

INTREPID MINERALS CORPORATION

**PROYECTO CASPOSO
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 7.0 – METODOLOGÍA UTILIZADA
(Ref. No. SA202-000133/1-4)**

Preparado para:

Intrepid Minerals Corporation

Knight Piésold Argentina Consultores S.A.

25 de Mayo 234 (Oeste)-Capital San Juan, Argentina

Fono: 0054-262-421 0014

E-mail: sanjuan@knightpiesold.com

Knight Piésold
CONSULTING

**INTREPID MINERALS CORPORATION
PROYECTO CASPOSO
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 7.0 – METODOLOGÍA UTILIZADA
(Ref. No. SA202-000133/1-4)**

TABLA DE CONTENIDO

SECCIÓN 7.0 – METODOLOGÍA UTILIZADA	1
7.1 LÍNEA DE BASE	1
7.1.1 Área de Influencia	1
7.1.2 Geología y Geomorfología	2
7.1.2.1 Geología	2
7.1.2.2 Geomorfología	3
7.1.3 Sismología	4
7.1.4 Climatología	5
7.1.5 Ruido y Vibraciones	8
7.1.6 Hidrología	9
7.1.6.1 Pluviometría	10
7.1.6.2 Precipitación Media	10
7.1.6.3 Precipitación Máxima Diaria	10
7.1.6.4 Precipitación Máxima en 24 horas	11
7.1.6.5 Precipitación Máxima Probable	11
7.1.6.6 Evaporación	11
7.1.6.7 Fluviometría	11
7.1.7 Hidrogeología	13
7.1.7.1 Recopilación de Antecedentes	13
7.1.7.2 Campañas de Terreno	14
7.1.7.3 Perforación y Construcción de Piezómetros	15
7.1.7.4 Registro Hidrogeológico de Perforación	16
7.1.7.5 Registro de Niveles de Agua Subterránea	16
7.1.7.6 Slug Test	18
7.1.7.7 Reconocimiento Hidrogeológico de Terreno	19
7.1.7.8 Pruebas de Bombeo	20
7.1.7.9 Sondeos Eléctricos Verticales	20
7.2 CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	21
7.3 METODOLOGÍA DE MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES	22
7.3.1 Caracterización Hidroquímica de las Cuencas	26
7.3.2 Suelos	28

7.3.2.1	Fotointerpretación	28
7.3.2.2	Relevamiento de Campaña	28
7.3.2.3	Georreferenciación de los Sitios de Observación	28
7.3.2.4	Calicatas	29
7.3.2.5	Toma de Muestras	29
7.3.2.6	Ficha Edafológica	29
7.3.2.7	Flora y Vegetación	35
7.3.2.8	Fauna	36
7.3.3	Limnología	37
7.3.3.1	Zooplankton-Fitoplankton-Fitobentos	37
7.3.3.2	Macroinvertebrados	38
7.3.3.3	Análisis Ecológico	38
7.3.3.4	Fauna Íctica	39
7.3.4	Caracterización del Ecosistema	39
7.3.5	Áreas Naturales Protegidas en el Área de Influencia	39
7.3.6	Paisaje	40
7.3.6.1	Trabajo de Gabinete	40
7.3.6.2	Trabajo en Terreno	40
7.3.7	Aspectos Socioeconómicos y Culturales	42
7.3.8	Censo de Tránsito	43
7.3.9	Sitios de Valor Histórico, Cultural, Arqueológico y Paleontológico	43
7.3.10	Descripción de las Tendencias de Evolución del Medio Ambiente Natural	44
7.4	DESCRIPCIÓN DE PROYECTO	44
7.5	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	44
7.5.1	Impacto sobre la Geomorfología	45
7.5.2	Impacto sobre las Aguas	46
7.5.3	Impacto sobre la Atmósfera	46
7.5.3.1	Contaminación con Gases y Partículas en Suspensión	46
7.5.3.2	Contaminación Sónica	47
7.5.4	Impacto sobre el Suelo	50
7.5.5	Impacto sobre la Flora y Fauna	50
7.5.6	Impacto sobre los Procesos Ecológicos	50
7.5.7	Impactos sobre el Ámbito Socio-Cultural	50
7.5.8	Impacto Visual	51
7.5.9	Memoria de Impactos Irreversibles de la Actividad	51
7.6	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	51
7.6.1	Participación Ciudadana	51
7.7	PLAN DE ACCIÓN FRENTE A CONTINGENCIAS AMBIENTALES	52
7.7.1.1	Determinación de la Clasificación de Riesgo	54

**INTREPID MINERALS CORPORATION
PROYECTO CASPOSO
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

SECCIÓN 7.0 – METODOLOGÍA UTILIZADA

7.1 LÍNEA DE BASE

Esta sección provee una descripción de las metodologías y procedimientos utilizados en el desarrollo del Informe de Impacto Ambiental para la Etapa de Explotación del Proyecto Casposo. Los contenidos del IIA están definidos en el Anexo III, Decreto 456/97 de las Normas Complementarias para la Implementación de la Ley N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera,. Los estudios ambientales requeridos para la descripción del medio ambiente y la evaluación de los impactos potenciales en el Área de Influencia del Proyecto han sido desarrollados utilizando esta reglamentación.

A continuación se describe la metodología que se utilizó en relación a la recopilación y presentación de la información en el IIA del proyecto.

7.1.1 Área de Influencia

El área de influencia se define en función de dos conceptos: área de influencia directa y área de influencia indirecta.

El área de influencia directa corresponde al área donde se emplazarán todas las obras del proyecto. Incluye el emplazamiento de los rajos, escombrera, depósito de colas, planta de proceso e instalaciones anexas (Ver Mapa 2.1).

El área de influencia indirecta comprende las áreas que podrían estar afectadas por las obras o actividades del proyecto, aun cuando no corresponden al área de emplazamiento de las mismas.

En el Mapa 2.1 se muestra el área de influencia determinada para la etapa de explotación del proyecto. Dicha área corresponde a la “suma agregada” de las áreas de influencia que se prevén para cada una de las componentes ambientales y que han sido determinadas sobre la base de un conjunto de criterios.

La identificación del área de influencia directa es más simple y se efectúa por superposición de las obras del proyecto. La identificación del área de influencia indirecta, es un poco más compleja y requiere la definición previa de algunos criterios, ya que se determinan por componente ambiental. Los límites de dichas áreas quedan definidos, por lo general, por la relevancia de los efectos que pueden presentarse en ellas como consecuencia del proyecto. En el Cuadro 7.1-1 se resumen los criterios

empleados para determinar las áreas de influencia específica por componente ambiental para el Proyecto Casposo. Aparte de los criterios, la determinación del área de influencia requiere el uso de otras herramientas, tales como superposición cartográfica y modelos de simulación. A partir de las áreas de influencia específicas de cada componente, se determina el área de influencia total del proyecto, como la suma/intersección territorial de las áreas de influencias específicas.

Cuadro 7.1-1
Criterios Empleados para Determinar el Área de Influencia del Proyecto

ID	COMPONENTE	CRITERIO UMBRAL
A1	Geomorfología	Intervención directa de las obras y actividades del Proyecto: p.e. emplazamiento de obras, tales como caminos, escombrera, depósito de colas y rajos.
A2	Aguas	Qda de la Burras, Quebrada del Potrerito, Río Castaño Viejo y Río San Juan
A3	Atmósfera	
A3.1	Contaminación con gases y partículas en suspensión	Concentración media anual resultante (modelada más Línea de Base) equivalente al 80% del valor de referencia (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A3.2	Contaminación sónica	Incremento del nivel de presión sonora (NPS) de 3 dBA, o bien, aporte del Proyecto igual al NPS basal
A.4	Suelo	Similar a A1
A.5	Flora y Fauna	Lo que resulta de aplicar A1, A2 y A3
A.6	Procesos Ecológicos	Similar a A5
A.7	Ámbito Sociocultural	Localidades más próximas al Proyecto y capital provincial: Tamberías, Calingasta, Barreal, Villa Corral, Ciudad de San Juan, etc.
A.8	Paisaje	Cuenca Visual donde se inserta el Proyecto

7.1.2 Geología y Geomorfología

7.1.2.1 Geología

La geología distrital fue realizada por Intrepid Minerals Corporation en el 2007 y validada por Knight Piésold S.A. Esta se realizó a partir de la recopilación de los estudios previos en el área del proyecto y en los alrededores a diferentes escalas y de los trabajos realizados para ese fin por Intrepid Minerals Corporation, los que consistieron en:

- Restitución fotogramétrica aérea (68km²)
- Relevamiento topográfico (2.5km²).
- Reacondicionamiento y construcción de caminos de acceso existentes y nuevos.
- Mapeo geológico regional a escala 1:50 000, cubriendo un área de 16km².
- Mapeo geológico local a escala 1:2 000

- Remapeo a escala 1:1000 cubriendo un área de 5km². Los relevamientos fueron realizados con cinta y brújula, con apoyo de bases topográficas y una grilla identificada en terreno con estacas de orientación Norte-Sur cada 50 metros. El remapeo utilizó como base un relevamiento aerofotogramétrico realizado por Eagle Mapping con curvas de nivel cada 2 m
- La información obtenida en terreno fue digitalizada, identificando unidades litológicas, estructurales y vetiformes.
- Recolección de muestras y análisis químico
- Análisis petro calcográfico de muestras de superficie y de sondeos
- Análisis gravimétrico; medición de densidades de 19 muestras en el Instituto de Investigaciones Mineras de la Universidad Nacional de San Juan, y determinación de Densidad Aparente de 69 muestras realizado en ALS-Chemex.
- Análisis de conteo ácido-base (ABA) para un total de 29 muestras de testigos de sondeos realizados en los laboratorios de ALS Cemex en Mendoza, Argentina.
- Utilización y validación de los resultados de los Estudios Geofísicos realizados :
 - Relevamiento aéreo (electromagnético y magnético) sobre las áreas de BMCL incluyendo las áreas comprendidas en el acuerdo con American Minerals Development (AMD). El largo lineal total de las líneas relevadas fue de 1100 km. El espaciamiento entre líneas de longitud variable, fue de 200m.
 - Relevamiento terrestre: Geodatos S.A. realizó un estudio CSAMT sobre la zona de alteración y sobre las anomalías resistivas definidas por el relevamiento aéreo. Realizaron Magnetometría terrestre, Polo-Dipolo y matriz gradiente de IP.
 - Evaluación de distintas técnicas geofísicas en el Prospecto Casposo. Prospección espacial con Electromagnetómetro de Frecuencia Variable sobre 3 líneas; Prospección geoelectrica: 3 sondeos eléctricos verticales y Prospección Georadar: 10 líneas georadar, totalizando 1500m.
 - Prospección Electromagnética con electromagnetómetro de frecuencia variable, EFV. Esta campaña de mediciones se desarrolló sobre 23 líneas de prospección, cuya posición fue indicada por el cliente.
 - Prospección geoelectrica, Sondeos eléctricos verticales “SEV”. Prospección geoelectrica compuesta por 6 sondeos eléctricos verticales.

7.1.2.2 Geomorfología

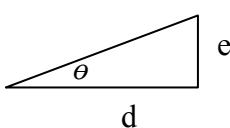
El Mapa Geomorfológico se realizó a partir de la interpretación de imágenes satelitales TM y fotos aéreas a color, de detalle (1:5.000, provistas por Intrepid Minerals Corporation) con la ayuda de mapas topográficos y el mapa geológico. El Mapa Geomorfológico se generó a partir del Programa Arc-Gis.

Se realizó el reconocimiento de campo preliminar y el control de la fotointerpretación de las distintas geoformas observadas.

A partir de un mapa de pendientes de carácter regional, se generó otro, que corresponde a un detalle en la zona del proyecto para tener una mejor visualización de las unidades aledañas al sitio del mismo.

Se obtuvieron datos de altura a partir de una carta topográfica provista por Intrepid Minerals Corporation (1:5.000 y equidistancia 10 m) y con ellos, se confeccionó el mapa de pendientes del área, las mismas fueron categorizadas en intervalos por grados (Ver Apéndice 2.1b).

La función pendiente, calcula el máximo rango de cambio en elevación por distancia entre cada celda y sus vecinas. Mientras más bajo el valor de pendiente, más plano es el terreno, este valor de pendiente se calcula en grados (de 0 a 90). Esta función de pendientes es calculada a partir de un modelo digital de elevaciones.


$$\text{Pendiente (grados)} = \theta$$
$$\tan \theta = e/d \quad \mathbf{e = elevación} \quad \mathbf{d = distancia}$$

7.1.3 Sismología

La caracterización sísmica del área del proyecto se realizó mediante una recopilación de la información existente, evaluando la sismicidad histórica para lo cual se revisaron los catálogos de sismicidad instrumental.

A partir del estudio de imágenes y fotografías aéreas de diferentes escalas se efectuó un levantamiento neotectónico preliminar el cual fue validado en terreno a partir de la detección, delimitación y determinación de los segmentos de falla cuyas trazas en los depósitos cuaternarios mostraban rasgos jóvenes, permitiendo la identificación de las evidencias diagnósticas y no diagnósticas de fallamiento neotectónico.

Se realizó el reconocimiento de campo preliminar y el control de la fotointerpretación, con la reinterpretación, validación y jerarquización de los rasgos neotectónicos.

Finalmente, se efectuó una síntesis neotectónica y la elaboración de mapas neotectónicos preliminares a escala regional y local. Se caracterizaron las fuentes sismogénicas a partir de criterios geológicos, históricos y sismológicos.

7.1.4 Climatología

La caracterización climatológica de los efectos atmosféricos del área de influencia del proyecto incluyó la descripción meteorológica y de calidad del aire en el área del mismo y aquellas localidades que pueden ser potencialmente afectadas por el desarrollo de éste.

a) Caracterización Meteorológica

La caracterización fue realizada utilizando los datos que fueron obtenidos de una estación meteorológica Davis ubicada en el área del Proyecto. Hasta el 31 de agosto de 2006 las mediciones fueron hechas cada 10 minutos durante las 24 horas. Desde el mes de noviembre 2006 las mediciones se llevaron a cabo a intervalos de registro de cada 15 minutos. El período de mediciones comprende desde Enero 2006 a Enero 2007. La ubicación de la estación se presenta en el Mapa 1.

Las variables registradas, fueron las siguientes:

- Temperatura.
- Punto de Rocío.
- Humedad Relativa.
- Precipitación.
- Presión Atmosférica.
- Velocidad del Viento.
- Ráfaga de Viento.
- Dirección del Viento.
- Radiación Solar (incorporado a partir de abril de 2006).
- Evaporación Media Diaria (incorporado a partir de noviembre de 2006).

Esta estación, ha permitido obtener datos para la ingeniería del proyecto, estudios hidrológicos e hidrogeológicos, así como para la caracterización y evaluación de los impactos asociados a las obras e instalaciones del proyecto.

La ubicación e instalación de la estación se efectuó tomando en consideración las normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La estación meteorológica corresponde a un equipo autónomo marca Hobo provisto de una unidad captadora de datos (Datalogger) modelo H21-002 y está compuesta por los siguientes instrumentos:

- Torre de montaje de 4 metros
- Datalogger
- Caja metálica de protección de Datalogger
- Anemómetro

- Sensor de temperatura y humedad.
- Sensor de radiación solar
- Pluviómetro
- Barómetro

El proceso de manejo de datos meteorológicos involucra el almacenamiento de todos los datos registrados en la estación meteorológica. Esto constituye una base de datos central para el proyecto, que ha sido creada y es mantenida por Intrepid Minerals Corporation. Se han recolectado las entradas de datos por cada 10 o 15 minutos y por mes de cada variable durante el período de registro. Con anterioridad al análisis de la información meteorológica, se realizó una validación de registros para establecer la calidad de los mismos, la que tuvo por objetivo verificar la coherencia de la información.

b) Calidad del Aire

Se realizó un monitoreo de partículas de polvo suspendidas en el aire para establecer una línea de base de calidad del aire en el área del proyecto. Se efectuó en términos del contenido de material particulado respirable (material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 10 micrones, o MP10) en el aire y del contenido de metales pesados en éste.

La campaña de monitoreo de calidad de aire fue llevada a cabo por INDUSER, durante el período febrero 2006 – enero 2007. Bajo la referencia normativa ambiental Ley N° 24.585 de la República de Argentina, se investigó el parámetro Material Particulado 10 µg (PM10) y ciertos elementos químicos en tres estaciones de monitoreo: Finca el Despunte (ED), Finca Frutales (EF) y Finca El Remanso (ER). El Plano 2.7 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de MP10.

El muestreo de MP10 se realizó según el método referencial de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (UESPA) definido en el Code of Federal Regulations 40 part 50 Appendix J, con un cabezal impactador que separa el MP10 del material particulado total a un caudal de muestreo de 1 m³/h durante 24 horas continuas, con una frecuencia de medición cada 3 días en cada estación. Además, una vez por mes se caracterizó químicamente las muestras de MP10 para determinar el contenido de los siguientes elementos:

- Arsénico Total (As);
- Mercurio Total (Hg);
- Cadmio Total (Cd);
- Sílice (SiO₂); y
- Plomo Total (Pb).

Los equipos fueron instalados y operan según normas de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). El método de referencia aplicado para la determinación de material particulado (MP10) es el método de referencia establecido por la USEPA CFR 40 parte 50. Este procedimiento de medición permite que la muestra pueda ser sometida posteriormente a análisis químico.

A partir de los resultados del análisis se determinó la concentración de MP10 con la metodología empleada que comprendió las siguientes ecuaciones matemáticas.

a) Calcular el volumen total de aire muestreado como:

$$V = Q^* t$$

Donde,

V: corresponde al volumen total de aire muestreado a la temperatura y presión ambiente, m³.

Q: corresponde al caudal de muestreo medio a la temperatura y presión ambiente, m³/min.

t: tiempo de muestreo, min.

b) Calcular la concentración de MP10 como:

$$C_a = \frac{m_f - m_i}{V} 10^{-6}$$

Donde,

Ca: corresponde a la concentración de MP10, a la temperatura y presión ambiente, µg/m³.

mf, mi: corresponde al peso final e inicial del filtro empleado para retener el MP10, g.

10⁻⁶: factor de conversión de g a µg.

c) Calcular la concentración de MP10 normalizada como:

$$C_N = C_a \frac{760}{P_{bar}} \frac{T}{298,15}$$

Donde,

C_N: corresponde a la concentración de MP10 normalizada, µg/m³N

T: corresponde a la temperatura ambiente local media registrada durante el muestreo, °K

P_{bar}: corresponde a la presión atmosférica local media, mm Hg

760 y 298,15: corresponden a los valores de presión y temperatura, respectivamente, para las condiciones normales.

La temperatura media que requiere el procedimiento anteriormente descrito se determinó a partir de los registros de temperatura de la estación meteorológica que se localiza junto al equipo de monitoreo de MP10 próximo en el área. Los datos de presión atmosférica local también han sido determinados a partir de los registros de dicha estación meteorológica.

Se emplearon los siguientes criterios para eliminar datos del monitoreo:

- Tiempo de funcionamiento fuera del rango: 24 +/- 2 hr, lo que significa tiempo de funcionamiento inferior a 22 horas y superior a 26 horas son eliminados.
- Filtros utilizados como blanco para verificar análisis del laboratorio.

7.1.5 Ruido y Vibraciones

Metodología para Mediciones de Ruido

Los sitios de medición se ubicaron sobre las respectivas veredas o banquetas, a una distancia aproximada de 4 m del centro de la calzada. La orientación del micrófono respecto a la calle fue de 75 grados, la altura de medición de aproximadamente 1.5 m respecto del piso y la distancia mínima respecto de las fachadas o cercos fue de 2 m.

Las mediciones, con excepción del punto RC-5 que solo se midió en horario de la mañana, se efectuaron con respuesta dinámica “lenta” (slow), compensadas mediante la red ecualización “A”, tomando muestreos de 10 minutos de duración mínima, dentro de los siguientes horarios:

- Mañana : de 08:00 a 13:00 hr
- Tarde : de 15:00 a 20:00 hr
- Noche : de 21:00 a 02:00 hr

Instrumental Utilizado

Se utilizó un medidor de nivel sonoro digital computarizado, marca QUEST TECHNOLOGIES, modelo 2900, tipo 2, que cumple con las siguientes especificaciones:

- Aprobación de normas: ANSI S1.4, IEC 651, IEC 804
- Rangos de medición: 20 a 140dB en 7 rangos dinámicos de 60dB
- Compensación de frecuencias: A, C y lineal
- Velocidad de intercambio: las integraciones pueden realizarse a una velocidad de intercambio seleccionable de 3, 4, 5, ó 6 dB

Para la medición de niveles de pico e impulso, un segundo detector está incluido para registro simultáneo para mediciones de pico que contiene:

- Integración digital para medición automática de nivel continuo equivalente.
- Almacenamiento de datos en memoria rígida de 128 KB para más de 100 eventos o historias de medición.
- Micrófono: removible, prepolarizado de 1/2 pulgada.

Metodología para Medición de Vibraciones

Las mediciones se efectuaron con un equipo EXAMINER 2000 provisto de Colector de Datos y Analizador de Espectro en Tiempo Real (Análisis FFT).

Para la captación de vibraciones se utilizó un acelerómetro piezoeléctrico de sensibilidad 500 mV/G.

La metodología de registro consistió en medir valores de velocidad pico de vibración en la dirección vertical, ya que las componentes horizontales no son significativas comparadas con la primera. Las mediciones se efectuaron durante el pasaje de vehículos sin promediarlos con los períodos de tiempo en que no circularon vehículos.

El objeto de las mediciones fue obtener valores de velocidad de partículas para evaluarlos de acuerdo a la Norma DIN4150:1999.

7.1.6 Hidrología

La metodología considerada para el análisis de parámetros hidrológicos en el área de interés del Proyecto Casposo ha considerado en primer lugar, la revisión de estudios disponibles anteriores realizados en la zona, cuya información ha sido complementada por Knight Piésold a través de diversas campañas de monitoreo y observación desarrolladas durante el año 2006 a la fecha. La revisión de antecedentes contempla los siguientes estudios:

- KPSA. Informe de Línea de Base y Monitoreo Ambiental – Fase 1. (Ref. No. SA202-00133/1-01, Rev.0). Mayo, 2006.
- KPSA. Informe No 2 Monitoreo Ambiental. (Ref. No. SA202-00133/1-02, Rev.0). Junio, 2006.
- INDUSER. Informes de Monitoreo Red Hidrología, Febrero 2006 a Abril 2006.
- IL&A. Informes de Monitoreo Red Hidrología, Junio 2006 a Febrero 2007.
- MAGNATA. Estudio Hidrogeológico en el área del Proyecto Cerro Casposo. Consultoría y Servicios Técnicos. Abril, 2005.
- INTREPID. “Propuesta de Realización de Acueducto (Escala 1:100,000)”, 2006.
- INTREPID. “Ubicación preliminar de instalaciones Mina El Casposo”. 2006.

7.1.6.1 Pluviometría

La caracterización del medio físico y geográfico contempla los antecedentes proporcionados en los estudios revisados y la interpretación de las campañas en terreno desarrolladas por Knight Piésold.

Para la caracterización pluviométrica del área, se han considerado los registros históricos de cinco (5) estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio. Una de ellas ubicada en el área específica del proyecto, dos (2) estaciones en la localidad de Barreal y dos (2) estaciones existentes en San Juan.

Cuadro 7.1-2
Estaciones Meteorológicas Zona de Estudio

Estación	Coordenadas (*)		Altitud m s.n.m.	Extensión de Datos	
	E	N		Evaporación	Precipitación
Proyecto Casposo	2.440.090	6.548.129	2.330	--	2006
Las Cortaderas Barreal	2.454.276	6.499.028	1.720	1989-2001	1966- 1987(**) 1988-2006
Escuela Aerotécnica de Barreal	2.455.550	6.499.920	1.630	2006(***)	2006(***)
San Juan – Pocito	2.544.401	6.502.694	618	1969-2005(**)	1968- 2005(**)
San Juan Aeródromo	2.556.201	6.526.698	597	--	1972-2007

(*) Sistema Gauss Kruger (**) Sólo datos mensuales (***) Registros puntuales

7.1.6.2 Precipitación Media

La precipitación media en el área del proyecto se estimó de acuerdo a los registros de precipitación de la estación Las Cortaderas (años 1966 a 2006), ubicada en el poblado de Barreal y operada por el Servicio Meteorológico Nacional.

La extrapolación de los datos de precipitación media para el área del proyecto consideró el gradiente precipitación versus altura calculado con los registros de las estaciones de Casposo y Las Cortaderas de Barreal.

7.1.6.3 Precipitación Máxima Diaria

Respecto a los valores de precipitaciones máximas en la zona de proyecto, se realizó un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas diarias para el período con información disponible (años 1966 a 2006) en el sector de Barreal, el que fue extendido a la zona de proyecto a través de un gradiente de precipitación adoptado como resultado de un análisis de su variación con la altura.

7.1.6.4 Precipitación Máxima en 24 horas

Considerando la experiencia de estudios anteriores, la estimación de la precipitación máxima en 24 horas (P24) se ha adoptado como un 10% mayor que la Precipitación Máxima Diaria.

7.1.6.5 Precipitación Máxima Probable

La precipitación máxima probable diaria ha sido estimada de acuerdo al método estadístico de Hershfield.

7.1.6.6 Evaporación

Los registros de evaporación disponibles corresponden a la estación Las Cortaderas, ubicada en el poblado de Barreal, y operada por el Servicio Meteorológico Nacional. El registro histórico de este parámetro comprende el período entre los años 1966 a 2001.

7.1.6.7 Fluviometría

Se han considerado los registros de aforos puntuales realizados en el último tiempo (años 2006 y 2007), y que han permitido caracterizar el régimen de escorrentía en el área de interés para el proyecto.

Los puntos de monitoreo considerados se indican a continuación:

Cuadro 7.1-3
Puntos de Monitoreo de Caudal. Período Febrero 2006 a Enero 2007

Denominación	Coordenadas (*)		
	N [m]	E [m]	Altitud [m s.n.m.]
Quebrada Vallecito	6.548.369	2.434.366	2.705
Afluente Arroyo Vallecito	6.548.727	2.433.955	2.765
Vertiente de Araya aguas arriba V. Corral	6.543.428	2.457.900	1.348
Río Castaño	6.567.176	2.450.015	1.611
Río Calingasta	6.529.751	2.449.020	1.566
Quebrada de las Burras	6.539.700	2.446.371	1.753

(*) Datum Posgar, Proyección Gauss Kruger.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7.1-4**Puntos de Monitoreo de Caudal. Período Diciembre 2006 a Enero 2007**

Denominación	Coordenadas (*)		
	N (m)	E (m)	Altitud [m s.n.m.]
AF-KP-00 Quebrada del Potrerito	6.545.199	2.433.502	s/r
AF-KP-01 Quebrada del Potrerito	6.544.412	2.435.486	s/r
AF-KP-02 Quebrada del Potrerito	6.544.066	2.435.956	s/r
AF-KP-03 Quebrada Vallecito	6.549.949	2.433.334	s/r
AF-KP-04 Quebrada Vallecito	6.548.462	2.434.195	s/r
AF-KP-05 Quebrada Vallecito	6.547.130	2.435.050	s/r
AF-KP-05a Quebrada Vallecito	6.547.794	2.434.661	s/r

(*) Datum Posgar, Proyección Gauss Kruger.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe la metodología utilizada para seleccionar los puntos de aforos y realizar las mediciones:

Elección del lugar para una Estación de Aforo

La elección del tramo del curso de agua donde se realizaron los aforos se determinó luego de un detenido reconocimiento del río o de un tramo del mismo. Las características ideales que se describen a continuación, sirven de base para la elección del lugar apropiado:

1. La sección transversal debe ser regular, con barrancas firmes de altura superior a las máximas crecidas que se esperan, y lecho fijo en lo posible.
2. Ha de estar situada preferentemente sobre un tramo recto de aceptable longitud, que dependerá del ancho y profundidad del cauce, con escurrimiento tranquilo de filetes paralelos y velocidades moderadas.
3. En el tramo elegido no deberán existir grandes rápidos, umbrales de fondo, ni vegetación importante, ni rocas, para que las pendientes superficiales varíen regularmente con las diferentes alturas de nivel de agua.

Medición del Caudal

El caudal puede determinarse utilizando métodos directos o indirectos. Los primeros implican la medición directa del caudal, mientras que en los otros se realiza la medición de la velocidad por un lado y sección por otro de manera de obtener el caudal. El método utilizado en los trabajos de campaña del Proyecto Casposo, dados los flujos de escurrimiento, ha sido el método de puntos reducidos, de un punto o dos puntos, según las características de la sección de medición y del flujo pasante, los cuales se describen a continuación:

1. Método de un punto. La velocidad se midió en cada vertical colocando el molinete a 0,6 m de profundidad a partir de la superficie. El valor observado se considera como la velocidad media en la vertical. Este método se aplicó con un factor de corrección de 0,92 m para profundidades inferiores a 1 m.
2. Método de dos puntos. Las observaciones de velocidad se realizaron en cada vertical, colocando el molinete a 0,2 m y 0,8 m de profundidad a partir de la superficie. El promedio de los dos valores puede considerarse como la velocidad media en la vertical.

7.1.7 Hidrogeología

La metodología empleada para definir la hidrogeología del área de influencia del Proyecto Casposo que se presenta en el Mapa 2.9, está basada en la recopilación de antecedentes existentes del área de estudio y de cinco campañas de terreno durante las cuales se construyeron 5 piezómetros y un pozo de bombeo, se desarrollaron pruebas de slug test, se tomaron muestras de agua subterránea, se realizó una prueba de bombeo y se realizó un levantamiento de 30 sondeos eléctricos verticales ubicados en los perfiles a,b,c, ubicados en el Mapa 2.9.

Integrando la información disponible con los datos recopilados durante las cuatro campañas de terreno se confeccionaron mapas y perfiles hidrogeológicos que permiten describir las principales características de los cuerpos de agua subterráneos del área de influencia del proyecto.

A continuación se describen las actividades desarrolladas como parte del estudio hidrogeológico realizado.

7.1.7.1 Recopilación de Antecedentes

Los antecedentes previos consultados son los siguientes:

- KPSA. Informe de Línea de Base y Monitoreo Ambiental – Fase 1. (Ref. No. SA202-00133/1-01, Rev. 0). Mayo, 2006.
- KPSA. Informe No 2 Monitoreo Ambiental. (Ref. No. SA202-00133/1-02, Rev. 0). Junio, 2006.
- Instituto Nacional del Agua y del Ambiente, Sede San Juan - Republica Argentina. Documento y Mapa Hidrogeológico de la Provincia de San Juan (Escala 1:5000). Documento Interno DI 307- San Juan, Noviembre 1998.
- GEOFISICA. R. Gianni y V. Sánchez. Exploración Geofísica en la Propiedad de la Empresa Intrepid Minerals Corporation. Departamento de Calingasta, Provincia de San Juan. Presentado a la Secretaria de Obras Públicas, Subsecretaria de Recursos Hídricos e INACRAS. 2006.

- Grupo ANSILTA S.R.L. Informe de Hidrogeología Ambiental Expeditivo. Marzo, 2006.
- MAGNATA. Estudio Hidrogeológico en el área del Proyecto Cerro Casposo. Consultoría y Servicios Técnicos. Abril, 2005.
- INTREPID. “Propuesta de Realización de Acueducto (Escala 1:100,000)”. 2006.
- INTREPID. “Ubicación preliminar de instalaciones Mina El Casposo”. 2006.

7.1.7.2 Campañas de Terreno

La primera campaña de terreno se llevó a cabo entre el 18 de Octubre de 2006 y el 7 de Noviembre de 2006. Durante esta campaña se perforaron y habilitaron cinco piezómetros de monitoreo para calidad de agua subterránea, denominados KP-01, KP-02, KP-03, KP-04 y KP-05 y un pozo de estudio y bombeo denominado KP-06, el cual se utilizará para el abastecimiento de agua fresca de las instalaciones del proyecto.

La segunda campaña de terreno se efectuó los días 27 y 28 de Noviembre de 2006 se realizaron pruebas de “Slug Test”, para medir la conductividad hidráulica en los piezómetros KP-01, KP-02, KP-03, KP-04 y KP-05, se tomaron muestras de agua en estos mismos piezómetros, y se realizó una serie de 6 aforos de escorrentía superficial en las quebradas Potrerito y Vallecito.

La tercera campaña de terreno se efectuó entre los días 12 al 14 de Febrero de 2007. Durante esta campaña se realizó un reconocimiento de las principales unidades hidrogeológicas del área de influencia del Proyecto Casposo a partir del cual se confeccionó el Mapa Hidrogeológico, Mapa 2.9, el cual integra la información proporcionada por Intrepid, en particular la geología y las estructuras proporcionadas.

Durante la cuarta campaña de terreno, efectuada entre los días 16 y 17 de Febrero de 2007, se realizó una prueba de bombeo en el Pozo KP-06 registrando los niveles en el pozo de observación KP-05 durante el bombeo, y registrando los niveles en ambos pozos durante la prueba de recuperación. A partir de estos datos se calcularon las constantes elásticas del acuífero, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento y se evaluó la capacidad del pozo de bombeo y su impacto potencial sobre el acuífero en su entorno.

La quinta campaña de terreno corresponde al levantamiento de 30 sondeos eléctricos verticales (SEV), campaña que se desarrolló desde el 12 al 18 de febrero de 2007, a cargo del Lic. Alfredo Rodríguez.

En los puntos siguientes se explican las metodologías empleadas en cada una de las actividades desarrolladas.

7.1.7.3 Perforación y Construcción de Piezómetros

Los piezómetros fueron perforados y habilitados utilizando una sonda Drill Tech, Modelo D40 Kx operada por Patagonia Drill. Los pozos de monitoreo (KP-01, KP-02, KP-03, KP-04 y KP-05) fueron perforados con el sistema de circulación de aire reverso con inyección de aire, agua y eventualmente polímeros biodegradables a fin de sostener las paredes del pozo. El pozo de bombeo (KP-06) fue perforado con circulación convencional e inyección de lodo de perforación para la recuperación de la muestra. Se inyectaron polímeros biodegradables para estabilizar las paredes durante la perforación y para aumentar la viscosidad del lodo.

Las muestras se extrajeron cada un metro de perforación y fueron tomadas directamente del ciclón hidráulico e introducidas en bolsas de poliuretano, desde las cuales se toma manualmente una porción de muestra la cual se pasa por las mallas 6 (3360 μ) y 10 (2000 μ). Tamizando la muestra se observa la fracción que pasa para estimar visualmente los porcentajes de fracciones finas y se describe la fracción clásica mayor que queda en ambos tamices.

Durante la perforación se registraron las presiones de inyección de la sonda, como una forma indirecta de determinar ocurrencias de agua, aunque en este caso, dado que las presiones de agua en sedimento no son significativas, este parámetro no fue muy indicativo.

La habilitación de los piezómetros se realizó de acuerdo a su diseño, con tuberías de PVC clase extra pesada E 80 de 4" de diámetro nominal con ranuras de 1 mm, construido bajo norma ASTM D 1785. La habilitación del pozo de estudio y bombeo fue hecha según diseño con tubería de PVC clase extra pesada E 80 de 8" de diámetro nominal, con ranuras de 1 mm, construido bajo norma ASTM D 1785.

El relleno del espacio anular se realizó de acuerdo a diseño utilizando grava fina seleccionada para el fondo del piezómetro hasta 3 m por sobre el tramo de los tubos ranurados.

Luego hacia arriba se colocó un m de bentonita en pellets, y luego se relleno con mezcla de arena, cemento y bentonita, en proporción 40:20:40. En el extremo superior se colocó un tubo de acero de protección exterior de 6 m de profundidad y que sobresale sobre el terreno entre 0,5 m y 1,0 m el cual se fija al terreno con un brocal de cemento de base cuadrada de aproximadamente 0,6 m por 0,6 m y una altura aproximada de 20 cm a 35 cm en torno al caño y se coloca una tapa y candado,

El resumen con las fechas de perforación y habilitación, las coordenadas, el último nivel de agua registrado en cada piezómetro, las profundidades y diámetros nominales de perforación y habilitación de cada piezómetro se presentan en la Tabla 2.4-24 del Apéndice 2.4.

7.1.7.4 Registro Hidrogeológico de Perforación

Utilizando las muestras extraídas se realizó una descripción hidrogeológica de estas. Los principales parámetros registrados son:

- Presión de inyección inicial y final: se registra la presión efectiva que se inyecta al sondaje por cada carrera o desde que se alumbra.
- Caudal aforado mediante Air Lift: Se inyecta aire a presión de modo de elevar la columna de agua y se afora el flujo de agua que sale por el ciclón de expulsión. Esto se realiza por cada carrera desde que se alumbra el agua, siempre que la cantidad de agua sea suficiente para ello.
- Litología: Descripción litológica de las muestras extraídas. Se hace énfasis en las propiedades que pueden influir en la permeabilidad de las unidades perforadas, como son los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla, la angularidad y composición de los clastos. Todos estos parámetros son medidos en las descripciones en muestras de sedimentos no consolidados. En muestras de roca se hace énfasis en el tipo e intensidad de la alteración, el grado de fracturamiento y la intensidad de meteorización.
- Ocurrencia del Agua: Se registran los niveles húmedos o secos durante la perforación y la abundancia de agua en la formación en términos cualitativos.

El registro hidrogeológico de los piezómetros KP-01, KP-02, KP-03, KP-04 y KP-05; y del pozo KP-06, se presentan en las Tablas 2.4-18 a 2.4-23 del Apéndice 2.4.

El perfil completo de cada piezómetro, incluyendo las descripciones de perforación, la habilitación del piezómetro y las observaciones del agua y ensayos de air-lift registrados durante la perforación se presentan en las Figuras 2.4-1 a 2.4-3 del Apéndice 2.4.

A partir de estos perfiles, y utilizando toda la información disponible, geológica, geofísica e hidrogeológica se han realizado las secciones hidrogeológicas que se presentan en el Mapa 2.9 de la Sección 2.0.

7.1.7.5 Registro de Niveles de Agua Subterránea

Durante la construcción de los piezómetros se controló la ocurrencia de agua subterránea en la perforación, y posteriormente se ha mantenido por parte de Intrepid Minerals Corporation un control quincenal de los cinco (5) piezómetros y del pozo de bombeo. Junto con estos seis (6) pozos se seleccionaron cuatro (4) sondajes mineros antiguos sin habilitación, a los cuales también se les ha monitoreado el nivel de agua subterránea. El control de niveles en estos diez (10) pozos se realiza hasta la fecha quincenalmente por parte de personal de la empresa.

Los cuatro sondajes mineros antiguos que se seleccionaron para integrar la red de monitoreo de niveles, fueron el resultado de una revisión sistemática realizada durante la primera campaña de terreno. Durante este proceso se identificaron en terreno aproximadamente 80 sondajes seleccionados previamente por tener inclinaciones mayores a 70°. Sin embargo durante el reconocimiento en terreno se verificó que la gran mayoría de estos sondajes se encontraban derrumbados, obstruidos o simplemente cubiertos por nuevos caminos de exploración, motivo por el cual se amplió el criterio de búsqueda a todos los sondajes que se pudieran encontrar en terreno y que no estuviesen derrumbados u obstruidos.

A partir de los datos de nivel de agua registrados en la red de pozos de monitoreo habilitados con piezómetros desde octubre de 2006 hasta febrero de 2007, se han elaborado hidrogramas del nivel de agua en función del tiempo. En las Tablas 2.4-8 a 2.4-17 del Apéndice 2.4, se muestran los registros de los niveles de agua observados en cada campaña y en las Figuras 2.4-5 a 2.4-14 del mismo Apéndice, se muestran los hidrogramas generados para cada pozo.

Estos hidrogramas se han confeccionado de modo de representar en el eje de las ordenadas el nivel de agua bajo la cota del terreno y en el eje de las abscisas la fecha de muestreo. En todos los hidrogramas, el eje de medición de profundidad tiene un intervalo de registro máximo de 20 m, lo que hace posible apreciar las variaciones del nivel en cada pozo y realizar comparaciones entre uno y otro.

Se destaca que en la medición de los cuatro sondajes mineros antiguos se debe ser sumamente cuidadoso al introducir el pozómetro o hidronivel, ya que por tratarse de sondajes que no están habilitados especialmente para este propósito, existe el riesgo de que el instrumento quede atrapado dentro de estas perforaciones. Se recomienda habilitar estos pozos de modo de poder seguir utilizándolos como parte de la red de monitoreo, incluso durante el inicio de las operaciones de la mina. Para ello se puede utilizar tubos de PVC clase 15, pesados de 2" de diámetro, y abiertos en el fondo de modo de dejarlos "colgados" desde la superficie. La mayoría de los pozos seleccionados se encuentran en lo que sería la periferia de la mina, y por lo tanto se espera que puedan seguir siendo monitoreados durante la explotación, de este modo se puede proyectar si el desarrollo de la mina interceptará en algún minuto el nivel de agua subterránea. Con los datos actuales se espera que lo anterior no ocurra ya que la proyección de niveles hacia el rajo indica que los niveles no debieran superar la cota 2.400 m s.n.m, que corresponde aproximadamente al nivel mas profundo proyectado para el rajo.

A partir de los niveles registrados se han confeccionado curvas piezométricas tanto para los pozos ubicados en el entorno inmediato del proyecto, como para los pozos

ubicados en Vallecito, lugar desde donde se proyecta extraer agua para el abastecimiento de la planta. Estas curvas se presentan en el Mapa 2.9.

7.1.7.6 Slug Test

Los ensayos consisten en tratar de generar una variación instantánea del nivel del agua dentro del piezómetro, con el fin de producir un desequilibrio entre el nivel dentro del piezómetro y en la formación que lo rodea. Producto de este desequilibrio se produce un flujo desde o hacia el piezómetro, dependiendo si la variación del nivel que se produce es positiva o negativa, y luego de un tiempo determinado el nivel de agua tiende a estabilizarse con respecto a su nivel inicial.

En este caso, para hacer variar el nivel del piezómetro, se introdujo un pistón cilíndrico de 1,5 m de longitud y 3" de diámetro nominal, que al introducirse rápidamente produce que el nivel de agua sube dentro del piezómetro y por lo tanto el agua fluye hacia la formación ("forward slug test") (Figura 2.2-1 del Apéndice 2.2). Una vez alcanzado el equilibrio con el nivel inicial se retira rápidamente el pistón, con lo cual el nivel de agua dentro del piezómetro desciende y por lo tanto entra agua desde la formación, hasta alcanzar nuevamente el nivel estático inicial ("reverse slug test") (Figura 2.3-2 del Apéndice 2.3).

Dado que en algunos casos las respuestas de los acuíferos a este tipo de pruebas son muy rápidas, como en el caso de piezómetros habilitados en gravas bien seleccionadas, es conveniente utilizar transductores de presión para registrar los niveles de agua. En este caso se instalaron transductores que funcionan en un rango de hasta 10 m de columna de agua, y simultáneamente se registraron los niveles con un pozómetro convencional para contrastar los valores.

A continuación se describe la metodología de cálculo, basada en el método Hvorslev (1951), este método se utiliza para piezómetros que no penetran completamente el acuífero y es, probablemente gracias a su simplicidad, el método más utilizado para determinar la conductividad hidráulica mediante ensayos de Slug Test.

Para aplicar el método se debe primero graficar H/H_0 en escala logarítmica en función del tiempo en escala aritmética. Donde H_0 es la columna de agua sobre o bajo el nivel inicial al iniciar el test y H es la columna de agua para un tiempo dado (Figura 2.3-3 del Apéndice 2.3). Luego se realiza una regresión lineal a la parte estable de estos datos eliminando o interpolando los valores que se puedan producir por interferencias externas. A partir de esta regresión se calcula un T_0 que es el tiempo para una razón H/H_0 igual a 0,37.

Entonces, si se cumple la condición que $Le/R > 8$ entonces la conductividad hidráulica esta dada por la siguiente relación.

$$K = \frac{r^2 \cdot \ln(L_e / R)}{2 \cdot L_e \cdot T_o}$$

En donde L_e es la longitud de la criba desde el inicio del filtro de grava, r es el radio del pozo ciego, R es el radio del espacio anular, cuando se encuentra relleno con un filtro de grava seleccionada. El esquema con estos parámetros físicos se presenta en la Figura 2.3-4 del Apéndice 2.3).

En el Cuadro 7.1-5 se describen las características físicas de los piezómetros ensayados. Los datos obtenidos en los ensayos Slug Test efectuados KP-01, KP-03, KP-04 y KP-05 se presentan en las Tablas 2.4-26 a 2.4-35 del Apéndice 2.4 y los gráficos obtenidos de estas pruebas se presentan en las Figuras 2.4-18 a 2.4-41 del mismo apéndice.

Cuadro 7.1-5
Características Físicas de los Piezómetros Ensayados

Piezómetro	Radio tubería ciega R (cm)	Radio del espacio anular R (cm)	Longitud de la criba Le (m)	Le/2R
KP-01	5,5	7,6	24	158
KP-02	5,5	7,6	18	118
KP-03	5,5	7,6	30	197
KP-04	5,5	7,6	12	79
KP-05	5,5	7,6	12	79

Fuente: Elaboración propia.

El método de Hvorslev aplicado a la interpretación de los Slug Test realizados dan un orden de magnitud para la conductividad hidráulica del medio que rodea a cada uno de los piezómetros.

7.1.7.7 Reconocimiento Hidrogeológico de Terreno

Durante la campaña de reconocimiento de terreno se traspasó a un mapa 1:50.000 las principales unidades hidrogeológicas reconocidas inicialmente mediante la imagen satelital del área. Se definieron los contactos entre las unidades y se describieron las principales características estratigráficas de los sedimentos aluviales que rellenan las cuencas de las quebradas Vallecito, Potrerito y de La Puerta, como también se describieron las rocas de los macizos rocosos que conforman el basamento de las mismas.

A partir de este reconocimiento se define el Mapa Hidrogeológico (Mapa 2.9) el cual fue complementado con los demás antecedentes geológicos, geofísicos y geomorfológicos disponibles.

7.1.7.8 Pruebas de Bombeo

Durante los días 16 y 17 de Febrero 2007 se realizaron pruebas de bombeo de caudal variable y de caudal constante en el pozo KP-6. La primera prueba consiste básicamente en el bombeo escalonado desde el pozo (caudal ascendente) con el registro simultáneo del nivel dinámico hasta alcanzar un equilibrio con el acuífero. Esta prueba permite evaluar la potencialidad del pozo y determinar el caudal máximo que se puede utilizar para realizar la prueba de bombeo a caudal constante.

Por su parte, la prueba de caudal constante consiste en el bombeo continuo por un período de veinticuatro horas del pozo de bombeo KP-6, registrando continuamente el descenso freático en el pozo de observación KP-5 (el que se ubica a 29,3 m de distancia). Luego del bombeo, se debe medir la recuperación de los niveles de agua en ambos pozos.

El análisis de esta información posteriormente es utilizada para determinar las propiedades hidrogeológicas en el entorno de los pozos KP-5 y KP-6 (transmisividad y coeficiente de almacenamiento) y definir si la ubicación de estos pozos de estudio es la más indicada para los futuros y definitivos pozos de producción para el Proyecto Casposo.

Para ambas pruebas se utilizó una bomba Rotor Pump electro sumergible de 4'' de diámetro y 15 HP de potencia. Los caudales seleccionados para la prueba de caudal variable fueron de 12 m³/h, 15 m³/h, 18 m³/h y 20 m³/h. Para la prueba de caudal constante se utilizó un caudal de 20 m³/h.

El descenso y recuperación de los niveles en el pozo KP-5 fue medido simultáneamente mediante un pozómetro y un transductor de presión de registro continuo. En el caso del pozo KP-6, la recuperación tras de la prueba de bombeo, fue medida sólo con pozómetro.

7.1.7.9 Sondeos Eléctricos Verticales

Se realizaron 30 sondeos eléctricos verticales (SEV), durante una campaña que se desarrolló desde el 12 al 18 de febrero de 2007. Estos sondeos se identificaron con un número secuencial para cada uno de los perfiles. La localización de sondeo se presenta en el Mapa Hidrogeológico, Mapa 2.9.

Para este estudio se utilizó un equipo digital marca GEOTRONICA MP, de 600 Wattios, con entrada de 12 V, autoacoplado, escala de corrientes constantes de 7 a 500 mA y con visor para lectura de micro Volts, que mide el valor de potencial para corrientes constantes inducidas. Los valores fueron determinados para las distintas aperturas de electrodos empleadas y su valor fue registrado en planillas y gráficos.

Adicionalmente a las mediciones geoeléctricas, se relevaron con 2 GPS ProMark3, de Thales, constituyendo base en el Piezómetro KP-03, con uno de ellos.

Para el procesamiento de los sondeos eléctricos verticales (SEV) se empleó el programa computacional IPI2WIN (Alexei A. Bobachev, Igor. N. Modin, Vladimir A. Shevnin, 1990 – 2000). Este programa permite determinar una estratigrafía eléctrica la cual es ajustada manual y automáticamente a las mediciones realizadas.

7.2 CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)

Para asegurar la calidad de los resultados, el laboratorio responsable de la toma de muestras (Ingeniería Laboral y Ambiental S.A.), y posteriores ensayos analíticos, aplicó protocolos para el control de calidad.

El plan de control de la calidad de los ensayos analíticos consideró el siguiente programa:

- Las curvas de calibración de los métodos fueron realizadas diariamente con un blanco de calibración y cinco estándares preparados con estándares patrón, certificado y trazable por el U.S. Nacional Bureau of Standards (N.I.S.T), en concentraciones que cubrían los rangos de trabajo. Cada 10 muestras analizadas se corrió un ensayo de recuperación de estándares, para control de calibración, estando en todos los casos dentro de +/- el 20% del valor real.
- Blanco de Reactivo: Se procesó por cada conjunto de 10 muestras como mínimo un blanco de método, el cual fue utilizado para determinar el nivel de contaminación del laboratorio.
- Muestras de Control: Consiste en un Standard preparado a partir de una solución de referencia certificada de acuerdo al Standard Method for the Examination of Water & Waste Water tal que su concentración se encuentra en el rango de trabajo del analito a medir, y se lo somete al mismo proceso que las muestras previo a la determinación final del analito.
- Matriz Spike: Se refiere a una muestra fortificada con Standard preparado a partir de una solución certificada de acuerdo al Standard Method for the Examination of Water & Waste Water. De esta manera, se procesó una muestra con la adición a la matriz, siendo su porcentaje de recuperación en todos los casos entre el 85% y 115%, lo cual está dentro del rango de aceptación de la EPA (EPA 7000A, punto 8.6.2, Test de Recuperación).

- Duplicado: Consiste en un método utilizado para medir la precisión del análisis del laboratorio. Cada diez muestras efectuadas se debe considerar la toma de un duplicado.
- Balance iónico: Previo al análisis y procesamiento de los resultados se efectuó la validación de los ensayos de laboratorio a fin de asegurar la calidad de la información. Esta validación se efectuó en términos del balance iónico y la utilización del programa Aquachem, basado en el hecho de que la muestra de agua debe ser eléctricamente neutra, por lo cual la suma de cationes (+) y aniones (-), en meq/L debe ser cercana a 0 (diferencia menor a 5% es lo habitualmente aceptable).

7.3 METODOLOGÍA DE MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES

El muestreo de las aguas se realizó según la normativa ISO 5667-6 Water Quality – Sampling. Part 6; Guidance on sampling of rivers and streams, tomando las muestras en lugares caudalosos de un curso de agua y lo más lejos posible de las orillas.

Parámetros Analizados

En el Cuadro 7.1-6 se presenta el Protocolo Analítico de Calidad de Agua, en donde se listan los parámetros monitoreados, los límites de detección ⁽¹⁾ y cuantificación ⁽²⁾, así como el respectivo método analítico empleado. En las campañas de monitoreo se analizaron 86 parámetros agrupados en:

- Físico-químicos generales
- Cationes
- Aniones
- Inorgánicos
- Elementos Traza

¹ Límite de Detección del Método: Es la concentración correspondiente a 3,143 desviación estándar de siete alícuotas de una muestra del analito en la matriz estudiada con concentraciones de 1 a 5 veces el MDL estimado.

² Límite de Cuantificación Práctica del Método: Es la suma de siete veces la Desviación Estándar de las medidas analíticas, más el Límite de Detección del Método.

Cuadro 7.1-6
Protocolo Analítico Para la Calidad del Agua

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantificación	Unidades	Método Analítico
Alcalinidad de Bicarbonatos (como CO ₃ Ca)	0,2	0,5	mg/l	SM 2320 B
Alcalinidad de Carbonatos (como CO ₃ Ca)	0,2	0,5	mg/l	SM 2320 B
Amoníaco	0,02	0,05	mg/l	SM 4500-NH ₃ F
Amonio	0,02	0,05	mg/l	SM 4500-NH ₃ F
Cianuro Libre	0,004	0,01	mg/l	SM 4500-CN ⁻ E
Cianuro Total	0,004	0,01	mg/l	SM 4500-CN ⁻ C
Cianuro WAD	0,004	0,01	mg/l	SM 4500-CN ⁻ I
Cloro libre	0,004	0,01	mg/l	SM 4500-Cl G
Cloruro	0,004	0,01	mg/l	SM 4500-Cl ⁻ B
Color aparente	1	1	U.C.	SM 2120 B
Conductividad eléctrica	0,01	0,02	μS/cm	SM 2510 B
Fenoles	0,001	0,003	mg/l	SM 5530 C
Fluoruro	0,01	0,03	mg/l	SM 4500 F-D
Fosfato Total (Fósforo reactivo total)	0,07	0,15	mg/l	SM 4500-P E
Fósforo Total; P	0,02	0,05	mg/l	SM 4500-P E
Fósforo Disuelto Total; P	0,02	0,05	mg/l	SM 4500-P E
Hidrocarburos totales de petróleo	0,5	1	mg/l	SM 5520 F
Hidrocarburos totales de petróleo	0,05	0,12	mg/l	U.S.EPA -418 IR/8015 GC-MS
N (NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻)	0,005	0,01	mg/l	USEPA 535.2
N como NO ₂ ⁻	0,002	0,005	mg/l	SM 4500-NO ₂ ⁻ B
N como NO ₃ ⁻	0,005	0,01	mg/l	SM 4500 NO ₃ ⁻ E
N TKN	0,02	0,05	mg/l	SM 4500-Norg
Oxígeno disuelto	0,4	1	mg/l	SM 4500-O B-G
pH	0,005	0,01	UpH	SM 4500 H+B
RAS	---	---	---	---
Salinidad (Na%)	---	---	---	SM 2520 B
Sólidos Disueltos Totales	0,4	1	mg/l	SM-2540 C&E
Sólidos Totales en Suspensión	0,4	1	mg/l	SM 2540 D
Sulfato	0,1	0,3	mg/l	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E
Sulfuro	0,01	0,03	mg/l	SM 4500 S- D
Sustancias solubles en éter etílico	0,5	1	mg/l	SM 5520 B
Temperatura, Aire °C	0,05	0,1	mg/l	SM 2550 B
Turbiedad	0,01	0,02	mg/l	SM 2130 B
Calcio Total	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Calcio Disuelto	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Magnesio Total	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Magnesio Disuelto	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantificación	Unidades	Método Analítico
Sodio Total	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Sodio Disuelto	0,02	0,05	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Potasio Total	0,004	0,01	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Potasio Disuelto	0,004	0,01	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Aluminio Total	0,007	0,016	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Aluminio Disuelto	0,007	0,016	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Antimonio Total	0,001	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Arsénico Total	0,0014	0,004	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Arsénico Disuelto	0,0014	0,004	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Bario Total	0,001	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Berilio Total	0,00008	0,0002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Bismuto Total	0,001	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Boro Total	0,0008	0,002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Boro Disuelto	0,0008	0,002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cadmio Total	0,0001	0,0002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cadmio Disuelto	0,0001	0,0002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cinc Total	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cinc Disuelto	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cobalto Total	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cobalto Disuelto	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cobre Total	0,0007	0,0018	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cobre Disuelto	0,0007	0,0018	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cromo Total	0,0005	0,0013	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Cromo Disuelto	0,0005	0,0013	mg/l	USEPA 200.5

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantificación	Unidades	Método Analítico
				AVICP-AES
Cromo Hexavalente	0,001	0,003	mg/l	SM 3500 - D
Hierro Total	0,0027	0,007	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Hierro Disuelto	0,0027	0,007	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Litio Total	0,0001	0,0003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Manganeso Total	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Manganeso Disuelto	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Mercurio Total	0,00002	0,00005	mg/l	USEPA 200.8 ICP-MS
Mercurio Disuelto	0,00002	0,00005	mg/l	USEPA 200.8 ICP-MS
Molibdeno Total	0,001	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Níquel Total	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Níquel Disuelto	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Oro Total	0,0008	0,002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Paladio Total	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Plata Total	0,00004	0,0001	mg/l	USEPA 200.8 ICP-MS
Plata Disuelto	0,00004	0,0001	mg/l	USEPA 200.8 ICP-MS
Plomo Total	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Plomo Disuelto	0,0005	0,001	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Selenio Total	0,0013	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Selenio disuelto	0,0013	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Sílice	0,4	1	mg/l	SM 4500 SIO2 E
Talio Total	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Talio Disuelto	0,002	0,005	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Uranio Total	0,001	0,003	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES
Vanadio Total	0,001	0,002	mg/l	USEPA 200.5 AVICP-AES

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantificación	Unidades	Método Analítico
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	--	2	mg/l	SM 5210 B
Demanda Química de oxígeno (DQO)	--	5	mg/l	SM 5210 B
Escherichia Coli	--	0	UFC/100 ml	SM 9225 C
Coniformes Totales	--	0	UFC/100 ml	SM 9222 B
Coniformes Fecales	--	0	UFC/100 ml	SM 9222 D
Bacterias Aerobias Totales	--	0	UFC/100 ml	SM 9215 D
Pseudomonas Aeroginosas	--	0	UFC/100 ml	SM 9213 E
Streptococos	--	0	UFC/100 ml	SM 9230 C

i) Preservación Química

La preservación química de las muestras se efectuó de la siguiente manera:

- Metales

Las muestras fueron tomadas en envases de plástico y preservadas con ácido nítrico. Para metales disueltos, las muestras fueron filtradas en campo y se preservaron con el mismo reactivo.

- Cianuros

Las muestras fueron tomadas en envases de plástico y preservadas con hidróxido de sodio.

- Sulfuros

Las muestras fueron tomadas en envase de plástico y preservadas con hidróxido de sodio y acetato de zinc. Además, se mantuvieron en una conservadora para conservar la cadena de frío hasta su análisis en laboratorio.

Además de los conservantes para los parámetros ya citados, todas las muestras se conservaron en frío (a 4°C) hasta la realización de los análisis correspondientes en el laboratorio.

7.3.1 Caracterización Hidroquímica de las Cuencas

La caracterización hidroquímica de cada una de las cuencas del área de estudio del Proyecto Casposo ha sido clasificada en tres aspectos: i) Información básica; ii) Tipo de Agua; y iii) Capacidad de Uso.

i) Información Básica:

- Parámetros fisicoquímicos generales, que incluyen: pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales en suspensión (SST) y sólidos disueltos totales (SDT).
- Constituyentes principales, cuya concentración es superior a 5 mg/l.
- Constituyentes menores, cuya concentración se encuentra comprendida entre 0,01 mg/l y 5 mg/l.
- Constituyentes traza, cuya concentración es inferior a 0,01 mg/l.

Considerando que la presencia de microorganismos en el agua es influenciada por una gran variedad de factores bióticos y abióticos, se incluyen los parámetros de interés limnológico. Los factores bióticos corresponden a interacciones de los organismos entre sí, los cuales pueden ser favorables (comensalismo, sinergismo, simbiosis o mutualismo), o antagónicos (competencia, predación, parasitismo, antibiosis). Los factores abióticos pueden ser de tipo físico o químico. Dentro de los físicos se incluyen pH, Turbiedad, Luz Solar, Temperatura, Presión Hidrostática. Entre los químicos: Oxígeno Disuelto, Sales (Salinidad) y Nutrientes Orgánicos (Nitrato, Fosfato) e Inorgánicos (Amonio).

ii) Tipo de Agua:

Se refiere a la caracterización del agua superficial a partir de la realización de diagramas del tipo Stiff y Piper. Para la realización del análisis hidroquímico se ha adoptado como herramienta de trabajo el programa AquaChem 4.0, que permite integrar datos de calidad de agua en condiciones naturales, independiente de su origen.

La determinación del tipo de agua existente requiere del cumplimiento del error de balance iónico de las muestras consideradas en el análisis hidroquímico. La caracterización del tipo de agua ha sido considerada para las muestras efectuadas por Knight Piésold durante el período febrero 2006 – enero 2007.

iii) Capacidad de Uso.

Se refiere a la calidad del agua superficial de acuerdo a la normativa legal aplicable. Para el Proyecto Casposo se ha utilizado los Niveles Guía de Calidad de Agua según su Uso, promulgada según Decreto Provincial N° 1426/96. En dicho decreto se especifican los límites máximos que debe cumplir el agua para el consumo humano, para la protección de vida acuática en agua dulce superficial, para la protección de vida acuática en agua salobre superficial, para irrigación y para la bebida de ganado. Los valores límites del decreto se presenta en la Tabla 8.2 de la Sección 8.0.

7.3.2 Suelos

Este trabajo tiene los siguientes objetivos específicos

- Determinar e interpretar en gabinete las unidades geomórficas relacionadas a suelos.
- Identificar y caracterizar los perfiles de suelos de la zona del Proyecto Casposo mediante la descripción de parámetros básicos, físicos y químicos.
- Clasificar taxonómicamente los suelos descriptos.
- Elaborar un mapa de suelos del área estudiada.

7.3.2.1 Fotointerpretación

Se consideró como base fotografías aéreas del año 1961 del Plan Cordillerano, a una escala aproximada de 1:50.000, y la imagen satelital TM del sur-oeste de la provincia. A partir de esto se delimitaron las zonas geomórficas isomorfas para generar un mapa de unidades cartográficas.

El análisis de la imagen satelital permitió identificar las áreas y unidades cartográficas de suelos y de los sectores correspondientes a áreas misceláneas. A su vez, la apertura de calicatas y las observaciones en terreno permitieron elaborar el mapa de suelos para el área de influencia. Como resultado se elaboró el mapa de unidades de suelos con su leyenda respectiva (Mapa 2.11).

7.3.2.2 Relevamiento de Campaña

El relevamiento de suelos se realizó mediante descripciones detalladas (calicatas), describiéndose en el área 12 observaciones. La descripción se centró tanto en las características externas de los suelos, como en sus propiedades internas físicas o morfológicas.

Una vez efectuado el reconocimiento regional del área de proyecto y zonas aledañas, se tomaron fotografías de los paisajes y geoformas. Además, considerando el análisis en gabinete y el reconocimiento de campo, se seleccionaron las áreas específicas para realizar los estudios de detalle. Posteriormente se efectuó la elección y georreferenciación de los sitios de observación, la apertura de calicatas y el reconocimiento de los parámetros básicos y físicos con la toma de muestras. En éstas se determinaron los parámetros químicos complementarios.

7.3.2.3 Georreferenciación de los Sitios de Observación

La ubicación geográfica de los perfiles levantados se obtuvo a través del navegador personal Garmin, ETREX VISTA - GPS Global Positioning System, utilizando el sistema de coordenadas WGS 84, proyección Gauss Krugger faja 2. En el cuadro que se presenta a continuación se indica los perfiles realizados.

Cuadro 7.1-3
Sitios de Observación y Calicatas Georreferenciados

Perfiles	Coordenadas		Elevación m s.n.m.	Ubicación
	E	N		
CP 01	2.438.583	6.548.078	2.458	Zona de escombrera
CP 02	2.439.338	6.547.906	2.380	Valle de entrada al proyecto
CP 03	2.443.398	6.546.587	2.044	Camino al proyecto - afloramiento
CP 04	2.442.028	6.547.388	2.143	Camino al proyecto
CP 06	2.435.152	6.547.029	2.602	Quebrada de Vallecitos
CP 07	2.435.637	6.545.707	2.512	Camino de Vallecito al proyecto
CP 08	2.440.184	6.543.489	2.216	Camino de Vallecito al proyecto
CP 09	2.440.528	6.546.430	2.230	Camino a Quebrada Vallecito
CP 10	2.439.887	6.547.636	2.308	Zona de la planta de procesos
CP 11	2.440.305	6.547.638	2.294	Zona del dique de cola 1 - planchada
CP 12	2.440.483	6.547.523	2.274	Zona del dique colas 2

7.3.2.4 Calicatas

En cada calicata, se completó la ficha edafológica correspondiente, analizando y reconociendo los parámetros básicos, características externas, y los físicos, caracteres morfológicos, con la toma de fotografías de detalle y la extracción de las muestras representativas. También se realizaron observaciones de perfiles sin toma de muestras.

7.3.2.5 Toma de Muestras

A los efectos de este estudio la toma de muestras se realizó en los distintos horizontes identificados. Cada muestra se colocó en un envase de polietileno sellado e identificado con el rótulo pertinente con un número de etiqueta. Debido al tipo de los análisis contemplados, no fue necesario mantener las muestras en cadena de frío, por lo cual fueron almacenadas a temperatura ambiente para su posterior envío al laboratorio.

7.3.2.6 Ficha Edafológica

La ficha edafológica, utilizada para la descripción y caracterización de los suelos, está basada en los parámetros definidos en Normas de Reconocimiento de Suelos (Etchevehere, 1976). El Apéndice 2.6 contiene las fichas edafológicas de las calicatas relevadas con los parámetros básicos, físicos/morfológicos observados in situ.

a. Descripción de Parámetros Básicos, Físicos y Químicos Complementarios***Pedregosidad /Rocosisdad***

Es la proporción relativa de piedras sueltas de más de 25 cm de diámetro dentro del suelo o sobre él. Se entiende por Rocosisdad el porcentaje de manto rocoso, expuesto, tanto en lo que se refiere a afloramientos de roca firme, cuanto a manchones de suelo somero, con roca demasiado cerca de la superficie para poder aprovecharlo.

En el Cuadro 7.1-4 se describen los distintos grados de Pedregosidad y Rocosisdad, definidos en función de la magnitud de la presencia de clastos o afloramientos respectivamente. En general, se usa “rocoso” para suelos que poseen roca firme y “pedregoso” para los que tienen grandes fragmentos sueltos de roca desprendida.

Cuadro 7.1-4
Pedregosidad y Rocosisdad.

Clasificación	Rocosisdad	Pedregosidad
Grado 0	No hay afloramientos del estrato rocoso, o es tan escaso que no puede interferir la labranza.	No existen piedras o son tan escasas que no interfieren en la labranza
Grado 1	La roca firme está tan expuesta que puede interferir la labranza, pero no hace impracticables los cultivos de escarda.	Suficiente cantidad de piedras como para interferir en la labranza.
Grado 2	La roca firme aflora de una manera que hace impracticables los cultivos de escarda, pero el suelo puede trabajarse para forrajes o con pasturas mejoradas siempre que las demás características del suelo sean favorables.	Suficiente cantidad de piedras como para hacer impracticables las labores y los cultivos de escarda.
Grado 3	Afloramientos de roca firme suficientes como para ser impracticables todo uso de maquinaria, excepto la liviana.	Suficiente cantidad de piedras como para hacer impracticables todo uso de maquinarias, excepto la liviana.
Grado 4	Afloramiento de roca firme o suelos muy someros sobre roca que hacen impracticable el uso de cualquier tipo de maquinaria.	Suficiente cantidad de piedras como para hacer impracticables todo uso de maquinarias.
Grado 5	Tierras en las cuales más del 90% de la superficie expuesta está constituida por afloramientos de roca firme.	Tierras prácticamente pavimentadas con piedras que ocupan más del 90% de la superficie expuesta..

Escurrimiento

También es llamado escurrimiento superficial, drenaje externo del suelo o escorrentía. Incluye el avenamiento debido a obras artificiales o desagües (Cuadro 7.1-5).

Cuadro 7.1-5
Escurrimiento Superficial

Grados	Escurrimiento superficial
Grado 0	Escurrimiento nulo
Grado 1	Áreas que se anegan o encharcan frecuentemente o cada vez que llueve
Grado 2	Áreas donde el agua escurre lentamente por lo que pueden sufrir algún encharcamiento periódico.
Grado 3	Ligero peligro de anegamiento
Grado 4	Áreas que no sufren anegamiento o encharcamiento
Grado 5	Áreas donde el agua escurre rápidamente poca proporción penetra en el suelo.

Permeabilidad

Es la cualidad que tiene un suelo de poder transmitir a través de él agua o aire (Cuadro 7.1-6). Está vinculada a la textura, estructura y otras características del perfil como el contenido de sodio, que determinan las condiciones de drenaje interno del suelo.

Cuadro 7.1-6
Grados de Permeabilidad

Grados	Permeabilidad
Grado 1	Permeabilidad muy lenta a nula, suelo impermeable
Grado 2	Permeabilidad lenta
Grado 3	Permeabilidad moderadamente lenta
Grado 4	Permeabilidad moderada
Grado 5	Permeabilidad rápida
Grado 6	Permeabilidad muy rápida, suelos excesivamente permeables

Pendiente y Peligro de Anegamiento

El riesgo que puede tener un suelo de permanecer bajo agua cierto lapso de tiempo en áreas relativamente planas o cóncavas, o situadas al pie de pendientes se expresa mediante clases definidas en función de la frecuencia e intensidad de las avenidas de agua provocadas por desbordes de ríos, arroyos, canales, lagunas, etc. Este parámetro consta de cinco clases, donde la Clase Uno es muy inundable y la Clase Cinco no presenta peligro de anegamiento.

Uso Actual de la Tierra

Descripción del uso actual de los suelos del área estudiada, según se detalla en el Cuadro 7.1-7.

Cuadro 7.1-7
Uso Actual de la Tierra

Símbolo	Uso actual de la tierra
A	Tierras dedicadas en la actualidad exclusivamente a la agricultura
P	Tierras dedicadas exclusivamente a la explotación ganadera
F	Tierras dedicadas exclusivamente a montes frutales
H	Tierras dedicadas exclusivamente a la horticultura y/o granja
B	Tierras Bajo bosques naturales o matorrales
S	Tierras dedicadas a las producción silvícola
M	Áreas misceláneas (ejidos urbanos, playas ferroviarias, estaciones, establecimientos industriales, etc.)
X	Tierras improductivas, incultas o vírgenes.

En cada una de las calicatas se efectuó el reconocimiento de los parámetros físicos correspondientes a la identificación de los horizontes, tales como su profundidad, límites, color, textura, estructura, consistencia, pH, presencia de carbonatos, presencia de concreciones, formaciones especiales, raíces, se tomaron fotografías de detalle y se realizó la extracción de muestras .

Color

Para la identificación del color se utilizó la Tabla de Colores para Suelos Munsell (Munsell, 1975) determinando el color, el matiz y la luminosidad para las muestras en seco y en húmedo, y se registraron los valores en la ficha edafológica.

Textura

En la textura del suelo, hay tres componentes que son: arena, limo y arcilla. Dependiendo de la proporción relativa que hay de los tres resulta la clase textural correspondiente. Para ello se toma el triángulo textural que está dividido en clases de acuerdo a esa proporción y se reclasifica el suelo.

En el campo se realiza este análisis en forma expeditiva al tacto, habitualmente el reconocedor lo efectúa en forma manual y expeditiva.

Valores de pH

Se efectuó una determinación en el campo de manera expeditiva con cinta peachimétrica marca Merck (Cuadro 7.1-8.).

Cuadro 7.1-8
Clasificación del Suelo en Función del pH.

Valores pH	Calificación del Suelo
hasta 4,5	Suelos extremadamente ácidos
4,5 hasta 5,0	Suelos muy fuertemente ácidos
5,1 hasta 5,5	Suelos fuertemente ácidos
5,6 hasta 6,0	Suelos medianamente ácidos
6,1 hasta 6,5	Suelos ligeramente ácidos
6,6 hasta 7,3	Suelos neutros
7,4 hasta 7,8	Suelos medianamente básicos
7,9 hasta 8,4	Suelos moderadamente básicos
8,5 hasta 9,0	Suelos fuertemente básicos
> a 9,1	Suelos muy fuertemente básicos

Determinación de Parámetros Químicos Complementarios

La determinación y cuantificación de los parámetros químicos complementarios de: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, cationes, aniones, nitrógeno, fósforo, potasio, carbonato de calcio, calcáreo y yeso, se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA, San Juan.

En el Cuadro 7.1-9 se detallan los métodos utilizados para el análisis de este tipo de parámetros.

Cuadro 7.1-9
Métodos Utilizados para la Determinación de Parámetros Químicos

Parámetro	Métodos y medidas utilizados
CEe	Conductividad eléctrica al extracto de saturación y del agua del riego expresado en $\mu\text{S}/\text{cm}$, unidad equivalente a $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.
Cationes	Ca, Mg, y Na: Determinados por absorción atómica y expresado en me/l
Aniones	Aniones solubles en extracto de saturación: Bicarbonatos, cloruros y sulfatos, expresados por diferencia en me/l
N	Nitrógeno total, método de Kjeldahl expresado como N/ppm
P	Fósforo disponible relación suelo-agua 1:10, expresado como P_2O_5 en ppm
K	Potasio intercambiable expresado como K en ppm
MO	Materia orgánica disponible. Método de Walkley – Black, expresado como MO en %
Yeso	Expresado en %
Calcáreo	Método gasométrico expresado como CO_3Ca en %

Conductividad Eléctrica

La medida de salinidad se basa en el hecho de que las sales contenidas en una solución salina, dejan pasar la corriente eléctrica con mayor facilidad que el agua. La concentración salina se mide en una solución suelo-agua en extracto saturado y los

valores obtenidos se expresan en $\mu\text{S/cm}$. En el Cuadro 7.1-10 se detallan los valores que permiten interpretar los resultados de las mediciones.

Cuadro 7.1-10
Conductividad Eléctrica de los Suelos en Extracto Saturado

Extracto saturado CE ($\mu\text{S/cm}$)	Muestras de Calicatas	Reacción de las plantas
0.0 - 740	---	Escasos nutrientes
740 - 1490	CP 10B, CP 11 A/B, CP 12	Deseable para plantas sensibles a las sales
1.500 – 2.990	CP 10C	Óptimo para la mayoría de los cultivos
3.000 – 4.500	CP 10A, CP 11C	Reducción del crecimiento
4.500 – 5.500	CP 9A,	Síntomas de toxicidad
>5.500	CP 9 B/C/D	Tóxico para la mayoría de las plantas

Fuente: Manual de semillas HORTÍCOLA.

Carbonato de Calcio

En el campo se efectuó el reconocimiento de la presencia de carbonatos en cada horizonte a través de la reacción con HCl al 10%. En el Cuadro 7.1-11 se indica la clasificación del suelo de acuerdo a la presencia del contenido de carbonato de calcio.

Cuadro 7.1-11
Clasificación del Suelo en Función del Contenido de Carbonato de Calcio

Contenido % CaCO_3	Reacción al HCl al 10%	Calificación del suelo	Clase
< 0,1	Nula	No calcáreo	1
0,1 hasta 0,5	Efervescencia débilmente audible	Muy débilmente calcáreo	2
0,5 hasta 1,0	Efervescencia audible	Débilmente calcáreo	3
1,0 hasta 5,0	Efervescencia claramente audible y difícilmente visible	Moderadamente calcáreo	4
5,0 hasta 10,0	Efervescencia fácilmente audible y visible	Calcáreo	5
>10,0	Fuerte efervescencia muy audible y visible	Muy calcáreo	6

Materia Orgánica

Considerando los resultados obtenidos en laboratorio, se realizó un análisis del contenido de materia orgánica tomando como referencia los valores mínimos y máximos observados, relacionando dichos resultados con los distintos factores que inciden en el contenido de materia orgánica.

Nitrógeno (N)

Las características químicas del ciclo del nitrógeno dentro del suelo hacen que sea un proceso muy dinámico, por el ingreso y el egreso de este nutriente, en sus distintas formas.

Para comprender un poco mejor este proceso, se debe tener en cuenta que el aporte de Nitrógeno proviene mayoritariamente de la atmósfera como N₂, el cual no puede ser absorbido directamente por las plantas, sino que debe ser fijado por microorganismos a través de la transformación a compuestos orgánicos nitrogenados que sólo son utilizables por las plantas en forma directa cuando se trata de una asociación simbiótica, o bien deben ser mineralizados para ser utilizados directamente por los cultivos o vegetación.

Fósforo (P)

Se dan los valores cualificados en el Cuadro 7.1-12.

Cuadro 7.1-12**Fósforo**

Valores de P (ppm)	Calificación
<10 ppm	Nivel Bajo
10-12 ppm	Nivel Medio
>12 ppm	Nivel Alto

7.3.2.7 Flora y Vegetación

Durante febrero, agosto y noviembre de 2006, se efectuaron las campañas de muestreo de flora y vegetación, a cargo del Dr. Jorge Gonnet, a fin de caracterizar estas variables del ecosistema para el Proyecto Casposo.

Los objetivos principales del estudio consistieron en:

- Identificar parches de comunidades vegetales;
- Describir las comunidades vegetales desde el punto de vista de la composición, riqueza de especies y abundancia total y por especie; e
- Identificar especies de interés prioritario para la conservación, como así también procesos ecológicos y sitios considerados claves.

Para llevar a cabo el muestreo se realizaron transectas de vegetación, las que fueron emplazadas en diferentes parches vegetales identificables por observación y que fueran accesibles de manera segura. Cada transecta fue considerada como una unidad muestral (UM), y un conjunto de transectas dentro de cada parche fueron consideradas como las réplicas espaciales de dichas UM.

Las transectas consistieron en una línea de 50 m de largo demarcada con cinta métrica donde se cuantificó la cobertura de las especies vegetales y la frecuencia de suelo desnudo (sin vegetación) mediante el método de point-quadrat. El mismo consiste en colocar verticalmente una vara de 1 cm de diámetro cada 1 m a lo largo de la cinta métrica, registrándose la presencia de cada especie tocada o los toques sobre suelo desnudo en cada punto. Luego, para estimar la riqueza de especies y la frecuencia de las especies más raras de detectar, se registraron todas las especies presentes en un área de 50 m del largo de la transecta por 1 m a cada lado de la misma, totalizando una parcela en forma de faja o cinto de 100 m² (50 m x 2 m).

Se efectuó un análisis multivariado de agrupamiento (Cluster Analysis) con el fin de clasificar las unidades muestrales en grupos que representasen a diferentes parches o comunidades vegetales relativamente homogéneas dentro de cada grupo. La clasificación de los parches se basó en la composición de especies y abundancia de aquellas especies cuya frecuencia porcentual del total de la vegetación resultó igual o mayor al 0,84 %; en total, 22 especies x 135 unidades muestrales.

La abundancia de las especies por Unidad Vegetal se presenta en valores de porcentaje promedio de cobertura y la riqueza se expresa como el número de especies promedio en 100 m².

Como análisis complementario al anterior, se llevó a cabo un análisis espectral de una imagen satelital LandSat 7 ETM+ de fecha del 28 de enero de 2000, referenciadas a Gauss-Kruger Campo Inchauspe.

Para su procesamiento, se probaron las bandas B3 (visible), B4 (IR cercano) y B5 (IR medio) y sus diferentes combinaciones en los Índices de vegetación empleados: NDVI, NDII, TNDVI, Tasseled cup, etc.

Con esas imágenes obtenidas se procedió a clasificarlas por el método de máxima verosimilitud, con 50 clases iniciales, 20 repeticiones y una confianza del 98%.

7.3.2.8 Fauna

Durante febrero, agosto y noviembre de 2006, se efectuaron las campañas de muestreo de fauna, con el fin de caracterizar esta componente del Proyecto Casposo.

Los objetivos principales del estudio consistieron en:

- Identificar los diferentes hábitats para vertebrados terrestres;
- Describir las comunidades animales desde el punto de vista de la composición, riqueza de especies y abundancia total y por especie; e

- Identificar especies de interés prioritario para la conservación, como así también procesos ecológicos y sitios considerados claves.

Para la cuantificación de vertebrados terrestres, se realizaron transectas de conteo de 200 m de largo y ancho de 100 m para la mayoría de especies. En el caso de los guanacos fue de 600 m y para las vizcachas serranas de 400 m.

Se contabilizaron todos los animales vistos u oídos en las transectas. La abundancia por especie se expresó en individuos por hectárea. Especies mayores y de difícil detección directa fueron contabilizadas a través de los rastros como bostas, huellas y madrigueras, entre otros signos. Su abundancia es expresada en número de signos por hectárea ya que no se puede precisar a cuántos animales pertenecen dos o más signos. Por este motivo, los signos no son incluidos en los cálculos de estimación de densidad de individuos. No obstante, los signos fueron considerados a la hora de estimar riqueza de especies promedio por hábitat. Se calculó el número de especies por transecta como estimador de la riqueza.

Para muestreo de micromamíferos nocturnos se utilizaron trampas de captura viva del tipo Sherman. Fueron emplazadas en 3 sitios cercanos a la Mina y 2 sitios en la zona alta de la Quebrada de Vallecitos. Funcionaron en total 40 trampas por noche, totalizando 200 trampas/noche durante las 5 jornadas de captura.

Para el muestreo de especies de mamíferos de suma dificultad de observación directa, se montó una cámara fotográfica automática con sensor de movimiento a la entrada de cuevas donde se observaron rastros de *Abrocoma cinerea* y de gato silvestre.

Los muestreos sistemáticos descriptos arriba se realizaron durante la 3^{ra} semana de febrero, 4^{ta} semana de agosto y 1^{ra} semana de noviembre mediante el uso de GPS y en días con condiciones normales de temperatura, es decir, sin tormentas y completamente despejados. Los días con neblina fueron totalmente descartados.

En la zona no fue detectada la presencia de anfibios dado que los ambientes acuáticos existentes en la zona de Casposo son muy reducidos.

Además de los muestreos sistemáticos descriptos arriba, se presentan registros de otras observaciones ocasionales.

7.3.3 Limnología

7.3.3.1 Zooplancton-Fitoplancton-Fitobentos

Las muestras de zooplancton fueron extraídas, por duplicado, mediante el filtrado de 20 a 50-litros de agua, según la concentración de sedimento en suspensión, a través

de una red de 80 μm de abertura de malla. Las mismas fueron conservadas con formol al 4 %.

Las muestras destinadas a la calificación del fitoplancton fueron obtenidas mediante arrastre de red de 20 μm de poro, y conservación con formol, 4%. Para el análisis cuantitativo se tomaron por duplicado 100 ml de agua fijados con Lugol, (APHA, 1995).

Para el estudio de las comunidades fitobentónicas se tomaron muestras de los primeros 5-10 mm de la capa superficial de los sedimentos del fondo, considerada la porción fotosintéticamente activa (Gómez, 1999; Descy & Coste, 1990). En el caso de suelo rocoso se realizó el raspado de superficie conocida. La conservación de las muestras se realizó con formol al 4% en un recipiente de 100 ml.

Los recuentos de zooplancton se realizaron con cámara de Sedwick-Rafter de 1 ml de capacidad, en microscopio binocular, hasta alcanzar un coeficiente de variación de 10 % (APHA, 1995). Los resultados se presentan en número de individuos por litro.

El recuento de fitoplancton y fitobentos se llevó a cabo en cubetas de sedimentación mediante el uso de microscopio invertido, hasta alcanzar el coeficiente de variación de 10 % (APHA, 1995). Los resultados de abundancia se expresan en células por mililitro (cél/ml) para el fitoplancton y células por centímetro cuadrado (cél/cm²) para el fitobentos.

7.3.3.2 Macroinvertebrados

El análisis cualitativo se realizó mediante remoción de sustratos en contacto con el agua (vegetación riparia o pedregullo), con tamiz de 300 μm de apertura de poro. Los organismos fueron aislados en el lugar y conservados con formol al 5%.

Las muestras destinadas al análisis cuantitativo se obtuvieron mediante el uso de red Surber. La fijación de los organismos se realizó con formol al 5%.

Ambos análisis (cualitativo y cuantitativo) se realizaron mediante el uso de lupa estereoscópica.

Los resultados se presentan en individuos por metro cuadrado (ind/m²).

7.3.3.3 Análisis Ecológico

De todos los grupos analizados (fitoplancton, zooplancton, fitobentos y macrobentos) se elaboraron matrices con las abundancias absolutas (cél/ml, ind/l, célula/cm² e ind/m², respectivamente) y matrices cualitativas de presencia - ausencia.

Con el objetivo de determinar características estructurales de las comunidades, se calcularon los índices de diversidad específica de Shannon & Weaver (H') y de Dominancia de Simpson (λ).

Índice de Shannon Weaver

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

$p_i = n_i / N$; número de organismos de la especie i / número total de organismos.

n_i = número de organismos de la especie i .

N = número total de organismos.

Índice de dominancia de Simpson

$$\lambda = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

n_i = número de organismos de la especie i .

N = número total de organismos.

7.3.3.4 Fauna Íctica

Para la caracterización de la fauna íctica se previeron distintos métodos de captura, tales como:

- Casting Net: Red de voleo.
- Electro Fishing: Equipo de Pesca Eléctrica.
- Fly Casting: Pesca deportiva con “mosca”.
- Pesca con carnada viva.
- Trampas pasivas.
- Red de Arrastre.

7.3.4 Caracterización del Ecosistema

Para la caracterización del ecosistema, se parte del análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los estudios de Flora y Fauna y su interacción con las características del Medio Físico en el área de estudio.

7.3.5 Áreas Naturales Protegidas en el Área de Influencia

Una investigación sobre la ubicación y delimitación de las áreas naturales protegidas en el área de influencia del proyecto se llevó a cabo como parte de los estudios de línea de base. La información fue obtenida de una revisión bibliográfica y de instituciones locales y nacionales, tales como la Administración de Parques Nacionales y la Dirección de Conservación de Áreas Protegidas, universidades, organizaciones de turismo.

7.3.6 Paisaje

La metodología que se utiliza para la caracterización del paisaje se basa en la propuesta por el USDA Forest Service (1974)³, y Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980)⁴. La línea de base de paisaje considera el desarrollo de una serie de trabajos de gabinete y de terreno. A continuación se describe la metodología para el desarrollo de estos trabajos.

7.3.6.1 Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete se divide en dos fases:

a) Fase 1

Corresponde a la interpretación de material gráfico del área, fundamentalmente cartas topográficas, fotografías aéreas, imágenes de satélite y fotografías, así como también antecedentes sobre la geología, geomorfología, flora y fauna, áreas de interés turístico o áreas protegidas existentes en el sector.

Este trabajo permitió generar una primera diferenciación de las macrounidades de paisaje, que posteriormente fueron caracterizadas durante el trabajo de terreno.

b) Fase 2

Corresponde a la sistematización de la información recogida en terreno. Se utilizó en esta etapa pautas preestablecidas para la caracterización de calidad y fragilidad visual, dadas en la metodología referida anteriormente.

7.3.6.2 Trabajo en Terreno

Corresponde al recorrido de las áreas que serán intervenidas por el proyecto, utilizando para ello las vías de circulación existentes. Durante el recorrido de terreno se definieron en primer lugar, el o los tipos de paisaje existentes y en segundo lugar las unidades o subunidades de paisaje posibles de diferenciar, para cada una de las cuales se caracterizan tres aspectos complementarios:

Aspecto 1: Caracterización de las condiciones generales de la visibilidad y las características de las cuencas visuales. Esto se realizó de acuerdo a los siguientes elementos de valoración:

³ United States, Department of Agriculture (USDA). 1974. Visual Management System. Forest Service. Agriculture Handbook. 462. Washington.

Cuadro 2.2
Elementos de Valoración de Cuencas Visuales

Elemento de valoración
Forma de la cuenca visual
Compacidad
Fondo escénico
Tamaño de la cuenca visual

Aspecto 2: La calidad visual o valor estético del paisaje se caracterizó de acuerdo a los siguientes elementos de valoración:

Cuadro 2.3
Elementos de Valoración de Calidad Visual

Componente Valorado
Morfología o Topografía
Presencia de Vegetación
Acción Antrópica
Variabilidad Cromática
Marcas visuales
Incidencia Visual del Fondo Escénico
Singularidad o Rareza

Aspecto 3: La fragilidad visual del paisaje se caracterizó de acuerdo a los siguientes elementos de valoración:

Cuadro 2.4
Elementos de Valoración de Fragilidad Visual

Elemento Valorado
Pendiente (Rasgos Morfológica/Topográficos)
Tamaño de la Cuenca Visual
Forma de la Cuenca Visual
Compacidad
Unicidad
Valor Tradicional
Accesibilidad Física
Accesibilidad Visual

Durante el recorrido de terreno se requirió de apoyo de material cartográfico previamente preparado en gabinete. La calificación de cada elemento de valoración se realizará a través de métodos cualitativos que evalúan el paisaje analizando y describiendo sus componentes, considerando las categorías alto (3), medio (2) y bajo (1). La ponderación y clasificación final se realizó de acuerdo a los siguientes rangos de escala:

- Bajo: (1- 1,2)
- Bajo-Medio: (1,3-1,5)
- Medio-Bajo: (1,6-1,8)
- Medio: (1,9-2,1)
- Medio-Alto: (2,2-2,4)
- Alto-Medio: (2,5-2,7)
- Alto: (2,8-3)

Una vez definidas las unidades o subunidades de paisaje y establecidas las calificaciones de calidad y fragilidad visual para cada una de ellas se procedió a graficarlas en una carta temática. Para efectos de esta línea de base se ha utilizado la escala 1:250.000.

7.3.7 Aspectos Socioeconómicos y Culturales

La preparación de la línea de base socioeconómica se realizó en base a datos estadísticos fidedignos. La fuente de datos más importante fue el INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) ya que en los últimos años ejecutó el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001, el Censo Nacional Agropecuario 2002, y por último, la primer etapa del Censo Nacional Económico; esto permitió que se contara con información del Departamento de Calingasta, todavía vigente para realizar una descripción estructural de la zona.

También integran este estudio los aspectos socioeconómicos del país y de la provincia de San Juan. Estos aspectos se desarrollaron tomando como base información oficial proporcionada por INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), Ministerio de Economía y Producción de la Nación, Instituto de Investigaciones Económicas y Estadísticas del Gobierno de San Juan.

En relación a aspectos históricos, se consideró la bibliografía editada sobre la prehistoria e historia sanjuanina, específicamente del Departamento de Calingasta a través de la revisión de documentos del Archivo Histórico Provincial y de tesis universitarias.

Durante la preparación de la línea de base se realizaron visitas a las localidades cercanas al proyecto, pertenecientes a Calingasta, de manera de precisar la información estadística disponible.

7.3.8 Censo de Tránsito

El censo de tránsito se realizó durante 48 horas, coincidiendo con un día de fin de semana y un día de semana.

Para ello, en cada uno de los puntos seleccionados se instalaron cámaras que filmaron continuamente y en forma simultánea durante 48 horas continuas, el paso de los vehículos. Posteriormente el material fue editado y se procedió al conteo detallado de los vehículos en los períodos y categorías correspondientes.

7.3.9 Sitios de Valor Histórico, Cultural, Arqueológico y Paleontológico

En la etapa de planificación se realizó un estudio bibliográfico sobre la arqueología y geografía regional, y un análisis de la cartografía y fotografías aéreas e imágenes satelitales disponibles del área.

Se efectuó un relevamiento directo, que consistió en recorrer a pie, franjas de terreno que cubrieran superficies significativas de los distintos sectores a afectar por el emprendimiento minero. La sectorización del área se hizo, teniendo en cuenta las características geomorfológicas y ambientales de la misma.

La ubicación de artefactos, sitios⁵ o áreas de interés arqueológico se efectuó mediante GPS (sistema Gauss Kruger - Campo Inchauspe). En los casos de sitios con estructuras se realizó un relevamiento y croquis a escala. Se generó un registro documental y fotográfico de los mismos. Finalmente, en gabinete se procesaron los datos obtenidos en el campo y se traspasó la información sobre cartografía.

Para la prospección paleontológica fue necesario relevar las unidades litológicas descritas para la región y representadas en los mapas de los yacimientos que integran el Proyecto Casposo mediante la realización de transectas o la definición de puntos de control, los mismos que permitieron chequear los contactos entre las diferentes litologías y estructuras mayores e identificar fósiles de vertebrados, invertebrados o plantas.

⁵ Se considera sitio a una estructura o conjuntos de estructuras o a una concentración de artefactos. Un área de interés arqueológico es una superficie variable de terreno que incluye más de un sitio, cuyos límites no han podido establecerse en forma clara.

7.3.10 Descripción de las Tendencias de Evolución del Medio Ambiente Natural

El análisis de las tendencias de evolución del medio ambiente natural se realiza el escenario en el cual la zona del proyecto se mantiene sin actividades antrópicas en el futuro.

Se analizaron las tendencias de las componentes ambientales relevantes del área del proyecto, en base a los resultados de los estudios de línea de base de cada componente. De particular importancia en la evaluación son los estudios de línea de base, relativos al uso de suelo, calidad del suelo y paisaje que brindaron una base para el desarrollo de escenarios para la posible evolución de actividades dentro del área del proyecto no relacionadas con el Proyecto Casposo.

7.4 DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

La descripción del proyecto se desarrolló utilizando los informes de factibilidad de ingeniería e incluyó las fases de construcción, operación y cierre de la Etapa de Explotación del proyecto. Incluyó una descripción detallada de la infraestructura y las actividades principales que abarca el proyecto, con énfasis sobre aquellos aspectos que pudieran representar fuentes o causas de impacto ambiental (tanto positivo como negativo). Si bien la descripción se presentó utilizando un lenguaje adecuado para una amplia audiencia, la misma incluye la información técnica necesaria para que las autoridades puedan realizar una evaluación de la factibilidad técnica y ambiental.

Dado que el manejo ambiental representa un componente esencial en el diseño del proyecto, las secciones Descripción del Proyecto, Evaluación de Impacto y Manejo Ambiental se desarrollaron en forma simultánea, lo cual requirió un alto nivel de interacción entre los profesionales correspondientes involucrados. El IIA presenta la configuración del proyecto a nivel de estudio de factibilidad, previo a la ingeniería básica. Se incluye además una descripción de alternativas del proyecto que fueron consideradas en el diseño. Si bien los aspectos de manejo ambiental están desarrollados en la Sección 5.0 del presente informe, los aspectos claves de diseño relacionados con la protección ambiental y la prevención de riesgos se encuentran particularmente destacados en la Sección 3.0 Descripción del Proyecto.

7.5 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación de los efectos ambientales del proyecto que se detallan en la Sección 4 cubre las etapas de construcción, operación y cierre, y consideró cada uno de los componentes ambientales en el área de influencia. Aborda cada una de las alteraciones especificadas en el Anexo III de la Ley N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera, e incluye, siempre que ello sea posible, la evaluación o determinación de la magnitud de cada una de las alteraciones, aplicando para ello, una metodología que considera los tres pasos secuenciales siguientes.

Etapas I – Selección de las Obras y Actividades para la Evaluación

La metodología comienza con la identificación de las obras y actividades de cada una de las fases del proyecto (construcción, operación, y cierre), que podrían ocasionar las alteraciones definidas por la Ley N° 24.585. Las obras y actividades han sido tipificadas según las áreas del proceso descritas en la Sección 3 de este IIA.

Etapas II – Identificación Preliminar de las Relaciones Causa - Efecto

En esta etapa de la evaluación se determina, mediante un análisis de experto, de qué manera las distintas obras y actividades identificadas en la Etapa I de la evaluación podrían ocasionar las alteraciones que especifica la citada ley. Las relaciones causa - efecto que se determinan se resumen en una matriz tipo Leopold, donde la primera columna corresponde a las alteraciones ambientales a evaluar, y la primera fila a las obras y actividades que las ocasionarían. La relación causa efecto queda definida a través de una cruz (X) en el casillero de intersección correspondiente. También, en esta matriz se han identificado la relación causa-efecto asociada a riesgos ambientales, en cuyo caso se encuentra definido mediante la letra “R” en el casillero de intersección correspondiente. Los impactos potenciales también han sido identificados, y han quedado definidos con la letra “P”.

Cabe precisar que la matriz resultante de esta etapa sólo establece la “relación causa – efecto”, sin determinar la significancia, magnitud o carácter de las alteraciones.

Etapas III – Evaluación de los Impactos Ambientales

Los escenarios de impacto identificados en la Etapa II, entran a una etapa de evaluación, utilizando cuando fue posible, medios cuantificables para predecir su magnitud, tales como: modelos matemáticos, simulaciones computacionales, sistemas de información geográfica, etc.

La metodología de evaluación fue específica para cada componente. Se emplearon modelos de simulación para evaluar los impactos sobre la calidad del aire y del agua, y para evaluar los efectos sobre la hidrología y la hidrogeología. Se utilizaron análisis espaciales para evaluar los impactos sobre la flora y fauna terrestre, el suelo, la arqueología y los sitios de interés, entre otros. En cada evaluación, se superpuso el plano de obras del proyecto sobre la cartografía temática de los estudios ambientales de línea de base, donde resultó aplicable. La relación entre los componentes ambientales tuvo especial importancia para la evaluación en lo referente a suelo, agua, y componentes biológicos.

7.5.1 Impacto sobre la Geomorfología

Los impactos sobre la geomorfología se evaluaron en relación a las alteraciones geomorfológicas asociadas con las actividades y las instalaciones del proyecto. Se evaluaron los riesgos en relación al diseño durante la fase de ingeniería del proyecto, en cuanto a estabilidad de taludes y crecidas, y los mismos se incluyeron en el IIA. Además de determinar la probabilidad de falla de talud, se evaluaron las consecuencias

de dichos eventos en relación a temas ambientales y de seguridad. En la mayoría de los casos, los riesgos de falla de talud fue determinado por medio de modelos computarizados por el diseño del proyecto, y en función de la información geotécnica, topográfica, hidrológica y sísmica obtenida durante el estudio de línea de base. Se identificaron, además, zonas de riesgos en el mapa geomorfológico. Se determinaron los efectos irreversibles principalmente en relación a los trabajos del proyecto que incluyen la remoción masiva de tierra o deposición. Se consideraron los efectos ocasionados por estos eventos en relación con otros componentes ambientales, tales como paisaje, vegetación, hidrología y uso de la tierra.

7.5.2 Impacto sobre las Aguas

El impacto sobre las aguas subterránea se describe en términos de los caudales de agua subterránea que serán extraído por el proyecto y tomado en consideración las características dinámicas del pozo existente. Se describe el efecto sobre:

- El Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas.
- La Calidad de Cursos de Agua Superficial.
- La calidad del agua subterránea.
- Depresión del Acuífero.
- La escorrentía o de la red de drenaje.
- La Calidad del Agua en Función de su Uso Actual y Potencial.

7.5.3 Impacto sobre la Atmósfera

7.5.3.1 Contaminación con Gases y Partículas en Suspensión

Los principales agentes contaminantes del aire del proyecto corresponden a las emisiones fugitivas de material particulado, que será generado principalmente en el área de la mina. La descripción y evaluación se efectúa en términos de éste, específicamente sobre su fracción respirable (MP10). Las fuentes de emisiones de gases generadas por las actividades del proyecto no son significativas, por lo mismo, ellas no forman parte del análisis de este IIA.

Como parte de esta análisis, se efectuó un inventario de emisiones que cubrió los años que contempla el Plan Minero del Proyecto. Como parte del inventario se identificaron las fuentes de emisión de material particulado, se definieron los factores de emisión y se calcularon las emisiones de material particulado en su fracción respirable (MP10), para cada uno de los años del referido plan, y tomando en consideración la proyección de volúmenes de material que serán manejados. Seguidamente se aplicó un modelo de dispersión atmosférico para calcular los efectos de las emisiones de polvo del proyecto sobre la concentración de material particulado suspendido en el aire. Mayores antecedentes sobre la metodología empleada se encuentran en el Apéndice 4.1.

Se han empleado los factores de emisión que considera el documento “Compilation of Air Pollution Emission Factors (AP-42), Volume I”, de la USEPA. Tales factores proporcionan una medida de la cantidad de polvo que se emite por volumen o masa de material que se transfiere o manipula, o bien, los kilómetros que se desplaza un vehículo.

Adicionalmente se han estimado las emisiones de SO₂ y NO_x producidas por el tránsito de vehículos desde y hacia la faena minera. Las mismas se han estimado utilizando los factores de emisión del documento “Procedures Document for National Emission Inventory, Criteria Air Pollutants 1985 – 1999”, de la USEPA. Tales factores proporcionan una medida de la cantidad de gases generados por kilómetros recorridos.

7.5.3.2 Contaminación Sónica

La gran mayoría de las operaciones mineras poseen equipamiento y maquinarias de envergadura. La operación de las mismas, en las distintas actividades de la explotación minera, genera niveles de ruido importante que afectan las áreas aledañas en la cual se desarrolla la actividad.

Toda vez que en el área aledaña existen receptores de importancia, tales como hábitat y núcleos o centros poblados, se hace necesario predecir y evaluar la magnitud de los efectos, a objeto de establecer su significación o importancia para los receptores de interés.

Como parte del análisis, se identifican las fuentes de ruido y se aplica un modelo de propagación sonora. Se incluye, además, un análisis de las vibraciones terrestres que se generarán con las voladuras.

Las expresiones matemáticas empleadas para predecir las vibraciones terrestres y la sobrepresión (ruido) que generará el proyecto incluyen:

- Voladura.
- Operación minera.
- Operación de proceso del mineral.
- Tránsito de vehículos.

Predicción del Nivel de Vibraciones Terrestre

La expresión matemática empleada para predecir la propagación de la vibración terrestre, por voladuras, es la siguiente:

$$V = 160 \left(\frac{R}{W^{1/2}} \right)^{-1,6} \quad (7.3-1)$$

Donde,

V representa la velocidad de partícula máxima (pulg/s);

R la distancia entre la voladura y sitio de registro (pie); y

W la carga máxima por periodo de retardo de 8 ms o más (lb).

La Expresión matemática de la ecuación (7.3-1) ha sido determinada por U.S. Bureau of Mines, empleando para ello una gran numero de registros de terreno.

Ondas Aéreas

La expresión matemática empleada para predecir la sobrepresión máxima, por voladuras, es la siguiente:

$$P = 82 \left(\frac{R}{W^{1/3}} \right)^{-1,2} \quad (7.3-2)$$

$$dBL = 20 \log(P/P_0) \quad (7.3-3)$$

Donde,

P representa la sobrepresión (psi);

dBL la sobrepresión para una respuesta de frecuencia lineal; y

P0 la presión de referencia igual a 0,0002 μbar.

Modelo de Propagación Sonora

Existen diversas fórmulas empíricas que permiten calcular el nivel de presión sonora resultante, que consideran los diversos factores de atenuación mencionados en los párrafos anteriores. La forma general es:

$$L_p = L_w + ID - A \quad (7.3-4)$$

Donde,

Lp es el nivel de presión sonora que percibe un receptor;

Lw es el nivel de presión sonora de la fuente;

ID el índice de directividad de la fuente (definido como la diferencia en dB entre la intensidad en una dirección dada y la que tendría, a igual distancia, una fuente omnidireccional de igual potencia sonora) y A la atenuación total en dB, dada por:

$$A = A_{div} + A_{abs} + A_{ad} \quad (7.3-5)$$

Siendo los términos del segundo miembro las atenuaciones debido a la divergencia geométrica (A_{div}), la absorción atmosférica (A_{abs}) y una atenuación adicional (A_{ad}), que es una combinación de los efectos climáticos, turbulentos, topográficos y vegetacional, entre otros.

A continuación se detallan las expresiones matemáticas empleadas para predecir la propagación de los niveles de presión sonora que emitirán las distintas fuentes de ruido del proyecto.

Fuentes Puntuales

La expresión matemática utilizada para evaluar la propagación del nivel de presión sonora o ruido emitido por una fuente puntual es la siguiente:

$$L_p = L_w + ID - 20 \log(D) - 11 \quad (7.3-6)$$

Donde,

Lp representa el nivel de presión sonora a una distancia D de la fuente (dB);

Lw el nivel de presión sonora que emite la fuente (dB);

D la distancia del receptor a la fuente (m);

ID = 30, es el índice directividad de la fuente.

Tránsito de Vehículos

En la Argentina no existe una expresión matemática que permita estimar los niveles de presión sonora que se generan con el tránsito de vehículos. No obstante, y para efectos del análisis que se presenta en este informe, se ha utilizado la expresión semiempírica desarrollada por el “Ontario Ministry of Transportation and Communication”.

$$Leq = 42,3 + 10 \log (V_c + 6V_t) - 13,9 \log (D) + 0,13S \quad (7.3-7)$$

Donde,

Leq, representa el nivel de presión sonora equivalente promediado en 1 hr (dB);

Vc, el flujo de automóviles (vehículos livianos) en 1 hr;

Vt, el flujo de camiones (vehículos pesados) en 1 hr;

D, la distancia entre el eje del camino y el receptor (m); y
S, la velocidad media del tránsito (km/hr).

Escenario de Modelación

Considerando el bajo nivel de ruido que se prevé y el bajo número de fuentes de emisión de generación de ruido Para la modelación del NPS en el Camino de Acceso se definió un grupo de receptores alineados perpendicularmente al camino a diversas distancias, que van desde 1 m a 400 m.

7.5.4 Impacto sobre el Suelo

Se cuantificó el área que será afectada por el proyecto, en base a una superposición cartográfica de las unidades de suelo y las obras e instalaciones del mismo, distinguiendo el tipo de unidad de suelo que será intervenida. Se realizó una descripción de los potenciales impactos sobre la calidad del suelo y contaminación asociada, enfatizando las medidas de manejo para minimizar el riesgo de ocurrencia del impacto.

7.5.5 Impacto sobre la Flora y Fauna

Como resultado de la línea de base de flora se caracterizaron las comunidades vegetacionales y se elaboró un mapa de estas unidades. Sobre la base de tal información y el territorio que será intervenido directamente por el Proyecto, se cuantificó, por superposición cartográfica, las áreas y formaciones vegetacionales que serán afectadas, indicando el porcentaje de área involucrada, la superficie de vegetación y el estado de conservación de las especies.

De igual manera, por superposición cartográfica, se identificaron los hábitats que serán intervenidos por las obras del proyecto.

7.5.6 Impacto sobre los Procesos Ecológicos

Se identificó y describió los procesos ecológicos asociados a los hábitats presentes en el área del Proyecto, que pueden ser afectados por éste. Se definió los indicadores biológicos representativos, que permitan realizar un seguimiento de estos procesos así como su evolución en el tiempo.

7.5.7 Impactos sobre el Ámbito Socio-Cultural

La evaluación socio-económica que se presente en el IIA es de tipo descriptiva. Para su preparación se utilizó información estadística y estudios disponibles en organismos públicos y privados. En aquellos aspectos en que pueda cuantificarse el impacto se realizó estimaciones tendientes a identificar impactos directos y acumulativos del proyecto.

7.5.8 Impacto Visual

A partir de las cuencas visuales determinadas en la línea de base, se acotó el alcance de los impactos sobre esta componente. Se elaboraron imágenes digitales, con un software computacional, de diversas vistas panorámicas de las áreas de estudio, a las cuales se les superpuso las obras e instalaciones del proyecto (situación con y sin proyecto), y se estableció el impacto visual de distintos observadores localizados dentro de las áreas de interés del proyecto. Se describieron los impactos sobre los atributos paisajísticos asociados a las alteraciones morfológicas y topográficas, a las obras e instalaciones del proyecto, a la presencia de vegetación y fauna y a los atributos cromáticos.

7.5.9 Memoria de Impactos Irreversibles de la Actividad

Se elaboró un listado que contiene la totalidad de los impactos irreversibles identificados, incluyendo los criterios utilizados para la caracterización de los mismos.

7.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) define los criterios, las especificaciones de diseño y prácticas de manejo que aplicarán al Proyecto Casposo para mitigar, controlar y monitorear cambios en las condiciones de línea de base durante la construcción, operación, cierre y post-cierre del proyecto. El mismo ha sido establecido teniendo en consideración los efectos ambientales y las condiciones de línea de base.

Para realizar este plan, se desarrollaron las medidas de prevención y mitigación de los impactos previamente identificados en la Sección 4.0. Posteriormente, se elaboró el Plan de Monitoreo para los elementos ambientales y operacionales, el que tiene como objetivos los siguientes: i) evaluar las variaciones temporal y espacial en el medio ambiente en el área de influencia del proyecto, ii) identificar potenciales riesgos ambientales que se presenten durante el desarrollo de las operaciones, y iii) evaluar si las medidas de prevención y mitigación que se implementen de acuerdo al PMA son realmente efectivas.

En el Plan de Monitoreo se elaboraron un Programa de Monitoreo a las Instalaciones de Operación (PMO) y un Plan de Monitoreo Ambiental. En el PMO se identificó la obra/instalación a monitorear, el objetivo del mismo y se estableció la frecuencia del monitoreo. Por otra parte, en el Plan de Monitoreo Ambiental, se establecieron para cada componente afectada, los sitios de monitoreo y la frecuencia del mismo.

7.6.1 Participación Ciudadana

La metodología utilizada fue la “entrevista abierta” o “no estructurada” en distintas instancias. Primeramente, se logró un acercamiento con personas conocedoras de la sociedad local con la finalidad de identificar grupos diferenciados y la entrevista giró en torno a la percepción de los actores sociales sobre la minería y en especial del Proyecto Casposo. Se evaluó también a los entrevistados en relación con sus condiciones para

informantes claves y con sus redes sociales como posibles líderes de grupos de interés y conocimiento específico de un tópico social determinado, por ejemplo: educación, salud, religión estructura social, etc.

A los informantes más calificados se les realizó más de una entrevista. La mención de grupos y personas fue la base para aplicar nuevas entrevistas orientadas concretamente hacia el Proyecto Casposo con la finalidad de develar el posicionamiento social del mismo y de la minería, en Villa Calingasta. Igualmente, se indagó sobre el lugar más conveniente para llevar a cabo reuniones grupales con la Empresa, el horario más adecuado según el tiempo laboral de los grupos, los temas de mayor interés para los pobladores y el compromiso personal para asistir.

La selección tuvo como finalidad abarcar la mayor territorialidad posible.⁶ Por lo que se cubrió no sólo Villa Calingasta sino también distintos parajes o localidades aledañas: Puchuzún, Villa Corral, Villa Calingasta, La Isla, Alto Calingasta y Cerro Negro.

7.7 PLAN DE ACCIÓN FRENTE A CONTINGENCIAS AMBIENTALES

Las situaciones de riesgo específicas del Proyecto Casposo fueron identificadas usando una matriz causa-efecto, en la cual las actividades, instalaciones u obras del proyecto fueron evaluadas en términos de su potencial de generar un impacto sobre los receptores (medio ambiente, comunidad y ámbito laboral). De este modo, se identificaron los modos de falla en cada caso, tales como: accidente con equipo móvil, error humano, eventos sísmicos o climáticos, etc, mediante el análisis de riesgo conocido como Análisis de Modos de Fallas y Efectos (AMFE), en base a un enfoque que proporciona un criterio de medición del riesgo a través de una evaluación de las consecuencias (efectos) y del potencial (o probabilidad) de ocurrencia de un evento en particular que pudiera tener efectos ambientales adversos.

El análisis de los modos de falla, sirvió para determinar las medidas de control y prevención orientadas al control de especificaciones de diseño AC/CC (Ej. contención secundaria para evitar derrames) y criterios de manejo que controlan el comportamiento del personal de la tarea (por ej.: Procedimientos de seguridad y entrenamiento). La idea fue formular hipótesis sobre ciertos modos de falla y concatenarlos con los impactos que dichas fallas pudieran producir sobre el medio ambiente, la infraestructura pública y la seguridad de las personas.

Sin embargo si dentro del proceso de análisis se pudiera determinar con un alto grado de certeza que la ocurrencia de un evento en particular no llegaría a alterar las características de línea de base del medio ambiente o de la infraestructura, o a representar un riesgo para la seguridad de los empleados o del público (independientemente del potencial de que ese

⁶ Estas entrevistas y lugares están explicitados en el primer y segundo Informe Preliminar presentados a la Empresa en el año 2005.

evento en realidad suceda), entonces tal evento es eliminado de la siguiente etapa del análisis.

No obstante lo anterior la determinación del potencial de falla requiere de un análisis de los mecanismos de falla y de los eventos iniciadores, como lo muestra el Cuadro 7.5-1.

Cuadro 7.5-1
Clasificación del Potencial de Falla

Clasificación de Probabilidad	Definición
Muy Bajo	No se ha observado la condición o evento en operaciones similares y no se pudo identificar ningún escenario posible, incluso después de realizar un esfuerzo significativo.
Bajo	No se observa la ocurrencia de la condición o evento en la base de datos disponible. Resulta difícil concebir cualquier escenario de falla posible. Sin embargo, después de realizar un esfuerzo considerable, se pudo identificar un solo escenario.
Moderado	No se observa la ocurrencia de la condición o evento, o bien se observa en una instancia aislada en la base de datos disponible. Sin embargo, se pueden identificar varios escenarios de falla potencial.
Alto	Se han observado ocurrencias de la condición en la base de datos disponible.

En cuanto a las consecuencias de falla, éstas se pueden predecir mediante la identificación de las vías de concatenación o transmisión y de los receptores ambientales, y mediante un análisis del grado de impacto sobre estos receptores, los que en particular hacen referencia a los componentes ambientales/sociales que resulten potencialmente afectados y que constituirán la base central para la determinación de la clasificación de las consecuencias.

Clasificación de Consecuencias

La clasificación de consecuencias se determina ponderando según la Ilustración 7.5-1.

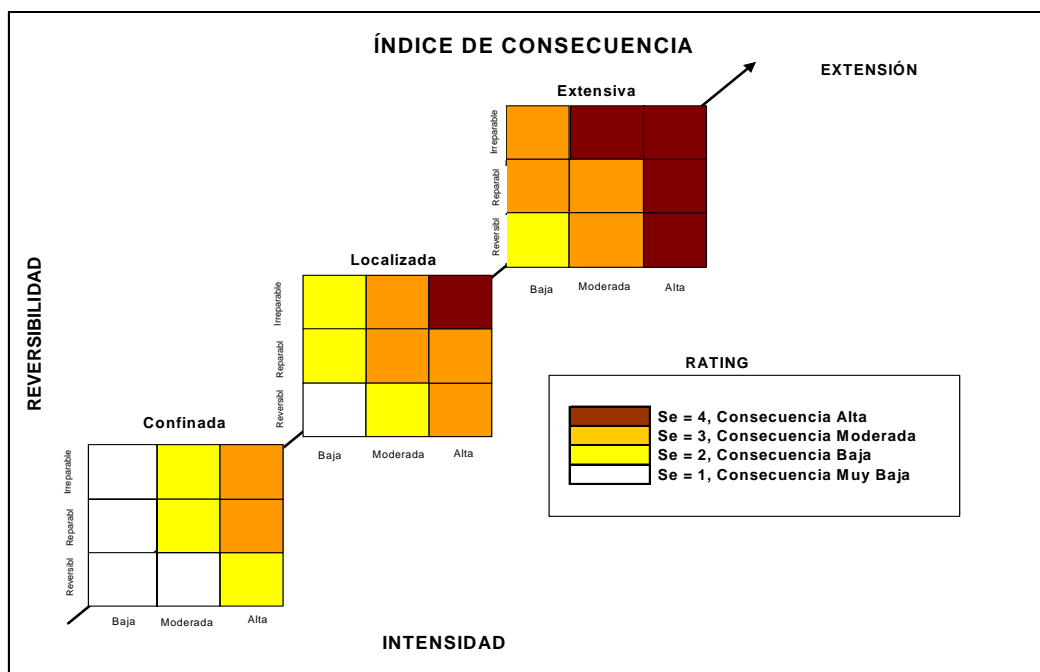


Ilustración 7.5-1. Clasificación de Consecuencias.

Definiciones:

Confinada : Cuando el efecto se restringe al área de operaciones.

Localizada : Cuando el efecto se propaga a otras áreas fuera del ámbito de las operaciones, sin afectar el medio ambiente.

Extensiva : Cuando el efecto se propaga a otras áreas fuera del ámbito de las operaciones, y afecta el medio ambiente.

7.7.1.1 Determinación de la Clasificación de Riesgo

La clasificación final de riesgo se determinó mediante una asociación entre la clasificación de las consecuencias y el potencial de falla, como lo muestra la Ilustración 7.5-2.

NIVEL DE CONSECUENCIA	Alta	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
	Moderada	Muy baja	Baja	Moderada	Alta
	Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Moderada
	Muy Baja	Muy baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja
		Muy Baja	Baja	Moderada	Alta
		PROBABILIDAD DE FALLA			

Ilustración 7.5-2. Clasificación de Consecuencias.

7.8 NORMAS CONSULTADAS

Se identificó y describió la normativa y/o criterios provinciales, nacionales e internacionales observados y consultados para la preparación del Informe de Impacto Ambiental.

Las normas incluidas en la Sección 8.0, corresponden a aquellas que, de conformidad con la Ley de Protección Ambiental para la Actividad Minera y su Reglamento, han sido consultadas o tenidas a la vista al momento de elaborar el presente Informe de Impacto Ambiental, sin que ello signifique necesariamente que tales normas resultan aplicables al Proyecto Casposo. Cuando tales normas son aplicables al proyecto, sus contenidos han sido incorporados en los distintos capítulos del Informe; por el contrario, cuando luego de analizadas las normas se ha llegado a la conclusión de que algunas de ellas no son aplicables al proyecto, simplemente se han desestimado.