tipo de mineral. Departamento Las Heras y Distrito Uspallata. 2011	38
Tabla 2.22 Cantidad de empleados públicos en Uspallata	38
Tabla 2.23 Indicadores de vulnerabilidad social - Provincia de Mendoza	40
Tabla 2.24 Hogares con NBI. Las Heras, Mendoza y país. 2010.	41
Tabla 2.25 Evolución del analfabetismo. en Argentina. Departamento Las Heras, Provincia de Mendoza y País. Periodo 1991-2010.	42
Tabla 2.26 Cobertura de salud. Provincia y departamentos Gran Mendoza. 2022	43
Tabla 2.27. Indicadores vitales. Provincia de Mendoza. 2019	43
Tabla 2.28. Características generales de las zonas 1 a 6	46
Tabla 2.29. Servicios básicos de las zonas 1 a 6	49
Tabla 2.30. Servicios básicos localidades Alta Montaña	53
Tabla 2.31 Población indígena u originaria por pueblo indígena u originario. Provincia de Mendoza. 2010	53

14 de Mayo de 2024

Estimado Marcelo Cortes

Proyecto San Jorge

R: Proyecto San Jorge, Actualización Línea de Base Componente Medio Humano y Social 2024, Uspallata, Mendoza, Argentina

GT Ingeniería S.A. ha sido contratada por Proyecto San Jorge para el desarrollo de la actualización de información y descripción de la Línea de Base Ambiental Componente Medio Humano y Social del Proyecto San Jorge, ubicado en el distrito de Uspallata, departamento de Las Heras, provincia de Mendoza.

Para el desarrollo del informe se ha tenido en cuenta la información generada, recopilada y analizada en la Actualización de línea de base social 2018 (180424_036), borrador preliminar Línea de Base Ambiental Componente Medio Humano y Social 2022 (210312_033), informes generados por el equipo de RRCC de PSJ en Uspallata y localidades de Alta Montaña y la consulta y actualización de información estadística provenientes de fuentes provinciales y nacionales, publicadas con posterioridad a octubre de 2022, que aporten datos relevantes a ser incorporados en el análisis.

No se desarrollaron relevamientos en campo, entrevistas o consultas presenciales ni formales a entidades gubernamentales ni reparticiones públicas a nivel nacional o provincial. La información que se presenta en el actual documento es íntegramente elaborada en gabinete.

Atentamente,

Mario Cuello

Director técnico de Proyecto

GT Ingeniería S.A.
T: +54 261 6184217

I. LINEA DE BASE AMBIENTAL COMPONENTE MEDIO HUMANO Y SOCIAL

1. Área de Influencia Social

El área de influencia social contempla el territorio en el que se emplazan y/o desarrollan comunidades y acciones antrópicas que puedan verse afectadas positiva o negativamente por las acciones del proyecto y sus instalaciones asociadas. Para la definición del área de influencia social es útil considerar el tipo de proyecto que se desarrollará, la jurisdicción en la que se emplaza, y las acciones que implican su construcción y operación, con potenciales impactos socioambientales, económicos y culturales sobre el territorio.

La determinación y justificación del AI es un proceso iterativo y progresivo en tanto la representación espacial de la misma puede variar en consistencia con los resultados de la predicción y evaluación de impactos.

Área de Influencia Social Directa (AISD): El Área de Influencia Social Directa (AISD) comprende a los asentamientos, infraestructuras y actividades que serán potencialmente receptores directos de los efectos sociales, económicos y/o culturales del proyecto y sus obras complementarias.

Se incluyen los superficiarios, pobladores y actividades económicas desarrolladas en las áreas próximas al proyecto; los núcleos urbanos de referencia, donde se radican los proveedores de bienes, servicios y mano de obra; las redes viales y de servicios que vincularán los frentes de obra y operaciones con los centros proveedores; y aquellas áreas de recursos naturales y ambientales que aportan a los medios de vida de la población.

Área de Influencia Social Indirecta (AISI): El Área de Influencia Social Indirecta (AISI) comprende las poblaciones, infraestructuras y actividades, que, si bien se encuentran fuera de las jurisdicciones receptoras directas, serán potencialmente influenciadas por el proyecto de manera indirecta, por cuestiones de accesibilidad, comunicación e interdependencia socioeconómica y cultural con las mismas.

1.1. Definición del Área de Influencia Social

El área de influencia social directa (AISD) del Proyecto San Jorge S.A. seguiría siendo el Distrito de Uspallata y su entorno rural.

Se considera apropiado, considerar en el Área de Influencia Social Indirecta del Proyecto (AISI), a las localidades de Alta Montaña del departamento de Las Heras: Penitentes, Puente de Inca, Punta de Vacas y Polvaredas, como así también, a la organización político-administrativa UNICIPIO, de la cual forma parte el departamento de Las Heras. Este Consejo de Coordinación de Políticas Públicas del Área Metropolitana fue creado por el Decreto 177/16.

En la siguiente Tabla se listan las poblaciones incluidas en el AIS, estimando la cantidad de población involucrada (Censo 2010¹) y la distancia de cada asentamiento al PSJ, mientras que en el Mapa 1.1 se visualiza su distribución territorial.

¹ No se encuentran disponibles los datos correspondientes al Censo 2022 del INDEC a nivel distrital y localidades de referencia.

Tabla 1.1 Área de Influencia Social del PSJ

Acciones del proyecto	Asentamientos involucrados	Cantidad de población*	Distancia al proyecto	Rutas de transporte
Campamento e instalaciones del PSJ	Paraje rural Yalguaraz	Sin población residente	15 km	RN149 (Mendoza)
	Paraje rural Tambillos	Población baja (7 habitantes)	15 km	
	Paraje rural San Alberto	Población baja	25 km	
	Localidad de Uspallata	5.645 habitantes	40 km	
Ruta de provisión (Transporte insumos y mano de obra)	Localidad de Potrerillos y cercanas	2.075 habitantes	90 km	RN7 / RN40
	Localidad de Perdriel	13.687 habitantes	135 km	
	Localidad de Agrelo	7.507 habitantes		
	Ciudad de Lujan de Cuyo	27.594 habitantes	150 km	
	Área Metropolitana de Mendoza (Gran Mendoza)	1.263.752 habitantes	160 km	
Ruta de paso internacional (Transporte insumos y mano de obra)	Localidad de Polvareda	185 habitantes	80 km	RN7 / Paso fronterizo con Chile
	Localidad de Puente de Inca	132 habitantes	110 km	
	Localidad de Las Cuevas	162 habitantes	125 km	
Jurisdicciones receptoras directas	Distrito Uspallata	5.645 habitantes		
	Departamento de Las Heras	233.839 habitantes		
Jurisdicciones indirectamente afectadas	Departamentos Gran Mendoza	1.263.752 habitantes		
	Resto Provincia de Mendoza	779.788 habitantes		

*Datos de Censo 2010, INDEC
 Fuente: GT Ingeniería SA, 2024

[illegible]

GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com

3

2. Caracterización del Componente Medio Humano y Social

El objetivo de una línea de base del componente Medio Humano y Social, es la caracterización y descripción de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, presentes en el área de influencia en la que se va a implementar un proyecto, con el objeto de permitir al evaluador contar con la información necesaria que permita identificar, describir y evaluar los posibles impactos que un proyecto de desarrollo pueda ocasionar sobre los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

La línea de base del componente Medio Humano y Social, debe incluir la información y análisis de las dimensiones geográfica, demográfica, antropológica (Incluida en el Componente Medio Patrimonial), socioeconómica y bienestar social básico, además de elementos particulares de grupos humanos indígenas.

2.1. Dimensión Geográfica

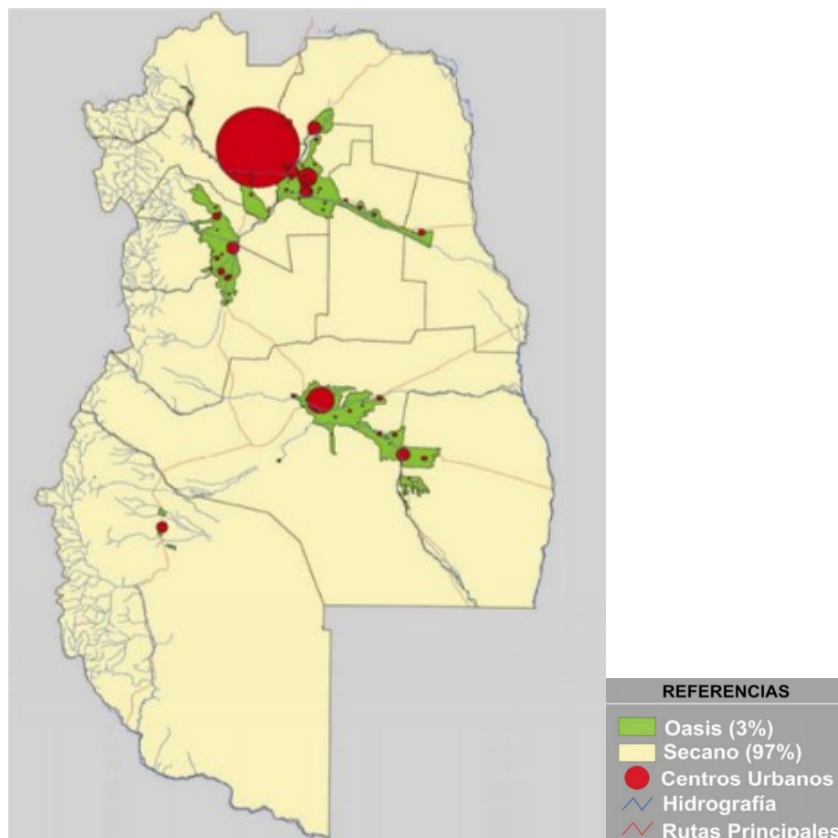
La Dimensión Geográfica describe la distribución de los grupos humanos en el territorio y la estructura espacial de sus relaciones.

2.1.1. Organización del territorio provincial

En la Provincia de Mendoza, la distribución territorial de la población se asocia a los oasis productivos generados por el aprovechamiento de los ríos Mendoza y Tunuyán en el Norte, Diamante, Atuel y, en menor proporción, Malargüe, en el Sur. Estos oasis, no superan en superficie, el 3% del territorio provincial y concentran casi el 95% de la población.

En particular, el crecimiento demográfico y urbanístico de los departamentos del Oasis Norte mendocino ha dado origen a la conurbación del Gran Mendoza (1.263.752 habitantes en 2022), la cual se sitúa como la cuarta urbe de mayor tamaño del país. Este centro metropolitano concentra más del 62% de la población de la Provincia y es el aglomerado de referencia para el área de proyecto, ubicado a unos 160 km de distancia.

Figura 2.1 Organización del Territorio. Provincia de Mendoza



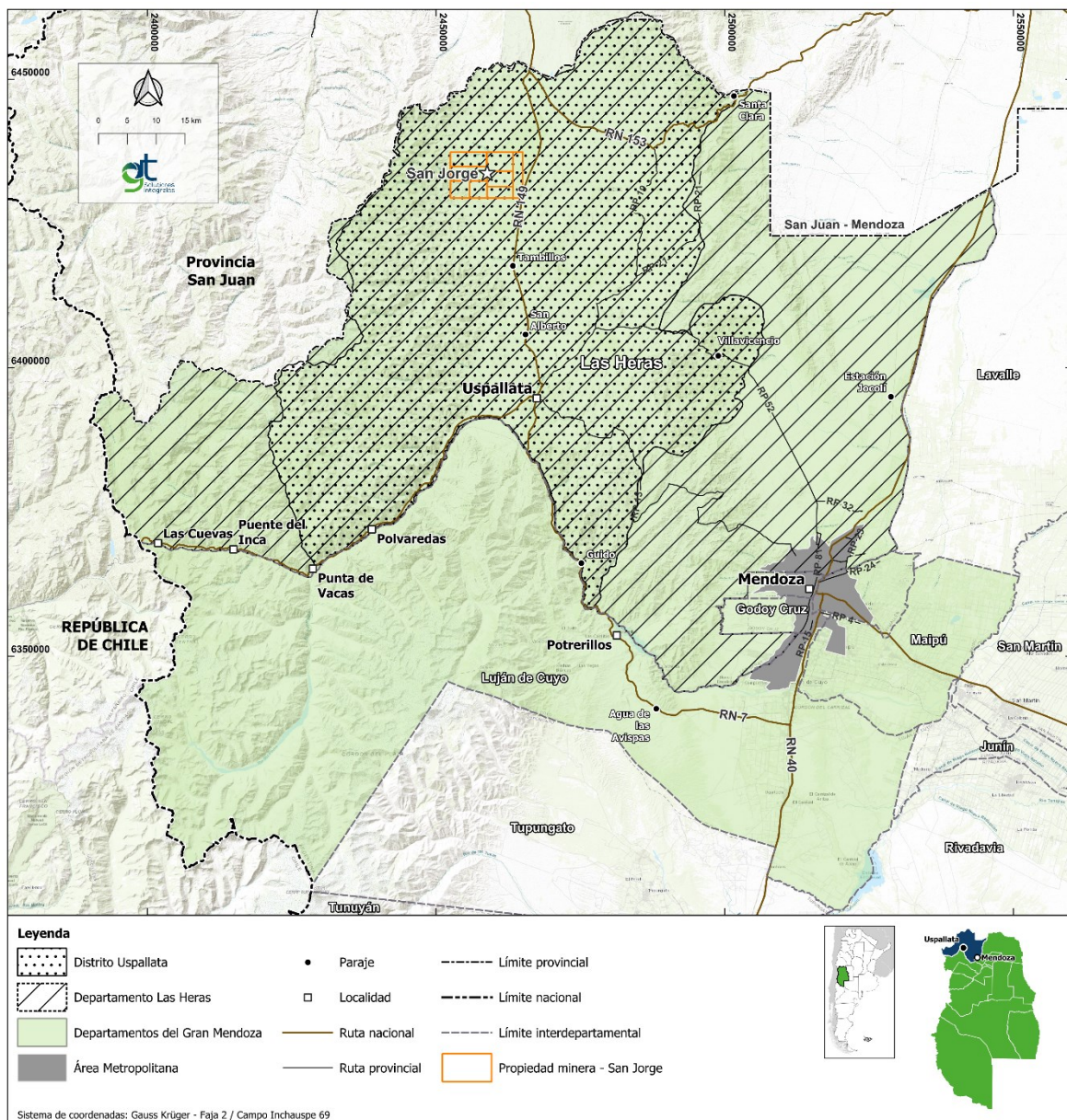
Fuente: SEU. UNCUIYO. 2004

Administrativamente, el territorio de la Provincia de Mendoza se encuentra dividido en 18 departamentos, equivalentes a municipios, y éstos a su vez se encuentran dividido en Distritos.

El Gran Mendoza agrupa a los departamentos que comparten la cuenca hídrica del Río Mendoza: Capital, Godoy Cruz, Las Heras, Guaymallén, Maipú y Luján de Cuyo. Esta unidad no corresponde a una jurisdicción político administrativa, sin embargo, operativamente se comporta como un bloque económico y social distintivo que concentra la mayor cantidad de habitantes de la Provincia.

En particular, el proyecto en estudio se emplaza en el Departamento de Las Heras (233.871 habitantes), el quinto departamento más extenso de la Provincia, específicamente en el Distrito de Uspallata. Cabe destacar que el Distrito de Uspallata (5.645 habitantes en 2010) es el de mayor superficie entre los 13 distritos que componen el departamento de Las Heras, no obstante, concentra solo el 2,8% de la población de este departamento.

Mapa 2.1 Gran Mendoza, Departamento Las Heras, Distrito Uspallata



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024

2.1.2. Centros poblados involucrados

A escala regional, las jurisdicciones administrativas receptoras del proyecto se organizan jerárquicamente de la siguiente manera:

GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

- Provincia de Mendoza
- Gran Mendoza (Las Heras, Luján de Cuyo, Capital, Godoy Cruz, Maipú, Guaymallén)
- Departamento de Las Heras
- Distrito Uspallata
- Parajes de Alta Montaña

A escala local, las poblaciones susceptibles de ser afectadas de forma directa en su normal desarrollo de actividades y estilo de vida, se asocian a cada componente del proyecto:

Poblaciones vecinas del campamento e instalaciones del PSJ:

- Paraje rural Yalguaraz
- Paraje rural Tambillos
- Paraje rural San Alberto
- Localidad de Uspallata

Poblaciones vecinas de la ruta de provisión (Transporte insumos y mano de obra):

- Localidad de Potrerillos y cercanas
- Localidad de Perdriel - Agrelo
- Área Metropolitana de Mendoza

Poblaciones vecinas de la ruta a Alta Montaña

- Localidad de Polvareda
- Localidad de Punta de Vacas
- Localidad de Penitentes
- Localidad de Puente de Inca
- Localidad de Las Cuevas

En el área cercana al proyecto se identificaron 2 propiedades rurales: **Yalguaraz** y **Tambillos**, que se encuentran a aproximadamente 15 km de la concesión de PSJ, con usos ganaderos extensivos. A aproximadamente 25 km del proyecto, se ubica el paraje rural **San Alberto**, con actividades agrícolas, poca población residente y frecuentes visitantes turísticos.

La localidad de **Uspallata** (5.645 habitantes en 2010) es el núcleo urbano de referencia más cercano al proyecto, distante a 40 km de las concesiones de PSJ, con vinculación mediante la Ruta Nacional N°149. Esta ciudad es la de mayor relevancia en todo el distrito y es la última de su jerarquía antes de la conexión con Chile por Ruta Nacional N°7. Ubicada a 120 km del Área Metropolitana de Mendoza, es el principal centro administrativo en el ámbito fronterizo, donde se establecen las bases de las instituciones que representan a las fuerzas armadas y a los controles de frontera. En Uspallata tiene asiento el Ejército Militar argentino (RIM 16), Gendarmería Nacional (GAM 8), Policía, Bomberos, Aduana, AFIP; también Vialidad Nacional y Provincial como punto estratégico para el mantenimiento del corredor internacional hacia Chile. Este núcleo urbano cuenta con una delegación del Municipio de Las Heras, aunque la población local no elige su delegado municipal, sino que es designado desde el ejecutivo departamental con sede a 125 km de Uspallata.

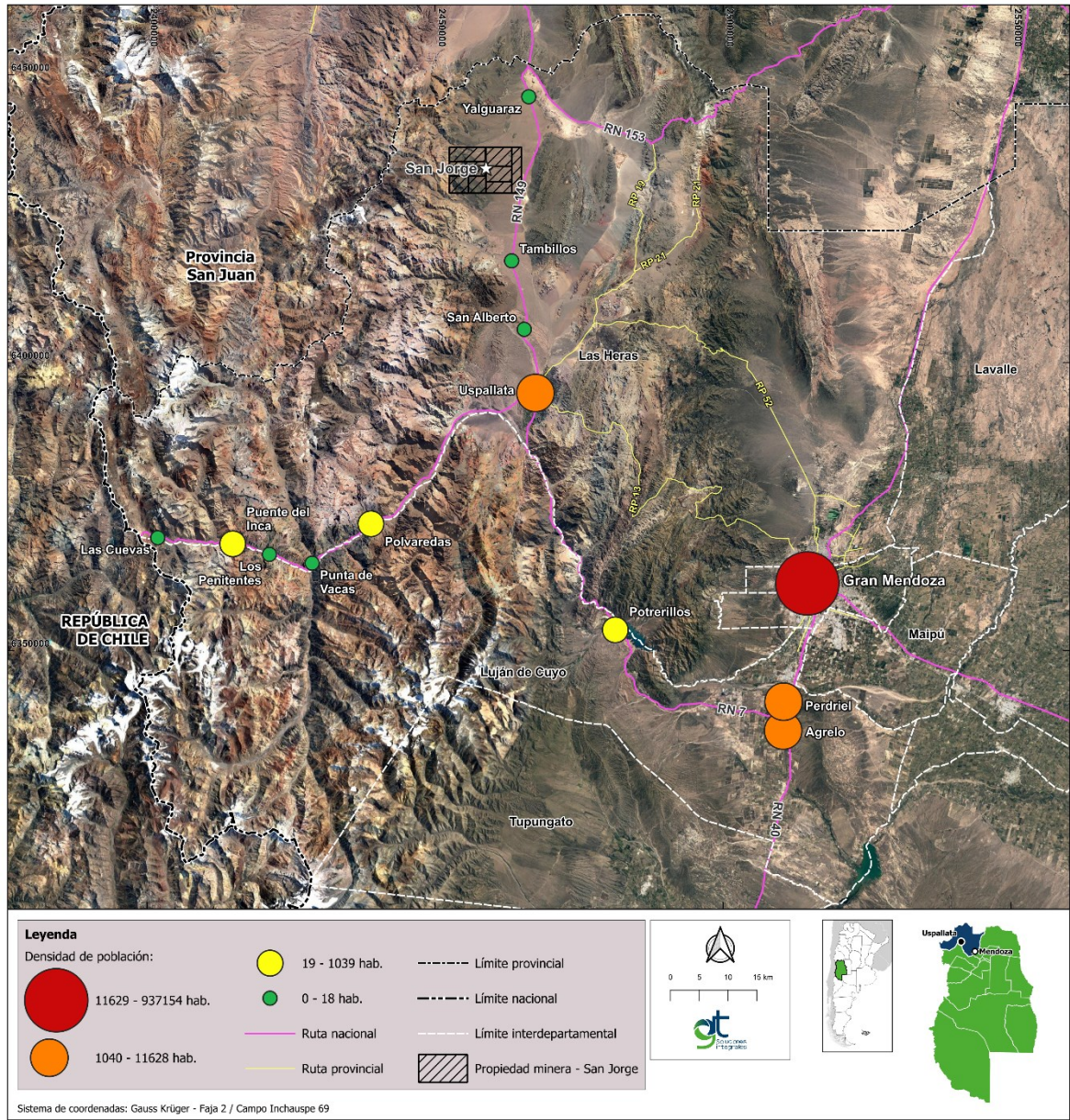
Desde Uspallata, el proyecto se vincula por la Ruta Nacional N°7 a 120 km hacia el sureste con el **Área Metropolitana Mendoza** (1.263.752 habitantes). Las primeras poblaciones que se identifican sobre esta ruta son **Potrerillos-Las Vegas-El Salto** (1.039 habitantes en 2010) a 50 km de Uspallata, y **Perdriel-Agrelo** (11.346 habitantes en 2010) a 95 km de Uspallata.

El proyecto se vincula con el Paso Fronterizo Cristo Redentor mediante RN N°7, transitando 90 km hacia el Oeste desde Uspallata. En este trayecto se identifican pequeñas localidades cordilleranas como: **Polvareda** (128 habitantes), **Puente de Inca** (126 habitantes), **Punta de Vacas** (18 habitantes) y **Las Cuevas** (8 habitantes), a 40 km, 53 km, 70 km y 85 km de Uspallata, respectivamente.

Por otro lado, una alternativa de vinculación de Uspallata con el Área Metropolitana es por la Ruta Provincial N°52. Esta ruta es de ripio consolidado en su primer tramo, aproximadamente 55 km, hasta el paraje turístico de **Villavicencio** (población residente mínima).

En el siguiente mapa y tabla se representa y describe la relación de las poblaciones citadas con el proyecto, jerarquizándolas en base a la cantidad de población, las principales actividades económicas, y la oferta de equipamientos y servicios comunitarios presentes en cada una.

Mapa 2.2 Poblaciones vinculadas al proyecto. Jerarquía y vinculaciones



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024

Tabla 2.1 Características, jerarquía y conectividad de las poblaciones involucradas con el Proyecto

Relación con el proyecto	Asentamientos involucrados	Jerarquía	Cantidad de población	Actividades principales	Equipamientos sociales	Distancia al proyecto	Rutas de vinculación
Poblaciones vecinas del campamento e instalaciones del PSJ	Paraje rural Yalguaraz	Paraje sin población	Sin población residente	Ganadería extensiva	-	15 km	RN149 (Mendoza)
	Paraje rural Tambillos	Paraje poblado	Población baja	Ganadería extensiva	-	15 km	
	Paraje rural San Alberto	Paraje poblado	Población baja	Ganadería extensiva Horticultura de autoconsumo Turismo rural	-	25 km	
	Localidad de Uspallata	Localidad media	3.810 habitantes	Servicios turísticos Oferta Comercial de baja escala Usos residenciales Servicios urbanos Agricultura bajo riego Ganadería intensiva	Delegación municipal Hospital complejidad II Educación inicial, primaria, secundaria y terciaria. Policía, Ejército, Gendarmería, Bomberos Terminal ómnibus Complejo aduanero	40 km	
Poblaciones vecinas de la ruta de provisión (Transporte insumos y mano de obra)	Localidad de Potrerillos y cercanas	Localidad menor	1.039 habitantes	Servicios turísticos	Centro de Salud Escuelas primarias y secundaria	90 km	RN149 / RN7 / RN40
	Localidad de Perdriel - Agrelo	Localidad media	11.346 habitantes	Zona Industrial Usos residenciales Servicios urbanos Agricultura bajo riego Servicios turísticos	Hospital Educación inicial, primaria, secundaria y terciaria. Policía	135 km	
	Área Metropolitana de Mendoza	Área metropolitana	937.154 habitantes	Servicios urbanos centrales Usos residenciales Oferta comercial de alta escala Actividad Industrial Agricultura bajo riego Servicios turísticos	Gobierno provincial Gobiernos municipales Oferta de salud de todas las complejidades Oferta educativa de todos los niveles Aeropuerto, terminales de transporte Centro financiero	160 km	

Relación con el proyecto	Asentamientos involucrados	Jerarquía	Cantidad de población	Actividades principales	Equipamientos sociales	Distancia al proyecto	Rutas de vinculación
Poblaciones vecinas de la ruta de Alta Montaña	Localidad de Polvareda	Localidad menor	128 habitantes		Centro de salud Escuela primaria	80 km	RN149 / RN7 / Paso fronterizo Chile
	Localidad de Punta de Vacas	Localidad sin población permanente	18 habitantes	Seguridad	Gendarmería	93 km	
	Localidad de Penitentes	Localidad sin población permanente	Variable, temporal	Servicios turismo	-	100 km	
	Localidad de Puente de Inca	Localidad menor	126 habitantes	Servicios turismo Seguridad	Escuela secundaria Ejército Complejo aduanero	110 km	
	Localidad de Las Cuevas	Localidad menor	8 habitantes	Servicios turismo Seguridad	Gendarmería Escuela primaria	125 km	

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024

2.1.3. Infraestructura vial

La conectividad vial del proyecto está garantizada principalmente por la siguiente infraestructura nacional y provincial:

- **Ruta Nacional N°149:** conecta el proyecto con las localidades de Uspallata y Barreal (San Juan).
- **Ruta Nacional N°7:** corredor Internacional que conecta a la localidad de Uspallata con el Área Metropolitana Mendoza y con el Paso internacional a Chile.
- **Ruta Provincial N°52:** ruta de ripio que conecta la localidad de Uspallata con el centro turístico Villavicencio y posteriormente con el Área Metropolitana Mendoza.
- **Ruta Provincial N°13:** ruta de ripio que conecta la localidad de Uspallata con el Área Metropolitana Mendoza.

La localidad de Uspallata constituye un nodo vial de jerarquía regional en la que se vinculan las cuatro rutas mencionadas (Mapa 2.3)

La ruta de mayor flujo vehicular es la Ruta Nacional N°7, que une la localidad de Uspallata, hacia el sureste con la Ciudad de Mendoza, que se encuentra a unos 120 km, y hacia el oeste con el paso Fronterizo Cristo Redentor, a unos 90 km.

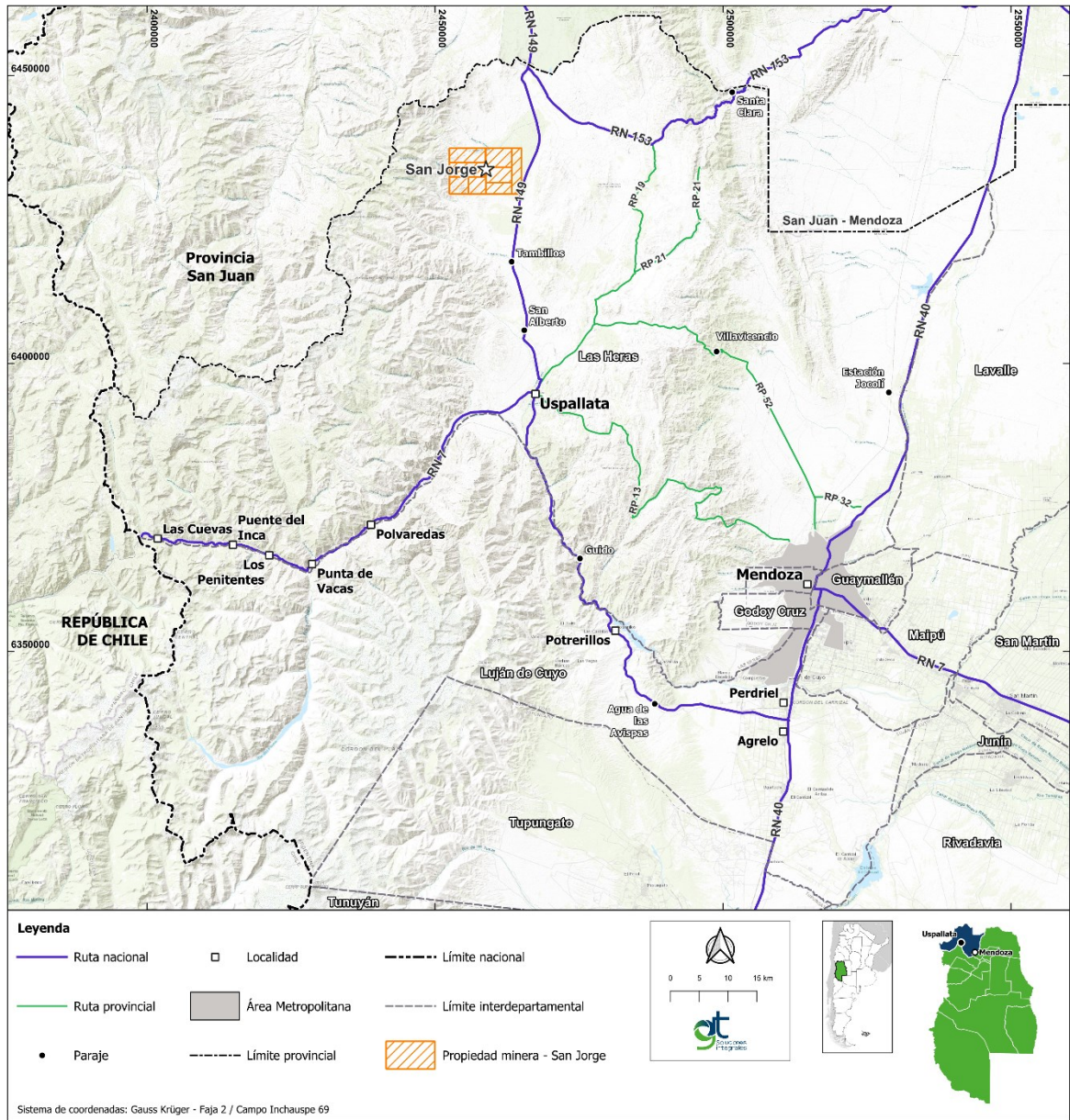
El tránsito vehicular que utiliza la RN7, según datos actualizados hasta el 2022, de Vialidad Nacional, es en promedio de 4.765 vehículos diarios en el tramo que une la localidad de Potrerillos con Uspallata, y disminuye a 2.653 vehículos promedio diario en el tramo que continúa hasta el paso fronterizo.

Tabla 2.2. Estadísticas de flujos vehiculares. Ruta Nacional N°7. 2022

Tramo	kilómetros	TDMA
Empalme con R.N.40 – Acceso a Destilería YPF	9 km	7.000 veh/día
Acceso a Destilería YPF - Empalme con R.P.84	5 km	4.763 veh/día
Empalme con R.P.84 – Acceso a Potrerillos	27 km	3.900 veh/día
Acceso a Potrerillos – Empalme con R.N.149	53 km	3.400 veh/día
LOCALIDAD DE USPALLATA		
Empalme con R.N.149 – Acceso a Puente del Inca	70 km	2.800 veh/día
Acceso a Puente del Inca - Las Cuevas	14 km	2.480 veh/día
Las Cuevas – Límite con Chile (Túnel Int. Cristo Redentor)	4 km	2.680 veh/día

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a datos de Vialidad Nacional. <http://transito.vialidad.gov.ar>

Mapa 2.3 Infraestructura vial



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024

Por otro lado, Uspallata es el "km 0" de la RN 149 que la une con las localidades cordilleranas de Barreal, Tamberías y Calingasta, de la Provincia de San Juan.

El tránsito vehicular que utiliza la RN149, según datos de 2022 de Vialidad Nacional, es en promedio de 162 vehículos diarios en el tramo pavimentado que inicia en Uspallata y llega hasta el acceso a la Estancia San Alberto, y disminuye a 130 vehículos promedio diario en el tramo de ripio que continúa hasta el límite con la Provincia de San Juan.

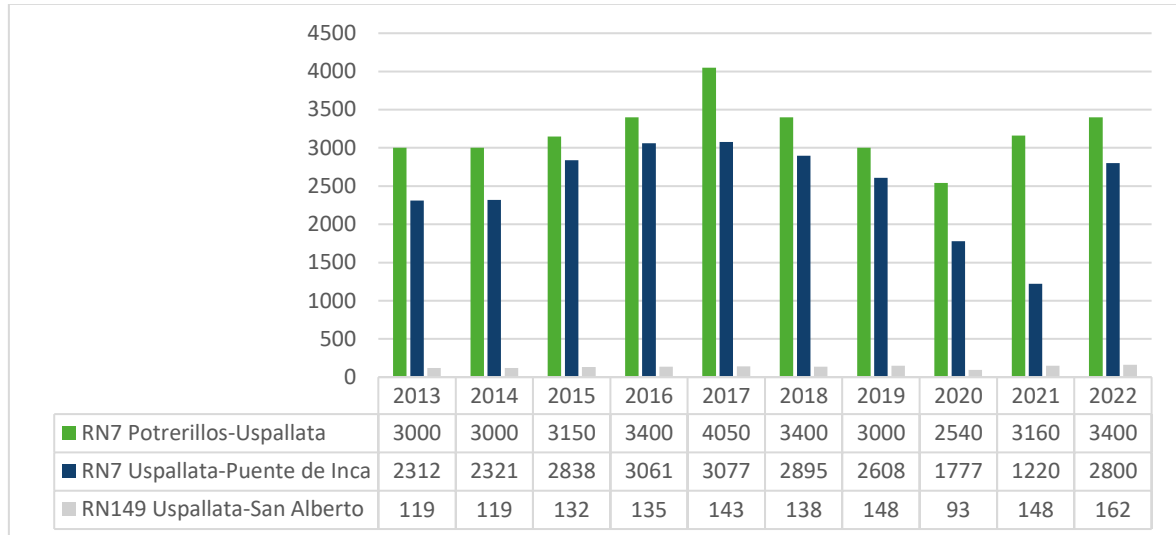
Tabla 2.3. Estadísticas de flujos vehiculares. Ruta Nacional N°149. 2022

Tramo	kilómetros	TDMA
LOCALIDAD DE USPALLATA		
Empalme con R.N.7 - Fin pavimento (San Alberto)	24 km	162 veh/día
Fin pavimento (San Alberto) – Límite con San Juan	36 km	130 veh/día

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a datos de Vialidad Nacional. <http://transito.vialidad.gov.ar>

En detalle, en el nodo vial de Uspallata que vincula la RN7 y RN149, se verifican en las estadísticas de Vialidad Nacional (Gráfica 2.1) los efectos de la cuarentena asociada al Covid 19, tanto para el año 2020 como para el año 2021, cuando el paso internacional a Chile estuvo restringido.

Gráfica 2.1 Detalles tránsito en el nodo vial Uspallata (RN7 y RN149)



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2023 en base a datos de Vialidad Nacional. <http://transito.vialidad.gov.ar>

Tomando las estadísticas de 2022 como el último dato disponible normalizado, se pueden caracterizar por tipo de vehículo los flujos que transitan por el citado nodo vial de Uspallata.

En el tramo de la RN7 desde Potrerillos a Uspallata, el flujo vehicular de 3.400 veh/día está compuesto por un 53,5% de vehículos livianos (autos y camionetas), 2,1% de ómnibus de larga distancia, 4,9% de vehículos medianos (camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros), 2,5% camiones con acoplado y un 23% de vehículos pesados (camiones y ómnibus de larga distancia).

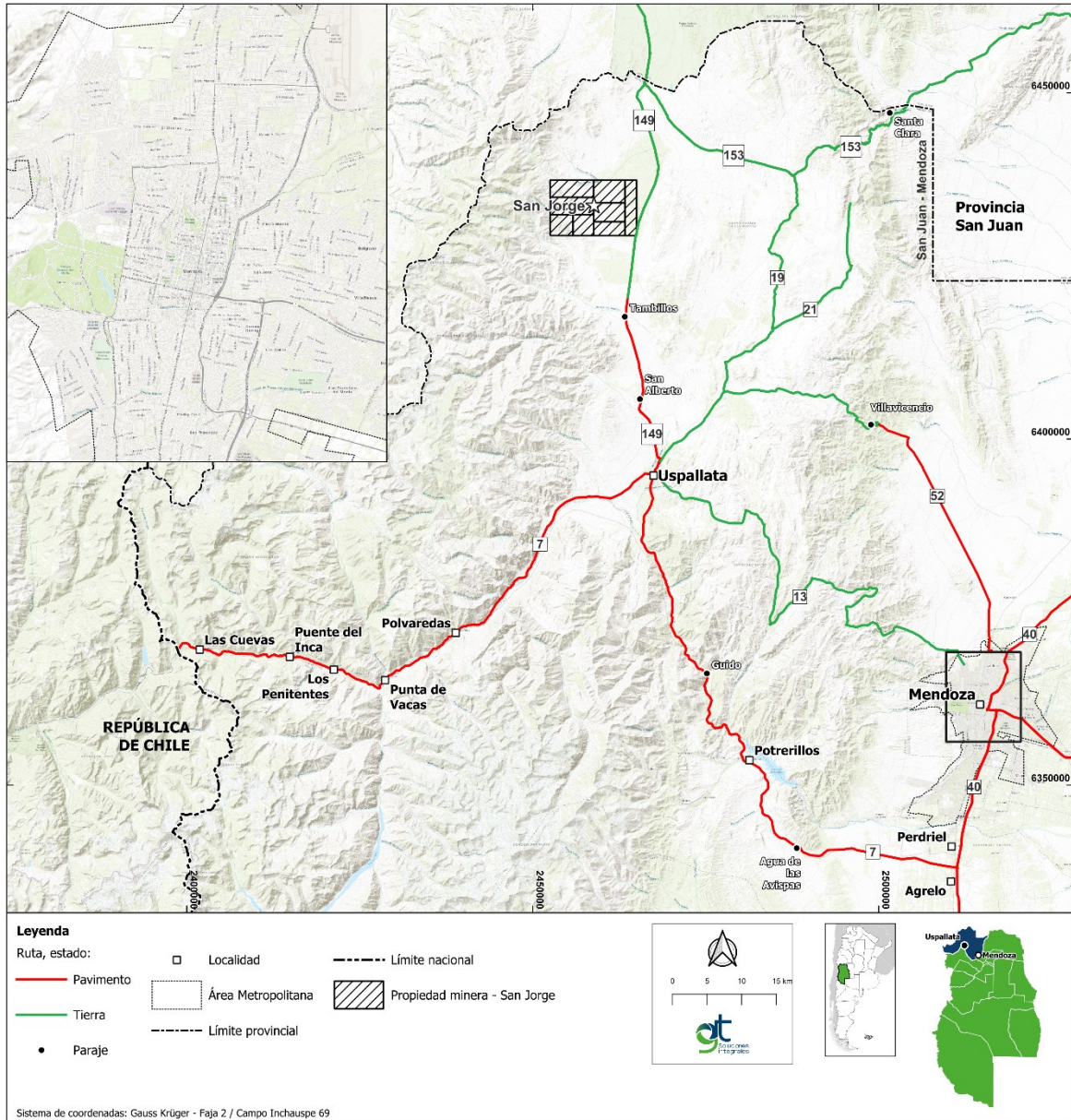
Cabe aclarar que en el verano el paso fronterizo está abierto de forma permanente, mientras que en el invierno está habilitado hasta las 19 hs.

A estos flujos se suman el paso de turistas que se dirigen a Alta Montaña por el día. En temporada alta suben alrededor de 1.000 personas por día cuando no hay nieve, y entre 10.000 y 12.000 vehículos por día si hay nieve. Este público está generalmente alojado en Mendoza, pero se detiene y consume en los negocios de ruta en la localidad de Uspallata a su paso.

En el tramo de la RN7 desde Uspallata a Puente de Inca, el flujo vehicular de 2.800 veh/día está compuesto por un 43,5% de vehículos livianos, 3,1% de ómnibus de larga distancia, 5,1% de vehículos medianos, 3,3% de camiones con acoplado y un 45% de vehículos pesados.

Por último, en el tramo pavimentado de la RN149, que inicia en Uspallata, el flujo vehicular es de 162 veh/día, en un 93,8% conformado por vehículos livianos (autos y camionetas). Solo un 6,2% corresponde a otro tipo de vehículos de mayor porte, aunque es prácticamente nulo el tránsito de camiones con acoplado o de ómnibus de larga distancia.

Mapa 2.4 Mapa de pavimentos de la infraestructura vial



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024

La única alternativa de acceso a Uspallata completamente pavimentada es la RN7. La RN149 solo tiene asfalto en sus primeros 24 km. Internamente, las calles urbanas pavimentadas en Uspallata se reducen a la Av. Las Heras, calle Ejército de los Andes, las calles de los barrios del IPV y la calle de acceso al nuevo CEDRyS. Se suman algunos otros tramos menores de calles internas. Las demás calles son de ripio.

Las rutas provinciales N°52 y N°13, si bien comunican también a Uspallata con el Área Metropolitana Mendoza desde el norte, no tienen flujos vehiculares relevantes al no ser pavimentadas y tener trazados sinuosos adaptados a la geografía de la Precordillera que atraviesan. Estas rutas se usan mayormente para llegar a puestos ganaderos dispersos, o utilizados para recorridos turísticos o de enduristas.

2.1.4. Tendencias y planificación del territorio

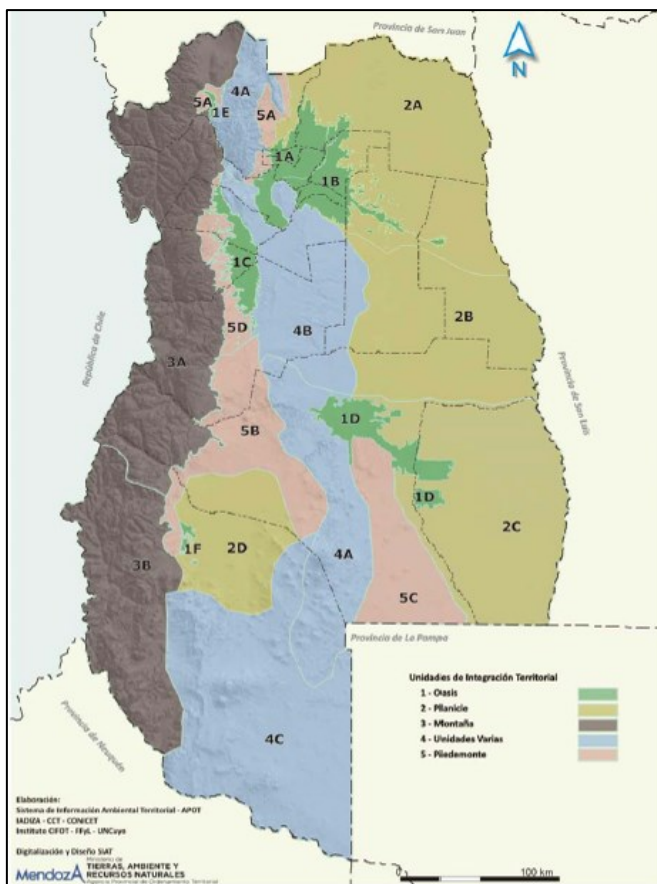
2.1.4.1. Instrumentos de ordenamiento territorial

Uspallata es identificado por el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial (PPOT)² como uno de los oasis provinciales donde el aprovechamiento del agua a través de redes de riego ha permitido el desarrollo de actividades económicas, especialmente la agricultura.

Según define el PPOT, aprobado en agosto de 2017, la unidad de integración territorial UIT 1E, oasis de Uspallata, “presenta aptitud agrícola y clima favorable para ciertos cultivos y turismo, además de ser el principal centro de servicios para el tránsito internacional en el Corredor Bioceánico. Si bien su población ha crecido en los últimos años su expansión se ve limitada por su geografía y la existencia de agua.”

Rodeando al valle de Uspallata el PPOT también identifica la UIT 5A, piedemonte de Uspallata. Esta unidad constituye “un ambiente frágil e inestable debido a sus grandes pendientes, lluvias estivales violentas y concentradas, vegetación escasa y degradada, suelos no consolidados y acelerados procesos de erosión, principalmente hídrica.” La presencia humana en esta zona es escasa y las principales actividades son la ganadería extensiva, con explotación de ganado caprino y bovino, desarrollada en puestos de larga tradición; y casos puntuales de desarrollo del turismo. Los equipamientos e infraestructuras son escasos y existen dificultades de accesibilidad y conectividad.

Figura 2.2 Modelo territorial actual de la Provincia de Mendoza.



Fuente: Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial. Plan de Ordenamiento Territorial, 2014

² El Plan Provincial de Ordenamiento Territorial (PPOT), en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley N° 8051 y sus modificatorias, es una norma que responde a los ejes del Plan Estratégico de Desarrollo (PED) de Mendoza, y contiene un conjunto de directrices y lineamientos, acciones, programas, criterios, ejes de articulación provincia-municipio e instrumentos de planificación, gestión, ejecución control y coordinación que permiten orientar y administrar el desarrollo del territorio. El plan busca responder a la complejidad del territorio mendocino, contemplando tanto la división política-administrativa como las zonas irrigadas y no irrigadas, áreas urbanas, rurales, su crecimiento y planificación sustentable para los próximos 30 años.

En el marco del PPOT, el Municipio de Las Heras presentó en 2018 su Plan Estratégico Territorial. En este documento se establecen los siguientes lineamientos estratégicos para el desarrollo del departamento:

- Desarrollo humano para la erradicación de la pobreza;
- Desarrollo urbano resiliente y sostenible ambientalmente;
- Planificación y gestión del desarrollo económico del departamento;
- Movilidad integral, moderna e inclusiva y
- Fortalecimiento de la estructura de gobernanza urbana.

De estos ejes surgen programas y 96 proyectos en distinto estado de avance.

2.1.4.2. Nuevos proyectos ubicados en el AISD

Plan Estratégico de Alta Montaña – Corredor Bioceánico – Ruta Nacional 7

Se constituye en el primer plan estratégico de desarrollo turístico de montaña del país, y surge como respuesta a la situación de abandono y falta de desarrollo de las zonas de alta montaña en la provincia de Mendoza.

El objetivo que se plantea es el de generar un desarrollo turístico sustentable en la zona comprendida por las localidades de Polvaredas, Penitentes, Puente del Inca, Las Cuevas y el Corredor Bioceánico, para el fortalecimiento provincial.

El plan fue dirigido por el EMETUR, con la participación de otros organismos como Instituto de Desarrollo Rural, el IADIZA – CONICET, el CFI y la consultora internacional Pas Grúa Internacional.

En este marco se encuadra el proyecto “Desarrollo Integral de las Villas de Alta Montaña – Etapa 1 Puente del Inca” formulado por el Ministerio de Planificación e Infraestructura Pública de Mendoza. El mismo se basa en la adecuación y renovación de la infraestructura en el sector: mejoras de servicios de energía eléctrica, agua potable, cloacas y parquización. Actualmente se encuentra en la instancia de obtención de la Declaración de Impacto Ambiental.

Aprovechamiento Hidroeléctrico Uspallata

El proyecto se encuentra situado aguas arriba del Dique Potrerillos, sobre el río Mendoza. La presa tendrá una dimensión mayor que la de Potrerillos, con una producción de unos 700 megavatios que se incorporarán al Sistema Argentino de Interconexión (SADI). A su vez, atenuará crecidas extraordinarias del río Mendoza, y permitirá desarrollar infraestructura y servicios en Uspallata posicionando la villa como polo industrial, comercial y turístico.

Actualmente (desde el año 2021) se están realizando los estudios básicos para realizar la Línea de Base Ambiental y Social del proyecto. Los mismos son coordinados por la Empresa Mendocina de Energía SA (EMESA).

Uspallata - Polo de Energía Sustentable. Gasoducto Virtual

El proyecto que tiene por objetivo instalar una red de gas natural aislada (GNL³ transportado desde Malargüe en camiones que circulan con GNL) y mejorar la infraestructura de generación eléctrica (instalación de una central térmica forzada abastecida a gas natural) en la localidad de Uspallata.

En Uspallata el GNL se almacenará en depósitos de última tecnología que volverán el líquido congelado a estado gaseoso y lo inyectarán a la red domiciliaria.

Dicho proyecto fue presentado al Fondo Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías Relacionadas con el Cambio Climático en América Latina y el Caribe del BID y obtuvo un Aporte No Reembolsable (ANR) destinado a la contratación de Quantum Energía Verde (ganó por licitación) para estudiar factibilidad económica, técnica, social y ambiental del plan.

³ Gas Natural Licuado (GNL). El GNL es gas natural que ha sido sometido a un proceso de licuefacción, que consiste en llevarlo a una temperatura aproximada de -160 C con lo que se consigue reducir su volumen 600 veces. Esto permite transportar una cantidad importante de gas.

En el año 2020 Emesa, con la colaboración de la Municipalidad de Las Heras presento los resultados del censo energético (consumo de energía eléctrica, gas envasado, kerosene y leña) en viviendas, comercios, emprendimientos turísticos y organismos oficiales.

La concreción del proyecto permitiría convertir a Uspallata en un polo de energía limpia pionero en Argentina.

Este proyecto va de la mano de una Comunidad Solar, es decir, de la provisión de energía solar para toda la villa.

Proyecto Parque Solar Uspallata

El proyecto consiste en construir un parque solar para generar 4 MW de energía, además de 400 metros de línea aérea simple terna de 13.2 kv y la adecuación de la Estación Transformadora de la CT Uspallata de EDEMSA para evacuación de energía.

Parte de la demanda de la villa se abastece por una central térmica con generadores a gasoil, con una potencia de 3,4 MVA. Con este proyecto, se apunta a reemplazar esa generación por energía limpia y renovable alcanzando 4 MVA. En concreto, los paneles permitirán abastecer el consumo anual promedio de 1.800 viviendas.

El proyecto ha sido planteado sobre una superficie de 10 hectáreas, colindantes a la Central Térmica de EDEMSA, a 8 km hacia el sur de la RN 7. Durante el año 2022 el Gobierno de Mendoza donó mediante el Decreto N° 143 el terreno perteneciente a la Dirección General de Escuelas (DGE) a Inversora Andina Electricidad SA (IADESA), propiedad del grupo Vila-Manzano.

Actualmente se ha solicitado la profundización de estudios ambientales (profundidad de acuíferos, estudios de suelo) y ha intervenido Fiscalía de Estado hasta tanto se aclare la situación de tierras.

Proyecto MDIT- Cordón del Plata Renovable

El objetivo de esta Manifestación de Interés, es presentar la ampliación del Sistema de Transporte para evacuación de energía del proyecto de generación renovable solar fotovoltaico, Planta Solar Yalguaraz.

La Planta Solar Yalguaraz se localizará en el noroeste de la provincia de Mendoza, en el km 50 de la Ruta Nacional N°149 (que une la localidad de Uspallata en Mendoza con la localidad de Las Flores en la Provincia de San Juan), a 50 km de Uspallata y 10 km al sur del límite interprovincial.

El proyecto contempla comercializar la energía eléctrica producida, mediante Contratos del Mercado a Término, a Grandes Usuarios, conforme a las reglas que rigen las transacciones en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

Paramillos de Uspallata

Entre los sitios ecológicos a proteger, el PMOT-Las Heras (2019) menciona al área ubicada a 24 km al noreste de la localidad Uspallata, transitando por la Ruta Provincial N°52.

Se enclava dentro del sistema orográfico-geológico denominado Precordillera y comprende parte del flanco occidental de la Sierra de Uspallata, entre los 2600 y los 3100 msnm. La superficie de Paramillos de Uspallata es de unas 7000 ha. En ella se concentra la mayor riqueza histórica, arqueológica, paleontológica y de flora y fauna. Además, la zona constituye un importante atractivo turístico.

En este contexto, de conformidad con el artículo 235, inc. h) del Código Civil de la República Argentina, las Ruinas de Minas de Paramillos de Uspallata son bienes del dominio público de la Provincia de Mendoza y, en consecuencia, todas las personas tienen derecho a su uso y goce libre sin restricción alguna. Además, son de naturaleza jurídica inalienable (están fuera del comercio por disposición legal, por lo que no pueden enajenarse, ni darse en concesión) e imprescriptible, es decir, nadie puede adquirir legalmente su propiedad particular por prescripción o usucapión (PMOT-Las Heras, 2019).

2.2. Dimensión Demográfica

La Dimensión Demográfica describe la distribución, estructura, composición, y evolución de la población en el área de influencia social del proyecto.

No se dispone de datos distritales del censo 2022, los datos aún no están procesados a ese nivel (distrito y localidades), dado que el censo trabaja por radios y fracciones, los cuales no siempre coinciden con las delimitaciones distritales. La información poblacional y social por distritos en la provincia estará disponible a mediados del 2024.

2.2.1. Dinámica demográfica regional

La Provincia de Mendoza, de acuerdo al último censo de población, contaba con 2.043.540 de habitantes en el año 2022 (CNPHyV), el 4,4% de la población total del país, siendo la 5° provincia más poblada del territorio nacional.

La distribución territorial de esta población se concentra casi en un 95% en los oasis productivos, en un poco más del 3% del territorio provincial. La población urbana representa más del 80% del total de habitantes, con un crecimiento del 12,8% en el periodo intercensal 2010-2022, mientras que la población rural decreció en 1,3% en el último registro contabilizado (2001-2010).

En la composición de la población provincial hay mayoría de mujeres (107 mujeres cada 100 varones) y presenta un índice de envejecimiento de 54 (promedio nacional 40,2 para el 2010). La población indígena representa el 2,38% de la población mendocina (2010), y la población extranjera casi el 4% de la población total (42% Bolivia, 28% Chile, 7% Perú).

Tabla 2.4 Provincia de Mendoza. Indicadores demográficos

PROVINCIA DE MENDOZA. Indicadores demográficos	
Población total	2.043.540 habitantes. 4,4% de la población total del país. Mendoza: 5° provincia según cantidad de población. (Censo 2022)
Densidad	13,7 hab/km ² (Censo 2010)
Distribución	80,9% población urbana 3,2% población rural 15,2% población rural dispersa (Censo 2010)
Crecimiento	12,8% crecimiento intercensal Provincia (2010-2022) 12,4% crecimiento urbano intercensal (2001-2010) -1,3% crecimiento rural intercensal (2001-2010)
Proyección	2.030.061 habitantes (2022. Proyección Indec)
Grupos de edad	23% población de 0 – 14 años: 470.015 personas (INDEC 2022) 64,6% población de 15 – 64 años: 1.319.994 personas 12,4% población de 65 y más años: 253.400 personas Relación de Dependencia Potencial: 55 (ECV-DEIE 2020) Relación de Dependencia de juventud: 40,1 Relación de Dependencia de adultos mayores: 15,9 Índice de envejecimiento de la población: 54
Sexo	Índice de feminidad: 107 mujeres cada 100 hombres (INDEC 2022)
PEA	Población económicamente activa: 828.089 personas (INDEC 2010) PEA urbana 2021: 737 mil personas (671 mil personas ocupadas y 66 mil desocupadas) (EPH 2021)
Población indígena	Población indígena: 41.026 personas (2,38% de la población) (Censo 2010) 73% habita en zona urbana 49% pertenece al Pueblo Huarpe 15% pertenece al Pueblo Mapuche
Inmigración	Nacidos en otro país: 68.776 personas (3,95% de la población total) (Censo 2010) 42% Bolivia, 28% Chile, 7% Perú Nacidos en otra provincia: 175.338 personas (11% de la población total) 21% San Juan, 12% Buenos Aires, 11% San Luis, 10% Córdoba, 8% CABA

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a INDEC y DEIE

En particular, el crecimiento demográfico y urbanístico de los departamentos del Oasis Norte mendocino ha dado origen a la conurbación del Gran Mendoza (o Área Metropolitana de Mendoza), con 937.154 habitantes en 2010 y 1.263.752 habitantes en 2022. Este centro metropolitano, la

cuarta urbe de mayor tamaño del país, concentra más del 60% de la población de la Provincia y es el aglomerado de referencia para el área de proyecto, ubicado a unos 160 km de distancia.

Tabla 2.5 Gran Mendoza. Población según departamento

Departamento	2001	2010	2022	Crecimiento 2001/2010	Crecimiento 2010/2022	Índice de feminidad
Capital	110.993	115.041	127.160	3,6%	10,5%	117
Godoy Cruz	182.977	191.903	195.159	4,9%	1,7%	110
Guaymallén	251.339	283.803	321.966	12,9%	13,4%	107
Las Heras	182.962	203.666	234.401	11,3%	15,1%	102
Luján de Cuyo	104.470	119.888	175.056	14,8%	46%	98
Maipú	153.600	172.332	219.402	12,2%	27,3%	102
Gran Mendoza	986.341	1.086.633	1.254.440	10,2%	15,4%	106
Área Metropolitana	848.660	937.154		10,4%		106

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a INDEC y DEIE

El Departamento de Las Heras, jurisdicción municipal donde se emplaza el proyecto contaba con 234.401 habitantes en el año 2022, representando el 11,7% de la población provincial y el 18,7% de la población de los departamentos del Gran Mendoza. La densidad de población era de 26,3 hab/km².

La población urbana representa más del 94,7% del total de habitantes del departamento. El índice de feminidad departamental según el Censo 2022 es de 102 mujeres cada 100 varones, por debajo del promedio provincial (107 mujeres cada 100 varones).

Se trata de una población joven, con un bajo índice de envejecimiento de la población (46) en comparación con la media provincial (53), y con mayoría de mujeres (102 mujeres cada 100 hombres).

Tabla 2.6. Departamento Las Heras. Indicadores demográficos

DEPARTAMENTO LAS HERAS. Indicadores demográficos	
Población total	234.401 habitantes (2022) 11,7% de la provincial, 18,7% del Gran Mendoza
Densidad	26,3 hab/km ² (Censo 2022). Provincia: 13,7 hab/km ²
Distribución	Población urbana 94,7% (192.872 habitantes) (Censo 2010) Población rural 0,8% (1.650 habitantes) Población rural dispersa 4,5% (9.145 habitantes)
Crecimiento	15,1% crecimiento intercensal (2010-2022). Provincia: 10,1% 11,7% crecimiento urbano intercensal (2001-2010). Provincia: 12,4% 5,5% crecimiento rural intercensal (2001-2010). Provincia: -1,3%
Grupos de Edades	24,2% población de 0 – 14 años: 56.809 personas (INDEC 2022) 64,6% población de 15 – 64 años: 151.558 personas 11,1% población de 65 y más años: 25.975 personas Relación de Dependencia Potencial: 55 (ECV-DEIE 2020) Provincia: 55 Relación de Dependencia de juventud: 43,3 (Provincia: 40,1) Relación de Dependencia de adultos mayores: 13,5 (Provincia: 15,9) Índice de envejecimiento de la población: 45,7 (Provincia: 39,7)
Sexo	Índice de feminidad 102 mujeres cada 100 hombres (Provincia: 107)
PEA	Población económicamente activa: 98.206 personas (INDEC 2010)
Población indígena	Población indígena: 4.805 personas (2,38% del total de la población) (Censo 2010) 95% habita en zona urbana 57% pertenece al Pueblo Huarpe

DEPARTAMENTO LAS HERAS. Indicadores demográficos	
	16% pertenece al Pueblo Mapuche
Inmigración	Nacidos en otro país: 7.566 (3,73% de la población total) (Censo 2010) 48% Chile, 23% Bolivia
	Nacido en otra provincia: 21.341 (11% de la población total) 35% San Juan, 11% Buenos Aires, 10% San Luis, 8% Córdoba, 8% CABA

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a INDEC y DEIE

2.2.2. Dinámica demográfica local

2.2.2.1. Población de Uspallata

El valle de Uspallata fue originalmente habitado por el pueblo Huarpe, que a fines del Siglo XV fue incluido al Imperio Inca hasta la llegada de los españoles. La gesta Sanmartiniana, el ferrocarril trasandino, el Ejército, la Gendarmería, y los nuevos pobladores atraídos por su potencial turístico marcan distintas etapas de la historia de Uspallata:

Tabla 2.7 Hitos Relevantes de la Historia institucional de Uspallata

Hitos Relevantes de la Historia institucional de Uspallata	
Antes de la Conquista	La región está habitada desde hace 10.000 años como atestiguan los Petroglifos de Tundqueral. Los pueblos originarios en la zona eran los Huarpes Milcayac, quienes fueron incaizados en las dos últimas décadas del siglo XV.
1562	Los primeros españoles se instalan en Uspallata. Se crea una encomienda, sometiendo a los pueblos originarios que residían allí. Cuyo dependía de la Capitanía General de Chile.
1578	Se crea la Estancia de Uspallata por resolución de la Capitanía General de Chile. Se adjudica al Capitán Pedro Moyano Cornejo.
1612	La Estancia Uspallata pasa a manos de Juan de Godoy y Alvarado. Hay registro en Uspallata de 1.500 hectáreas bajo riego y 2.000 cabezas de ganado bovino.
1703	Se crea la Misión jesuítica, activa hasta 1767, que utiliza a los aborígenes allí residentes para explotar las minas de Paramillos.
1739	Censo de vecinos propietarios registra 18 hacendados en el valle del actual Uspallata (el 11 % del total del territorio ocupado por españoles en Mendoza). Sumadas las familias, esclavos y aborígenes en encomienda, residían de manera permanente alrededor de 200 personas.
1776	Creado el Virreinato del Río de la Plata, Cuyo pasa a depender de la Gobernación-Intendencia de Córdoba.
1777	El general José Sebastián de Sotomayor, quien fue designado en el año 1777 como "alcalde mayor y corregidor de minas de Uspallata".
1801	En el año 1801, el capitán Francisco de Serra y Canals fue designado como Diputado por Uspallata ante el Cabildo de Mendoza.
1817	Permanencia de varios días de la división del Ejército Libertador al mando del General Las Heras, reponiendo algunos enseres en la preexistente fundición de las Bóvedas.
1891	Construcción del Ferrocarril Trasandino Los Andes-Mendoza. Se establece la Estación Uspallata y su caserío anexo. Trae prosperidad al oasis productivo de Uspallata, ya que el tren pasó a ser el medio principal empleado para la salida de toda la producción del valle. La estación y la villa eran dos poblaciones distintas, ubicadas a 15 kilómetros de distancia entre sí.
1933	Inauguración de la primera estación de servicio YPF de Uspallata.
1935	Construcción del Hotel de Uspallata
1945	Traspaso de la Estancia Uspallata al Estado Nacional Argentino (rodea a la villa). Inicia la instalación de unidades militares. La villa comenzó a crecer con población dedicada a la prestación de servicios y comercio para el personal militar.
1947	El censo de ese año indica que en la Villa de Uspallata (sin contar La Fundición, Paramillos y la Estación Uspallata del FFCC, que no fueron registrados en ese entonces) tenía 415 habitantes.
1971	Pavimento de la Ruta Nacional N°7. Uspallata comienza a consolidarse como localidad de servicios para el transporte.
1984	Desactivación del FFCC trasandino.

1994	Derogación del servicio militar obligatorio produce una notoria disminución del movimiento de la localidad.
SXXI	Uspallata se afianza como destino turístico.

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base diversas fuentes bibliográficas de registro histórico.

Según los datos del último censo de población disponible, el Distrito de Uspallata contaba en 2010 con 5.645 habitantes, el 2,8% de la población registrada en el Departamento de Las Heras (INDEC, 2010). Esta población se concentraba en un 67,5% en el núcleo urbano de Uspallata y en un 24% en el entorno rural inmediato, con solo el 8,5% de la población dispersa en el resto del territorio del distrito.

La evolución demográfica de la localidad se dio con mayor intensidad en el periodo intercensal 1991-2001 donde la población creció un 17%, mientras que en el periodo 2001-2010 el aumento fue del 11,8%.

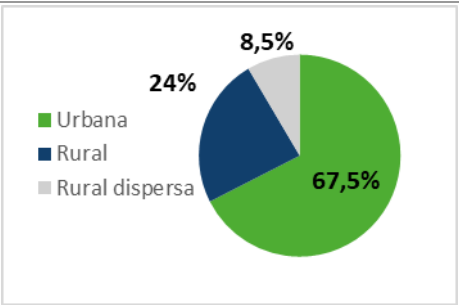
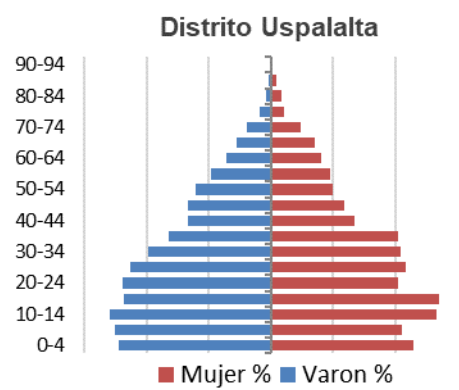
Si se analizan los datos del CNPHyV 2010 por edad se destaca una pirámide poblacional con una base que tiende a estrecharse, pronosticando un desaceleramiento en la tendencia de crecimiento. En esta estructura, la población menor a 14 años concentra el 28,1% de la población total, la población entre 15 y 64, el 66,1% y las personas de 65 o más, el 5,8%.

Diferenciando a la población del distrito Uspallata por sexo, los datos del CNPHyV 2010 muestran un índice de feminidad relativamente bajo de 91,7 mujeres cada 100 varones, muy inferior a los valores promedio del Departamento de Las Heras (105 mujeres cada 100 varones) y de la Provincia (101,5 mujeres cada 100 varones). Este índice aumenta levemente en el núcleo urbano de Uspallata (95,6 mujeres cada 100 varones) y disminuye en las áreas rurales (84 mujeres cada 100 varones).

La población de origen extranjero en Uspallata representa el 3,2% de la población censada en 2010, principalmente familias bolivianas con emprendimientos hortícolas en la zona rural periférica.

La población originaria en el Departamento de Las Heras corresponde al 2% de la población total. Particularmente, en el Distrito de Uspallata el Pueblo Huarpe está representada por la Comunidad Huarpe Guaytamari y la Comunidad Huarpe Andina Llahue Xumec.

Tabla 2.8 Uspallata. Indicadores demográficos

DISTRITO y LOCALIDAD de USPALLATA. Indicadores demográficos		
Habitantes	Distrito Uspallata: 5.645 habitantes (Censo 2010) 0,3% provincial, 2,8% departamental	
Distribución	Núcleo urbano de Uspallata: 3.810 habitantes (67,5% del distrito) Zona rural de Uspallata (radio de 10 km): 1.355 habitantes (24% del distrito) Población Rural dispersa: 480 habitantes (8,5% del distrito) Tasa de urbanización del Distrito Uspallata 67,5% (Provincia: 81,8%)	
Crecimiento	Loc. Uspallata: 10,2% crecimiento intercensal (2001-2010). Las Heras: 11,3%	
Proyección	Estimación 2018 Distrito Uspallata: 11.000 habitantes (autoridades locales)	
Sexo	Distrito Uspallata: índice de feminidad 91,7 mujeres c/100 hombres Localidad Uspallata: 95,6 mujeres c/100 hombres. Población rural del distrito: 84 mujeres c/100 hombres. (Las Heras: 105; Pcia.: 101,5)	
Grupos de Edades	28% población de 0 – 14 años: 1.588 personas 66% población de 15 – 64 años: 3.729 personas 6% población de 65 y más años: 328 personas (INDEC 2010)	

DISTRITO y LOCALIDAD de USPALLATA. Indicadores demográficos	
PEA	Población económicamente activa: 1.671 personas (INDEC 2010)
Inmigración	Distrito Uspallata: 181 personas nacidas en otro país (3,2% del distrito) Loc. Uspallata: 101 personas nacidas en otro país (2,7% de la localidad)

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022, actualizada 2024 en base a INDEC y DEIE

Esta población se encuentra fragmentada en grupos sociales bien marcados, y de fácil identificación entre los vecinos:

- Personal/familias de fuerzas armadas (aproximadamente el 30% de la población), con residencia transitoria (periodos de 2 a 4 años) en Uspallata, asociado a la presencia de las bases del Ejército Argentino y a la Gendarmería.
- Vecinos nacidos y criados en Uspallata (aproximadamente el 40% de la población). Los barrios más emblemáticos son Villa Clarita, La Fundición, Las Bóvedas y Cordón de Bonilla.
- Pobladores/inversores turísticos provenientes de otras localidades o provincias (aproximadamente el 30% de la población), que llegaron principalmente atraídos por la oferta inmobiliaria para la inversión en el sector del turismo.

A partir de 2007 aproximadamente, el gobierno municipal promocionó ampliamente (incluso fuera de la provincia) a la localidad de Uspallata para la inversión en la industria del turismo. Este proceso de cambio entre zona fronteriza de paso a nuevo centro de servicios turísticos significó un hito de crecimiento demográfico en Uspallata. La radicación en Uspallata de población proveniente en general de Buenos Aires y Córdoba, principalmente jóvenes y jubilados, tuvo como elemento de atracción inicial la oferta inmobiliaria por sesión o venta a bajo costo de lotes fiscales.

2.2.2.2. Otros centros poblados involucrados

En la siguiente tabla se indica la cantidad de población permanente o transitoria que reside en la totalidad de centros poblados potencialmente involucradas en la construcción y/o operación de los distintos componentes del proyecto.

Tabla 2.9 Población de las localidades potencialmente involucradas con el proyecto.

Componente del proyecto	Localidades vecinas	Población permanente (2010)	Población transitoria
Campamento e instalaciones del PSJ	Paraje rural Yalguaráz	Sin población residente	
	Paraje rural Tambillos	Población baja	
	Paraje rural San Alberto	Población baja	Visitantes turísticos
	Localidad de Uspallata	3.810 habitantes	Visitantes turísticos Transportistas
Ruta de provisión (Transporte insumos y mano de obra)	Localidad de Potrerillos y cercanas	1.039 habitantes	Visitantes turísticos
	Localidad de Perdriel - Agrelo	11.346 habitantes	
	Área Metropolitana de Mendoza	937.154 habitantes	
Ruta a paso fronterizo	Localidad de Polvareda	128 habitantes	
	Localidad de Punta de Vacas	18 habitantes	
	Localidad de Penitentes	2 habitantes	Visitantes turísticos
	Localidad de Puente de Inca	126 habitantes	Visitantes turísticos
	Localidad de Las Cuevas	8 habitantes	

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022 en base a INDEC (2010) y trabajo de campo (2018).

2.3. Dimensión Económica

La Dimensión Socioeconómica describe las tendencias locales de las actividades productivas y de servicios, así como del mercado laboral.

2.3.1. Dinámica económica regional

2.3.1.1. Estructura productiva provincial

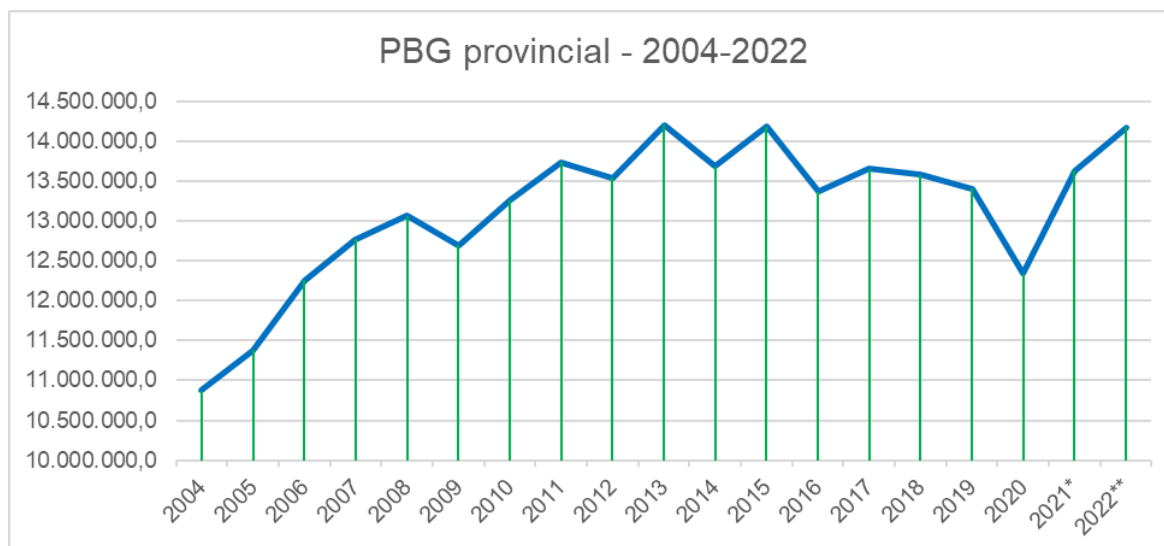
La Provincia de Mendoza posee una matriz productiva con diversas actividades económicas. Cuenta con una importante superficie cultivada, una significativa industria derivada del agro y del petróleo; recursos hidrocarburíferos, mineros y energéticos. Asimismo, posee un desarrollo de servicios diversos: construcción, logística, turismo, salud, educación, transporte, entre otros.

Sin embargo, hace décadas que la actividad productiva en general viene mostrando signos de debilitamiento, con una importante pérdida de dinamismo en las actividades tradicionales.

El Producto Bruto Geográfico de la Provincia de Mendoza para 2022, alcanzó los 14.178.694 miles de pesos corrientes. Este valor agregado equivale a 13.377.151 miles de pesos, medido en pesos de 1993. Para el 2021 el PBG se situó en 13.625.888 indicando una variación del 4% respecto al año 2022.

Este proceso recesivo fue profundizado con el impacto de la pandemia que comenzara a principios de 2020, y que produjo una reducción del -7,1% del PBG provincial entre 2019 y 2020 (12.431.389 miles de pesos de 1993). Sin embargo, se puede destacar que, durante 2020, la temprana política de apertura de la actividad que llevó a cabo el Gobierno provincial, permitió que la recesión fuera menor a la experimentada a nivel Nacional, que tuvo una caída del Producto Bruto Interno del -10% con respecto a 2019. Siguiendo la dinámica del resto del país, se estima que en 2021 la actividad económica provincial haya tenido un rebote, llegando al 9,7% seguido de una desaceleración en las tasas de crecimiento en 2022, que son del 4%.

Gráfica 2.2 Producto Geográfico Bruto a precios constantes de 1993. Provincia de Mendoza. 2004-2022



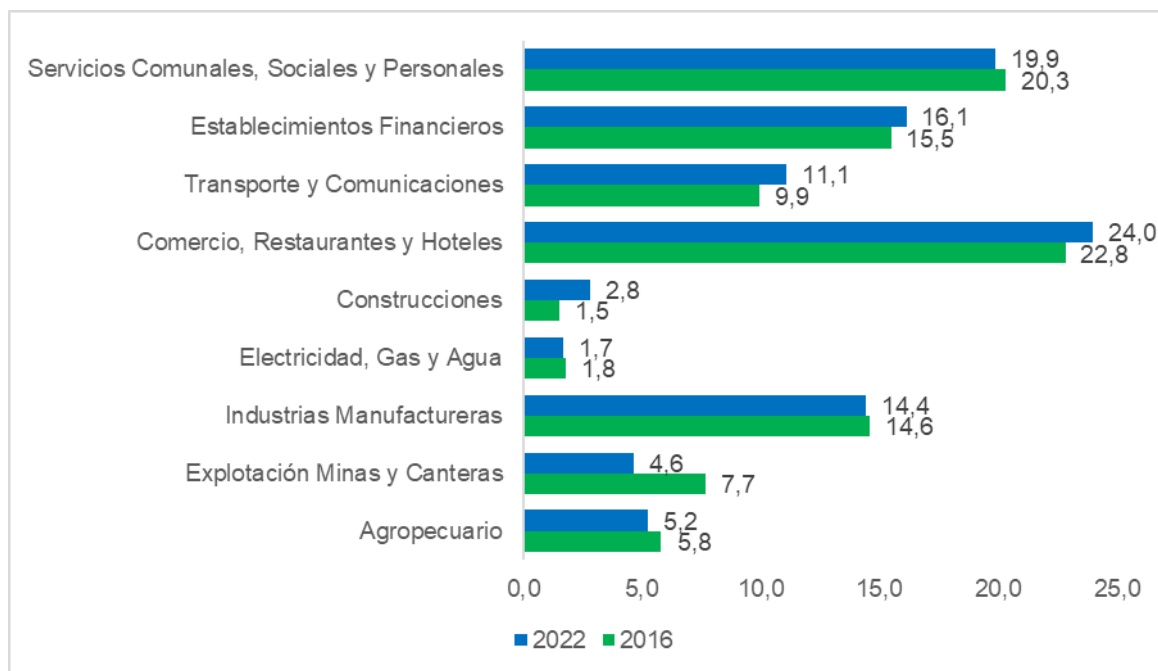
Fuente: GT Ingenieria S.A., 2024 en base a datos de la Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de Mendoza.

La participación de cada sector económico dentro del PBG provincial de 2022, señala al sector Comercio, Restaurantes y Hoteles como el más relevante con un 24%. En segundo lugar, se ubica el sector Servicios Comunales, Sociales y Personales con un aporte del 19,9%. Le siguen Establecimientos Financieros con 16,1% y el sector Industrias Manufactureras con una contribución del 14,4% en el PBG.

En relación al proyecto en estudio, se destaca que la participación del Sector Minas y Canteras en el PBG de la Provincia de Mendoza en 2022 fue del 4,6%, presentando una reducción gradual desde el año 2016 en adelante. Su composición está concentrada en un 93% en el subsector de petróleo y gas natural y en un 5,4% en servicios asociados a esta actividad. Los productos mineros suman

el 1,5% en su participación dentro del sector, y es nula la intervención de valor agregado por minerales metalíferos.

Gráfica 2.3 Comparación de la participación porcentual por sector en PBG 2016 y 2022



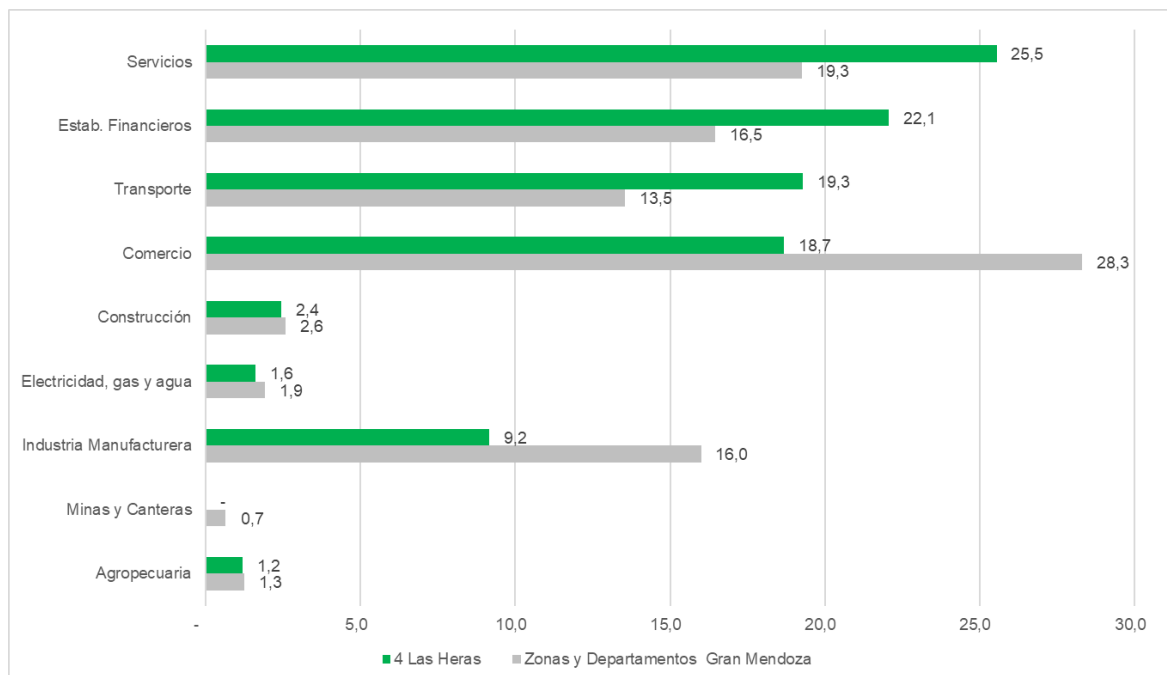
Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a datos de la DEIE.

El desarrollo y distribución de las principales actividades económicas en el territorio provincial se estructura de la siguiente forma:

- El sector agropecuario está orientado principalmente a la producción de ajo, uva, frutas de carozo y ganado caprino. Las regiones del Este y el Gran Mendoza aportan el 50% del PBG agropecuario; la zona Sur, el 23%; y la zona del Valle de Uco, el 17%.
- Las actividades del sector de manufactura más relevantes son las refinerías de aceite, petroquímicas y la producción de bebidas. La actividad industrial se desarrolla principalmente en los departamentos del Gran Mendoza, principalmente Godoy Cruz, Luján y Maipú, y dos polos en San Rafael y General Alvear, en los oasis de los ríos Diamante y Atuel respectivamente. Entre las manufacturas de origen agrícola, los sectores vitivinícola y olivícola son los más consolidados con gran participación en las exportaciones de la provincia.
- Mendoza es la cuarta provincia productora de crudo de Argentina con un 11,3% de la producción nacional al 2021, lo que le permite recibir regalías de hidrocarburos, que representaron el 5% de sus ingresos operativos en ese mismo año. La explotación petrolera se localiza fundamentalmente en la zona Sur, en el departamento de Malargüe, y se encuentra otro núcleo en los límites del Gran Mendoza, hacia el Este.
- Las zonas no irrigadas de montaña y de planicie, el 97% del territorio provincial, albergan mayormente actividades de subsistencia, especialmente actividades ganaderas extensivas débilmente integradas a los principales circuitos de la economía provincial.
- En el sector de servicios, prevalecen las actividades vinculadas al turismo, hotelería y restaurantes, siendo la provincia con mayor desarrollo en la región de Cuyo.

Si se analiza el PBG del Gran Mendoza, 9.317.976 millones de pesos corrientes en 2022, y en particular el del Departamento Las Heras, 806.34 millones de pesos corrientes en 2022, la participación relativa en el PBG provincial representa el 65,7% y el 5,7% respectivamente. El aporte de los principales sectores productivos tiene diferentes proporciones para estas dos escalas consideradas:

Gráfica 2.4 Sectores productivos. Participación porcentual en el PBG del Gran Mendoza y del Departamento de Las Heras 2022



Fuente: GT Ingeniería S.A., 2024 en base a datos de la DEIE.

Mientras que el Comercio es la principal actividad en el PBG a escala del Gran Mendoza, en el Departamento de Las Heras este sector se ubica en 4° puesto.

En Las Heras, el sector con mayor peso en la composición del PBG departamental son los Servicios Comunes, Sociales y Personales, que representan el 25,5% del PBG. En segunda posición, se ubica el sector de Establecimientos Financieros, Seguros, Bienes Inmuebles y Servicios Prestados a las Empresas, aportando el 22,1%. Asimismo, es notable la incidencia del sector de Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones, asociado a la dinámica del Corredor Internacional a Chile.

Si bien la Industria manufacturera se concentra en el Gran Mendoza, aportando a esta escala el 16% en el PBG regional, para el Departamento de las Heras la participación de este sector es menor, representando solo el 9,2% del PBG departamental.

Es similar la poca incidencia de las actividades agrícolas y ganaderas en el aporte de valor agregado, tanto para el Gran Mendoza como para Las Heras, representando en ambos casos menos del 1,5%. Por su lado la minería también tiene baja participación a nivel regional, y nula para el departamento de Las Heras.

2.3.1.2. Exportaciones

La Provincia de Mendoza representó el 2% de las exportaciones del país durante 2023, siendo la séptima jurisdicción del país en términos de exportaciones, principalmente en productos como el vino, hortalizas y legumbres sin elaborar y preparados de hortalizas, legumbres y frutas.

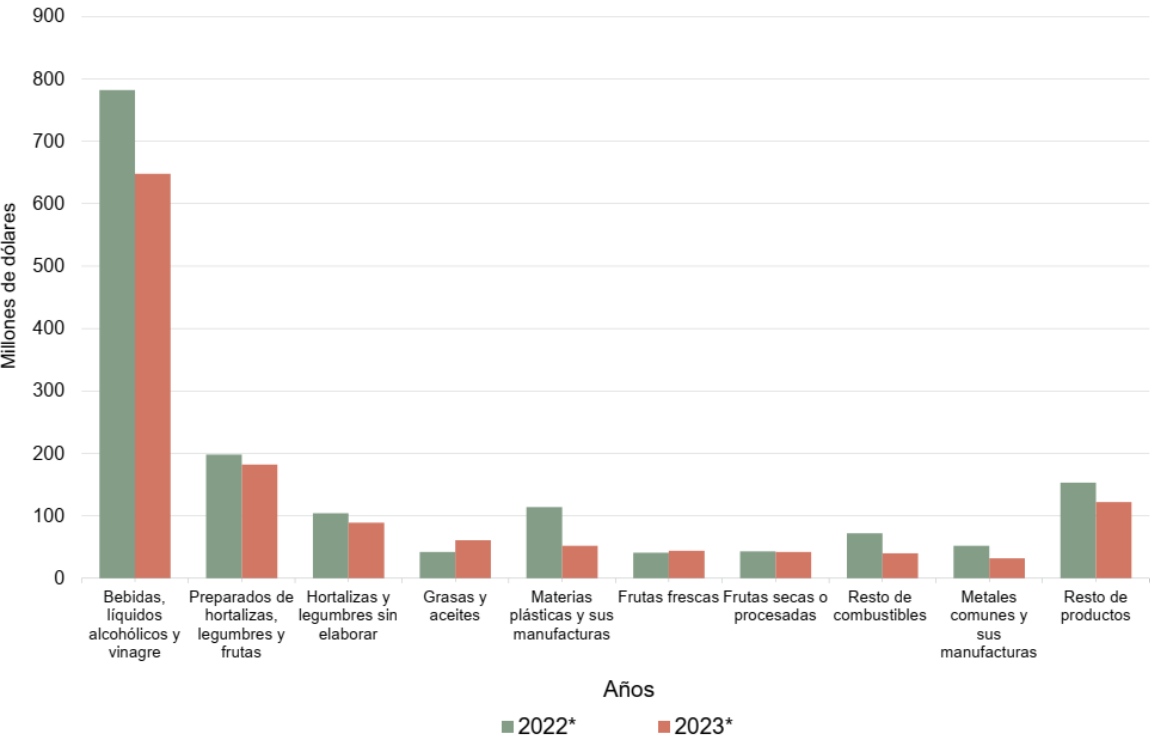
En 2023, la provincia de Mendoza registró ventas al exterior por 1.312 millones de dólares, es decir, el 42,6% de las exportaciones de la región, con una caída interanual de 18,1%. Los principales productos exportados fueron vino de uva, que representaron 48,4% del total exportado por la provincia; preparados de hortalizas, legumbres y frutas, con una participación de 13,9% y un descenso de 8,1%; y hortalizas y legumbres sin elaborar –principalmente ajos–, que alcanzaron 6,8% de los despachos de la provincia al exterior y se redujeron 14,4%. Siguió en importancia grasas y aceites que alcanzaron una participación de 4,7%, fundamentalmente por el importante crecimiento de 147,6% registrado por los despachos de aceite de oliva, desplazando a materias plásticas y sus manufacturas, que sufrió una baja de 54,4%, y concentró el 4,0% de las exportaciones mendocinas. Entre los destinos de las ventas al exterior se destacaron particularmente Mercosur, USMCA, Unión Europea y “Resto de ALADI”, que concentraron el 80,4% de los despachos provinciales al exterior, seguidos por China, ASEAN y Medio Oriente.

Tabla 2.10 Exportaciones de Mendoza según grandes rubros. Millones de dólares FOB.2017-2023

	Rubro	2017	2018*	2019*	2020*	2021*	2022*	2023*
Millones de dólares FOB	Productos Primarios	214,9	173,1	167,7	202,4	178,3	159,5	147,6
	Manufactura de origen Agropecuario	951,1	996,8	981,7	975,7	1.111,0	1.068,8	938,9
	Manufactura de origen Industrial	135,6	271,8	242,6	136,2	246,2	251,4	133,6
	Combustible y Energía	48,0	78,8	61,0	33,7	76,4	121,0	90,7
Tasa de variación (%)	Productos Primarios	21,9	-19,5	-3,1	20,7	-11,9	-10,5	-7,5
	Manufactura de origen Agropecuario	-2,5	4,8	-1,5	-0,6	13,9	-3,8	-12,2
	Manufactura de origen Industrial	-4,7	100,4	-10,7	-43,9	80,8	2,1	-46,9
	Combustible y Energía	65,3	64,1	-22,5	-44,8	127,2	58,2	-25,0

Nota: millones de dólares FOB (FOB:"Free On Board", es el precio de la mercadería en el puerto convenido, de esta forma se evita el incluir el costo del transporte en precio final del producto.
Fuente: DEIE, sobre la base de datos de INDEC, 2024.

Gráfica 2.5 Variación interanual de las exportaciones provinciales por rubro. 2022-2023

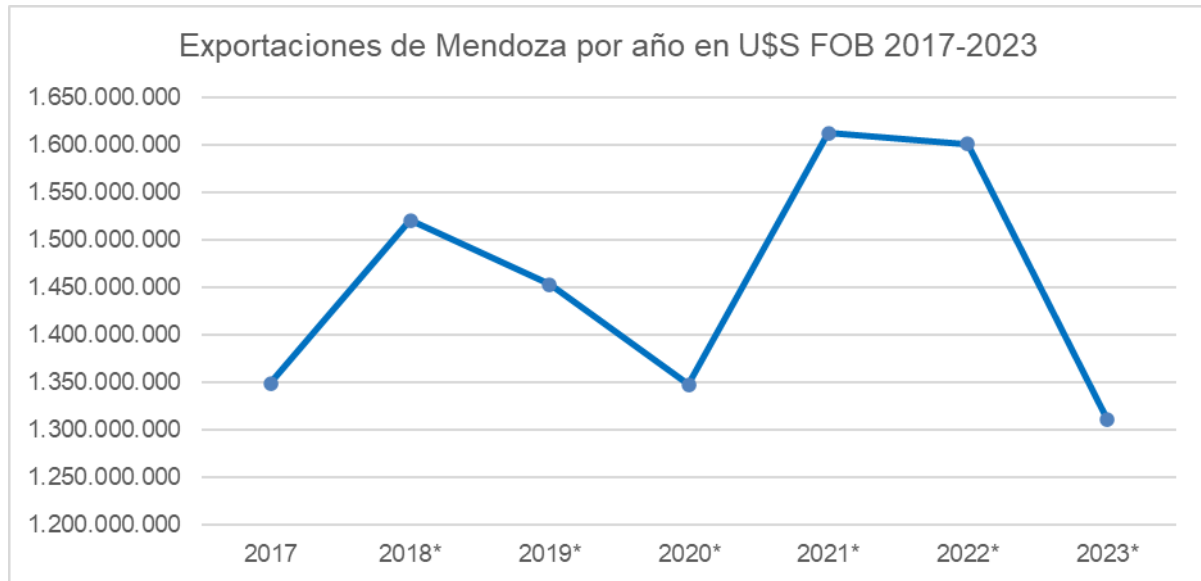


Fuente: Informe técnico/Vo.8, n°51,INDEC, 2024.

En cuanto a los países destinatarios de las exportaciones efectuadas durante el 2023 se encuentra Brasil, representando el 25,7% del total, seguido de Estados Unidos con 19,3% y en tercer lugar Chile con una representación del 5,4% del total.

En cuando al monto total de las exportaciones se puede observar que sufrieron una disminución desde el año 2018 al 2020, donde comienzan a incrementarse abruptamente en valor durante el 2021 y un nuevo proceso de retroceso durante los años 2022 y 2023.

Gráfica 2.6 Variación interanual de las exportaciones provinciales por rubro. 2017-2023



Nota: millones de dólares FOB (FOB:"Free On Board", es el precio de la mercadería en el puerto convenido, de esta forma se evita el incluir el costo del transporte en precio final del producto.

* Datos Provisorios

Fuente: Elaboración propia en base a datos de DEIE, sobre la base de datos de INDEC, 2024.

2.3.1.3. Indicadores fiscales

La Provincia de Mendoza, según los datos publicados por el Ministerio de Hacienda y Finanzas, registró a diciembre de 2023 ingresos totales por ARS 1.231.158 millones, mientras que los gastos totales alcanzaron ARS 1.206.563 millones. Un resultado financiero de ARS 24.595 millones, y otras fuentes de ingresos por un total de 34.813 millones de pesos provenientes de endeudamiento con autorización legislativa previa, reestructuración de vencimientos 2021, y remanente de ejercicios anteriores.

El 54,2% de los recursos de la provincia fueron de origen nacional, entre los que se encuentra el concepto de coparticipación federal. El 45,8% del ingreso dinerario fue de origen provincial. El 67,4% de los ingresos corrientes de la provincia son de origen tributario y el 32,3% no tributario.

En cuanto a las erogaciones corrientes, el 32% corresponde a transferencia a municipios.

El presupuesto provincial del año 2024 es de 1.816.446,14 millones de pesos y gastos por un total de \$ 1.796.613,19 millones. Los ingresos por regalías son el equivalente al 4,7% de los recursos corrientes.

Tabla 2.11 Proyección presupuestaria plurianual 2024-2026

PROYECCIÓN PRESUPUESTARIA PLURIANUAL 2024-2026

PROYECCIONES DE RECURSOS. CARACTERES 1+2+3 (CIFRAS EN MILLONES)

	2.024	2.025	2.026
Recursos Corrientes	1.813.308,19	2.484.232,23	3.229.501,89
De Origen Provincial	794.368,68	1.088.285,10	1.414.770,63
Tributarios	555.424,39	760.931,41	989.210,83
No Tributarios	238.944,30	327.353,69	425.559,79
Regalias	85.140,30	116.642,21	151.634,87
De Origen Nacional	1.018.939,51	1.395.947,13	1.814.731,27
Coparticipacion Federal	833.317,30	1.141.644,70	1.484.138,11
Regimenes Especiales Nacionales	158.245,75	216.796,67	281.835,68
Coparticipacion Vial	2.412,60	3.305,26	4.296,84
Aportes no Reintegrables	24.963,86	34.200,49	44.460,64
Recursos de Capital	3.137,95	4.298,99	5.588,69
TOTAL DE RECURSOS	1.816.446,14	2.488.531,22	3.235.090,58

Fuente: Gobierno de Mendoza – Ministerio de Hacienda y Finanzas, 2024

El presupuesto del Departamento de Las Heras del año 2023, contempló recursos por 16.801 pesos y erogaciones por 17.753 millones de pesos. No se encuentra disponible en el digesto departamental el presupuesto para el ejercicio del año 2024.

Tabla 2.12 Presupuesto Municipal de Las Heras 2023

Recursos Corrientes	15.633.552.774	Erogaciones Corrientes	13.051.180.000
De Jurisdicción Municipal	2.533.972.657	Personal	6.087.841.000
De Otras Jurisdicciones	13.099.580.117	Bienes	730.568.000
Recursos de Capital	1.167.806.643	Servicios	5.083.349.000
Venta de Bienes de Uso	0	Intereses y Gastos de la deuda	65.553.000
Reembolso de Obras Públicas	1.472.185	Transferencias Corrientes	1.083.869.000
Reembolso de Préstamos	0	Erogaciones de Capital	4.126.581.000
Otros Recursos de Capital	1.166.334.458	Bienes	369.326.000
Relleno Sanitario	0	Trabajos Públicos	3.757.255.000
TOTAL RECURSOS	16.801.359.417	Valores Financieros	0
Financiamiento	951.640.583	Bienes Preexistentes	0
Uso del Crédito	703.080.760	Transferencias de Capital	0
Aportes no Reintegrables	0	Subtotal	17.177.761.000
Aportes Reintegrables	0	Otras Erogaciones	575.239.000
Remanente del Ejercicio Anterior	248.559.823	Erog. p/ a/ la amortización de la deuda públic	575.239.000
Adelantos a Proveedores y Contratistas	0	- Deuda Consolidada	149.371.000
TOTAL REC. Y FINANC.	17.753.000.000	- Deuda Flotante	425.868.000
		Erog. p/ a/ adelantos a proveedores y contratistas	
		TOTAL EROGACIONES	17.753.000.000

Fuente: Ordenanza Municipalidad Las Heras N°31/22, Anexo IX.

GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

27

Tabla 2.13 Personal municipal – Municipalidad de Las Heras 2023

PLANTA PERMANENTE			
PERSONAL	TOTAL	DPTO. EJECUTIVO	H.C.D.
CARGOS OCUPADOS	2379	2338	41
CARGOS VACANTES	881	840	41
TOTAL CARGOS PLANTA PERMANENTE	3260	3178	82
PLANTA TEMPORARIA			
CARGOS OCUPADOS	1094	1040	54
CARGOS VACANTES	350	340	10
TOTAL CARGOS PLANTA TEMPORARIA	1444	1380	64
TOTAL CARGOS OCUPADOS	3473	3378	95
HORAS CÁTEDRA			
HS. CATEDRA PERMANENTE	757	757	0
HS. CATEDRA TEMPORARIAS	955	955	0

Fuente: Ordenanza Municipalidad Las Heras N°31/22

2.3.1.4. Mercado laboral Regional

Provincia de Mendoza

Según el Censo de población de 2010 (INDEC), la población económicamente activa (PEA) de la provincia de Mendoza sumaba en todo el territorio unas 828.089 personas. Por su lado, fuentes más recientes como la Encuesta Permanente de Hogares (INDEC), que mide indicadores sociales en poblaciones urbanas, señala que en el cuarto trimestre de 2023 la PEA urbana (Gran Mendoza) de la provincia Mendoza, alcanzó las 524 mil personas. De estas, 502 mil correspondían a personas ocupadas y 23 mil a personas desocupadas.

Según el Informe del INDEC Mercado de Trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos EPH. Cuarto trimestre 2023, la tasa de desocupación (población económicamente activa (PEA) que no tiene ocupación y busca activamente empleo) en la provincia de Mendoza, durante el cuarto trimestre del año 2023, bajó un 1,2% respecto al tercer trimestre del año, y se ubicó en el 3,9%, por debajo de la media nacional del 5,3%.

La tasa de actividad (población económicamente activa sobre el total de la población) del Gran Mendoza fue del 49,8%, por encima de la media nacional del 48,6%.

La tasa de empleo (proporción de personas ocupadas con relación a la población total) fue del 47,7%, por encima de la media nacional del 45,8%. Los ocupados demandantes de empleo un 15,7%, por encima del promedio nacional del 15,5%.

La subocupación del 12,7% (subocupación demandante del 9,5% y subocupación no demandante del 3,2%), por encima de la media nacional del 10,5%.

Según el informe de la DEIE Encuesta de Condiciones de Vida año 2022, la cantidad de varones ocupados es mayor a las mujeres, el porcentaje de jóvenes ocupados es menor a la población mayor de 30 años, y la población urbana ocupada es mayor a la población rural ocupada.

El 47,2% de las personas ocupadas estaba registrada y el 52,6% era no registrada.

Tabla 2.14 Tasa de ocupación por zona de residencia según sexo, posición en el hogar y edad. Mendoza 2022

Población	Total	Urbano	Rural
	%		
Total	43,5	44,8	39,6
Mujeres	36,1	38,6	28,0
Varones	51,3	51,4	50,9
Jefes/as de Hogar	66,4	65,3	70,1
Mujeres hasta 29 años	21,2	22,9	16,5
Mujeres de 30 a 59 años	67,9	71,7	54,6
Varones hasta 29 años	29,3	29,0	30,0
Varones de 30 a 64 años	88,8	88,2	90,8

Fuente: DEIE en base a la Encuesta de Condiciones de Vida. Mendoza 2022.

Casi el 70% de las personas ocupadas eran empleados/as y más de la mitad estaba en establecimientos pequeños de hasta 5 personas.

En la zona urbana predominan el comercio y la industria manufacturera. En la zona rural se destacan agricultura y ganadería, y comercio en segundo lugar.

Departamento de Las Heras

Específicamente para el Departamento de Las Heras, el Censo 2010 (INDEC) indicaba una población económicamente activa (PEA) de 98.206 personas en total, 84.495 ocupadas y 7.542 desocupadas. De las personas ocupadas censadas en ese año, 57.029 personas (67,5%) correspondían a empleados registrados formalmente. El empleo privado representaba el 72,7% de los ocupados registrados (41.456 empleados), mientras que, en el sector público, el 6,3% corresponden al ámbito nacional (3.568 empleados), 16,8% al provincial (9.568 empleados) y el 4,3% al municipal (2.437 empleados).

Datos más actuales de la Encuesta Condiciones de Vida, indican que para 2022 el total de personas ocupadas alcanza a 93.171 trabajadores en el departamento, 93,1% de ellos en zonas urbanas. Las personas ocupadas del Departamento de Las Heras equivalen al 11% del total de personas ocupadas en la provincia.

El 9,3% de las personas empleadas se desempeñaban en actividades primarias, el 21% en secundarias y el 69,6 en terciarias. El 0,8% de la población ocupada en la provincia, se desempeñaba en el sector de minas y canteras.

Los ingresos medios son más altos en las zonas urbanas que en las rurales; los ingresos de las mujeres son menores que los de los varones, independientemente de la zona o región; los ingresos de las personas con mayor nivel de instrucción formal supera en un 158% a los ingresos de las personas con menor instrucción. Un 20% de los y las mendocinas con ingresos (laborales y no laborales) concentra el 52% del total de los ingresos individuales.

2.3.2. Dinámica económica local

El perfil de actividades económicas en Uspallata se vincula mayormente con su rol como principal núcleo administrativo en el ámbito fronterizo, siendo la base de operaciones para la tramitación y control aduanero de cargas internacionales.

Predominan las actividades comerciales y de servicios al viajero, ya sea en función de los camioneros que hacen transporte internacional como a los particulares y turistas, en relación al paso a Chile o a las actividades recreativas en alta montaña.

Es destacable la reactivación del sector hotelero y gastronómico experimentado en la última década, acompañado de la aparición de nuevos emprendimientos que han atraído foráneos a instalarse en la zona. Esta actividad ha tenido un desarrollo espontáneo, sin planificación que le dé solidez y sustentabilidad en el tiempo.

El desarrollo industrial en Uspallata está limitado por la falta de gas y restricciones en el acceso a la energía eléctrica.

En cuanto a la actividad agropecuaria, con perfil minifundista, ocupa solo la mitad del suelo con servicio de agua de riego y empadronado disponible en el valle.

Se describen en los siguientes apartados, las principales características de las actividades económicas presentes en Uspallata, así como el estado actual del mercado laboral local.

2.3.2.1. Turismo

La actividad turística de Mendoza presenta un fuerte y sostenido crecimiento promovido por la calidad de sus atractivos, así como de su infraestructura, servicios y recurso humano. Durante 2021 llegaron a la provincia 2.508.719 visitantes, con una estadía promedio de 4,5 días. En el mercado laboral, son cerca de 20.000 los puestos de trabajo actuales, en gastronomía, transporte, alojamiento y otros servicios, asociados en forma directa con la actividad turística, representando el 8% de los puestos de empleo privado registrado de la provincia.

El Ente Mendoza Turismo (EMETUR) informa que según sus registros al año 2021, la provincia de Mendoza cuenta con 930 establecimientos hoteleros y parahoteleros, y 332 agencias de turismo. Ambos indicadores de infraestructura vienen creciendo en los últimos años.

En la actualidad se dispone de un total de 43.351 plazas turísticas, y la visita de 3.500.000 turistas anuales (2022). La tasa de ocupación promedio del año 2023 fue del 49%.

Villa Turística Uspallata: Circuitos y atractivos turísticos

El valle de Uspallata; donde se ubica la Villa Turística homónima, constituye el punto medio del recorrido entre la Ciudad Capital y el límite con la vecina República de Chile. Es además, de los sitios que forman parte de la oferta del Departamento de Las Heras, el único destino que posee cuatro posibilidades de Circuitos Alternativos. Funciona también como centro de distribución y al mismo tiempo concentración de turistas.

- Villa turística de Uspallata Opción Tradicional Ruta Internacional
- Opción Ruta 52 Villavicencio
- Opción Ruta 13 "Aventura"
- Opción Ruta Nacional 149 San Juan

Tabla 2.15 Circuitos turísticos de Uspallata

Ruta 52	Ruta Internacional 7
Museo Grupo Artillería de Montaña	Túneles Intermontañas
Mirador Bella Vista	Puente Antiguo Ingreso al Valle
Cerro Tundqueral	La Fundición
Restos Bosques Petrificados "Araucarias de Darwin"	Villa Uspallata
Paramillos	Parque de Los Artesanos
Ruinas Jesuíticas	Camping y Costanera de Uspallata
El Balcón	Por los Caminos Mineros
Villavicencio	Bóvedas de Uspallata

Ruta 13	Minas de Paramillos
Cerro la Cruz (Vía Crucis del Valle)	Yalguaraz
Cerro 7 Colores	Alta Montaña
Caracoles de American Cable	Puente Colonial Picheuta
Laguna de Los Cangrejos	Restos Arqueológicos Ranchillos y Tambillitos
Casa de Piedra	Polvaredas
Opción Casa de Piedra - San Ignacio	Combate de Potrerillos
La Horqueta – Potrerillos Norte	Punta de Vacas
Corredor Biológico Las Pampas	Ingreso al Parque Provincial Aconcagua
Pampa de Los Ñangos	Villa Los Penitentes

Pampa Seca
Mirador a la Ciudad
Caracoles de Aventura
Agua de Las Chilcas
El Challao

Puente del Inca
Los Puquios
Cementerio Andinista
Parque Provincial Aconcagua
Laguna de Los Horcones

Vista Panorámica del C° Aconcagua
Villa Turística de Las Cuevas
Centro de Interpretación de La Villa
Cristo Redentor

Fuente: D.E.I.E. Sistema Estadístico Municipal en base a datos suministrados por la Municipalidad de Las Heras. Dirección de Turismo

Además, en el Departamento de Las Heras se identifican varios circuitos turísticos alternativos temáticos donde Uspallata cuenta con variados atractivos:

Tabla 2.16 Descripción de circuitos turísticos alternativos temáticos, según circuito. Las Heras. 2008

Circuito Religioso
Capilla Ntra. Sra. De Lourdes de El Challao.
Capilla Histórica El Plumerillo.
Capilla de la Bodega González Videla.
Santuario de la Rosa Mística- El Algarrobal.
Capilla de Villavicencio.
Vicaria Ntra. Sra. del Carmen de Uspallata.
Capilla de Puente de Inca.
Capilla de Las Cuevas.

Circuito de Turismo Rural y del Vino
Bodegas y Viñedos Panquehua
Bodega Quintana
Bodegas Antiguas del Algarrobal.
Bodega Sardi

Circuito de Esquí
Centro de esquí Los Penitentes.
Parque de Nieve Los Puquios.
Puente de Inca
Las Cuevas
Quebrada de Matienzo
Parque de Nieve Cerro Aconcagua

Circuito Salud
Challao
Borbollón.
Villavicencio.
Puente del Inca.

Circuito Ruta Sanmartiniana
Calle Los Pescadores
Capilla Histórica
Campo Histórico El Plumerillo
Canota
Ruinas Jesuíticas
Uspallata
Picheuta
Arroyo Santa María
Aconcagua

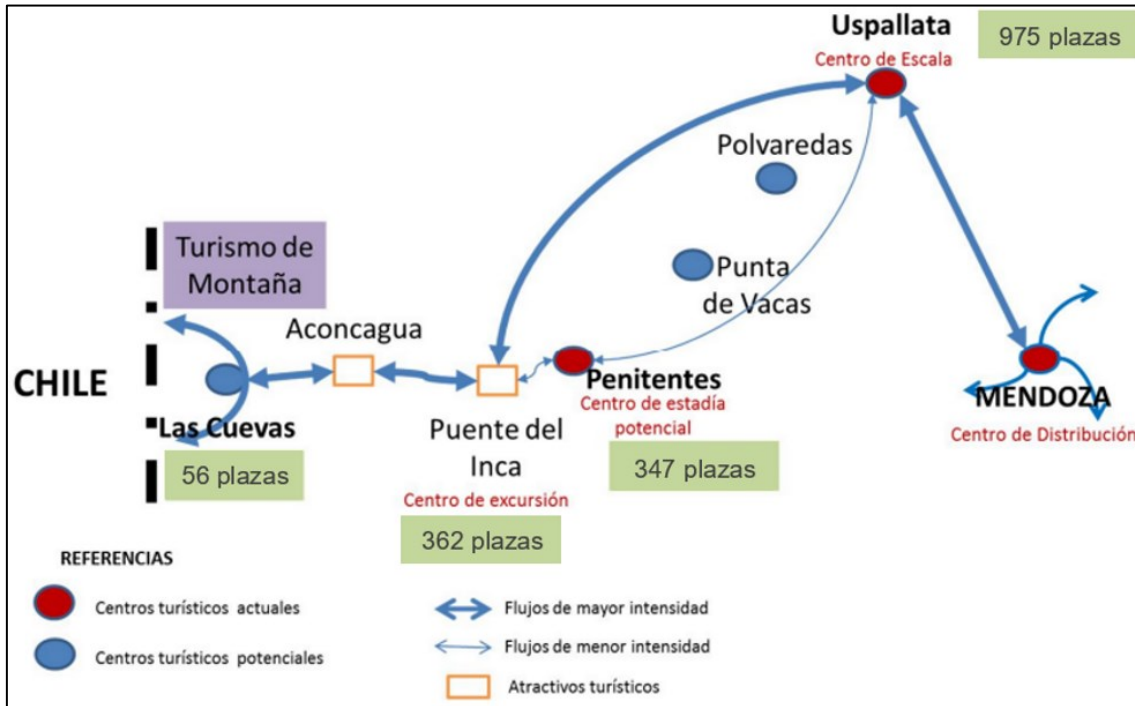
Circuito de Aventura
El Challao
Sierras de Encalada
Cacheuta Norte
Uspallata
Villa Los Penitentes
Puente del Inca
Aconcagua
Las Cuevas

Fuente: D.E.I.E. Sistema Estadístico Municipal en base a datos suministrados por la Municipalidad de Las Heras. Dirección de Turismo

Flujo turístico

El informe sobre Actividad turística de Alta Montaña 2017, del Observatorio para el Turismo Sostenible Mendoza, indica que aproximadamente unos 120.000 turistas visitan Uspallata por año. Asimismo, pasan por esta localidad unos 400.000 turistas para visitar la alta montaña de Mendoza y alrededor de 1.200.000 personas que transitan por la ruta camino a Chile, lo que genera en un porcentaje una demanda adicional de servicios.

Figura 2.3. Distribución de los flujos turísticos en verano. Alta Montaña



Fuente: Informe sobre Actividad turística de Alta Montaña 2017, del Observatorio para el Turismo Sostenible Mendoza. (Gráfico modificado con número de plazas de 2022)

Según las características y el comportamiento turístico de los visitantes de Alta Montaña, se pueden determinar cuatro segmentos de turistas: familias, mochileros, turismo interno y turistas internacionales.

Tabla 2.17 Cantidad de visitantes de Alta Montaña según segmento

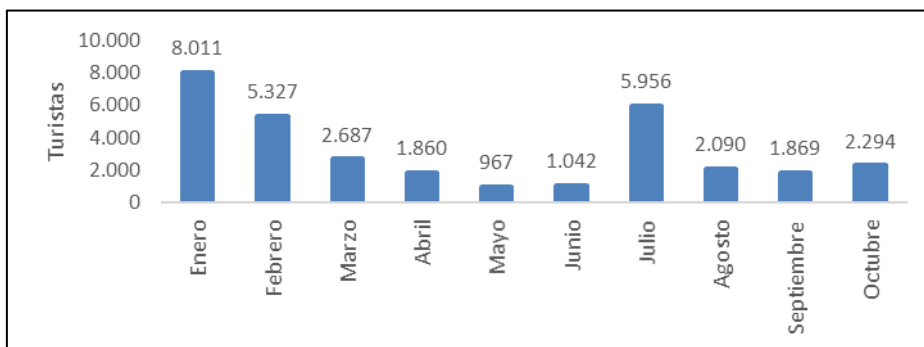
Segmentos	Turistas
Familiares	155.000
Mochileros Argentinos	12.400
Mochileros Extranjeros	24.800
Resto Extranjeros	55.800
Domingueros (Mendocinos)	90.000
Otros Segmentos	62.000
Total Alta Montaña	400.000

Fuente: Informe sobre Actividad turística de Alta Montaña 2017, del Observatorio para el Turismo Sostenible Mendoza.

En particular, la actividad turística en Uspallata ha tenido un desarrollo irregular y no planificado. Según lo analizado por la Cámara de Turismo, Comercio e Industria de Uspallata y Alta Montaña, tuvo una curva de crecimiento turístico caótica y pronunciada por la explosión económica post-crisis del 2003 que se expandió hasta el año 2011, con servicios de baja calidad. Luego la actividad empezó a decrecer su crecimiento hasta que en el año 2013, con el retraso del dólar se incrementó la opción del turismo internacional.

La Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de Mendoza (D.E.I.E.), en base a datos de 2011 suministrados por la Dirección de Turismo de la Municipalidad de Las Heras, muestra la tendencia anual del flujo de turistas que visitan Uspallata. Los picos de visitantes se verifican en los meses de enero y julio.

Gráfica 2.7. Turistas que visitaron Uspallata por mes. 2011



Fuente: D.E.I.E. Sistema Estadístico Municipal en base a datos suministrados por la Municipalidad de Las Heras. Dirección de Turismo. (Datos de noviembre y diciembre no disponible a la fecha de publicación.)

Existen en Uspallata aproximadamente 50 prestadores turísticos entre alojamientos, restaurantes y turismo aventura. Entre las propuestas que predominan en verano se mencionó: trekking, escalada, rappel, tirolesa, kayak y sitios patrimoniales y en invierno actividades en la nieve, trekking y sitios patrimoniales.

Respecto al turista, en invierno (julio- agosto) asiste el segmento del esquiador deportista y el segmento que disfruta de la nieve en plan recreativo. Este último es el más numeroso y se trata de un público familiar de clase media a media-alta, que pernocta entre 2 a 3 días promedio.

Luego a partir de agosto-diciembre, comienza el turismo educativo que es explotado principalmente por los hostales y hoteles con capacidad para alojar contingentes. Ocupan casi 1.000 plazas aproximadamente en este periodo. Es gestionado fundamentalmente por los operadores de aventura, que venden primero por las actividades que ofrecen y después buscan donde alojarse. Los Cóndores, Valle Andino, el Gran Hotel Uspallata y El Montañés son los principales alojamientos ofrecidos para este turismo.

Desde enero hasta mitad de febrero es temporada alta. Es en este periodo, los turistas se alojan un promedio de 3 días haciendo escala en un recorrido que integra a distintos atractivos de la región de Cuyo o que combina con los destinos chilenos de Refiaca o Viña del Mar, en muchos casos hacen una noche de ida y otra de vuelta de Chile.

Saliendo del invierno hasta los meses de noviembre-diciembre los precios de alojamiento disminuyen en función de la baja de los costos de energía para calefaccionar, que en invierno son muy altos.

La Villa de Uspallata, según los referentes del sector, es utilizada por los turistas como lugar de alojamiento o de paso para seguir camino a Chile o bien para disfrutar de los deportes y entorno de cordillera. Los servicios y lugares de interés que posee la localidad pueden recorrerse durante un corto tiempo, lo que no resulta un atractivo para que el turista en general consuma y permanezca más de 2 noches en el lugar. La oferta de alojamiento facilita a los turistas que practican deportes de nieve, pernoctar en Uspallata y trasladarse diariamente hasta las pistas.

El Gran Hotel de Uspallata, perteneciente a FAECyS (Federación Argentina de Empleados de Comercio y Servicios) concentra la mayor capacidad hotelera de la localidad. El hotel cuenta con tarifas promocionales para los empleados sindicalizados y para el turista en general. En general todos los establecimientos de alojamiento tienen ocupación plena en temporada alta (verano, invierno y fines de semana largos). El comercio, por el movimiento de turistas en esta temporada, percibe un incremento de hasta el 40% en sus ventas semanales en relación a los meses de temporada baja.

Para aquellos pobladores que no están involucrados con el sector del turismo, la temporada alta les modifica en parte sus rutinas debido a la alta cantidad de pasajeros en tránsito hacia el parque Aconcagua, excursiones a alta montaña, Puente del Inca y principalmente hacia Chile., aunque los manifiestan estar acostumbrados.

Oferta de alojamiento

Los 930 establecimientos registrados en 2022 en la Provincia de Mendoza aportan en total 42.980 plazas de alojamiento turístico, 19% más que las disponibles en el 2016. EL 52% de esta oferta se

concentra en la Zona Norte (Las Heras, Luján de Cuyo, Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Maipú y Lavalle).

Tabla 2.18. Oferta de alojamiento. Provincia de Mendoza. 2022

Regiones	Establecimientos	Plazas	% plazas
Zona Norte	463	22.546	52%
Valle de Uco	76	4.450	10%
Zona Este	21	1.274	3%
Zona Sur	370	14.710	34%
Total provincial	930	42.980	100%

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022 en base a datos del Observatorio para el Turismo Sostenible Mendoza.

Los visitantes de Alta Montaña en mayor proporción se alojan en establecimientos del Área Metropolitana. La oferta disponible en la Zona Norte suma en total 22.546 plazas en 2022. Las opciones de alojamiento en las localidades turísticas de la RN7, en el tramo involucrados con el proyecto, se concentran mayormente en Potrerillos, con 1.838 plazas disponibles.

Uspallata es la segunda localidad con mayor oferta, 975 plazas en 65 establecimientos de distinto tipo. La mayor capacidad para alojar visitantes corresponde a los campings, con 281 parcelas disponibles, luego las 220 unidades de cabañas existentes en la localidad y 109 habitaciones de hotelería.

Tabla 2.19 Oferta de alojamiento. Zona Norte y localidades sobre RN7 (cordillera). 2022

Localidades turísticas		Total Zona Norte	Localidades turísticas en RN7 (AIS)				
			Potrerillos	Uspallata	Penitentes	Puente de Inca	Las Cuevas
Total establecimientos		463	65	23	6	5	1
Habitaciones hotelería		6.211	109	205	94	58	16
Unidades de cabaña		1.072	220	71	-	-	-
Parcelas en camping		1.394	281	50	-	53	-
Plazas	N° plazas	22.546	1.838	975	347	362	56
totales	%	100%	8%	4%	2%	2%	0%

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022 en base a datos del Observatorio para el Turismo Sostenible Mendoza.

Según la información aportada por la Cámara de Turismo, Comercio e Industria de Uspallata y Alta Montaña las plazas locales se completan totalmente en el periodo invernal del 9 al 25 de julio, con un pernocte promedio de 3 a 4 noches. Es así que en plena temporada hay déficit hotelero, también cuando hay cierre del Paso Cristo Redentor y en fines de semanas largos en el vecino país de Chile. La mayoría de los propietarios de cabañas prefieren alquilarlas en forma permanente a militares y gendarmes, impactando también en el déficit de plazas para hospedaje turístico.

Asimismo, desde la inauguración del túnel de Cacheuta, se ha incrementado la demanda por turismo chileno atraído por las Termas de Cacheuta. En consecuencia, muchos buscan alojarse en Uspallata para visitar durante el día las termas de esa localidad ubicada a 60 km. Desde la Cámara de Turismo, Comercio e Industria de Uspallata y Alta Montaña aseguran que este turismo “tracciona” mucho en la localidad. Actualmente están en tratativas para crear un convenio con el Hotel de Cacheuta basado en algún descuento para el turista que se aloje en Uspallata y visite las termas.

La siguiente tabla , publicada por el Ente Mendoza Turismo del Gobierno de Mendoza, identifica cuales son los principales establecimientos hoteleros inscriptos en Uspallata al 2019 con su categoría y capacidad.

Tabla 2.20 Establecimientos hoteleros inscriptos. Uspallata. 2019

Tipo	Nombre del establecimiento	Habitaciones	Plazas
Hotel	Gran Hotel Uspallata	76	220
	Valle Andino	26	103
	Pórtico Del Valle	18	22
Hostería	Los Cóndores	13	45
Alojamiento	Casita Suiza	s/d	s/d

Tipo	Nombre del establecimiento	Habitaciones	Plazas
	Viena	10	20
	El Montañés	30	85
	San Alberto	s/d	s/d
	Lugar Del Sol	5	30
	Altas Cumbres	5	23
	Gran Hostel Uspallata	28	38
	Finca El Duende	2	10
	Cabañas Uspallata	9	54
	Cumbres Del Mirador	4	20
	Ranquil Luncay	10	60
Hospedaje	La Posada Del Valle	20	40
	Mi Casa	4	11
Cabañas	Del Pastizal	6	36
	De Palacios	16	39
	La Quebrada Del Sauce	5	30

Fuente: Registro Provincial de Prestadores de Servicios Turísticos. <http://www.datosabiertos.mendoza.gov.ar>

El propietario más grande de cabañas posee unas 70 a 100 propiedades en alquiler, entre cabañas y comercios.

El hotel con mayor capacidad de la localidad es el Gran Hotel Uspallata. Construido por capitales ingleses en 1936 e impulsado por el General Domingo Perón en la década del 45, es un emblema del turismo social. Desde el año 1.947 quedó a cargo de los empleados de comercio y actualmente pertenece al Sindicato de Empleados de Comercio, Federación Argentina de Empleados de Comercio y Servicios (FAECYS), quienes llevaron recientemente a cabo una importante restauración.

El hotel cuenta con plazas para 250 personas con el Hostel. Por convenio, el 50% lo administra la FAECYT y el 50% la concesión, que es la Mutual de los empleados. Cada uno administra 35 habitaciones. La FAECYT alquila solo a los empleados de comercio y la mutual ofrece alojamientos al turismo en general. Respecto a las temporadas, diciembre, enero y febrero son los meses más demandados.

La FAECYT administra además el Hostel ubicado detrás del hotel, con habitación triple con baño compartido y desayuno. Este alojamiento es muy solicitado por equipos deportivos.

2.3.2.2. Comercio

El comercio es muy importante en la zona, por ser una localidad de paso con el vecino país. La actividad es constante en temporada. Se calcula que los comercios turísticos rondan entre los 30 y 40 locales. Generalmente, tanto el comercio como el turismo en la zona, esta explotado por emprendedores de afuera que han llegado a radicarse en Uspallata. Son emprendimientos familiares, atendidos por sus dueños.

La Cámara de Turismo, Comercio e Industria de Uspallata y Alta Montaña tiene alrededor de 30 socios entre Uspallata y Alta Montaña. La Cámara tiene 20 años y no se encuentra adherida a ninguna entidad Provincial ni Nacional. El requisito para ingresar es que los negocios estén al menos en trámite de formalización.

En hotelería existen aproximadamente 20 emprendimientos formalizados y 6 no formalizados (sin habilitación municipal, que lleva alrededor de 2 años, ni habilitación provincial). Por esto, muchos prefieren no formalizar ya que los controles del estado no son muy habituales y el interés por estar en regla es mínimo. La Cámara trabaja en la búsqueda de convenios y beneficios para los negocios y el turista. Además, participan en ferias en Bs As y en Chile.

Existen alrededor de 200 comercios minoristas que varían mucho en cantidad, por apertura y cierre de kioscos y almacenes de barrio. La mayoría están formalizados o en proceso de formalización porque los requisitos son menores.

Muchos usan las redes sociales como mecanismo de venta, a través de la página de Facebook “*Compra-Venta Uspallata*” y “*Puerta a Puerta Uspallata*”.

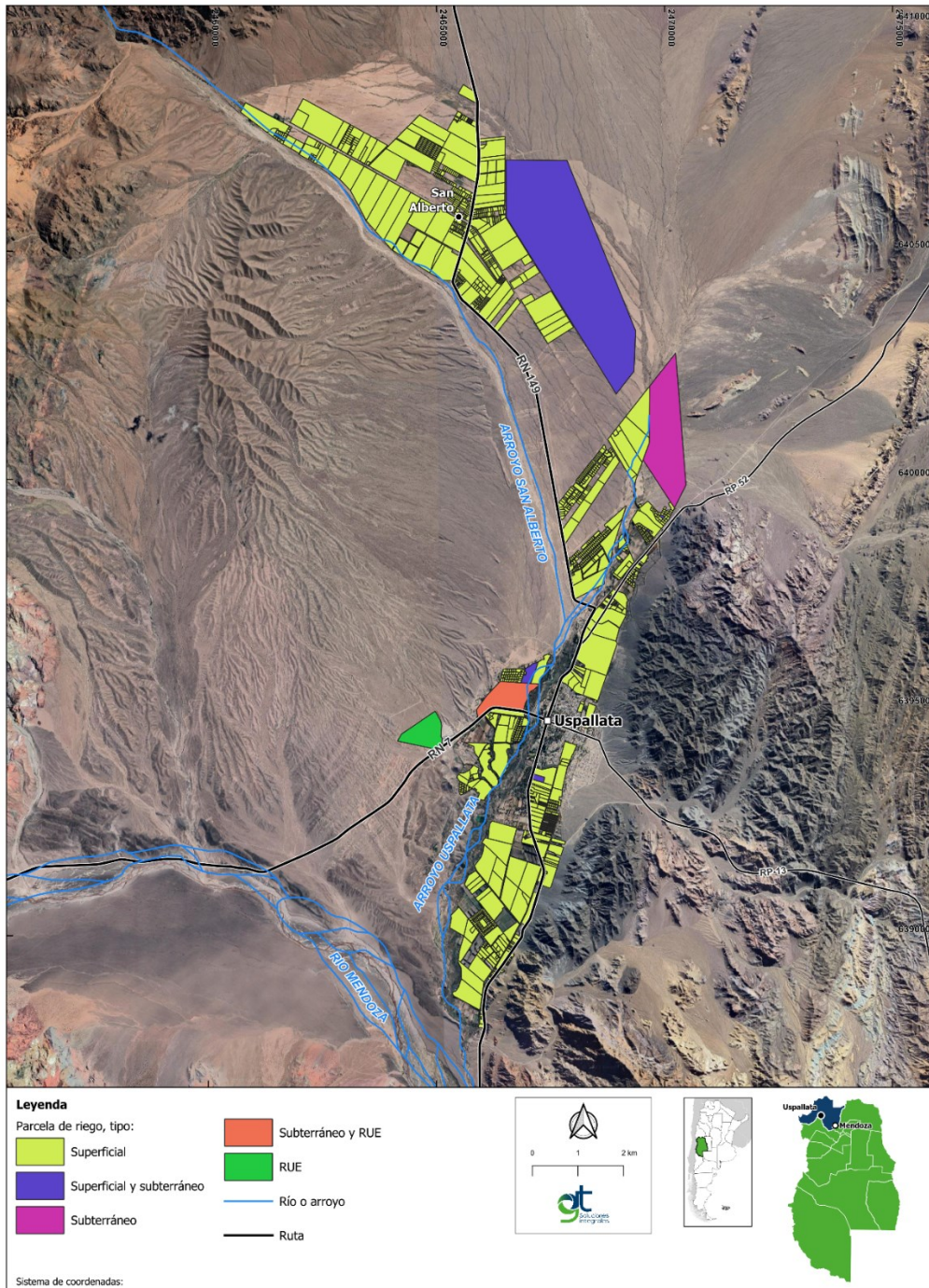
2.3.2.3. Agricultura y Ganadería

En el Distrito Uspallata, los parajes con perfil agropecuario son La Fundación, Santa Elena, Los Álamos, San Alberto y Tambillos.

Arroyos San Alberto y Uspallata

El Distrito de Uspallata está surcado por los arroyos San Alberto y Uspallata. La Inspección de Cauce Arroyo San Alberto y Uspallata, dependiente de la Subdelegación de Aguas del Río Mendoza, está a cargo de los dos cauces. Está conformada por 1.417 padrones y 839 usuarios, abarcando un total de 4.712 ha empadronadas.

Mapa 2.5 Catastro de riego de la Inspección de Cauce Arroyo San Alberto y Uspallata



Fuente: Catastro de Riego del S.I.C.A.R. Sistema de Información Catastral y Registral

La red de canales, mayoritariamente sin impermeabilización, incluye las derivaciones de los Arroyos Morteritos y Alumbra y los canales La Fundición, San Alberto y Villa Cabecera, Arroyo Tambillos y Piedras Blancas.

Las explotaciones productivas del distrito Uspallata tienen en su mayoría implantados forestales de álamo, seguidos de pasturas (alfalfa). Además, existe una zona hortícola, sobre todo con cultivos de papa y zanahoria, y en menor medida ajo. También existe una zona de interfase rural-urbana donde muchas propiedades originalmente productivas están siendo fraccionadas y utilizadas para emprendimientos turísticos o recreativos, sobre todo en el A° San Alberto, pero también en el A° Uspallata.

En las ferias de Mendoza se comercializa la mayoría de la producción hortícola. La alfalfa se cultiva para abastecer a los mulares de los militares.

La mano de obra empleada por lo general no es local, sino que traen trabajadores o jornaleros de Mendoza. Los productores de la zona no son originariamente de Uspallata, sino que han llegado en otras temporadas.

Respecto a la situación de tierras productivas, predomina la posesión veintañal. Algunos subalquilan la tierra a productores que quieran trabajarla, obteniendo el 20-30% de la producción a cambio.

Respecto a la actividad ganadera, en Uspallata se crían: chivos, cabras, ovejas y caballos. Estos últimos son aprovechados para ofrecer cabalgatas turísticas.

En la localidad se encuentra una sede del INTA dedicada principalmente a la: promoción de huertas familiares (entrega de semillas, pollitos, conejos y frutales), asesoramiento productivo, ensayos de investigación de ajo para semilla, papa andina, quinua en campos de productores que quieran hacer ensayos. Cuentan con un proyecto en desarrollo de turismo rural que concentra a casi una docena de interesados.

Estancia Los Tambillos

La estancia debe su nombre a la cercanía de ruinas de antiguos tambos lecheros de la época incaica. Actualmente estas estructuras arqueológicas están resguardadas con alambrados para facilitar su preservación, y pueden observarse desde miradores especiales construidos para ese fin. Los antiguos tambos se encuentran al costado oeste de la Ruta Nacional N° 149, aproximadamente a 1 km del punto de fin del pavimento actual.

Por el relato del personal de la empresa San Jorge, se conoce que es el único puesto autorizado a ingresar animales a la Ea. Yalguaraz, propiedad de la empresa.

Estancia El Yalguaraz

La Estancia El Yalguaraz es propiedad de la empresa San Jorge. Actualmente conserva actividades ganaderas extensivas.

2.3.2.4. Minería

La actividad minera en Uspallata, está representada actualmente por las canteras de yeso en Puente del Inca (Knauf) y molibdeno en la zona de Precordillera y una cantera de áridos, en la zona del B° Altos Verdes y el Río Uspallata.

Existen canteras de grafito y yeso operativas en las cercanías de Uspallata, existiendo prospectos polimetálicos (oro-plata-plomo) hacia la zona Noreste de Uspallata (Distrito Paramillos)

La Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de Mendoza (D.E.I.E.), en base a datos suministrados por Municipalidad de Las Heras, publica en su Informe Estadístico Municipal de 2017 la cantidad de yacimientos existentes en el departamento y sus distritos. Este relevamiento registra 449 yacimientos en el departamento para el año 2011 entre yacimientos vigente y vacantes, aunque no especifica si están en exploración, explotación o sin actividad actualmente.

Según esta fuente, el Distrito de Uspallata concentra el 12% de los yacimientos relevados en el departamento, con predominio en cantidad de los yacimientos de talco (prácticamente todos los emprendimientos están cerrados) y amianto en su territorio. Se destaca la concentración en Uspallata de la mayoría de yacimientos de zeolita, caolín y plomo identificados en el departamento.

Tabla 2.21 Cantidad de yacimientos por ubicación y estado, según tipo de mineral. Departamento Las Heras y Distrito Uspallata. 2011

Mineral	Dpto. Las Heras	Uspallata		Participación por tipo	
	Cantidad	Vigente	Vacante	Uspallata (%)	Uspallata/ Las Heras (%)
Total	449	37	16	100%	12%
Talco	105	13	6	36%	18%
Amianto	20	1	5	11%	30%
Zeolita	5	5	-	9%	100%
Cobre	138	1	3	8%	3%
Plomo	7	3	1	8%	57%
Oro-Plata	11	2	-	4%	18%
Esquistos bituminosos	4	2	-	4%	50%
Fluorita	3	2	-	4%	67%
Caolín	2	2	-	4%	100%
Plomo-Plata	2	1	1	4%	100%
Bentonita	37	1	-	2%	3%
Oro	30	1	-	2%	3%
Hierro	10	1	-	2%	10%
Cuarzo	7	1	-	2%	14%
Oro-Cobre	2	1	-	2%	50%
Otros	66	-	-	-	-

Fuente: D.E.I.E. Sistema Estadístico Municipal en base a datos suministrados por Municipalidad de Las Heras. Dirección de Desarrollo Económico. Área Minería y Energías Alternativas

2.3.2.5. Empleo en Uspallata

No existen datos oficiales actualizados sobre empleo publicados para Uspallata por lo que se toma de referencia los datos del CNPHyV 2010, de la población de 14 años y más según condición de actividad. Según esta fuente en el Distrito Uspallata el grupo de población ocupada representa el 63% de la población total (2.267 personas en 2010), los desocupados el 3% (100 personas) y la población inactiva el 34% (1.224 personas).

El Estado es el mayor proveedor de empleo. El empleo público (municipales, militares, gendarmería, policía, educación) y los prestadores de servicios de gestión pública o mixta (YPF, AYSAM, EDEMSA-PAMAR), ocupan el 70% de la población activa de la localidad. Se calcula que hay cerca de 100 empleados públicos entre la Delegación y la Oficina de Turismo.

Tabla 2.22 Cantidad de empleados públicos en Uspallata

Empleo	Cantidad de empleados
Ejército	700
Gendarmería	346
Policía	200
YPF km 1151 (Complejo aduanero)	44
AYSAM	12
EDEMSA	23
Registro Civil	4
Aduana	62
Delegación	140
Hospital	120

Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

Las demás actividades económicas privadas generan pocos puestos de trabajo permanentes, en general se trata de empleos temporarios, precarios, asociados a los ciclos productivos agrícolas y turísticos.

En relación a los comercios, la mayoría de los negocios son atendidos por los propietarios y su familia. En el caso del supermercado Átomo, se emplea a 18 personas aproximadamente, y el Gran Hotel Uspallata genera 35 empleos permanentes, más 13 personal de temporada o no estables. La mayoría son uspallatinos. Ambos son vistos como los negocios más grandes de la zona. Socialmente los empleados del Hotel son mirados como “favorecidos” por tener un empleo estable y en blanco. Los otros comerciantes reconocidos como más influyentes son los: Zuloaga, Pacheco y Gallo. En cuanto a los demás comercios en general, los que cuentan con más de 3 empleados resultan reducidos, entre esos los otros supermercados, los restaurantes ubicados sobre la ruta y la estación de servicio.

Desde la Cámara de Turismo, Comercio e Industria de Uspallata y Alta Montaña estiman una cantidad de 16 restaurantes y bares en la localidad. Durante la temporada alta los principales restaurantes aumentan la cantidad de mozos en 2-5 personas más como máximo. El empleo en estos casos no es registrado. En general se comenta la falta de calidad en la atención y el manejo de idiomas del personal tanto en hoteles como en restaurantes.

El sindicato de la Unión de Trabajadores del Turismo, Hoteleros y Gastronómicos (UTHGRA) en la localidad cuenta con 100 afiliados, aproximadamente.

Otros trabajos asociados al turismo (restaurantes, panaderías, alquileres de equipos de montaña, kayak, artesanías, guías, traffic, etc) aumentan en temporadas altas. Quienes acceden a estos trabajos temporarios, durante las épocas de baja administran el dinero ganado para vivir hasta la próxima temporada y así cíclicamente.

En el rubro de la construcción, se explicó que los empleados de las fuerzas de seguridad, construyen su casa principalmente en la zona de San Alberto y el B° Altos Verdes, brindando empleo informal.

Muchas de las mujeres uspallatinas son amas de casa. Otras son docentes, principalmente las esposas de militares, o trabajan en empleo doméstico o cuidado de niños, en alojamientos turísticos o en viviendas de militares.

En relación a educación, se advirtió que actualmente hay sobre oferta de docentes primarios locales, que no pueden competir contra el puntaje de los docentes de Mendoza. Se indica que *“hay maestras que trabajan en la YPF o en los locales de alquileres de equipo para la nieve”*.

En general se afirma que hay precariedad laboral para aquellos que no pertenecen al sector de empleados públicos, éstos últimos alcanzan al 70% de la población. La población sin empleo es generalmente la gente joven. Los entrevistados afirman que el empleo en la zona es por contacto, tanto privado como público y manifiestan que *“no hay fuentes de trabajo sólidas y no hay un oficio al que te puedas aferrar”, “no hay trabajo definitivo”*.

Los salarios locales se consideran insuficientes, especialmente en época invernal ante la necesidad de costear la calefacción a leña o eléctrica. El poblador tiende a comparar sus ingresos con los salarios más altos del sector militar y advierten una brecha significativa.

Los desempleados para subsistir se apoyan en las asignaciones del estado, elaboran productos caseros para ofrecer al turismo o hacen “changas” en la construcción.

2.4. Dimensión Bienestar Social

La Dimensión bienestar social describe el acceso de los grupos humanos a bienes, equipamiento y servicios, tales como vivienda, transporte, energía, salud, educación, servicios sanitarios y de recreación.

2.4.1. Calidad de vida regional

2.4.1.1. Necesidades básicas insatisfechas

Según la EPH. Incidencia de la Pobreza e de la Indigencia, INDEC, durante el segundo semestre del año 2023, el 47% de la población provincial se encontraban por debajo de la línea de pobreza (hogares sin capacidad de satisfacer -por medio de la compra de bienes y servicios- un conjunto de necesidades básicas alimentarias y no alimentarias consideradas esenciales).

La pobreza en la provincia de Mendoza se ubica por encima de la media nacional del 41,7%, y es el primer indicador más alto de la Región de Cuyo, luego San Luis con el 41,6%, mientras que San Juan registró 36,9%.

Respecto a la indigencia (hogares sin ingresos suficientes para cubrir una canasta de alimentos capaz de satisfacer un umbral mínimo de necesidades energéticas y proteicas), el 13,9% de los mendocinos se encuentran en esta situación, en este caso, la provincia se ubica por encima de la media nacional del 11,9%, y por encima de las demás provincias de la Región de Cuyo, la siguen San Juan con un 6,3% de personas bajo la línea de indigencia y San Luis con un 5,6%.

2.4.1.2. Indicadores de calidad de vida

El **coeficiente de Gini** mide la distribución del ingreso sobre la base de ingreso per cápita familiar reportado. Toma valores entre 0 para una distribución igualitaria y 1 para la desigualdad absoluta; puede ser leída como la probabilidad estadística de una persona de no recibir el ingreso medio.

Según el Ministerio de Hacienda, dicho indicador arrojó un valor de 0,39 para el primer semestre de 2023 para Mendoza. En comparación con el promedio nacional (0,435) resultaba superior, lo que mostraba una distribución poco equitativa del ingreso dentro de esta jurisdicción.

Por su parte, el **Índice de Desarrollo Humano (IDH)** es una medida resumen de la evaluación de progreso a largo plazo en tres dimensiones básicas: una vida larga y saludable, acceso a educación y un nivel de vida digno. El indicador de una vida larga y saludable se mide por la esperanza de vida; el acceso al conocimiento se mide a través de la media de años de escolaridad para la población adulta y los años esperados de escolarización para los niños en edad de ingreso escolar; y nivel de vida se mide en relación al Ingreso Nacional Bruto per cápita. El IDH está comprendido en un rango entre 0 y 1. Cuanto más se aproxima a 1, mayor es el nivel de desarrollo humano.

Según PNUD (2016) Mendoza, con un IDH de 0,846, ocupa el puesto 10° en el ranking de las 24 jurisdicciones argentinas, con un desarrollo levemente menor que el promedio nacional (País: 0,841). La esperanza de vida es superior en la provincia si se compara con el total país, aunque no sucede lo mismo al analizar el índice de educación y el índice de ingresos, que presentan un nivel inferior.

Por su parte, el **Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG)** mide desigualdades de género en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud (medida por esperanza de vida de las mujeres y varones al nacer), educación (medida por años esperados de escolaridad y años promedio para adultos de 25 años en adelante, para mujeres y varones); y nivel de vida (medidos por el ingreso nacional bruto per cápita para mujeres y varones).

Según PNUD (2016), Mendoza, con 0,840, muestra un desarrollo relativo al género similar al promedio argentino (0,841) para el total de Argentina. Los índices de ingreso y educación de ambos sexos se ubican por abajo de la media nacional.

Tabla 2.23 Indicadores de vulnerabilidad social - Provincia de Mendoza

Indicador	Mendoza	País	Fuente
Coeficiente de Gini ⁴ (23° puesto ranking provincias)	0,457	0,447	M. Hacienda DNAP 2019
Brecha de Ingresos ⁵	21,5	21,2	
Índice de Desarrollo Humano ⁶ (10° puesto ranking provincias)	0,845	0,848	PNUD 2016
Índice de esperanza de vida	0,883	0,870	
Índice de Educación	0,984	0,991	
Índice de Ingresos	0,669	0,682	

⁴ Coeficiente de Gini: Indicador de la desigualdad en la distribución del ingreso que hay en una sociedad determinada.

⁵ Brecha de ingresos: Indicador de la desigualdad de ingresos relacionando los ingresos medios del último decil respecto del primero -cociente entre los deciles 10 y 1-.

⁶ Índice de Desarrollo Humano: Indicador del desarrollo humano en el largo plazo.

GT Ingeniería S.A.

info@gtarg.com

Índice de Desarrollo de Género ⁷ (9° puesto ranking provincias)	0,840	0,841
Índice de Esperanza de vida igualmente distribuido	0,884	0,871
Índice de Educación igualmente distribuido	0,982	0,983
Índice de Ingresos igualmente distribuido	0,655	0,669

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022 en base datos del Ministerio de Hacienda - Dirección Nacional de Asuntos Provinciales 2019 y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2016) en Argentina.

De acuerdo con los datos relevados por la Encuesta Permanente de Hogares (EPH – INDEC), durante el segundo semestre de 2023, el porcentaje de población del aglomerado Gran Mendoza por debajo de la línea de **pobreza** fue del 47%, ubicándose a más de 5 puntos por encima del promedio del total de aglomerados nacionales (41,7%) y casi 3 puntos por encima de la Región Cuyo (44%). El porcentaje de población bajo la línea de **indigencia** (13,9%) fue en dicho semestre superior al regional (Cuyo: 10,5%) y superior al promedio nacional (10,5%).

La evolución de estos indicadores muestra un progresivo deterioro de la calidad de vida de la población en la provincia. Desde 2017, cuando se verificó la situación de menor vulnerabilidad, la población pobre se incrementó en un 69% hacia 2021, y la población indigente en un 71%. El mayor salto se da durante la crisis económica de 2019, y se profundiza durante 2020 en el contexto de la crisis sanitaria debido a la pandemia del COVID-19, que impacta la salud, economía y condiciones sociales y continua hasta el segundo semestre del 2023.

Para el Departamento de Las Heras se cuenta con el indicador de **Necesidades Básicas Insatisfechas**⁸. Según esta fuente, el departamento tenía en 2010 el 7,8% de los hogares con NBI, porcentaje levemente superior al del promedio provincial (7,6%) pero inferior al promedio nacional (9,1%). Cabe aclarar que las necesidades básicas insatisfechas son mayores en los hogares rurales del departamento donde el indicador es de 19,64%, mientras que en los hogares urbanos es de 8,1%.

Tabla 2.24 Hogares con NBI. Las Heras, Mendoza y país. 2010.

Área geográfica	2001			2010			Variaciones intercensales (%)		
	Total de hogares	Hogares con NBI	%	Total de hogares	Hogares con NBI	%	Total de hogares	Hogares con NBI	Ptos. Porc.
	(a)	(b)	c= b/a	(d)	(e)	F= e/d	g= d/a	h= e/b	j= f-c
Las Heras	44.358	5.769	13	53.978	4.196	7,8	21,7	-27,3	-5,2
Mendoza	410.418	53.841	13,1	494.841	37.634	7,6	20,6	-30,1	-5,5
Total País	35.927.409	6.343.589	17,7	39.672.520	4.953.206	12,5	10,4	-21,9	-5,2

Fuente: Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010 (INDEC)

Respecto al hacinamiento de los hogares, según el Censo de 2010, el Departamento de Las Heras tenía 4,79% de hogares con hacinamiento crítico (más de 3 personas por cuarto), porcentaje superior al registrado al nivel provincial (3,77%).

2.4.1.3. Vivienda

Dado que del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 sólo se disponen datos totales de población nacional, provinciales y departamentales, y datos de género a nivel nacional,

⁷ Índice de Desarrollo relativo al Género: Indicador de la desigualdad en la distribución del ingreso que hay en una sociedad determinada.

⁸ NBI: Son aquellos que presentan al menos una de las siguientes condiciones de privación:

NBI 1. Vivienda: es el tipo de vivienda que habitan los hogares que moran en habitaciones de inquilinato, hotel o pensión, viviendas no destinadas a fines habitacionales, viviendas precarias y otro tipo de vivienda. Se excluye a las viviendas tipo casa, departamento y rancho.

NBI 2. Condiciones sanitarias: incluye a los hogares que no poseen retrete.

NBI 3. Hacinamiento: es la relación entre la cantidad total de miembros del hogar y la cantidad de habitaciones de uso exclusivo del hogar. Operacionalmente se considera que existe hacinamiento crítico cuando en el hogar hay más de tres personas por cuarto.

NBI 4. Asistencia escolar: hogares que tienen al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela.

NBI 5. Capacidad de subsistencia: incluye a los hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado y que tienen un jefe no ha completado el tercer grado de escolaridad primaria.

GT Ingeniería S.A.

info@gtarg.com

se toman información socioeconómica más reciente disponible en la Encuesta de Condiciones de Vida de la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE), año 2022.

Según el informe de referencia, el 89,3% de la población del Gran Mendoza habita en casas, el 10,5% en departamento, y el 1,2% en vivienda precaria. El 59,5% de las viviendas están construidas con materiales de tipo 1 (resistentes y sólidos en pisos, paredes y techos, e incorporan elementos de aislación y terminación), el 30,6% con materiales de tipo 2 (resistentes y sólidos en todos sus componentes, pero le faltan elementos de aislación o terminación en alguno de sus componentes), el 10% con materiales de tipo 3 y 4 (tipo 3: resistentes y sólidos en todos los parámetros, pero le faltan elementos de aislación o terminación en todos sus componentes, o bien presentan techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso; o paredes de chapa de metal o fibrocemento. Tipo 4, viviendas de materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los parámetros).

En el Gran Mendoza, el 90,8% de las viviendas urbanas y el 15,5% de las viviendas rurales poseen calidad satisfactoria de conexión a servicios básicos (procedencia del agua de red pública y desagüe de inodoro a cloaca), el 5,5% de las viviendas urbanas y el 45,7% de las viviendas rurales poseen calidad básica (agua de red pública y desagüe de inodoro a pozo con cámara séptica), mientras que el 3,7% de las viviendas urbanas y el 38,8% de las viviendas rurales calidad insuficiente (viviendas que no cumplen con ninguna de las dos condiciones anteriores).

2.4.1.4. Educación

La tasa de analfabetismo del Departamento de Las Heras disminuyó progresivamente desde el 3,1 % registrado en 1991 hasta los 1,6% calculados en 2010 (CNPhyV INDEC). Este último valor es inferior a las tasas provincial (2,2%) y nacional (1,9%). Hacia 2020 (ECV – DEIE) se verifica una mejora en este indicador en el departamento, disminuyendo a 1,1 % la población de más de 10 años no alfabetizada.

Tabla 2.25 Evolución del analfabetismo. en Argentina. Departamento Las Heras, Provincia de Mendoza y País. Periodo 1991-2010.

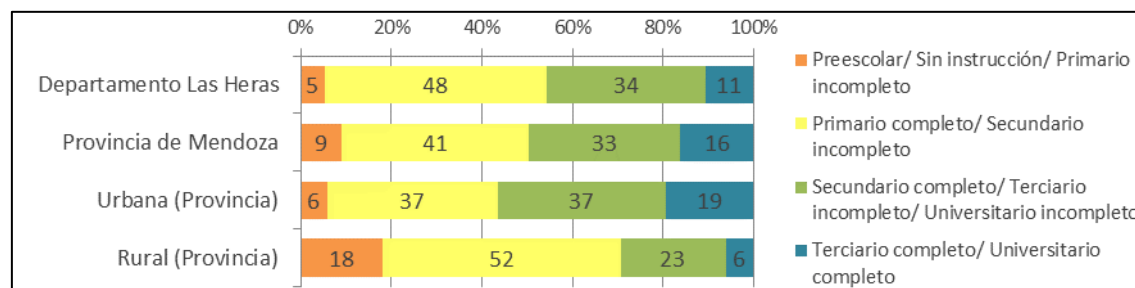
Área geográfica	1991	2001	2010	2020*
Departamento Las Heras	3,1	2,3	1,6	1,1
Provincia Mendoza	4,6	3,2	2,2	1,4
País	3,7	2,6	1,9	s/d

Fuente: Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas 1991, 2001 y 2010 (INDEC). (*) Encuesta de Condiciones de Vida – DEIE Mendoza, 2020

En relación al nivel de instrucción alcanzado por la población de 15 años y más, el Departamento de Las Heras, según los datos de la Encuesta de Condiciones de Vida de 2020, tiene el 45% de su población con nivel secundario completo o más. Este porcentaje es menor al promedio provincial (49%), con menor proporción de población con nivel terciario y/o universitario.

Cabe aclarar que si se analiza este indicador por zona de residencia se observa una gran brecha en la provincia entre la población urbana, con 56% de población con secundario completo o más, y las personas que habitan en el ámbito rural donde este porcentaje disminuye al 29%.

Gráfica 2.8 Población de 15 años y más por máximo nivel educativo alcanzado. Departamento Las Heras y Mendoza (urbano y rural). 2020.



Fuente: D.E.I.E. en base a la Encuesta de Condiciones de Vida. Mendoza. Año 2020.

Las Heras cuenta con aproximadamente el 11% de su PEEA con estudios universitarios completos, presentando el mayor atraso relativo en la materia frente a otros departamentos del Área Metropolitana de Mendoza como la ciudad de Mendoza que presenta un 34,7 % o Godoy Cruz que alcanza el 21,4%.

Las Heras cuenta con 3 institutos de educación superior, pero no cuenta con ninguna universidad, y es el único departamento del AMM en presentar esta condición desfavorable. Como consecuencia de la limitada oferta local, se evidencia que gran cantidad de lasherinos viven en un departamento en el cual no estudian o trabajan, lo que se traduce en una alta cifra de viajes interdepartamentales diarios.

2.4.1.5. Salud

Desde el punto de vista sanitario, la provincia se divide en 5 Direcciones Generales: Metropolitana Norte, Metropolitana Sur, Región este, Región Valle de Uco y Región Sur, de las cuales dependen 18 Áreas Departamentales y de ellas se desprenden los efectores de salud. En este marco se destaca que la red trabaja actualmente con alrededor de 40 programas sanitarios provinciales que se aplican en todos los servicios. El proyecto en estudio se encuentra dentro de la jurisdicción de la Dirección General Metropolitana Norte, específicamente al Área Departamental Las Heras.

El porcentaje de Cobertura de Salud⁹ de la población de la Provincia de Mendoza es de 59,2%, mientras que en el Departamento de Las Heras este indicador es muy inferior, con solo el 51,9% de la población con obra social o plan de salud privado (DEIE. Encuesta de Condiciones de Vida. Mendoza 2022).

Tabla 2.26 Cobertura de salud. Provincia y departamentos Gran Mendoza. 2022

Jurisdicción		OSEP, PAMI, obra social o prepaga	Sólo Sistema Público
Provincia de Mendoza		59,2 %	40,8 %
Departamentos del Gran Mendoza	Las Heras	51,9 %	48,1 %
	Capital	73,9 %	26,1 %
	Godoy Cruz	70,9 %	29,1 %
	Guaymallén	60,4 %	39,6 %
	Luján de Cuyo	70,1 %	29,9 %
	Maipú	56,0 %	40,0 %

Fuente: DEIE. Encuesta de Condiciones de Vida. Mendoza 2022. (Fecha actualización 3/8/23).

En materia de indicadores de salud, en la Provincia de Mendoza la tasa de mortalidad infantil se redujo a partir del año 2010, cuando se registró un 11,7‰, ubicándose en el 6,6‰ en 2022 (DEIE en base a datos suministrados por Departamento de Bioestadísticas). Por su lado, la tasa de mortalidad general es de 8,6‰ en la provincia, también menor que la tasa nacional (7,6‰). En relación a las principales causas de muerte, de las 14.284 defunciones registradas en 2019, se destacan las enfermedades del sistema circulatorio (29%), los tumores malignos (20%), seguidos por enfermedades respiratorias (13%).

Tabla 2.27. Indicadores vitales. Provincia de Mendoza. 2019

Indicadores vitales		Año 2019	
Cantidad de nacimientos registrados		27.403 nacimientos	
Cantidad de defunciones registradas		14.284 defunciones	
	Enfermedades del sistema circulatorio	4.180	29%

⁹ Se considera que tienen cobertura de salud aquellas personas que poseen PAMI, OSEP, otra obra social o plan de salud privado mutuo (prepaga). Por el contrario, se considera que no tienen cobertura de salud aquellas personas que poseen solamente servicio de emergencia o programa /seguro público de salud o que declararon no estar asociados a ninguna prestación de salud.

Causa de defunción	Tumores malignos	2.908	20%
	Enfermedades del sistema respiratorio	1.820	13%
	Trastornos mentales y del comportamiento	862	6%
	Diabetes mellitus	564	4%
	Enfermedades del sistema urinario	511	4%
	Enfermedades del hígado	303	2%
	Enfermedades infecciosas y parasitarias	266	2%
	Accidentes de tráfico de vehículo de motor	266	2%
	Otras Causas externas	596	4%
	Demás causas	2.008	14%
Natalidad/Mortalidad		Mendoza	País
Tasa bruta de natalidad (0/00 habitantes)		13,9	13,9
Tasa bruta de mortalidad general (0/00 habitantes)		7,3	7,6
Tasa de mortalidad infantil. Cada mil nacidos vivos.		8,3	9,2

Fuente: GT Ingeniería S.A., 2022 en base a datos del Ministerio de Salud – DEIS 2019

En cuanto a Discapacidad, según la ECV de la DEIE para el segundo semestre de 2023, el 12% de la población del Departamento de Las Heras tenía alguna discapacidad, por encima de la media provincial del 5,6%. En el primer semestre del 2023, según el Dossier Discapacidad 2024. DEIE, el 12,2% del Departamento tenía el Certificado Único de Discapacidad (CUD) que otorga el Gobierno provincial.

Los Tipos de discapacidad identificados fueron: 27,3% física-motora, 19,9% mental, 16,9% más de un tipo de discapacidad, 14,5% intelectual, 9,1% sensorial auditiva, 7,2% física visceral, 5,1% sensorial visual.

El 86,9% de las personas con CUD de la provincia, viven en una vivienda con infraestructura básicas y el 94,2% de las personas con CUD del Departamento de Las Heras. El 50,7% de las personas con CUD del Departamento de Las Heras tiene algún beneficio previsional (pensión o jubilación)

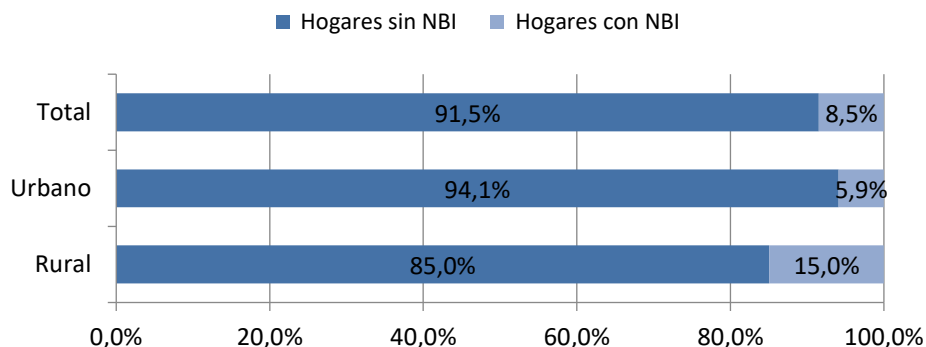
El 43,1% de las personas con CUD de provincia poseen cobertura de salud de una obra social, el 26% sólo accede al sistema público de salud, el 15,6% tiene PAMI, el 14,1% accede a Programa Nacional y/o Provincial de Salud, y el 1,3% posee una cobertura prepaga.

2.4.2. Calidad de vida local

2.4.2.1. Necesidades básicas insatisfechas

El Distrito Uspallata tiene el 8,5% de sus hogares con NBI, con una situación más favorable de la población residente en el núcleo urbano (5,6%) sobre la rural (15%).

Gráfica 2.9 Hogares con NBI. Distrito Uspallata. 2010



Fuente: elaboración propia en base a datos del CNPHyV 2010 (INDEC)

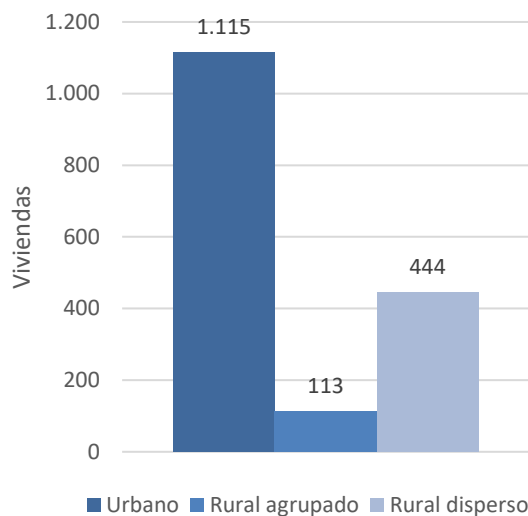
2.4.2.2. Vivienda

Según el CNPHyV 2010 se contabilizaban en Uspallata unas 1.672 viviendas para 5.645 habitantes. De estas, el 66% de las viviendas son urbanas y el 90% es de tipo casa. En relación a la calidad de materiales de las viviendas, el 14% tiene calidad de materiales deficientes (165 viviendas), y el 19% de las viviendas presenta calidad constructiva insuficiente (233 viviendas). No se cuenta con datos oficiales del Censo 2022 a nivel de Distrito la información de infraestructura y vivienda.

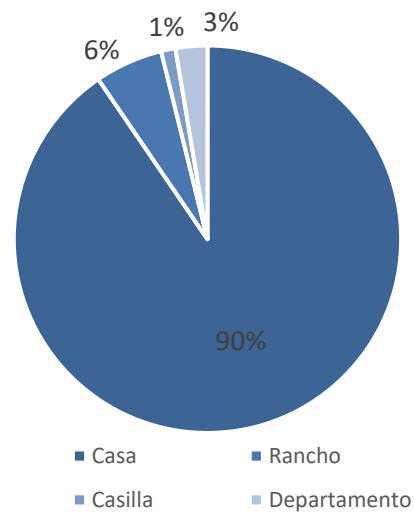
En los siguientes gráficos se resumen las condiciones de vivienda para el Distrito Uspallata (Censo 2010).

Gráfica 2.10 Indicadores de condiciones de vivienda -Distrito Uspallata 2010

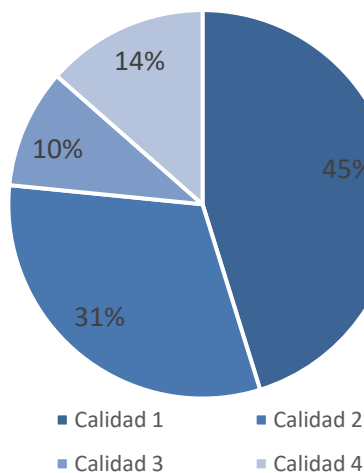
Viviendas por área.



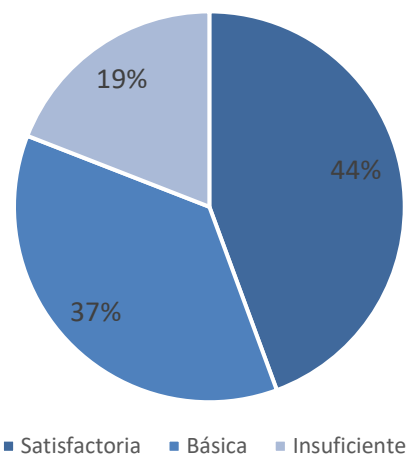
Viviendas particulares por tipo.



Viviendas particulares ocupadas por calidad de los materiales.



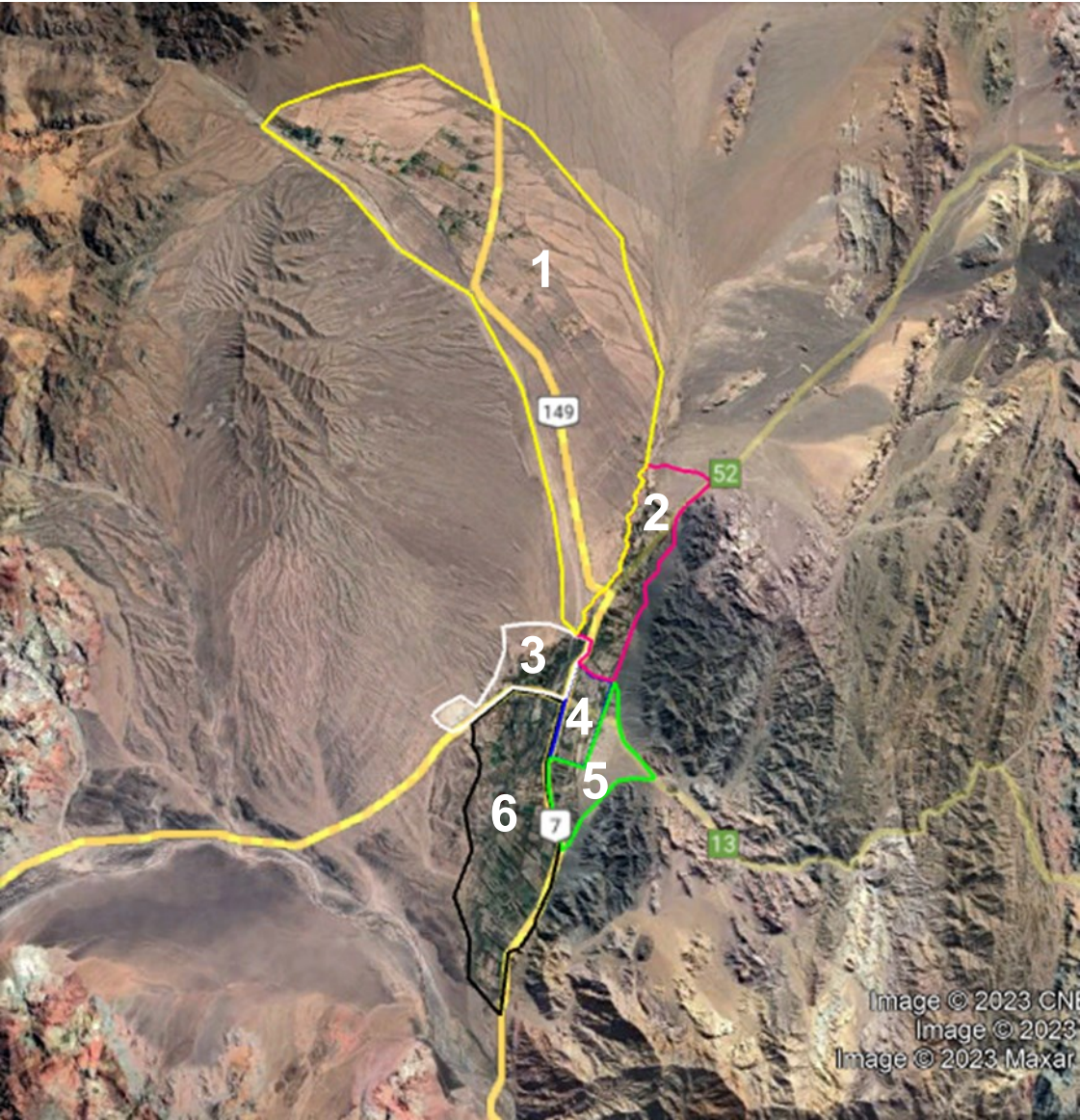
Viviendas particulares ocupadas por calidad constructiva de la vivienda.



Fuente: Actualización de Línea de Base Social 2018, en base a datos del CNPHyV 2010 (INDEC).

Con el objetivo de describir la calidad de los servicios con los que cuentan las diferentes zonas de la localidad de Uspallata se dividió el territorio en 6 zonas delimitadas por polígonos, donde en amarillo esta San Alberto, dentro del polígono rosado la comunidad de Las Bóvedas, en el polígono blanco Villa Clarita, en polígono azul La Villa de Uspallata, en polígono verde Alto Verde y finalmente en el polígono negro está La Fundición.

Figura 2.4. Zonificación de Uspallata



Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

Las características más relevantes que definieron este agrupamiento por zonas para su descripción se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.28. Características generales de las zonas 1 a 6

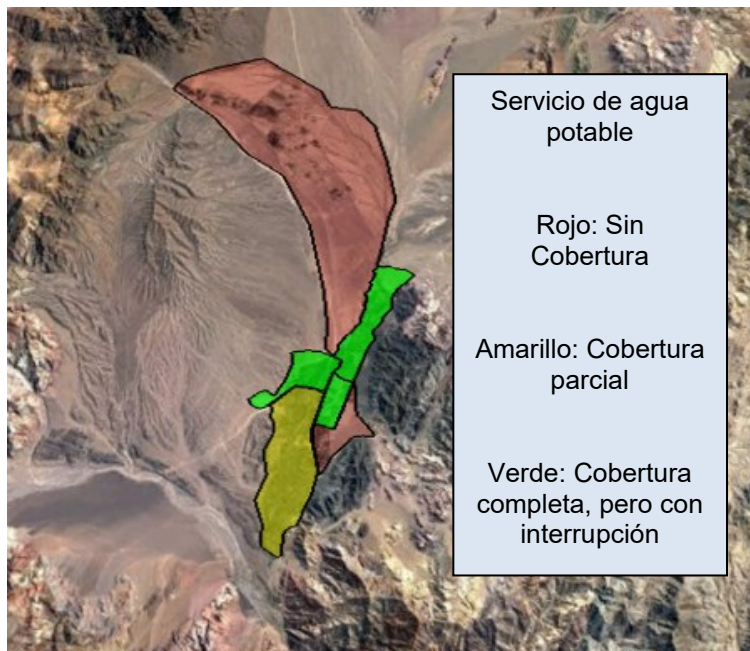
Zona	Localidad de referencia	
1	San Alberto	Gran extensión areal , baja densidad poblacional. Principal actividad Agroturística. El sector Sur de esta zona fue desarrollado recientemente por el municipio (últimos 10 años) para ser un punto de inversión y crecimiento Agroturística. Se dieron en comodato muchos terrenos para inversión y desarrollo, donde principalmente fueron adjudicados a personas de la comunidad local.
2	Las Bóvedas	Área principalmente rural, con nuevos emprendimientos relacionados a barrios privados y complejos turísticos. Posee una pequeña agrupación de casas que cuentan con escasos negocios y muy próxima a la villa Principal de Uspallata. Gran parte de su espacio lo ocupa el Grupo de Artillería de Montaña N° 8, que es una dependencia del Ejército Nacional.
3	Villa Clarita	Originalmente un área baja densidad poblacional, se generó a expensas de la creación del Gran Hotel Uspallata, y de los sembradíos de ese sector.

Zona	Localidad de referencia	
		La nueva localización de la Aduana, trajo un aumento de la circulación de vehículos importante a este sector (Área Control integrado que pasó de Punta de Vacas a esta posición en el año 2018). También integran esta zona con una zona de campos agrícolas de bajo desarrollo. La comunidad aquí sufrió un fuerte crecimiento debido a la incorporación de la nueva zona comercial con estación de servicio (siendo en 2022 la YPF más grande del país), comercios y próximamente más hoteles de gran envergadura.
4	Villa Uspallata	Sector principal del distrito donde se ciudad cabecera, se encuentra la delegación municipal, hospital principal, escuelas y destacamento policial. También aquí tienen mucha incidencia en espacio y densidad la Unidades militares que son el RIM 16 Regimiento de Infantería de Montaña y sus correspondientes barrios militares. Lo más representativo de los comercios gastronómicos y turísticos se encuentran aquí sobre las vías de acceso principales e intersección de las rutas.
5	Alto Verde	Es una zona de nuevo y alto grado de desarrollo habitacional, impulsada por el municipio en 2008, donde se entregaron lotes al este de la Avenida Guido, exclusivamente para desarrollo de viviendas o emprendimientos habitacionales de carácter turístico. La entrega de los lotes fue principalmente a personas de la comunidad local, aunque se produjo migración desde la capital de Las Heras hacia Uspallata en relación a esta iniciativa. En la actualidad es el segundo centro urbano más densamente poblado de la localidad de Uspallata y todavía se encuentra con tendencias de crecimiento comercial.
6	La Fundición	Centro urbano inicial de la comunidad, desde donde se desarrolló la actividad económica principal de esos años que consistía en la fundición de mineral para la producción. Es un área principalmente rural en la actualidad con inversión en emprendimientos turísticos. Posee una pequeña agrupación de casas que cuentan con escasos negocios, con cercanía a la villa Principal de Uspallata.

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por RRCC PSJ Uspallata, 2024

Cada una de estas zonas, cuenta con un nivel de servicios básicos de distinto alcance y con características socioeconómicas bien definidas, en las siguientes figuras se esquematiza la accesibilidad y tipo de servicios para agua potable, energía eléctrica y cloacas de cada una de las zonas.

Figura 2.5. Zonificación de Uspallata – Servicio Agua potable



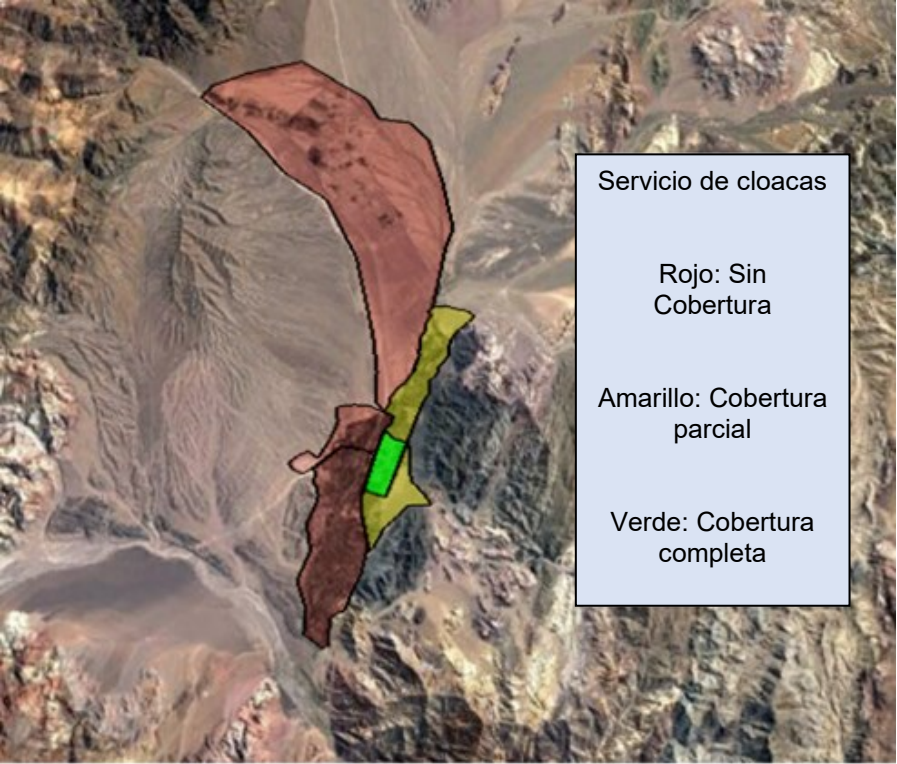
Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

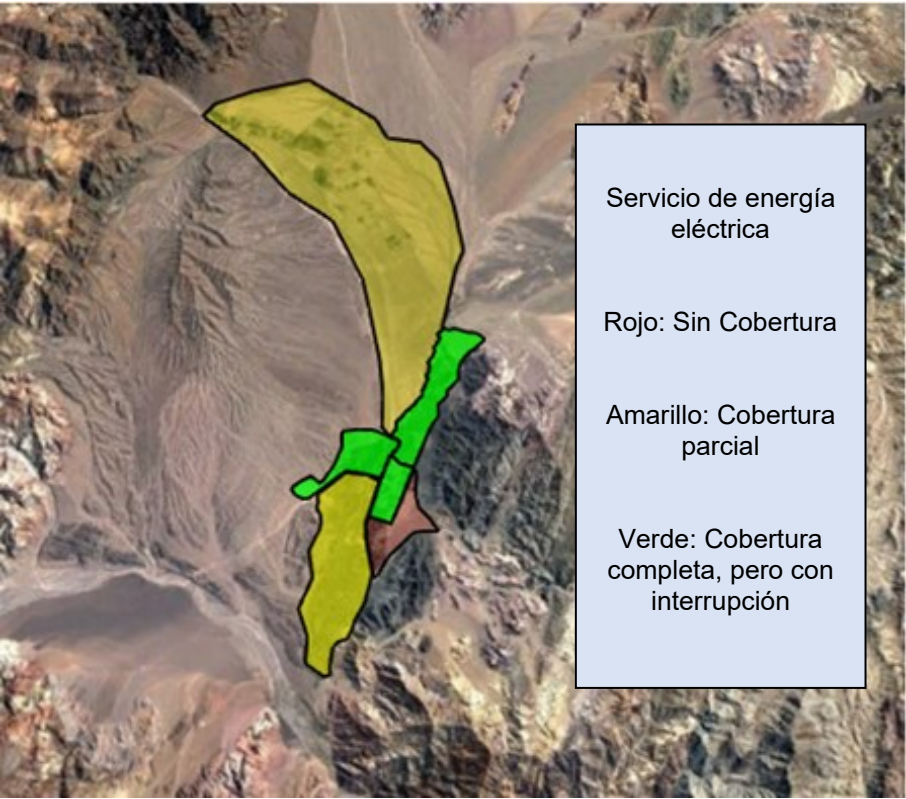
47

Figura 2.6. Zonificación de Uspallata – Servicio Cloacas



Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

Figura 2.7. Zonificación de Uspallata – Servicio Tendido eléctrico



Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

En la siguiente tabla se describen las características de los servicios básicos de cada zona:

Tabla 2.29. Servicios básicos de las zonas 1 a 6

Zona	Localidad de referencia	Servicio	Características
1	San Alberto	Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
		Agua	Sin acceso a fuente de agua potable. Se envía agua en camiones cisternas.
		Cloacas	Ausente.
		Conectividad	Buena señal de telefonía móvil, deficiente calidad de conectividad a internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento.
2	Las Bóvedas	Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
		Agua	Acceso al agua potable y es el lugar desde donde nace la distribución desde pozos
		Cloacas	Cuenta con más de la mitad del área con cobertura de cloacas, aunque los nuevos emprendimientos de la porción norte no tienen conexión.
		Conectividad	Buena señal de telefonía móvil, aceptable servicio de internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento.
3	Villa Clarita	Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
		Agua	Cuentan con acceso al agua potable.
		Cloacas	No cuentan con cloacas.
		Conectividad	Buena señal de telefonía móvil, aceptable servicio de internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento. Aloja el basural a cielo abierto más grande de Uspallata (superior a 2 ha), sobre la Ruta N°13 a 1,5 km de la villa urbana.
4	Villa Uspallata	Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
		Agua	Cuentan con acceso al agua potable.
		Cloacas	Cuenta con cloacas.
		Conectividad	Buena señal de telefonía móvil, aceptable servicio de internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento.
		Otros	El centro cultural y religioso se da en esta área con gran incidencia en la comunidad. El nivel de pavimentación de esta zona es mayor a cualquier otra zona, pero es muy malo su estado de mantenimiento y en proporción no llega al 30% del total.
5	Alto Verde	Electricidad	Accesibilidad a tendido eléctrico solo frentistas a la Avenida Guido o RP13. El resto se conecta mediante luz comunitaria

Zona	Localidad de referencia	Servicio	Características
			que se distribuyen provisoriamente. Se estima un 50% de acceso.
		Agua	Cuentan con acceso al agua potable deficiente desde la ruta hacia el este, no llegando a cubrir todos los usuarios sobre todos los sectores del este. Se estima un 40% de acceso.
		Cloacas	Solo los sectores sobre la avenida tienen conexión a las cloacas. Se estima un 40% de acceso.
		Conectividad	Buena señal de telefonía móvil, aceptable servicio de internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento.
		Otros	Es una zona de alta demanda de expansión y potencial urbano, sin prevención de eventos climáticos adversos (aluvional principalmente). La Avenida Guido, se encuentra parcialmente pavimentada.
6	La Fundición	Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
		Agua	Cuentan con acceso al agua potable.
		Sanitarios	Cuenta con cloacas en gran parte de su extensión. El sistema de piletas de depuración con inconvenientes por su funcionamiento.
		Conectividad	Mala señal de telefonía móvil, y deficiente servicio de internet.
		Residuos domésticos	Empresa de servicios (VITSA). Camión de residuos que levanta y compacta, trasladando los desechos a El Borbollón (Departamento Las Heras, a 130 km de distancia). Iniciativa que promueve disminuir la generación de basurales clandestinos a cielo abierto o vuelco directo. Aun es deficiente la frecuencia de recolección y tratamiento.

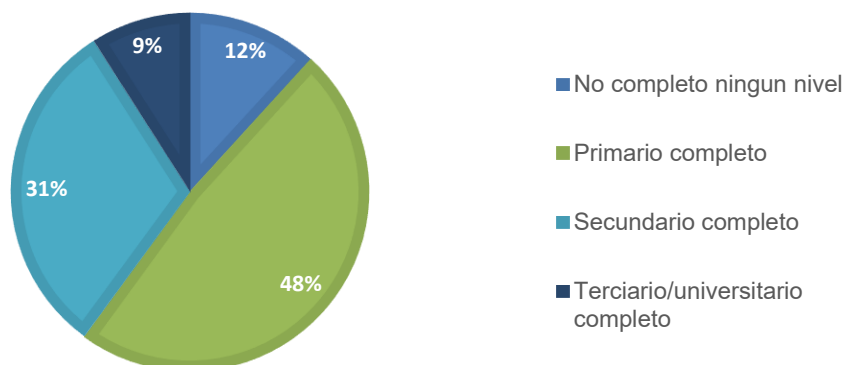
Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por RRCC PSJ Uspallata, 2024

2.4.2.3. Educación

Según los datos del Censo 2010, el 7% de la población de 3 años a más del Distrito de Uspallata no sabe leer ni escribir y el 3,1 % nunca asistió a establecimientos de educación formal. Ambos indicadores son similares a los promedios departamentales.

En relación al nivel de instrucción alcanzado en el Distrito Uspallata, el 31% de la población mayor a 15 años o más completó el nivel secundario y un 9% el terciario o universitario, superando levemente al promedio departamental (28% y 8% respectivamente).

Gráfica 2.11 Población de 15 años y más según máximo nivel de educación alcanzado – Distrito Uspallata



Fuente: Actualización Línea de Base Social 2018, en base a datos del CNPHYV 2010 (INDEC)

La infraestructura educativa en Uspallata está compuesta por un jardín maternal, dos jardines de infantes, tres colegios primarios, uno secundario y un terciario. Además, cuenta con un establecimiento de educación especial y establecimientos que cubren la educación para adultos en los niveles primario y secundario, y un Centro de Capacitación para el Trabajo.

2.4.2.4. Salud

El único centro de salud público en Uspallata es el Hospital Dr. Luis Chrabalowski con Nivel de complejidad II, Este nosocomio tiene aproximadamente 60 años de antigüedad y a él asisten pobladores de todas las clases sociales, con y sin obra social.

La oficina de la Obra Social de los Empleados Públicos de Mendoza - OSEP, cerró en el año 2022, retirándose de esta manera, un servicio de salud muy importante para los vecinos de la zona.

El Hospital Dr. Luis Chrabalowski, es el único hospital entre el límite con Chile y el Hospital Regional Diego Paroissien, ubicado en Maipú. En este contexto la sala de guardia está adaptada para ser una terapia intensiva de guardia para urgencia y emergencia asociada a accidentes en el corredor vial de la RN7, especializada para la atención del trauma grave del paciente crítico. Asimismo, un servicio de ambulancias coordinadas, de complejidad variada, cubre diferentes tramos del corredor bioceánico.

La guardia es atendida por 3-4 profesionales por día. De los pacientes que ingresan graves al hospital, más de la mitad son por accidentes de ruta, el resto son accidente cardiovascular e infartos principalmente.

El hospital brinda además atención pre-hospitalaria y consultas programadas a través de turnos. Las especialidades que atienden los distintos profesionales son: clínica médica, diabetes, ginecología, nutrición, odontología, dermatología, pediatría, obstetricia, psicología, psiquiatría, traumatología, cardiología fonoaudiología, oftalmología, ecografía y kinesiología. La mayoría de los profesionales reside en el Gran Mendoza y viaja a Uspallata a atender al hospital según cronograma estipulado por disciplina.

El edificio del hospital cuenta con 10 consultorios, 6 oficinas, 3 comedores para el personal, 1 laboratorio, 1 sala de parto, 1 sala de kinesiología, 1 depósito de cadáveres, 1 sala de esterilización, 9 enfermerías, 12 baños, 7 habitaciones con 3 camas cada una para internación, 6 camas para internación abreviada (3-4 hs), habitaciones para médicos y choferes. En el 2016 se inauguró una ampliación del hospital. Se destaca una sala crítica de emergencias "shock room" que es la más completa de la Provincia.

El hospital tiene 21 camas para internación. La ocupación cotidiana es realizada por pacientes de la Villa de Uspallata (tengan o no obra social). Las internaciones son por casos no quirúrgicos, sino casos de patologías clínicas como neumonías, cuadros de diarrea con deshidratación, infección de piel, etc. La permanencia varía según los casos, siendo el promedio de 3 días de internación por paciente. Cuenta con el servicio de traslado por helicóptero para situaciones de emergencia, disminuyendo los tiempos de traslado de 1.30hs en ambulancia a 25 minutos vía aérea.

El Hospital Chrabalowski, ante los cortes de luz bastantes frecuentes en la zona, dispone de un generador eléctrico que se rompe con frecuencia debido a que no está en óptimas condiciones, las enfermeras y el personal del hospital informan que esto significa dejar sin electricidad a un sector importante de sus instalaciones: farmacia, laboratorio, sector de internación, y administración.

2.4.2.5. Seguridad

En Uspallata las instituciones encargadas de la seguridad de la comunidad local y del paso fronterizo son la Policía de Mendoza, el Ejército Argentino y Gendarmería.

La Policía de Mendoza está representada en la localidad por la Seccional N°23, de la cual depende también el cuerpo de bomberos local.

Asimismo, Uspallata es lugar de asiento de instituciones militares. Integrados al ejido urbano y a la dinámica social de la comunidad, están presentes el Regimiento de Infantería de Montaña N° 16, el Grupo de Artillería de Montaña N° 8 y una unidad de Gendarmería.

2.4.2.6. Cultura y sociedad civil

Uspallata cuenta con organizaciones e instituciones donde se desarrollan actividades recreativas, deportivas, religiosas y culturales.

La plaza San Martín, ubicada frente al hospital, es la principal de la villa. Luego existen otras plazas en diferentes barrios con mayor o menor equipamiento.

La oferta de actividades deportivas se brinda en las instalaciones de las escuelas y en el club del Tiro Federal Andino Uspallata Social y Cultural. Las actividades deportivas que se practican en la localidad son: vóley, hockey sobre césped, patín carrera, fútbol, bochas, ciclismo y gimnasio.

Las entidades religiosas más relevantes son la Parroquia Nuestra Señora del Carmen de Cuyo, Templos evangelistas (La Roca, La Nueva Jerusalén), Comunidad Espiritual Estación del Cielo.

La Biblioteca Popular “Camino del Inca de Uspallata”, está ubicada en Ruta 7 S/N, Centro comercial local 8 (detrás de la YPF). Esta asociación civil se encuentra constituida y funcionando regularmente desde hace varios años en la localidad, y tiene participación activa en las actividades culturales de la Villa de Uspallata, además de realizar un trabajo colaborativo constante con las instituciones educativas locales.

El Centro de Jubilados de Alta Montaña es una organización formalizada con aproximadamente 30 asociados. En sus instalaciones los adultos mayores de la localidad pueden acceder a servicios de la obra social PAMI, y a actividades recreativas.

2.4.2.7. Organización institucional y servicios del estado

La Delegación municipal tiene en la actualidad la siguiente estructura organizativa:

- Coordinadora administrativa
- Coordinadora de Turismo
- Coordinadora administrativa de Obras
- Jefes operativos – Coordinación de obras
- Jefes de cuadrillas – Coordinación de obras

En marzo de 2023 se inaugura en la localidad de Uspallata una sede de la Administración Nacional de la Seguridad Social – ANSES. La misma se ubica en Ruta Nacional N°7 S/N, y comparte edificio con la oficina del Correo Argentino.

Los servicios que ofrece, alcanzan a la población activa y pasiva de Uspallata y las localidades aledañas, que antes debían trasladarse a la Ciudad de Mendoza para realizar sus trámites. La oficina funciona de lunes a viernes de 8 a 14 horas y cuenta con un Jefe local y 4 operadores.

En Uspallata se encuentra una oficina de Migraciones, de AFIP, CNRT, entre otras que forma parte de este sistema de control estatal binacional de ingreso y egreso de personas y bienes a Argentina y Chile. Información brindada por Juan Manuel Serrano, Delegado de Migraciones Mendoza.

2.4.2.8. Caracterización de localidades de Alta Montaña

En el portal web oficial de la Municipalidad de Las Heras se informa que: El Departamento de Las Heras está conformado por 12 distritos: Ciudad de Las Heras, Capdeville, El Resguardo, El Pastal, El Algarrobal, La Cieneguita, Panquehua, El Challao, El Zapallar, EL Plumerillo, El Borbollón, y Uspallata-Alta Montaña, sin embargo, localmente se siguen organizando como dos distritos diferentes y la zona de Alta Montaña pertenece al Distrito Las Cuevas.

El distrito de Alta Montaña que se unió con Uspallata en 2018, cuenta con 4 localidades principales, que son de Este a Oeste, Polvaredas, Punta de Vacas, Puente de Inca y Las Cuevas.

Todos estos pueblos cuentan con muy similares características de Infraestructura, siendo localidades muy chicas de muy pocos habitantes, en ninguno de los casos se superan las 300 personas de residencia permanente.

Su principal actividad en cada una de ellas está relacionada a una dependencia de gobierno como puede ser gendarmería, correo, Control Integrado Fronterizo Los Horcones (Aduana) o bien actividades turísticas (Puente de Inca, Penitentes, los Puquios y en Las cuevas)

Un alto porcentaje de la población de las localidades de Alta Montaña está compuesto por oficiales y trabajadores del Ministerio de Defensa de la Nación, quienes vienen allí con sus familias hasta su próximo destino, esta población tiene una importante rotación, y se caracteriza por permanecer bastantes confiscados en sus lugares de trabajo.

La conectividad en transporte público de las localidades de Alta Montaña con las localidades de Uspallata y el Gran Mendoza es el de la Empresa Andesmar, el horario de su recorrido hacia a la Villa Uspallata es a las 12:30 hs, y la llegada a las 13 hs., mientras que el horario de regreso es a las 18hs. desde Uspallata. Esta situación dificulta la posibilidad de realizar trámites tanto en Uspallata como en la Ciudad de Mendoza, donde los pobladores que no disponen de movilidad propia deben afrontar los gastos de pasar la noche en la Ciudad.

En la localidad de Polvaredas está la Posta Sanitaria N°24, y en Puente de Inca la Posta Sanitaria N°566, ambas son de jurisdicción ministerial. Un agente sanitario viaja de vez en cuando a dichas localidades, y también a Puente de Inca, para brindar asistencia, ya que no hay personal de salud en estas zonas, una de las últimas visitas realizadas fue para vacunación contra el covid19.

En las localidades de Alta Montaña, no hay ofertas deportivas ni culturales.

En la siguiente tabla se resumen las características de los servicios e infraestructura con que cuenta cada una de las localidades de Alta Montaña.

Tabla 2.30. Servicios básicos localidades Alta Montaña

Servicio	Características
Electricidad	Tendido eléctrico sistema interconectado nacional.
Agua	Acceso al agua potable, por medio de tomas en zonas de arroyos de Montaña.
Sanitarios	Sistemas básicos como peines de infiltración o pozos sépticos, sin tratamiento.
Conectividad	Mala señal de teléfono, y deficiente servicio de internet.
Residuos domésticos	Frecuencia: tres veces por semana para todas las localidades (Deficiente).
Otros	Puente de Inca cuentan con una ambulancia del centro de emergencias coordinado de la provincia.

Fuente: RRCC PSJ Uspallata, 2023

Paso Fronterizo

En el Distrito de Las Cuevas se encuentra emplazado el Complejo Fronterizo “Cristo Redentor”, se trata del paso terrestre más importante que comunica a la República Argentina con la República de Chile. Por este paso ingresan y egresan diariamente en la actualidad, hacia ambos lados, alrededor de 11.000 personas. El flujo diario se compone además de aproximadamente 1.000 camiones, 33 buses y 600 autos.

Se está realizando una obra de ampliación del Paso con financiamiento internacional del FONPLATA que está generando mano de obra local. Esta ampliación sumará 15 puestos de atención que mejorará la fluidez del tránsito.

2.5. Grupos Humanos Indígenas

Según el Censo de población de 2010, en Mendoza se reconocieron o descienden de pueblos indígenas u originarios 41.026 personas, el 2,4% de la población total provincial. De ellos el 11,4%, 4.805 personas, habitan en el Departamento de Las Heras.

El Pueblo Huarpe es el que tiene mayor representación en la Provincia, con 20.001 personas, 48,8% del total de la población indígena u originaria (Tabla 2.33). 5.824 de estos pobladores Huarpes viven en áreas rurales.

Tabla 2.31 Población indígena u originaria por pueblo indígena u originario. Provincia de Mendoza. 2010

Pueblo indígena u originario	Población indígena u originaria	Participación (%)
Total	41.026	100,0%
Huarpe	20.001	48,8%
Mapuche	6.132	14,9%

Pueblo indígena u originario	Población indígena u originaria	Participación (%)
Quechua	4.391	10,7%
Kolla	1.871	4,6%
Comechingón	1.491	3,6%
Diaguita-Calchaquí	1.308	3,2%
Guaraní	1.003	2,4%
Toba	928	2,3%
Tehuelche	844	2,1%
Otros	3.057	7,5%

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Según Registro Nacional de Comunidades Indígenas (Re.Na.C.I.) en la Provincia de Mendoza existen dos comunidades registradas en el Área de Influencia Social (AIS) del proyecto en estudio: Comunidad Huarpe Llahuen Xumec y Comunidad Huarpe Guaytamari (Mapa 2.6), ambas con diferentes situaciones ante el INAI.

La comunidad Huarpe Guaytamari está integrada por una familia de 3-4 personas, según lo informado localmente. La comunidad Guaytamari tiene su sede en tierras localizadas en Ruta Nacional 149- Km.11, San Alberto. Surge por la decisión de un grupo de familias con ascendencia Huarpe para reforzar la identidad cultural originaria, basada en el trabajo solidario como lo hacían los antepasados, permitiendo la recuperación de sus prácticas ancestrales. Cuenta con personería jurídica como tal del RENACI según Resolución Ex SDS N° 696 con fecha 06/03/1997. Según el Programa de Relevamiento Territorial de Comunidades Indígenas la ocupación superficial de esta comunidad corresponde a 32,57 hectáreas. Por su lado, la Comunidad Huarpe Llahuen Xumec está registrada en la zona de E° Tambillos, ha presentado la documentación correspondiente ante el Re.Na.Ci. del INAI solicitando su personería jurídica, la cual se encuentra en trámite.

[illegible]

2.5.1. Comunidad Huarpe Guaytamari

El gobierno realizó la expropiación de una finca privada para entregar el terreno de 30 ha a la comunidad Huarpe, la cual es ocupada desde el año 1992. En la comunidad viven 35 personas, distribuidas en 8 familias¹⁰.

¹⁰ 2018. Evaluación Ambiental Estratégica del Corredor Cristo Redentor, Ruta Nacional N° 7, Mendoza, Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com IF-2025-00284632-GDEMZA-MIN

IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Indígenas de Argentina (ONPIA). Integra la Organización de Pueblos Indígenas de Mendoza Martina Chapanay y de la Productora Audiovisual Indígena Raíces Ancestrales. Herrera es referente de la Mesa de Pueblos Indígenas del Camino Ancestral Qhapaq Ñan (“camino principal” en quechua). Este camino ancestral consolidado por los incas en el siglo XV y reconocido como Patrimonio Mundial por la UNESCO en 2014 sigue siendo hasta el día de hoy un vehículo de intercambio de saberes y un reservorio de identidades y culturas vitales.

La comunidad es cofundadora de la organización provincial Martina Chapanay, donde confluyen otros integrantes de pueblos originarios como mapuches, coyas, quechuas y tehuelches, entre otros.

La comunidad surge por la decisión de un grupo de familias con ascendencia Huarpe para reforzar la identidad cultural originaria, basada en el trabajo solidario como lo hacían los antepasados, permitiendo la recuperación de prácticas y su cosmovisión. Entre los propósitos (Objeto) de la Comunidad están¹¹:

- Llevar a la práctica el sistema de organización comunitario.
- Difundir y promover la cultura huarpe, su lengua, cosmovisión y espiritualidad y la de los Pueblos Originarios en general.
- Promover y difundir los Derechos y autodeterminación de los Pueblos Originarios.
- Capacitar a las Comunidades, organizaciones y sociedad en general sobre los Derechos de los Pueblos Originarios y Derechos de las Mujeres Indígenas.
- Acompañar a las organizaciones y/o comunidades en las instancias de lucha sobre los derechos en general de los Pueblos Originarios.
- Producción y venta de arte indígena, artesanías. Recuperación de diseños propios.
- Practicar y promover la Comunicación con Identidad.
- Desarrollar y promover y difundir “el Vivir Bien o Buen Vivir
- Promover acuerdos políticos y de solidaridad con organizaciones campesinas; de la Agricultura Familiar; culturales, etc. como también ser miembro de las mismas.
- Protección, promoción del Patrimonio tangible e intangible de la cultura huarpe y de las culturas originarias en general, como así también de la Pecne tao (madre tierra) y el ambiente como también a todas las formas de vida.

Guaytamari brinda turismo con Identidad, ofreciendo alojamiento en cabañas, casa de té y comidas regionales y conocimiento de la comunidad a través de actividades en el Centro Cultural Guaytamari. En el Centro cultural se comercializan artesanías (venta de alfarería, tejidos y dibujos antropológicos) y productos elaborados por agricultores familiares. Además, poseen una biblioteca, exponen elementos arqueológicos y brindan charlas sobre cosmovisión, filosofía de los Pueblos Originarios y sus organizaciones.

La Organización de Pueblos Indígenas de Mendoza “Martina Chapanay” se constituyó en el año 2010. inicialmente para visibilizar a las Comunidades Huarpes que se auto-identificaban como autónomas, posteriormente se incorporan comunidades de otros Pueblos Originarios que habitan en la provincia. Es integrante y sede de la Organización de Naciones y Pueblos Indígenas en Argentina (ONPIA). La conforman las comunidades Huarpes Guaytamari, Xumec, Eye Curuc, Tacteremta Tao, Tacteremta Tao, Llahue Xumec, familias de Lagunas del Rosario, Comunidad Quechua Intik Wawan, Comunidad Colla Sumagta Sutiashan, Comunidad Colla de Junin, Comunidad Guarani Ñandhe Taphe O-jo A-Ya Si Cuarajll.¹²

La Organización de Naciones y Pueblos Indígenas de Argentina es parte de la Organización de Naciones y Pueblos Indígenas de Argentina. El 11 de octubre del año 2003 surge oficialmente, en un proceso en 2001 y 2002 en el marco de una Consultiva que realiza el Fondo Indígena para Latinoamérica y el Caribe, se realiza una reunión en la que participan mujeres y hombres, dirigentes indígenas de distintas provincias de argentina y es desde allí que se comienza a perfilar la organización. Forman parte de la ONPIA, comunidades de diferentes provincias del país y organizaciones indígenas provinciales y regionales.

¹¹ <https://mapa.iberculturaviva.org/agente/666/>

¹² [Raíces Ancestrales - Productora Indígena de Contenidos Audiovisuales \(raicesancestrales.wixsite.com\)](https://raicesancestrales.wixsite.com/)

GT Ingeniería S.A.
info@gtarg.com

2.5.2. Comunidad Huarpe Andina Llahue Xumec (Hijos del Sol)

La comunidad es dirigida por Graciela Mabel Coz, Omta (Cacique) de la Comunidad Huarpe Llahuen Xumec.

El propietario de E° Tambillos informa que la comunidad huarpe Llahuel Xumec no se encuentra dentro de los límites de la Estancia, sino en Uspallata a unos 25 km, al sur. La comunidad estuvo originalmente en Los Tambillos, pero hace varios años que se encuentra frente al cementerio de Uspallata (zona conocida como La Fundición, Km. 1.142,71 de la RN N° 7). La Comunidad Huarpe Llahuen Xumec está registrada en la zona de E° Tambillos, ha presentado la documentación correspondiente ante el Re.Na.Ci. del INAI solicitando su personería jurídica, la cual se encuentra en trámite.

3. Bibliografía

Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial. 2014. Plan de Ordenamiento Territorial.

D.E.I.E. Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de Mendoza. 2024. Sistema Estadístico Municipal en base a datos suministrados por la Municipalidad de Las Heras.

Dirección Nacional de Coordinación Fiscal con las Provincias (DNCFP) - Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (MHFP). Datos estadísticos.

GT Ingeniería SA, Actualización de Línea de Base Social, Proyecto San Jorge (180424_036), 2018.

GT Ingeniería SA, Actualización Línea de Base Ambiental Componente Medio Humano y Social (210312_033, Preliminar), Proyecto San Jorge, 2022.

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2001. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2022. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2023. Encuesta Permanente de Hogares.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas Nación. 2024. Informe Productivos Provinciales.

Ministerio de Economía Energía. 2024. Encuesta de Condiciones de Vida. Mendoza Año 2022. Gobierno de Mendoza.

Registro Nacional de Comunidades Indígenas (Re.Na.C.I.) y Programa Relevamiento Territorial de Comunidades Indígenas (Re.Te.C.I.). Bases cartográficas.

Vialidad Nacional. <http://transito.vialidad.gov.ar>



Gobierno de la Provincia de Mendoza
República Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Anexo

Número: IF-2025-00284632-GDEMZA-MINERIA

Mendoza, Viernes 10 de Enero de 2025

Referencia: presentación parte 13 EX-2025-00278264- -GDEMZA-MINERIA

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 322 pagina/s.

Digitally signed by GDE GDEMZA - Gestion Documental Electronica MENDOZA
DN: cn=GDE GDEMZA - Gestion Documental Electronica MENDOZA, c=AR, o=Ministerio de Gobierno Trabajo y Justicia,
ou=Direccion General de Informatica y Comunicaciones, serialNumber=CUIT 30999130638
Date: 2025.01.10 13:44:34 -03'00'

Ruth Elizabeth Cisnero
Administrativo
Dirección de Minería
Ministerio de Energía y Ambiente

Digitally signed by GDE GDEMZA - Gestion Documental Electronica
MENDOZA
DN: cn=GDE GDEMZA - Gestion Documental Electronica
MENDOZA, c=AR, o=Ministerio de Gobierno Trabajo y Justicia,
ou=Direccion General de Informatica y Comunicaciones,
serialNumber=CUIT 30999130638
Date: 2025.01.10 13:44:37 -03'00'