



Capítulo II. Descripción del Ambiente

3ra Actualización Informe de Impacto Ambiental de Explotación

Mina Cerro Moro

Santa Cruz - Argentina

Preparado para: Yamana Gold - Estelar Resources
Ltd.

YAMANAGOLD

Estelar Resources Ltd.

Preparado por: GT Ingeniería SA

Proyecto N°: 180523_049 - Rev03

Octubre 2018

Límites y excepciones

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

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

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

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

Tabla 0.0:
Control de Revisiones

Nombre y Apellido	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre y Apellido	Fecha Aprobación
Ania Gil	A	07/08/2018		
Pamela Martin	B	29/08/2018		
Ania Gil	C	30/08/2018		
Ania Gil	03	08/10/2018	Mario Cuello	08/10/2018

Tabla de contenidos

I.	Descripción del Ambiente	1
7.	Ubicación geográfica.....	1
7.1.	Área de Influencia.....	3
8.	Plano de pertenencia minera y servidumbres afectadas	3
9.	Descripción y representación gráfica de las características ambientales	5
9.1.	Geología y geomorfología	5
9.1.1.	Descripción general.....	5
9.1.2.	Sismología.....	9
9.2.	Climatología.....	10
9.2.1.	Vientos: frecuencia, intensidad, estacionalidad	11
9.2.2.	Precipitaciones, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura	14
9.2.3.	Calidad del Aire	17
9.2.4.	Ruidos e Niveles de iluminación	18
9.3.	Hidrología e hidrogeología	20
9.3.1.	Hidrología (Agua superficial)	21
9.3.2.	Hidrogeología (Agua subterránea).....	26
9.4.	Uso actual y potencial del agua	39
9.5.	Estudio piezométrico estático para cuerpos de agua subterránea	39
9.5.1.	Sector Escondida Central-Este	41
9.5.2.	Sector Loma Escondida	43
9.5.3.	Sector Esperanza	44
9.5.4.	Sector Gabriela.....	45
9.5.5.	Identificación de pozos de observación en un mapa	47
9.5.6.	Niveles de los acuíferos en los pozos seleccionados y variaciones temporales	47
9.5.7.	Caracterización del flujo subterráneo.....	47
9.5.8.	Análisis e interpretación de datos y resultados obtenidos	47
9.6.	Estudio piezométrico dinámico para fuentes de agua subterránea si correspondiere	47
9.7.	Edafología	48
9.7.1.	Descripción general de los suelos en el área de influencia	61
9.7.2.	Clasificación de suelos	61
9.7.3.	Uso actual y potencial	61
9.7.4.	Nivel de degradación en el área de influencia (bajo, moderado, severo, grave).....	61
9.7.5.	Resumen Drenaje Ácido de Rocas	62
9.8.	Flora	65
9.8.1.	Caracterización fitosociológica de la vegetación	65
9.8.2.	Mapa de vegetación	78
9.9.	Fauna	80
9.9.1.	Identificación y categorización de especies	80
9.9.2.	Reptiles.....	82
9.9.3.	Aves.....	83

9.9.4.	Mamíferos.....	90
9.9.5.	Micromamíferos.....	98
9.9.6.	Listado de especies amenazadas.....	98
9.9.7.	Limnología.....	100
9.9.8.	Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción.....	114
9.10.	Caracterización ecosistémica.....	114
9.10.1.	Identificación y delimitación de unidades ecológicas.....	114
9.10.2.	Evaluación del grado de perturbación.....	114
9.11.	Áreas naturales protegidas en el área de influencia.....	115
9.11.1.	Ubicación y delimitación.....	115
9.11.2.	Categorización de las áreas naturales protegidas.....	116
9.12.	Paisaje.....	116
9.12.1.	Descripción.....	116
9.13.	Aspectos socioeconómicos y culturales.....	116
9.13.1.	Aspectos sociodemográficos.....	117
9.13.2.	Actividades económicas.....	118
9.13.3.	Aspectos socioculturales.....	119
9.13.4.	Aspectos arqueológicos, paleontológicos y comunidades aborígenes.....	119
10.	Descripción de las tendencias de evolución del medio ambiente natural, (hipótesis de no concreción del proyecto).....	119

Figuras

Figura 7.1.	Ubicación General – Proyecto Minero Cerro Moro.....	2
Figura 8.1.	Propiedades Mineras que integran la Mina Cerro Moro.....	4
Figura 9.1.	Sectores de interés geológico y de mineralización – Mina Cerro Moro.....	6
Figura 9.2.	Secciones litológicas en sector Escondida West-Central y Loma Escondida, con escasos aportes de agua.....	7
Figura 9.3.	Secciones litológicas en sector Nini Central y Sur, con sectores acuíferos de interés someros.....	8
Figura 9.4.	Secciones litológicas en sector Gabriela, con sectores acuíferos de interés someros y profundos.....	9
Figura 9.5.	Áreas sísmológicas de la República Argentina INPRES-CIRSOC.....	10
Figura 9.6.	Estaciones Meteorológicas – Mina Cerro Moro.....	11
Figura 9.7.	Áreas de influencia directa e indirecta para disposición de agua de rechazo de POI.....	23
Figura 9.8.	Contexto hidrológico regional de subcuencas 8 y POI.....	24
Figura 9.9.	Esquemas del modelo hidrogeológico conceptual en prospecto Gabriela-Nini.....	29
Figura 9.10.	Profundidad de aportes de agua y caudales de ensayos air-lift en las perforaciones en Gabriela.....	30
Figura 9.11.	Alumbramiento y cambios de caudal en profundidad en perforaciones de Nini Central y Sur.....	31
Figura 9.12.	Esquema hidrogeológico general para los sectores de Escondida West Central (izq) y Loma Escondida (dcha).....	32

Figura 9.13. Esquema del modelo hidrogeológico conceptual en sectores de Falla Escondida explorados en 2013.....	32
Figura 9.14. Puntos de muestreo hidroquímico 2017	34
Figura 9.15. Diagrama de Piper para todas las muestras de agua 2017 de la Mina Cerro Moro.	35
Figura 9.16. Ubicación de perforaciones exploratorias realizadas entre diciembre 2016 y marzo 2017	40
Figura 9.17. Ubicación de perforaciones en el sector Escondida Central - Este.....	42
Figura 9.18. Ubicación de perforaciones en el sector Loma Escondida.....	43
Figura 9.19. Ubicación de perforaciones ejecutadas en Esperanza.....	44
Figura 9.20. Ubicación de perforaciones hidrogeológicas exploratorias en el sector Gabriela	46
Figura 9.21. Sitios de Muestro de Suelo de la Mina Cerro Moro	49
Figura 9.22. Mapa Relevamiento Flora 2017 Proyecto Cerro Moro	79
Figura 9.23. Mamíferos observados.....	92
Figura 9.24. Densidad de guanacos por ha en Proyecto Cerro Moro	96
Figura 9.25. Probabilidad de uso del espacio (Home range).....	97

Gráficas

Gráfica 9.1. Velocidad del viento máxima y media – Período 2016	12
Gráfica 9.2. Velocidad del viento máxima y media – Período 2017	13
Gráfica 9.3. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Periodo 2016.....	13
Gráfica 9.4. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Periodo 2016	13
Gráfica 9.5. Rosa de los vientos – Tercer trimestre – Periodo 2016	13
Gráfica 9.6. Rosa de los vientos – Cuarto trimestre – Periodo 2016.....	13
Gráfica 9.7. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Periodo 2017	14
Gráfica 9.8. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Periodo 2017	14
Gráfica 9.9. Rosa de los vientos – Tercer trimestre – Periodo 2017	14
Gráfica 9.10. Rosa de los vientos – Cuarto trimestre – Periodo 2017.....	14
Gráfica 9.11. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Periodo 2018.....	14
Gráfica 9.12. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Periodo 2018	14
Gráfica 9.13. Precipitación mensual – Período 2016.....	15
Gráfica 9.14. Precipitación mensual – Período 2017.....	15
Gráfica 9.15. Temperatura máxima, mínima y media mensual – Período 2016	16
Gráfica 9.16. Temperatura máxima, mínima y media mensual – Período 2017	17
Gráfica 9.17 (compilado). Dinámica de la cobertura de suelo en el Monitor de <i>Mulguraea tridens</i> , en las mediciones realizadas en el 2008, 2015, 2016 y 2017.	66
Gráfica 9.18. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de <i>Mulguraea tridens</i> en el año 2017	67
Gráfica 9.19. Dinámica de las formas de vida en el periodo evaluado.....	67
Gráfica 9.20 (compilado). Dinámica de la cobertura de suelo en el Monitor de <i>Nardophyllum</i> y <i>Pappostipa</i> , en las mediciones realizadas en el 2008, 2015, 2016 y 2017.	69

Gráfica 9.21. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de <i>Nardophyllum bryoides</i> y <i>Pappostipa sp</i>	70
Gráfica 9.22. Dinámica de las formas de vida en el periodo 2008-2017	71
Gráfica 9.23 (compilado). Cobertura de suelo en la MARA realizada sobre a comunidad de <i>Nassauvia sp</i> . Evaluación 2008, 2015, 2016 y 2017	73
Gráfica 9.24. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de <i>Nassauvia sp</i>	74
Gráfica 9.25. Dinámica de la cobertura por forma de vida en el periodo 2008-2017	74
Gráfica 9.26. Tendencia temporal de los índices de función del paisaje para los tres monitores.	77
Gráfica 9.27. Representación de Familias de Reptiles por campaña	83
Gráfica 9.28. Representación de los estados de conservación para las aves observadas durante la campaña	84
Gráfica 9.29. Representación de especies por familia ornitológica	85
Gráfica 9.30. Comparación en la riqueza de especies entre las campañas	86
Gráfica 9.31. Cantidad de familias representadas por campaña	87
Gráfica 9.32. Representación de las familias ornitológicas por campaña	88
Gráfica 9.33. Variación de la abundancia de aves por tipo de vegetación	89
Gráfica 9.34. Variación del índice de Shannon por tipo de vegetación	89
Gráfica 9.35. Representatividad de los mamíferos de la campaña 2017 (No incluye a <i>Lama guanicoe</i>)	91
Gráfica 9.36. Composición Etaria de Guanacos relevados	93
Gráfica 9.37. Porcentaje de ejemplares, por unidad topográfica	94
Gráfica 9.38. Selección de hábitats	94
Gráfica 9.39. Comparación pH en las diferentes estaciones estudiadas	101
Gráfica 9.40. Temperatura del agua (°C) registrada en cada estación estudiada en relación con el Oxígeno disuelto (ppm)	101
Gráfica 9.41. Comparación de la Temperatura ambiente (°C) en cada estación estudiada en relación a la altura sobre el nivel del mar (msnm)	102
Gráfica 9.42. Comparación del Oxígeno disuelto (OD ppm) en cada estación estudiada	102
Gráfica 9.43. Número de especies totales de fitoplancton colectadas en cada una de las estaciones de muestreo	104
Gráfica 9.44. Densidad de organismos fitoplanctónicos (cél./ml) en cada una de las estaciones de muestreo	104
Gráfica 9.45. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies de fitoplancton colectadas en las estaciones de muestreo	105
Gráfica 9.46. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo	105
Gráfica 9.47. Número de especies totales de fitobentos colectadas en cada una de las estaciones de muestreo	108
Gráfica 9.48. Densidad de organismos fitobentónicos (cél./cm ²) en cada una de las estaciones de muestreo	108
Gráfica 9.49. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies del fitobentos colectadas en las estaciones de muestreo	109
Gráfica 9.50. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo	109

Gráfica 9.51. Número de especies totales de zooplancton colectadas en cada una de las estaciones de muestreo	112
Gráfica 9.52. Densidad de organismos zooplanctónicos (indiv./l) en cada una de las estaciones de muestreo	112
Gráfica 9.53. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies del zooplancton colectadas en las estaciones de muestreo	113
Gráfica 9.54. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo	113
Gráfica 9.55. Evolución de la población y proyección para el año 2020. Izquierda: Provincia de Santa Cruz; Derecha: ciudad de Puerto Deseado.	117
Gráfica 9.56. Composición del empleo público.	118

Tablas

Tabla 7.1. Coordenadas centrales de la Mina Cerro Moro	1
Tabla 8.1. Propiedades Mineras que integran la Mina Cerro Moro	3
Tabla 9.1. Velocidad media y máxima del viento en km/h - Período 2016-2018	12
Tabla 9.2. Precipitaciones (mm) mensuales y anuales - Período 2016-2018	15
Tabla 9.3. Temperatura máxima, mínima y media. Período 2016-2018	16
Tabla 9.4. Humedad relativa media anual – Período 2016-2018	17
Tabla 9.5. Clasificación de los grupos hidrológicos (SCS 1972).	22
Tabla 9.6. Características principales de subcuencas hidrológicas en sitios relevados	25
Tabla 9.7. Unidades hidrogeológicas definidas para La Mina Cerro Moro.	27
Tabla 9.8. Puntos de muestreo hidroquímico 2017 – Parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i> .	33
Tabla 9.9. Muestreo 2017 en pozos operativos y potenciales zonas de abastecimiento en Proyecto Cerro Moro.	37
Tabla 9.10. Muestreo 2017 en pozos operativos y potenciales zonas de abastecimiento en Proyecto Cerro Moro.	38
Tabla 9.11. Generalidades de perforaciones	41
Tabla 9.12. Resumen de las características más relevantes de la perforaciones en el sector Escondida Central-Este.	43
Tabla 9.13. Registros de niveles de agua y parámetros físico-químicos y generalidades en los pozos PA-14 y PA-15.	44
Tabla 9.14. Censo de niveles, calidad de agua y generalidades de perforación en el sector Esperanza	45
Tabla 9.15. Censo y generalidades de perforación del sector Gabriela.	47
Tabla 9.16. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585	50
Tabla 9.17. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585	52
Tabla 9.18. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585	54
Tabla 9.19. Muestras de suelo de análisis anteriores y actuales que superan el valor guía de la Ley 24.585	56
Tabla 9.20. Parámetros medidos y metodología utilizada	57
Tabla 9.21. Análisis de Textura	58

Tabla 9.22. Análisis de Textura.....	58
Tabla 9.23. Análisis de Textura.....	59
Tabla 9.24. Análisis de Fertilidad.....	59
Tabla 9.25. Análisis de Calcáreo.....	60
Tabla 9.26. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).....	60
Tabla 9.27. Clasificación de estéril por rajo, según potencial de drenaje ácido.....	64
Tabla 9.28. Cobertura por especie (%) y clasificación de las especies por forma de vida (fdv) en el Monitor de Mata negra según año.....	67
Tabla 9.29. Cobertura absoluta por especies en el relevamiento 2008, 2015, 2016 y 2017 para la MARA de la comunidad de <i>Nardophyllum</i> y <i>Pappostipa</i>	71
Tabla 9.30. Cobertura absoluta por especies en el relevamiento 2008, 2015, 2016 y 2017 para la MARA de la comunidad de <i>Nassauvia</i> sp.....	74
Tabla 9.31. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de <i>Mulguraea tridens</i> dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017.....	76
Tabla 9.32. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de <i>Nardophyllum</i> y <i>Pappostipa</i> dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017.....	76
Tabla 9.33. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de <i>Nassauvia</i> dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017.....	76
Tabla 9.34. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de <i>Mulguraea tridens</i>	76
Tabla 9.35. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de <i>Nardophyllum</i> y <i>Pappostipa</i>	77
Tabla 9.36. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de <i>Nassauvia</i>	77
Tabla 9.37. Elenco de especies de vertebrados nativos, relevados durante las campañas de 2016 y 2017.....	80
Tabla 9.38. Número de especies por grupo de vertebrados.....	82
Tabla 9.39. Especies observadas durante la campaña primavera 2017.....	82
Tabla 9.40. Abundancias de Reptiles por campaña.....	82
Tabla 9.41. Especies observadas en la campaña invierno 2017.....	83
Tabla 9.42. Cantidad de especies por estados de conservación para las aves observadas.....	84
Tabla 9.43. Cantidad de especies por familia.....	84
Tabla 9.44. Especies de aves observadas durante 2017 y comparación con años anteriores.....	85
Tabla 9.45. Cantidad de familias ornitológicas relevadas por campaña.....	86
Tabla 9.46. Cantidad de especies por familia ornitológica por campaña.....	87
Tabla 9.47. Aves relevadas por Punto Fijo.....	88
Tabla 9.48. Cantidad de ejemplares total por tipo de vegetación.....	88
Tabla 9.49. Valores de Índice de Shannon y Equitatividad para 2017.....	89
Tabla 9.50. Comparativa entre las campañas de invierno de 2015 y 2017.....	90
Tabla 9.51. Especies de mamíferos observadas, sus cantidades y coordenadas de avistamiento.....	90
Tabla 9.52. Total de individuos según especies de Mamíferos relevados en 2017.....	91
Tabla 9.53. Composición Etaria de Guanacos relevados.....	93
Tabla 9.54. Selección de topografía de los guanacos.....	93

Tabla 9.55. Selección de hábitats del Guanaco, durante campaña 2017	94
Tabla 9.56. Comparativa de especies de roedores entre campañas	98
Tabla 9.57. Estatus de Conservación por especie observada.....	98
Tabla 9.58. Representación de los estados de conservación de los vertebrados de Cerro Moro	100
Tabla 9.59. Caracterización Fisicoquímica del agua de los sitios muestreados	100
Tabla 9.60. Análisis cuantitativo fitoplancton	103
Tabla 9.61. Análisis cuantitativo fitobentos	107
Tabla 9.62. Análisis cuantitativo Zooplancton.....	111
Tabla 9.63. Categorización de las áreas naturales protegidas	116
Tabla 9.64. Crecimiento poblacional para el departamento Deseado	117
Tabla 9.65. Hogares por tipo de vivienda, según combustible utilizado principalmente para cocinar.	118

I. Descripción del Ambiente

GT Ingeniería S.A. (GT) ha sido contratada por Estelar Resources Ltd. (en adelante Estelar) para el desarrollo de la 3° Actualización del Informe de Impacto Ambiental de la Etapa de Explotación del Proyecto Minero Cerro Moro (en adelante Cerro Moro, la Mina) ubicado en el departamento Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina.

El presente capítulo tiene por objeto describir la caracterización del ambiente en que se llevan a cabo las actividades de la Mina Cerro Moro y su entorno. En este marco, el presente capítulo tiene como objeto exponer de forma clara y detallada, la nueva información generada de índole ambiental, desde la presentación de la 2° AIIA Explotación Proyecto Cerro Moro (GT Ingeniería, 2016) a la fecha, relativa a las características ambientales del área de la Mina Cerro Moro.

Para esto, se consultaron 3 fuentes de nueva información generada con posterioridad a la 2° AIIA Explotación Proyecto Cerro Moro:

- El Relevamiento Biológico 2017 de la Mina Cerro Moro, que abarcó las disciplinas: flora, fauna y limnología (GT, 2017).
- El Monitoreo Ambiental 2017 de la Mina Cerro Moro: que abarcó el Monitoreo de suelo (GT, 2017).
- Información meteorológica registrada por la estación meteorológica de la Mina Cerro Moro desde su puesta en funcionamiento en setiembre de 2008.

7. Ubicación geográfica

El Proyecto, se encuentra en el departamento Deseado de la provincia de Santa Cruz, a unos 60 km hacia el sur de la localidad de Jaramillo. La ubicación geográfica del proyecto se observa en la figura a continuación.

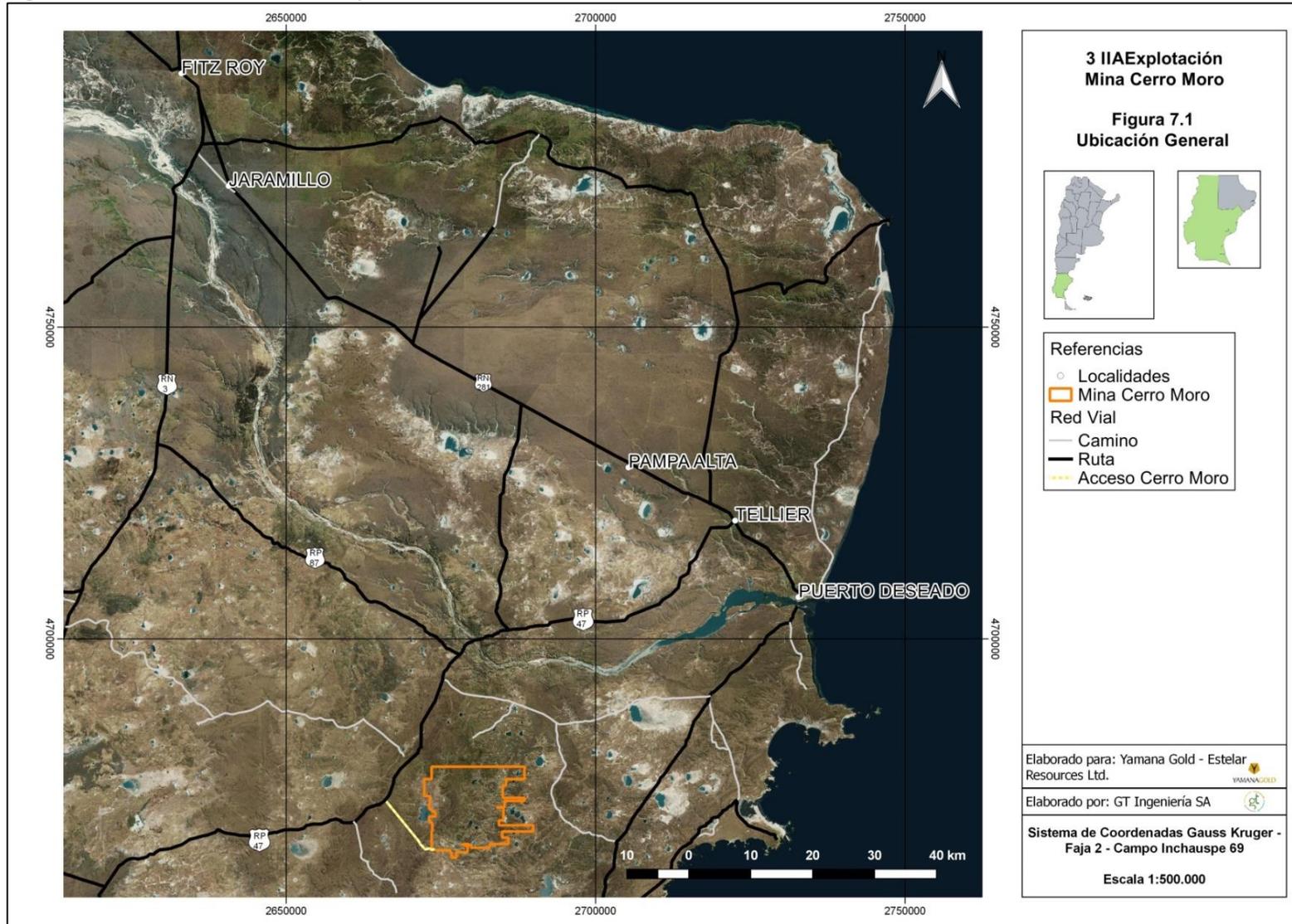
La Mina Cerro Moro posee una superficie de 17.676,14 ha y abarca un total de 18 propiedades mineras (Figura 7.1 y Anexo I. Figura I.1). En la tabla a continuación se observa la coordenada central del mismo.

Tabla 7.1. Coordenadas centrales de la Mina Cerro Moro

	X	Y
Coordenada Central Aproximada	4673425.630	2679289.422,

Fuente: GT. Nota: Las coordenadas se muestran en sistema Gauss Krüger - campo Inchauspe, Faja 2

Figura 7.1. Ubicación General – Proyecto Minero Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería SA, 2018

7.1. Área de Influencia

Se considera área del proyecto a aquella zona que incluye a la mina, todas las instalaciones y obras de infraestructura necesarias para la puesta en marcha y operación del proyecto minero.

El Área de influencia es la sumatoria de las áreas de influencia particulares de cada componente ambiental, es decir, aquella donde el componente es susceptible de ser afectado por las actividades del proyecto (impactos ambientales) de manera directa o indirecta.

El área de influencia contiene al área del proyecto y se toman en cuenta todas las actividades que en él se llevan a cabo, su entorno espacial, límites geográficos, y sus impactos positivos y negativos.

En función de los cambios previstos en la Mina Cerro Moro, informados en la presente AIIA, no se registran variaciones significativas respecto de las definiciones de Área de Influencia Directa (AID) para factores ambientales de la Mina Cerro Moro. Respecto del Área de Influencia Indirecta (AII), la misma se mantiene tal cual lo informado en el IIA Inicial (2010).

8. Plano de pertenencia minera y servidumbres afectadas

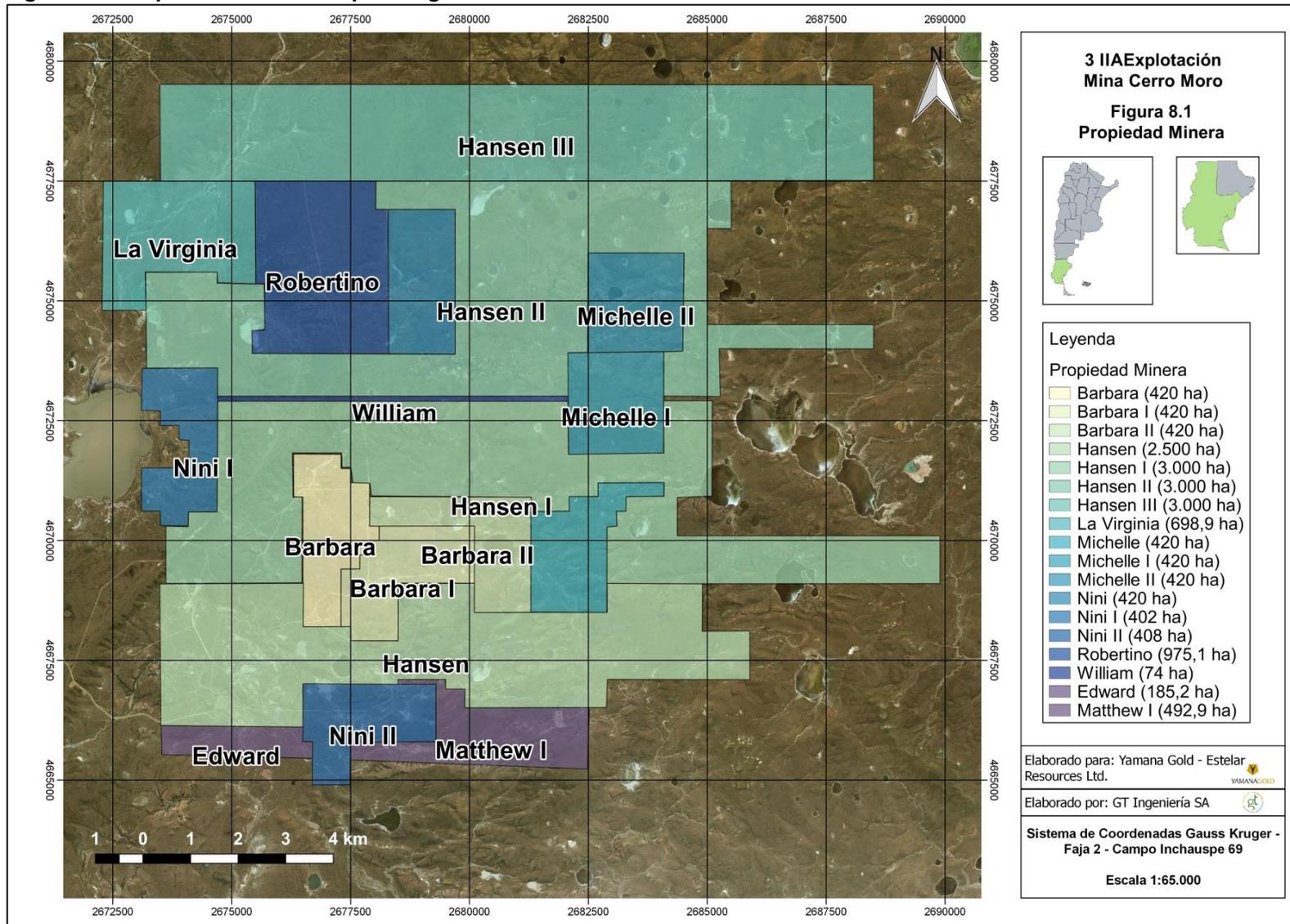
Las pertenencias mineras, así como las servidumbres afectadas no han variado desde la presentación del IIA Inicial Proyecto Cerro Moro (Ausenco Vector, 2010). A continuación se listan las propiedades mineras que componen el Proyecto, su distribución se observa en la Figura 8.1 y en Anexo I – Mapas y Figuras, Figura I.2.

Tabla 8.1. Propiedades Mineras que integran la Mina Cerro Moro

Identificación	Propiedad	Expediente N°	Coordenada X	Coordenada Y	Superficie (ha)
1	Bárbara	407088-M-93	4.670.000	2.677.200	420,0
2	Bárbara I	407087-M-93	4.669.100	2.678.700	420,0
3	Bárbara II	407082-M-93	4.669.700	2.680.700	420,0
4	Hansen	412991-M-95	4.667.600	2.679.700	2.500,0
5	Hansen I	412988-M-95	4.671.000	2.681.758	3.000,0
6	Hansen II	412989-M-95	4.675.250	2.680.850	3.000,0
7	Hansen III	412990-M-95	4.678.500	2.681.000	3.000,0
8	La Virginia	404908-CV-02	4.676.150	2.673.900	698,9
9	Michelle	407083-M-93	4.669.850	2.682.700	420,0
10	Michelle I	407101-M-93	4.672.850	2.683.100	420,0
11	Michelle II	407084-M-93	4.674.950	2.683.500	420,0
12	Nini	407102-M-93	4.675.400	2.679.000	420,0
13	Nini I	412992-M-95	4.671.950	2.674.400	402,0
14	Nini II	412993-M-95	4.665.950	2.677.900	408,0
15	Robertino	401961-ER-07	4.675.700	2.676.866	975,1
16	Williams	411600-ER-04	4.672.950	2.678.400	74,0
17	Edward	402342-E-07	4.666.475	2.673.480	185,2
18	Matthew	402343-E-07	4.666.168	2.680.010	492,9

Fuente: Estelar. Nota: Coordenadas Gauss-Krüger Argentina Faja 2.

Figura 8.1. Propiedades Mineras que integran la Mina Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería SA, 2018

9. Descripción y representación gráfica de las características ambientales

Dado que muchas de las características ambientales no han sufrido variaciones desde el IIA Inicial (2010) y sus sucesivas actualizaciones, en este capítulo se resumirá la información oportunamente presentada; en los casos en los que se cuente con información actualizada generada en campo a través de monitoreos o nuevos estudios se desarrollaran en el presente capítulo.

9.1. Geología y geomorfología

La caracterización geológica local del área de estudio como así también el análisis detallado de la hidrogeología ha sido presentada en diversos informes realizados por Hidroar, principalmente durante los años 2012 y 2013, y ha sido descripta en el AIIA Explotación (Ausenco Vector, 2013) y en el 2° AIIA Explotación (GT, 2016). En dichos documentos se actualizó y complementó la información presentada en el IIA inicial Explotación Proyecto Cerro Moro (Ausenco Vector, 2010) con nueva información.

Por tal motivo, en este capítulo se hará breve descripción del contexto geológico – hidrogeológico en las zonas de interés, refiriendo las particularidades locales del modelo conceptual cuando amerite hacer aclaraciones. La siguiente descripción general se desarrolló en el estudio hidrogeológico de factibilidad técnica de la Mina Cerro Moro, realizado en Octubre de 2017 por Hidroar S.A.

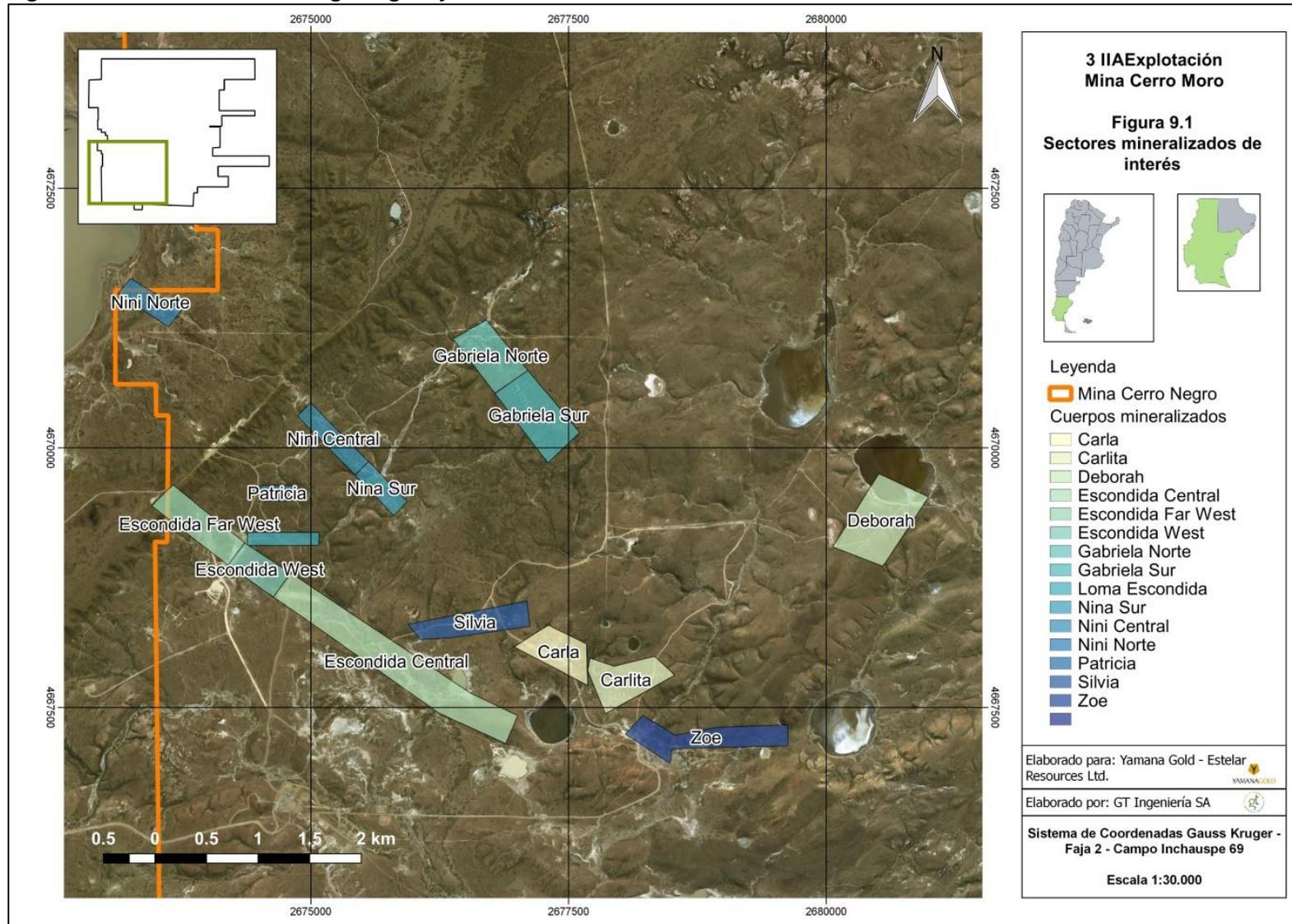
9.1.1. Descripción general

La geología del área de la Mina Cerro Moro se compone principalmente por rocas del Grupo Bahía Laura (Jur. medio-tardío), constituido por la Fm Chon Aike y la Fm La Matilde. La primera (Fm Chon Aike), está integrada por intercalaciones de ignimbritas porfíricas y piroclastitas; la segunda unidad, suprayacente, incluye principalmente tobas y tufitas líticas a cristalinas, muy friables y meteorizadas en superficie, con mayor expresión en subsuelo en Escondida West-Central incluyendo Martina (más de 100 m de espesor). Estas unidades se encuentran afectadas por fallamiento regional subvertical NO-SE a E-O, donde se emplazan vetas, brechas hidrotermales y/o rocas rebrechadas, de principal expresión en Zoe. Con menor distribución, sobre estas rocas se disponen 10 a 40 m de sedimentitas de las Formaciones Patagonia y La Avenida, esta última incluyendo gravas arenosas no consolidadas situadas al NO del proyecto (Espigón Terciario), en Escondida Far West, Gabriela y Nini Central, con poca o nula expresión al SE.

A escala local, se describen los sectores que se han explorado en la etapa 2016-2017, para no redundar en descripciones ya hechas con anterioridad (Estudios Fase I y Fase II, Hidroar 2012-2014).

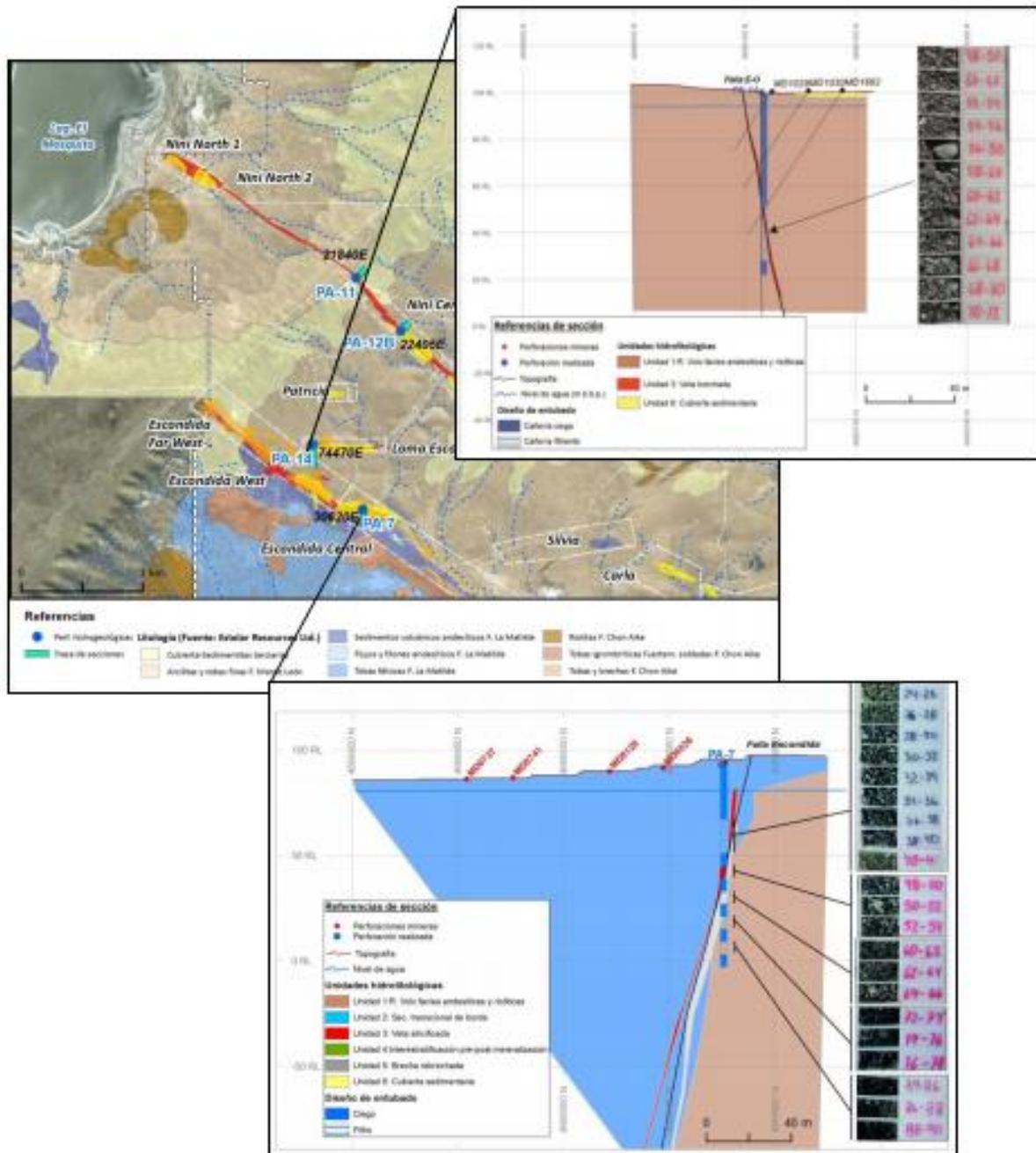
En el sector Escondida West-Central explorado hasta los 164 m, destacan las unidades hidrolitológicas 1 y 2, correspondiente a rocas de las Formaciones Chon Aike y La Matilde, sin haber cobertura sedimentaria en esta zona y encontrándose en general la roca argilizada en lo que respecta a la Fm La Matilde (ver **Figura 9.2**). El pase litológico es variable, siendo en el sector NO (pozos PA-5 y PA-6) más profundo (130 m), somerizándose hacia el SE (70 m en los pozos PA-7 y PA-8B). Entre ambas unidades se disponen rocas rebrechadas (unidad 5 en los logueos), con espesor del orden de 20 m, si bien no se han verificado caudales de aporte significativos a estas profundidades como para definir estos sectores de interés al abastecimiento. En este sentido, el alumbramiento de agua se registró solo en las perforaciones centrales (PA-6 y 7), vinculado a rocas volcanoclásticas de la Formación La Matilde a la profundidad de 30 m bbb., si bien se han aforado caudales inferiores a 0,5 m³/h en las perforaciones, sin indicios de otros aportes hasta las profundidades de exploración, más allá de las estructuras atravesadas.

Figura 9.1. Sectores de interés geológico y de mineralización – Mina Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería SA, 2018

Figura 9.2. Secciones litológicas en sector Escondida West-Central y Loma Escondida, con escasos aportes de agua.



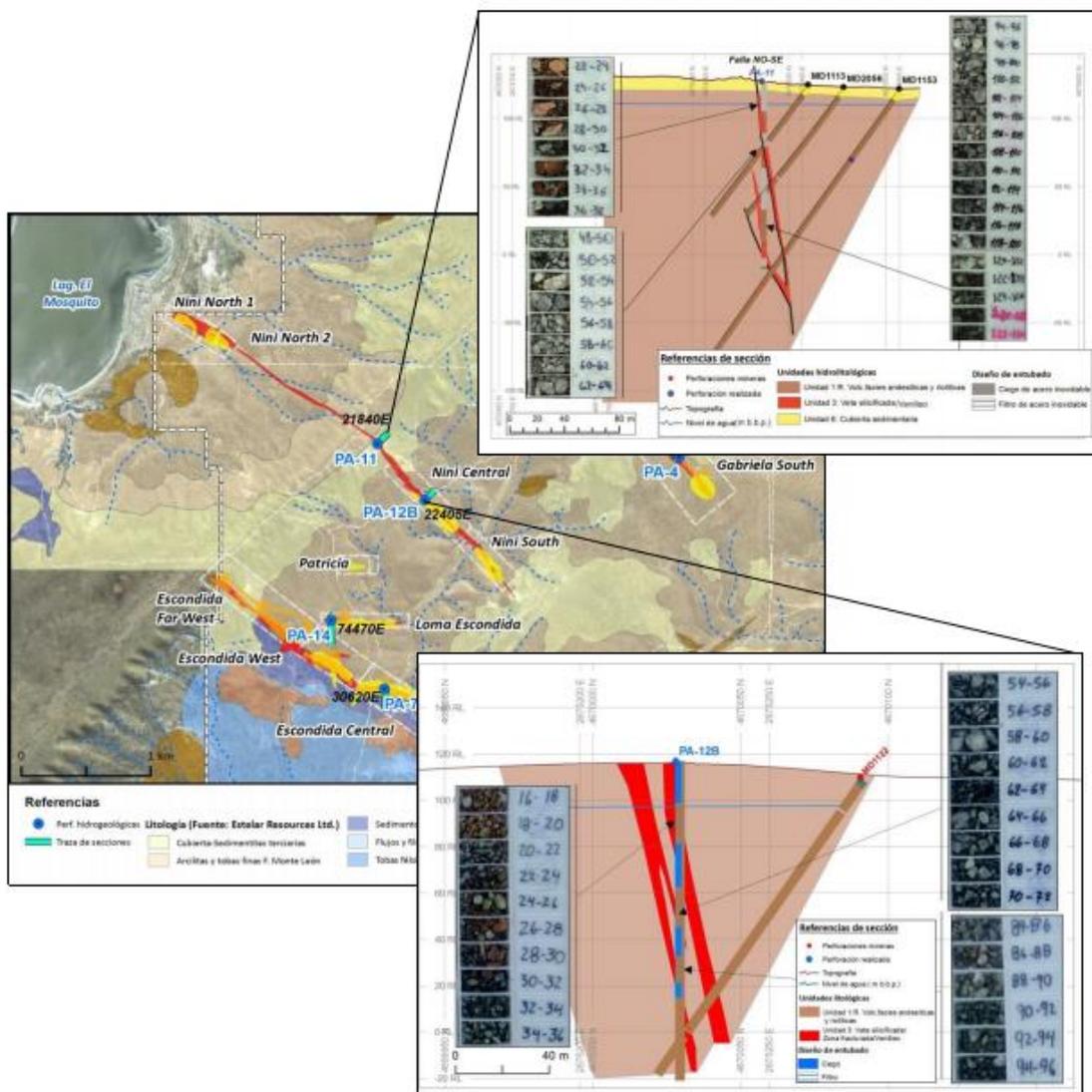
Fuente: Hidroar, 2017

Tal como se ve en la Figura 9.1, el sector de Loma Escondida inmediatamente al Norte de Escondida, las rocas de la Fm Chon Aike atravesadas por las perforaciones (PA-14 y PA-15) son aún más macizas, destacando andesitas coherentes (L1) y rocas volcánicas de composición media – ácida (P1), seguidas a partir de los 10-20 metros por riolacitas hasta el final de exploración (96 m máximo). Aquí las estructuras identificadas son más restringidas, de escaso espesor (2-4 m), descritas como veta brechada entre los 32-36 m en PA-14 y 10-12 m en PA-15, y no necesariamente coincidentes con el aporte de agua en la perforación, el que ha resultado muy escaso en ambos pozos (caudales inferiores a 1 m³/h a partir de ensayos airl-lift).

En Nini Central y Sur, la litología identificada en los sondeos corresponde a cobertura sedimentaria con un espesor de 5 a 8 metros, continuando con rocas volcánicas de composición intermedia a ácida de la Formación Chon Aike (ver **Figura 9.3**). En general, las rocas de este sector se encuentran con mayor fracturación que los otros dos sectores, y se atravesó en los pozos mayor espesor de

estructuras vetiformes de cuarzo, brechas y stockworks a excepción del pozo PA-10. De hecho, en la zona NO donde se perforó el PA-11 y PA-11B la estructura vetiforme se ramifica en profundidad, en coincidencia con aumentos de caudal dentro del rango de agua dulce a levemente salobre. Se ha alumbrado agua en general a poca profundidad (entre 16 y 35 metros), ya con caudales que superan el metro cúbico o más desde los sectores de aportes de agua, que generalmente han coincidido con zonas de fractura más que con la propia veta, donde se verifican cambios en la calidad del agua hacia mayor salinización en Nini Sur.

Figura 9.3. Secciones litológicas en sector Nini Central y Sur, con sectores acuíferos de interés someros.

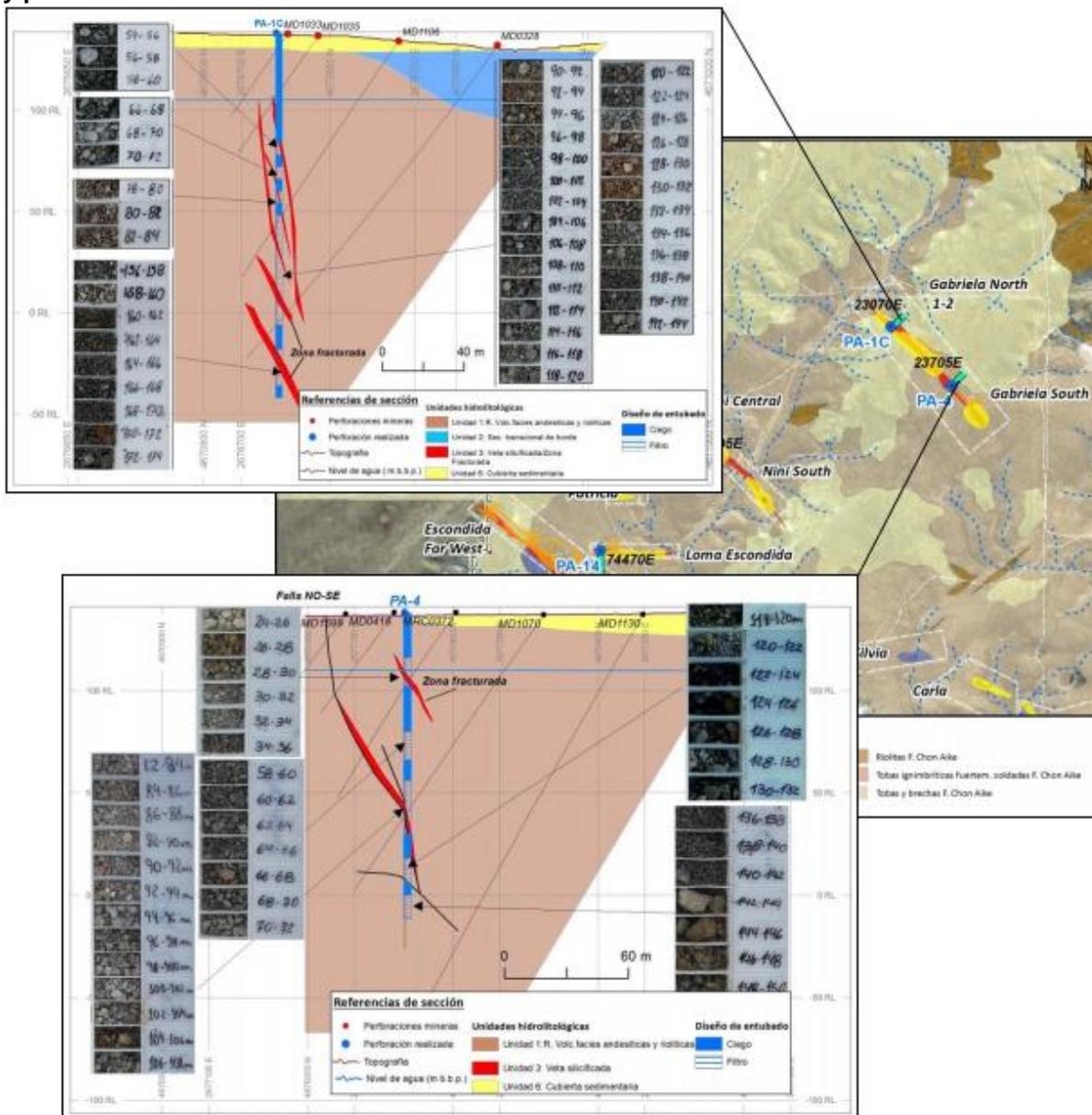


Fuente: Hidroar, 2017

El informe elaborado por Hidroar S.A (2017), describe que en el sector Gabriela, más allá de los espesores de cobertura sedimentaria de rodados hasta 16 metros de potencia, la geología es similar al sector de Zoe. Predominan las rocas de volcánicas de composición riódacítica relativamente macizas de la Fm Chon Aike, con alta recuperación de testigos (RQD > 80% en general), dándose espesores que superan los 200 m, con intercalación de cuerpos subvolcánicos que no superan los 30-40 metros de espesor, sin tanta significancia de rocas rebrechadas, salvo en zonas puntuales como donde se perforó el PA-1B y C. Son frecuentes los tramos cercanos a la veta con venilleo paralelo o brechamiento hidrotermal, que no superan los 2 metros de espesor, y en las perforaciones coinciden con aportes de agua o aumentos de caudal en profundidad, generalmente por debajo de la falla principal. Hacia el SE, las rocas tienen fracturación más restringidos si bien no cambian los tipo

litológicos, hecho que se evidencia por la presencia de aportes de agua puntuales, sin nuevos aumentos de caudal más allá de los 100 m.b.b.p. (sitios de los pozos PA-4 y PA-3A).

Figura 9.4. Secciones litológicas en sector Gabriela, con sectores acuíferos de interés someros y profundos.



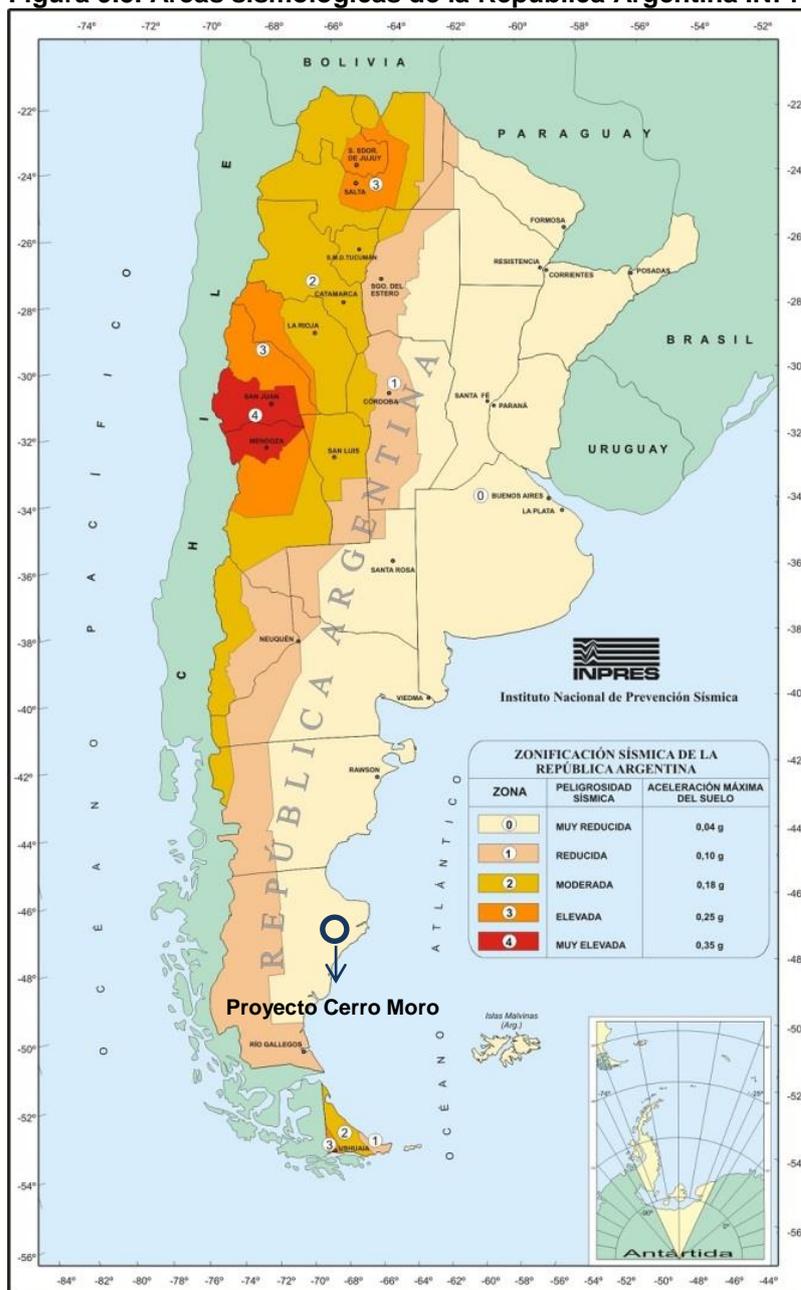
Fuente: Hidroar, 2017

9.1.2. Sismología

La clasificación que se utiliza para la caracterización sismológica es la del IMPRES-CIRSOC 103, 1983, la cual se basa en la Zonificación según Grado de Peligrosidad Sísmica, especificada por las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes.

Como se describió en el IIA Inicial (2010), La Mina Cerro Moro y su área de influencia están incluidos en una zona de sismicidad muy reducida, ZONA 0 (Figura 9.5). Para la aceleración en roca del nivel de diseño “sismo raro” se adopta el valor 0,03 g.

Figura 9.5. Áreas sísmológicas de la República Argentina INPRES-CIRSOC



Fuente: IMPRES, Zonificación 2012

9.2. Climatología

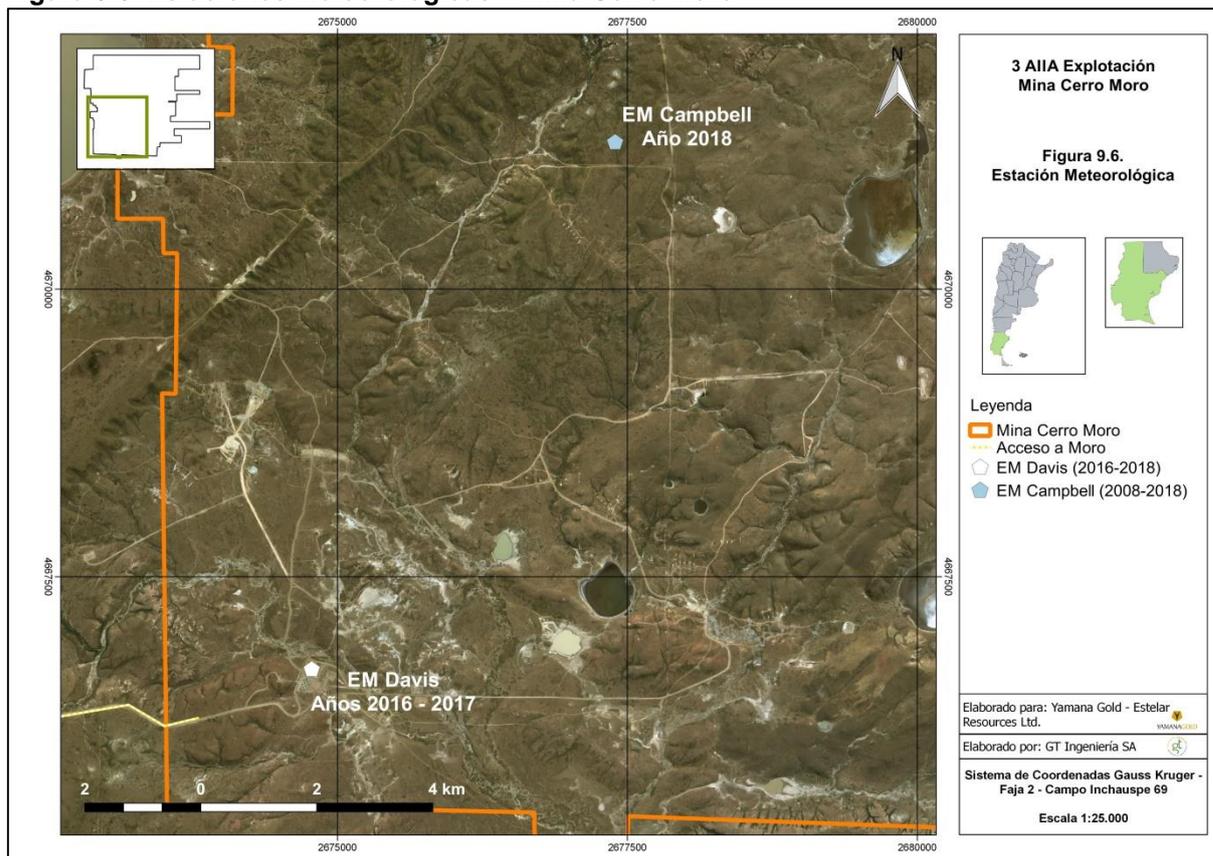
Sin cambios para el presente documento en relación a lo informado con anterioridad. La caracterización climática para el área de proyecto se define como Templado frío árido de meseta, con temperaturas medias anuales que no superan los 16°C. Caracterizado por una marcada aridez, con precipitaciones anuales menores a los 200 mm. (Soto y Vázquez 2000). En términos generales, se presentan condiciones rigurosas, características del extremo sur del continente sudamericano. Presenta veranos frescos e inviernos fríos e intensos, moderados de alguna manera por la cercanía al mar que, particularmente en verano, aporta humedad por medio de un frente de brisa marina que se desarrolla durante las horas centrales del día y sobre todo el litoral costero.

La Mina cuenta con dos estaciones meteorológicas que registran información diaria y horaria sobre viento, temperatura, humedad relativa ambiente, presión atmosférica, precipitación, evaporación y radiación solar. Seguidamente, se resume la información meteorológica interpretada a partir de estos datos.

La estación de mayor antigüedad, empleada como referencia por su ubicación, es marca Campbell Scientific y se sitúa en las coordenadas 4.671.275; 2.677.394 (Coordenadas X e Y respectivamente Gaus Kruger Argentina Faja 2, Datum Campo Inchauspe 69). En el año 2016 se instaló la estación marca Davis, modelo Vantage PRO2, en el área de oficinas del proyecto, siendo utilizada como apoyo a la anterior.

Para el presente informe, se utilizaron los datos registrados por la estación meteorológica Davis para el período 2016-2017 debido a que la estación de referencia presentó fallas en su registro, para el año en curso se tomaron los datos obtenidos de la estación meteorológica Campbell.

Figura 9.6. Estaciones Meteorológicas – Mina Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería SA, 2018

9.2.1. Vientos: frecuencia, intensidad, estacionalidad

Durante el período comprendido entre los meses de enero de 2016 y junio de 2018, la velocidad del viento fue en promedio de 25,3 km/h, los valores máximos registrados corresponden a los meses de diciembre de 2016 y febrero y agosto de 2017, siendo de 104,6 km/h y 103,0 km/h, respectivamente (Tabla 9.1, Gráficas 9.1 y 9.2). Los horarios en los que se producen las velocidades máximas, no siguen un patrón definido, registrándose valores máximos tanto en horarios matutinos como vespertinos.

Tabla 9.1. Velocidad media y máxima del viento en km/h - Período 2016-2018

Velocidad viento (km/h)										
Mes	2016		2017		2018		Promedio		Valor máximo	Horario en el que se produjo el máximo valor
	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max		
Ene	20,5	90,1	20,6	77,2	25	92,9	22,0	86,7	92,9	30/01/2018-05:59
Feb	20,8	95	20,4	103,0	26,6	85,2	22,6	94,4	103,0	28/02/2017-15:00
Mar	21,2	78,9	16,7	78,9	27,5	83,6	21,8	80,5	83,6	15/03/2018-07:15
Abr	18,3	80,5	15,6	78,9	27,1	89,4	20,3	82,9	89,4	04/04/2018-06:59
May	11,5	56,3	19,0	83,7	264,9	77,9	98,5	72,6	83,7	03/05/2017-22:00
Jun	17,4	67,6	16,0	74,0	23	79,6	18,8	73,7	79,6	20/06/2018-08:59
Jul	14,9	75,6	23,0	93,3			19,0	84,5	93,3	26/07/2017-16:00
Ago	17,4	82,1	22,5	103,0			19,9	92,6	103,0	21/08/2017-02:00
Sep	20,2	77,2	21,3	96,6			20,8	86,9	96,6	24/09/2017-03:00
Oct	20,2	83,7	14,0	95,0			17,1	89,4	95,0	05/10/2017-11:00
Nov	21,5	95	0,1	74,0			10,8	84,5	95,0	03/11/2016-18:00
Dic	23,1	104,6	0,0	0,0			11,6	52,3	104,6	16/12/2016-12:00

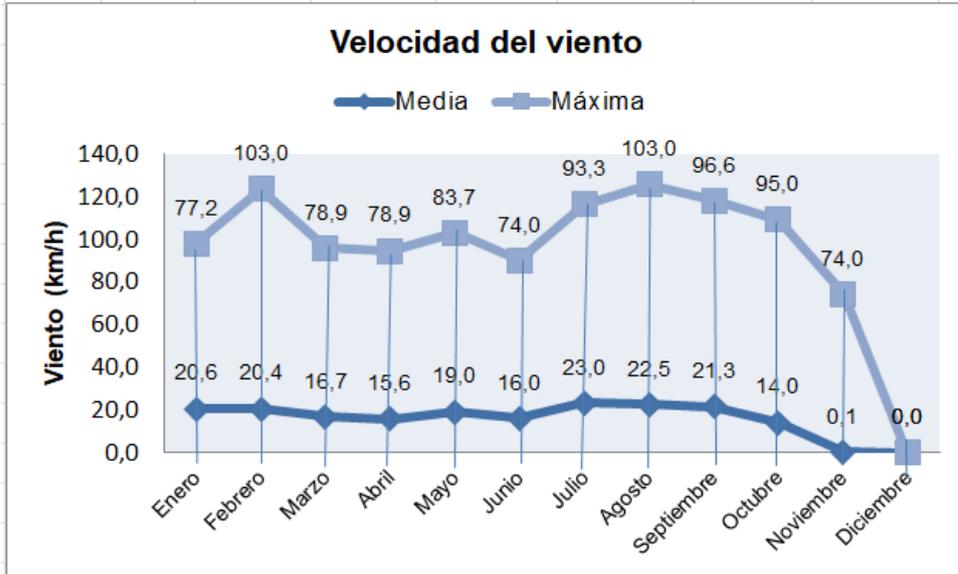
Fuente. Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.1. Velocidad del viento máxima y media – Período 2016



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

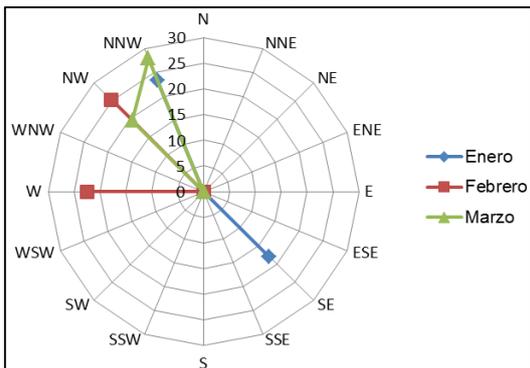
Gráfica 9.2. Velocidad del viento máxima y media – Período 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

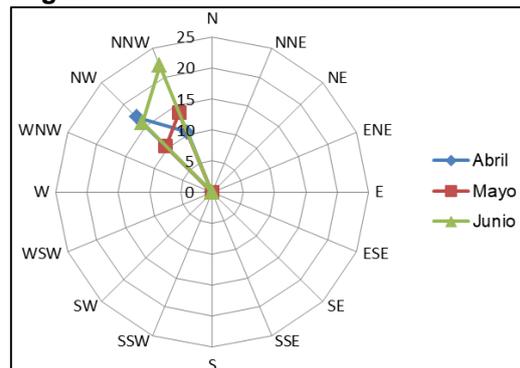
La dirección del viento predominante, registrada durante el período analizado es NNW-NW, tal como se observa en las gráficas expuestas a continuación (**Gráficas 9.3 a 9.12**).

Gráfica 9.3. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Período 2016



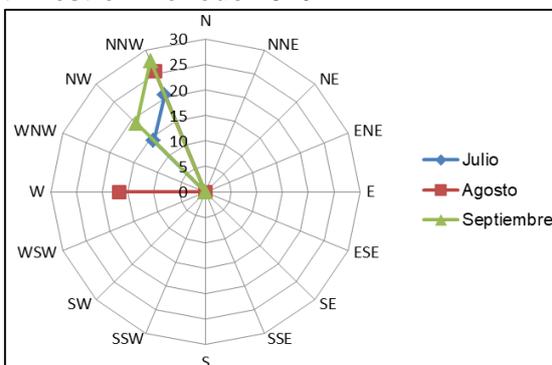
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.4. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Período 2016



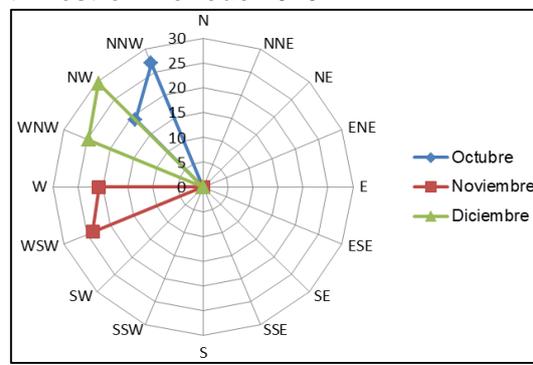
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.5. Rosa de los vientos – Tercer trimestre – Período 2016



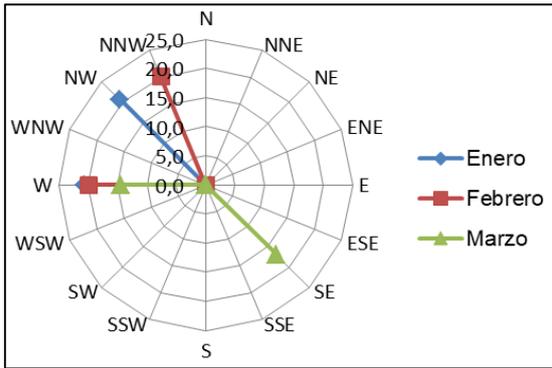
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.6. Rosa de los vientos – Cuarto trimestre – Período 2016



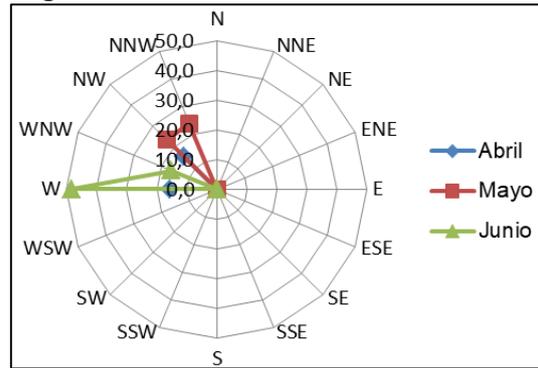
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.7. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Periodo 2017



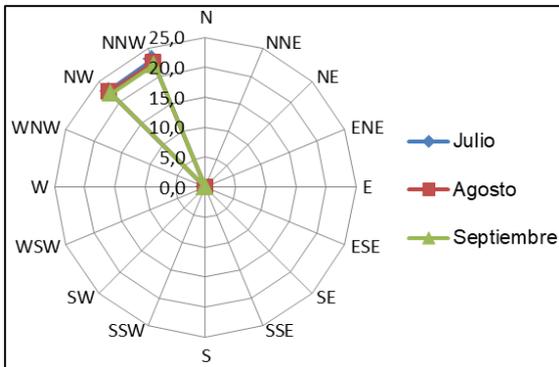
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.8. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Periodo 2017



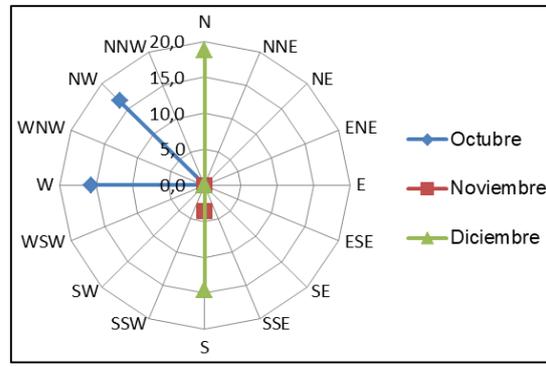
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.9. Rosa de los vientos – Tercer trimestre – Periodo 2017



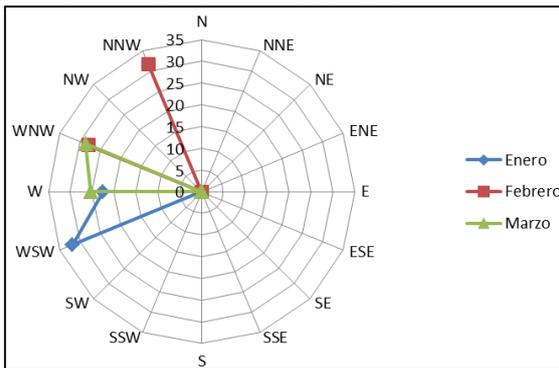
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.10. Rosa de los vientos – Cuarto trimestre – Periodo 2017



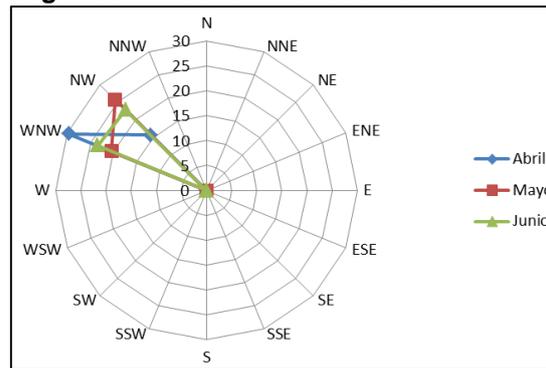
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.11. Rosa de los vientos – Primer trimestre – Periodo 2018



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.12. Rosa de los vientos – Segundo trimestre – Periodo 2018



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

9.2.2. Precipitaciones, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura

Durante el período de tiempo considerado, puede observarse que las precipitaciones a lo largo del año 2016 alcanzaron 194,6 mm anuales; mientras que para los casos de 2017 y 2018, las mismas llegaron a 222,2 mm y 124,1 mm, respectivamente (Tabla 9.2).

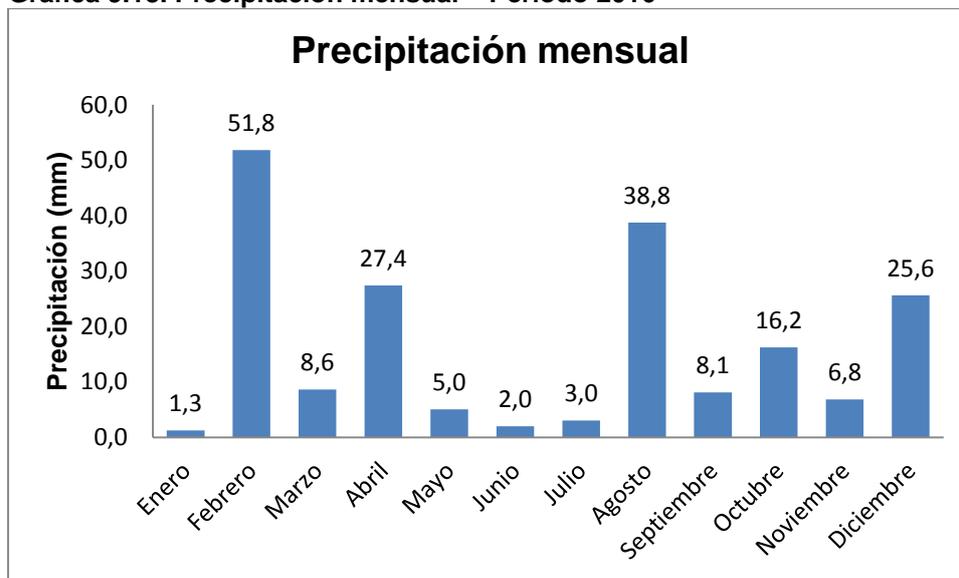
Tabla 9.2. Precipitaciones (mm) mensuales y anuales - Período 2016-2018

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2016	1,3	51,8	8,6	27,4	5,0	2,0	3,0	38,8	8,1	16,2	6,8	25,6	194,6
2017	15,0	6,1	79,2	10,1	9,1	30,7	2,3	15,7	6,6	5,8	26,1	15,7	222,2
2018	15,8	4,5	7,3	49,3	19,9	27,3							124,1

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

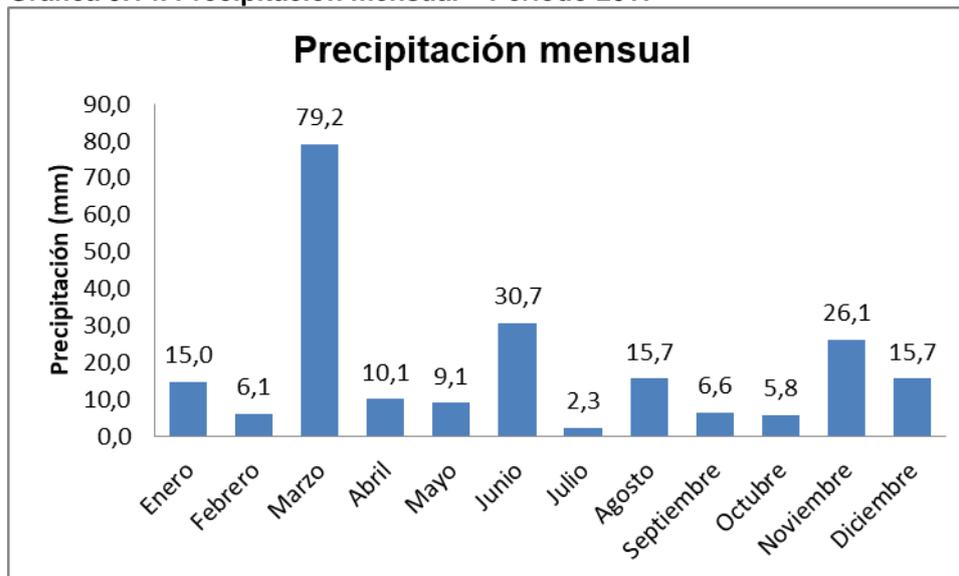
A lo largo del período considerado, las mayores precipitaciones mensuales se registraron para el mes de marzo, siendo de 79,2 mm (Gráfica 9.13) para el año 2017 y de 51,8 mm para febrero de 2016. Comparativamente, las precipitaciones anuales del año 2017 fueron levemente superiores con respecto a las registradas para el año 2016.

Gráfica 9.13. Precipitación mensual – Período 2016



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Gráfica 9.14. Precipitación mensual – Período 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

La temperatura media registrada para el período analizado es de 11,1 °C. Para los años 2016 y 2017, los meses de menores temperaturas son junio, julio y agosto. En el caso de 2016, el período de temperaturas mínimas bajo cero se extiende desde abril hasta septiembre (Tabla 9.3 y Gráfica 9.15), distinto es para

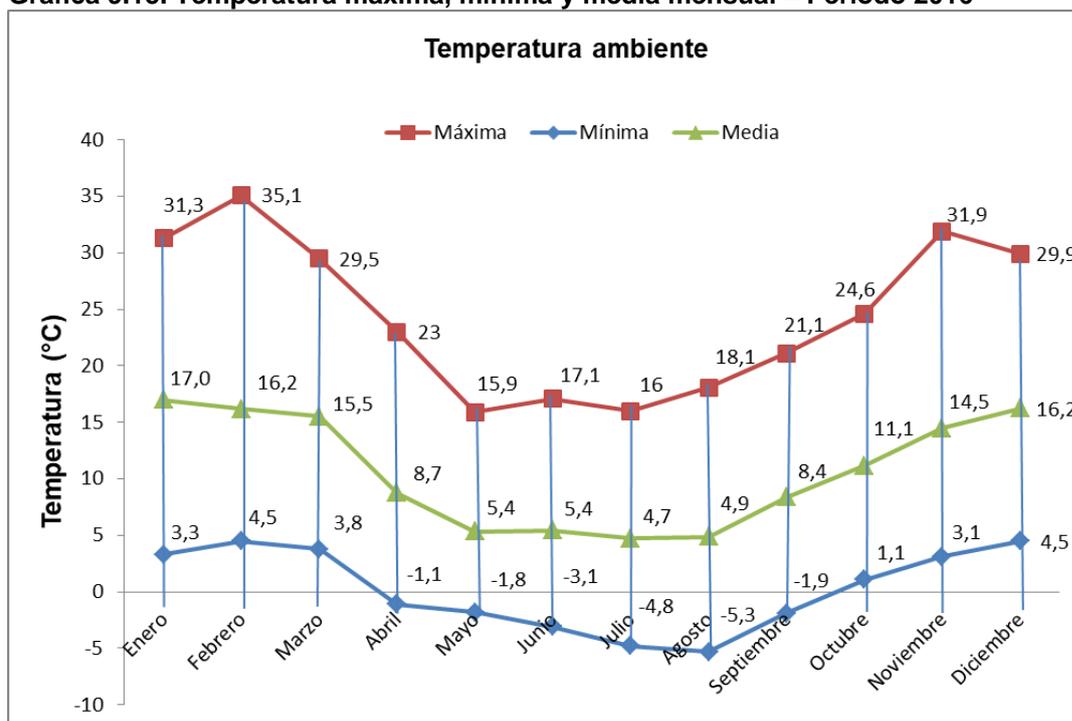
2017 que fue desde mayo a septiembre (Tabla 9.3 y Gráfica 9.16). Las temperaturas máximas se registran desde noviembre hasta febrero para los años que tienen el registro anual completo.

Tabla 9.3. Temperatura máxima, mínima y media. Período 2016-2018

Mes	2016			2017			2018		
	Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media
Enero	3,3	31,3	17,0	4,5	34,2	17,0	5,9	34,8	18,1
Febrero	4,5	35,1	16,2	5,3	32,6	17,7	4,1	37,2	19,3
Marzo	3,8	29,5	15,5	5,4	23,4	13,3	1,6	34	14,6
Abril	-1,1	23,0	8,7	0,1	20,7	10,1	-0,8	26,2	11,4
Mayo	-1,8	15,9	5,4	-1,8	18,6	7,8	-2,1	24,2	7,2
Junio	-3,1	17,1	5,4	-3,6	15,0	2,9	-3	13,9	3,1
Julio	-4,8	16,0	4,7	-3,5	15,8	5,7			
Agosto	-5,3	18,1	4,9	-1,3	15,8	6,7			
Septiembre	-1,9	21,1	8,4	-1,5	21,7	9,3			
Octubre	1,1	24,6	11,1	0,2	25,4	10,8			
Noviembre	3,1	31,9	14,5	2,4	29,4	12,9			
Diciembre	4,5	29,9	16,2	1,7	32,8	16,4			
Anual	-5,3	35,1	10,7	-3,6	34,2	10,9	-3,0	37,2	12,3

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

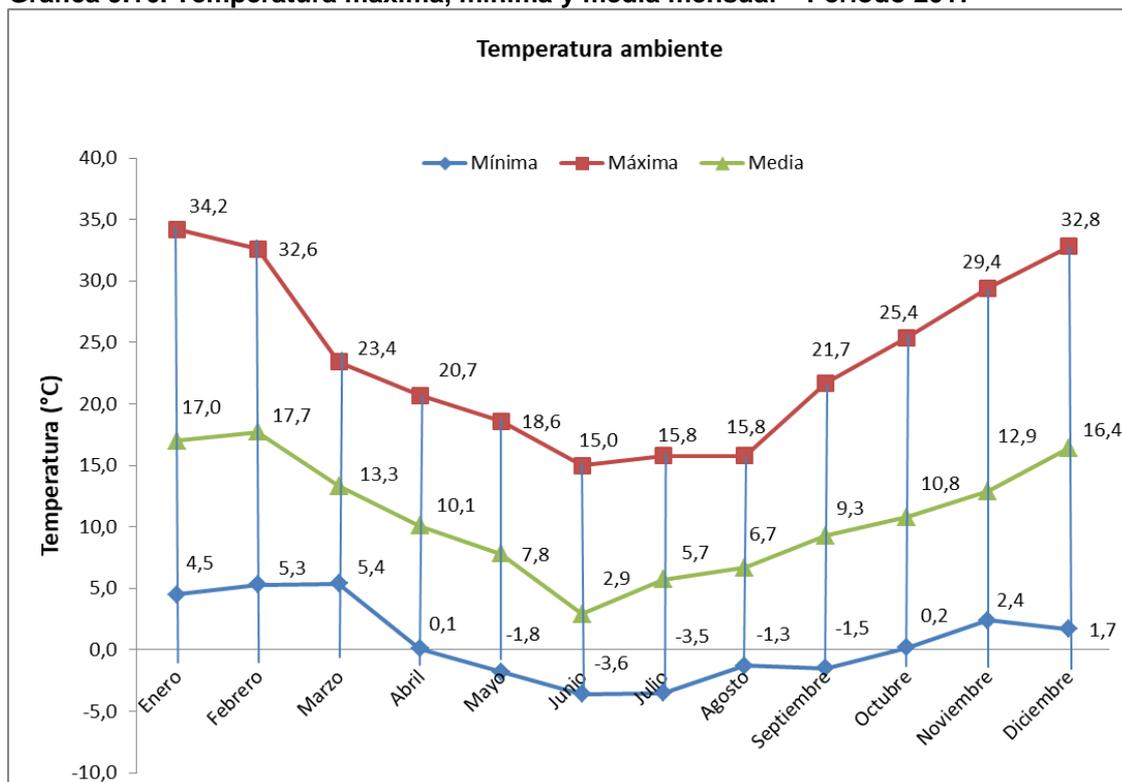
Gráfica 9.15. Temperatura máxima, mínima y media mensual – Período 2016



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Durante el período analizado, la menor temperatura se registró en el mes de agosto de 2016, llegando a -5,3 °C y la mayor temperatura se registró en febrero del mismo año, siendo el valor de 35,1 °C (Tabla 9.3 y Gráficas 9.15, 9.16).

Gráfica 9.16. Temperatura máxima, mínima y media mensual – Período 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

Analizando los valores de humedad relativa media anual, se observa que el valor de 2018 es levemente mayor a los de 2016 y 2017 (Tabla 9.4).

Para el caso de la presión atmosférica media anual, se registraron valores mayores para el año 2016 comparativamente con los años 2017 y 2018 (Tabla 9.4).

Tabla 9.4. Humedad relativa media anual – Período 2016-2018

Año	Humedad relativa media anual (%)	Presión atmosférica media anual (mb)
2016	61,4	1011,6
2017	60,4	1006,4
2018	63,5	1004,5

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Estelar, 2018

9.2.3. Calidad del Aire

En el ELB desarrollado en el marco del IIA Inicial Proyecto Cerro Moro (Ausenco Vector, 2010), se realizó una medición a corto plazo (menos de 24 hs) de los niveles base de calidad de aire conjuntamente con los niveles de ruido, cuyos resultados y conclusiones fueron presentados en el mencionado documento.

Posteriormente, Estelar realizó un monitoreo de Calidad de Aire continuo durante el lapso de un mes. El objeto de dicho monitoreo fue obtener una línea de base del material sedimentable y el PM10 con el objeto de utilizar esa información para los modelos de dispersión de material particulado.

En la 1° AIIA (Ausenco Vector, 2013) se presentaron resultados parciales y preliminares de las mediciones mencionadas.

En octubre de 2017 se realizó la medición de contaminantes químicos en el aire de un ambiente de trabajo en distintos sectores del Proyecto. Las mediciones fueron realizadas por los profesionales Ing. Mario E. Magnin y el Lic. Horacio M. Ceballos, de la empresa Experta ART.

Se realizaron las siguientes mediciones:

- Material Particulado en Suspensión Fracción Respirable
- Sílice Libre Cristalina
- Humos Diesel Hierro y Manganeseo
- Material Particulado en Suspensión Polvo Total

La metodología para la toma de muestra de cada contaminante se describe en el Capítulo VII. En Anexo IV se adjunta los Protocolos de Laboratorio y Certificado de Calibración del instrumental utilizado para las mediciones.

9.2.3.1. Medición de contaminantes químicos en el aire de un ambiente de trabajo

Experta ART (2017), realizó la medición de contaminantes químicos en 24 puestos de trabajo diferentes dentro de la Mina Cerro Moro. En base al análisis de los resultados obtenidos y de la comparación con los límites máximos permisibles fijados en la Resolución MTESS 295/2003, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los valores hallados de Material Particulado en Suspensión Fracción Respirable en los puestos evaluados N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, **No Superan** los valores límites.
- Los valores hallados de Cuarzo en los puestos evaluados N° 5 y 6, **Superan** el límite legal, por lo contrario, los puestos evaluados N° 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 y 10, **No Superan** dichos límites.
- Los valores hallados de Cristobalita y Tridimita en los puestos evaluados N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, **No Superan** los límites legales.
- Los valores hallados de Hierro y Manganeseo en el puesto evaluado N° 21, **No Superan** los valores límites.
- Los valores hallados de Material Particulado en Suspensión Polvo Total en los puestos evaluados N° 22, 23 y 24, **No Superan** la CMP.

De la comparación con los límites máximos permisibles fijados por la Conferencia Gubernamental norteamericana de Higienistas Industriales (ACGIH), se concluye que:

- Los valores hallados de Carbono Elemental y Carbono Total en los puestos evaluados N° 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19, **Superan** el límite legal, por su parte, los valores hallados de Carbono Elemental y Carbono Total en el puesto evaluado N° 20, **No Superan** dichos límites.

En base a esto, las recomendaciones realizadas por Experta ART fueron:

- Presentar la documentación para la inscripción en el registro de la Res. SRT 415/02 por presencia de Cuarzo.
- En los puestos evaluados donde se verifique presencia de cuarzo, se debe implementar un plan específico para el control de riesgo químico, y de la misma manera para los puestos en los cuales se superan los valores de referencia de humos diesel, expresados como carbón total y elemental.
- Mantener el uso de protección respiratoria adecuada, en relación con los contaminantes presentes.

9.2.4. Ruidos e Niveles de iluminación

La Identificación de fuentes emisoras de ruidos, naturales y antrópicas se mantiene según lo informado en el IIA inicial de Proyecto.

En octubre de 2017 se realizó el monitoreo de Ruido e iluminación en el ambiente laboral. Las mediciones fueron realizadas por los profesionales Ing. Mario E. Magnin y el Lic. Horacio M. Ceballos, de la empresa Experta ART.

Se realizaron las siguientes mediciones:

- Niveles de Iluminación en el ambiente laboral“
- Nivel de Presión Sonora Puntual”
- Vibraciones de cuerpo entero
- Dosimetrías personales de ruido
- Gas Radón

La metodología para la toma de muestra de cada ítem se describe en el Capítulo VII. En Anexo IV se adjunta los Protocolos de Laboratorio y Certificado de Calibración del instrumental utilizado para las mediciones.

9.2.4.1. Análisis de los Datos Niveles de Iluminación

Se realizaron análisis en 26 puntos de muestreos. La metodología, resultados y protocolos se adjuntan en Anexo IV. En las evaluaciones realizadas para determinar los niveles de iluminación se observó que:

- Los puntos de medición N° 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 20, 21, 24 y 25, No Cumplen con los valores de uniformidad de iluminancia.
- Los puntos de medición N° 2, 4, 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23 y 26, Cumplen con los valores de uniformidad de iluminancia.
- El punto de medición N° 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 22, 23 y 24, No Cumple con los niveles mínimos de iluminación, establecidos en el Decreto N° 351/79 Capítulo 12:
- Iluminación y Color (Tablas 1 y 2)
- Los puntos de medición N° 1, 14, 18, 20, 21, 25 y 26, Cumplen con los niveles mínimos de iluminación, establecidos en el Decreto N° 351/79 Capítulo 12: Iluminación y Color (Tablas 1 y 2).

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos en las mediciones se realizaron las siguientes recomendaciones para adecuar el nivel de iluminación a la legislación vigente:

- Implementar un programa de mantenimiento periódico preventivo y limpieza, que detecte y corrija las anomalías.
- Renovar las lámparas y tubos agotados o quemados.
- Utilizar luminarias adicionales.
- Cambiar el conjunto (luminaria y artefacto) a una posición más efectiva
- Limpiar las luminarias en forma periódica.
- Pintar las paredes y techos de colores claros

9.2.4.2. Medición “Nivel de Presión Sonora Puntual”

Las mediciones se realizaron en la Oficina de mantenimiento mecánico y en el contenedor de taller eléctrico. En cada sector se midió el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (N.S.C.E.), que es el nivel sonoro medio en el db (A) de un ruido supuesto constante y continuo durante toda la jornada, cuya energía sonora sea igual a la del ruido variable medido estadísticamente a lo largo de la misma.

Los N.S.C.E. obtenidos se compararon con los valores establecidos en la Ley 19.587 - Decreto 351/79 - Resolución 295/03, que son los siguientes:

- N.S.C.E.: 85 dBA (8 Hs diarias y 40 Hs semanales)
- N.S.C.E.: 84.2 dBA (10 Hs. Diarias y 50 Hs semanales)
- N.S.C.E.: 83.5 dBA (12 Hs. Diarias y 60 Hs semanales)

En la Oficina de Mantenimiento mecánico se obtuvo un N.S.C.E. igual a 86,1 mientras que en el Contenedor de taller eléctrico fue de 84,8.

9.2.4.3. Medición “Vibraciones de Cuerpo Entero”

Para este análisis se tomaron tres muestras en los sectores: planchada de acopio de mineral (una muestra) y en Subterránea (dos muestras). Ver resultados en Anexo IV.

9.2.4.4. Medición “Dosimetrías Personales”

Para este ítem, se realizaron las mediciones en 5 puestos de muestreo diferentes. Las principales conclusiones obtenidas por Experta ART, en base al análisis de los resultados son las siguientes:

En el puesto de trabajo evaluado correspondiente al punto de medición N°1, se observó que los valores obtenidos No Superan el límite legal establecido en la Resolución MTESS 295-03 de 85dB(A).

En los puestos de trabajo evaluados, correspondientes a los puntos de medición N°2, 3, 4 y 5, se observó que los valores obtenidos Superan el límite legal establecido en la Resolución MTESS 295-03 de 85dB(A).

En base a estos resultados, las principales recomendaciones para adecuar el nivel de ruido a la legislación vigente son:

- Adoptar medidas correctivas de índole ingenieril, tendientes a alcanzar niveles sonoros menores a los 85 dB(A) en aquellos puestos de trabajo que superen el límite legal establecido. Cuando se haya agotado la instancia anterior, se optara por la entrega de protectores auditivos adecuados; Como así también la implementación de un programa completo para la protección de la audición que incluya exámenes audiométricos periódicos, según código ESOP 90001.
- Realizar nuevas dosimetrías personales de ruido, de acuerdo a lo establecido en la Resolución SRT 84/12.

9.2.4.5. Medición “Gas Radón”

El gas radón es un gas noble de origen natural, perteneciente a la cadena del uranio, por lo cual se encuentra en todos los materiales terrestres. Los átomos de radón son liberados a partir de una matriz sólida de minerales naturales y migran en el aire. Su vida media es de aproximadamente 4 días, por ende, es lo suficientemente larga como para permitir su acumulación en los ambientes. El gas radón decae en isótopos de otros elementos, los llamados productos de desintegración de radón (PDR), los cuales se unen a partículas de polvo presentes en el aire. La dosis por exposición al radón es principalmente causada por la inhalación de estos productos de desintegración y su deposición a lo largo de las paredes del árbol bronquial.

En los espacios cerrados, el gas radón se acumula y puede alcanzar concentraciones importantes. Esto puede ocurrir tanto en viviendas como en ambientes de trabajo con escasa ventilación, como en la minería subterránea, resultando en una significativa fuente de exposición en el hombre.

Debido a su escasa reactividad, el gas radón inhalado no reacciona químicamente en los tejidos. Además, como su solubilidad en los mismos es muy baja, su radiotoxicidad es despreciable frente a la de sus descendientes inhalados. Estos radionucleidos, productos de desintegración del gas radón, se depositan en el tracto respiratorio donde la mayoría de ellos decae irradiando el epitelio bronquial. Como algunos de estos nucleidos son emisores alfa, la dosis bronquial puede alcanzar valores considerablemente elevados. Es por ello que los límites de dosis para ambientes de trabajo están considerados para estos productos de desintegración de radón, ya detallados en este informe protocolar.

Experta ART realizó en el pasado octubre de 2017, la determinación de la concentración de gas radón en diferentes puntos de la mina mediante un detector pasivo que realiza la medición en forma continua.

Las determinaciones de los niveles de exposición a los productos de desintegración de gas radón (PDR) en los diferentes se realiza a partir de la determinación de la concentración de gas radón en aire de los lugares monitoreados.

La concentración de actividad de gas radón se cuantifica en unidades de Becquerel en el metro cúbico (Bq/m³). A partir de una relación de equilibrio de 0,4 con sus productos de desintegración (según se expresa en la sección anterior), se estima la concentración de productos de desintegración. La unidad en la que se cuantifican estos productos de desintegración es Working Level (WL), esta es una unidad muy utilizada en la minería. La relación en condiciones de equilibrio entre ambas unidades es:

$$1WL = 3700 \text{ Bq/m}^3$$

A partir de la concentración de productos de desintegración de gas radón estimada, y teniendo en cuenta los factores de ocupación estimados en cada uno de los puestos trabajados en un año, se calcula la exposición anual a los PDR.

En todos los puntos monitoreados los valores de exposición de los productos de desintegración del gas radón (PDR) determinados son muy inferiores al límite establecido en la normativa vigente. En ningún caso se supera el 4% del valor límite mencionado. Ver Resultados y Protocolos en Anexo IV.

9.3. Hidrología e hidrogeología

La hidrología e hidrogeología del área fue descripta exhaustivamente en el IIA inicial del Proyecto (Ausenco Vector, 2010) y primer Act. del IIA del Proyecto (Ausenco Vector, 2013).

El último Estudio Hidrogeológico ejecutado para el área de Proyecto (realizado por Hidroar SA en Mayo de 2017– “EXPLORACIÓN HIDROGEOLÓGICA EN PROYECTO CERRO MORO DEPARTAMENTO DESEADO - PROV. DE SANTA CRUZ - MANEJO Y BALANCE INTEGRAL DE AGUAS”).

A continuación se presenta nueva información hidrogeológica realizada por equipo consultor (Hidroar SA, 2017) bajo la supervisión de Estelar para el Área de Proyecto como parte de los estudios para Exploración Hidrogeológica 2016-2017, para satisfacer de agua al Proyecto y evaluar la ingeniería de mina en función de nuevos sectores.

9.3.1. Hidrología (Agua superficial)

La nueva información contempla el análisis particular de dos cuencos previstos para disposición de agua de rechazo de la planta de ósmosis inversa (Cuenco 8 y Cuenco POI), incluyendo su caracterización ambiental y balances de agua preliminares, presentando las principales consideraciones en relación a cada sitio.

9.3.1.1. Ingresos

El ingreso de agua natural al sistema se realiza por precipitación. La misma puede incidir directamente sobre el espejo de agua (cuando este existe), o bien sobre la cuenca de aporte superficial que rodea al mismo. El tamaño del área del espejo de agua antes de la precipitación, dependerá de las condiciones meteorológicas antecedentes.

La serie de precipitaciones utilizada corresponde a los registros del año 2012 de la estación Cerro Moro, cuyo valor anual acumulado (165,9 mm) es levemente superior al valor medio de la serie 2009-2016 (156,7 mm).

Como es conocido, cuando comienza a llover, una parte del agua precipitada queda retenida en la vegetación, otra inicia el proceso de infiltración y el resto genera escurrimiento. A medida que transcurre la precipitación el proceso de infiltración tiende a saturar el suelo y el escurrimiento tiende a aumentar. De ello se deduce que la precipitación se distribuye contemplando las características particulares de la misma, del tipo de suelo y cobertura vegetal y/o uso del suelo. (Gaspari et al., 2013).

En 1972, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de EE.UU. (Natural Resources Conservación Service - NRCS), originalmente llamado Servicio de Conservación de Suelos (Soil Conservación Service - SCS), desarrollo un método sencillo para calcular la lluvia efectiva como una función de la lluvia acumulada, la cobertura y uso del suelo, y las condiciones de humedad. El mismo se denomina Método del Número de Curva (NC).

La precipitación generara diferentes caudales de escurrimiento en función del grado de permeabilidad del suelo. Este método permite calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta, que por diferencia establece el escurrimiento. El NC se establece para cada complejo suelo-vegetación a partir de sus características particulares de vegetación y textura edáfica (Chow, 1994; Lopez Cadenas del Llano, 1998; Muñoz Carpena y Ritter Rodriguez, 2005; Gaspari et al 2009).

El método del Número de Curva, o también llamado el método de las abstracciones, realiza una clasificación hídrica de los suelos reconociendo cuatro grupos hidrológicos, tabulados según su textura (Tabla 9.1).

Tabla 9.5. Clasificación de los grupos hidrológicos (SCS 1972).

Grupo	Descripción
A	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
B	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
C	Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
D	Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Fuente: Hidroar SA, 2017

Según las observaciones de campo, los dos bajos en estudio difieren en su condición de grupo hidrológico, asignando la condición C para el cuenco 8, y la B para el bajo próximo a la planta de osmosis.

Una vez adoptado el grupo hidrológico debe determinarse el grado de humedad del suelo, para lo cual se considera si llovió los días previos (5-10 días). Se consideran tres condiciones básicas: seca (I) si es menor a 12,5 mm, media (II) si la precipitación fue entre 12,7 - 38,1 mm y húmeda (III), con valores mayores a 38,1 mm.

En el caso de estudio, se realizara una simulación de un año completo. Por lo tanto, cada evento de precipitación tendrá en cuenta la condición antecedente de humedad en función de las precipitaciones caídas 7 días antes. Por lo tanto, se iniciara la simulación considerando el suelo seco (condición I) y luego se realizaran las correcciones del caso según la cronología de las precipitaciones.

Conociendo los datos de la cobertura vegetal del suelo y las pendientes características de la zona, se determina el NC mediante el empleo de tablas. Según Temez (1978), para una pradera de cobertura pobre, con pendientes menores al 3 %, y para la condición de humedad de suelo media, se asigna un valor de NC: 81 para el cuenco 8, y NC: 67 para el cuenco POI.

Luego se deben cuantificar las pérdidas iniciales (I_0), en función de la retención potencial máxima (S). Para estos cálculos se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$I_0 = 0.2 S \qquad S = 254 \left(\frac{100}{NC} - 1 \right)$$

Finalmente, para calcular el escurrimiento, a partir de las pérdidas iniciales, se empleó la ecuación:

$$Q = \frac{(P - I_0)^2}{P + 4I_0}$$

El coeficiente de escurrimiento, expresado como la relación entre el caudal que escurre (Q) sobre el total precipitado (P), será diferente según cada evento de precipitación y las condiciones antecedentes.

9.3.1.2. Egresos

Los egresos de agua del sistema se producen principalmente por evaporación desde la superficie libre del espejo de agua, y en menor medida por Infiltración de agua hacia el subsuelo. El efecto de evapotranspiración es prácticamente insignificante por la escasa vegetación presente que a su vez es xerofita.

Los volúmenes de agua evaporada, se calcularon utilizando valores de evaporación diaria obtenidos en base a los registros del tanque evaporímetro de la estación Cerro Moro, para los años 2009-2015, usándose un coeficiente de tanque de 0,8 sobre los valores de evaporación registrados.

Para el caso de la infiltración, se tomó como valor referencial 1mm/día, obtenido de ensayos realizados por Hidroar en ambientes similares.

9.3.1.3. Caracterización de cuerpos de agua superficiales y subterráneos en el área de influencia del proyecto

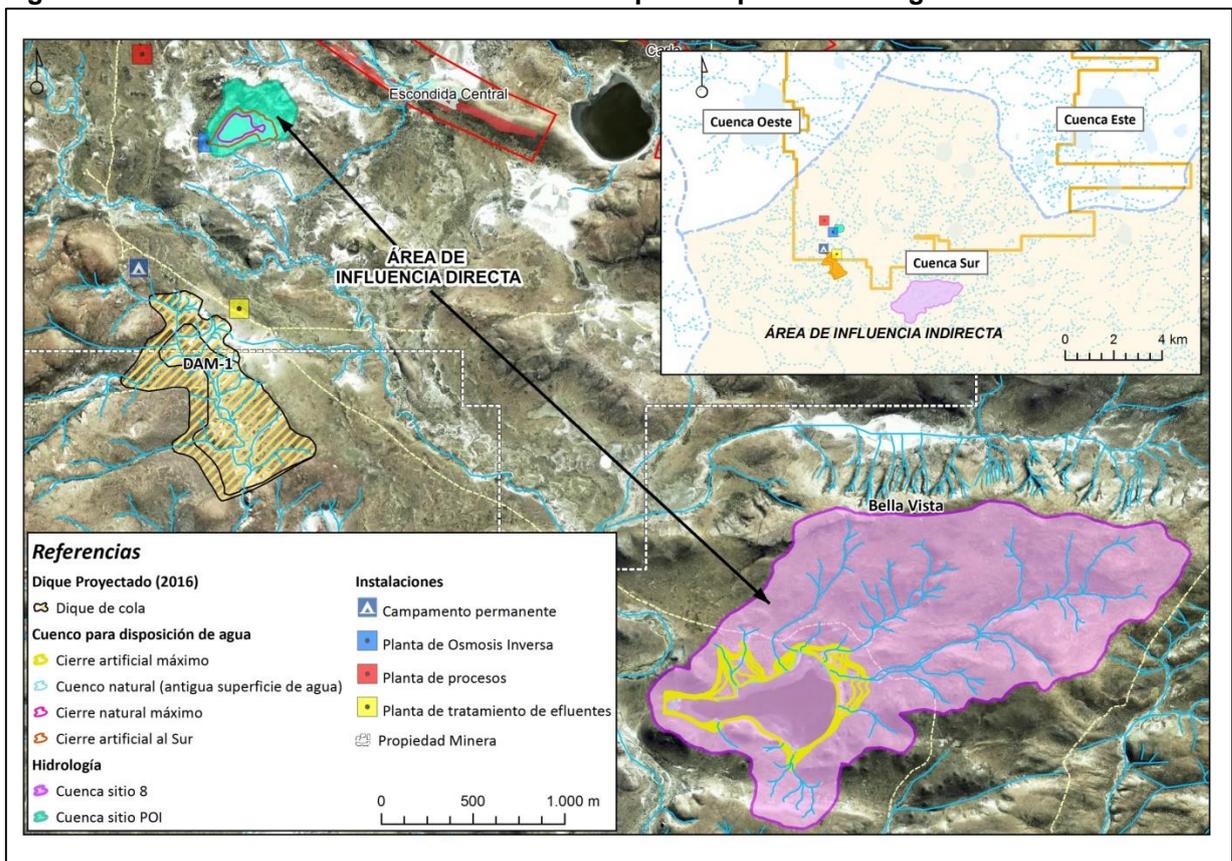
A continuación se describen las principales características de los sitios en estudio (cuencos 8 y POI), incluyendo caracterización regional de los sitios, en las temáticas vinculadas al medio físico, biótico y socioeconómico que resulten de relevancia. Para ello, se ha recopilado la información bibliográfica existente en la base de datos de Hidroar SA.

Se incluyen los rasgos locales de cada sitio de estudio, obtenidos a partir del relevamiento de campo realizado en Noviembre del 2016 por Hidroar SA. Dicho relevamiento incluyó el recorrido de los sitios de disposición de agua de rechazo de POI previstos, tomándose coordenadas de los lugares de referencia con GPS y fotografías.

Se define como área de influencia directa, al espacio físico que será ocupado en forma permanente o temporal durante la construcción de cierres artificiales y operación de la infraestructura requerida para derivar el agua de rechazo de POI hacia los cuencos, así como al espacio ocupado por las instalaciones auxiliares del proyecto (ductos, etc.). También son considerados los espacios colindantes donde un componente ambiental puede ser significativamente afectado por las actividades desarrolladas durante la fase de operación del proyecto.

En este sentido, el área de influencia directa comprende los bajos propiamente dichos, y las subcuencas hidrográficas donde se emplazan los mismos, posibles zonas de rebalse ante eventos climáticos extremos, así como el trayecto de los ductos que deriven el agua de rechazo desde la Planta de Osmosis inversa hasta los cuencos (ver Figura 9.7).

Figura 9.7. Áreas de influencia directa e indirecta para disposición de agua de rechazo de POI



Fuente: Hidroar SA, 2017

Estas áreas serán afectadas (impactadas) directamente por la operación del proyecto, originando perturbaciones en diversos grados sobre el medio ambiente y sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos.

El área de influencia indirecta, definida como el espacio físico en el que un componente ambiental afectado directamente, afecta a su vez a otro u otros componentes ambientales no relacionados con el proyecto, aunque sea con una intensidad mínima; se corresponde con una delimitación territorial.

Si se considera el criterio de delimitación geográfica, el área se corresponde con las subcuencas tributarias de la Cuenca Sur, de escala regional; y desde el punto de vista político- administrativo es La Mina Cerro Moro y estancias lindantes al Sur, y consecuentemente, el departamento de Deseado (provincia de Santa Cruz).

Medio físico

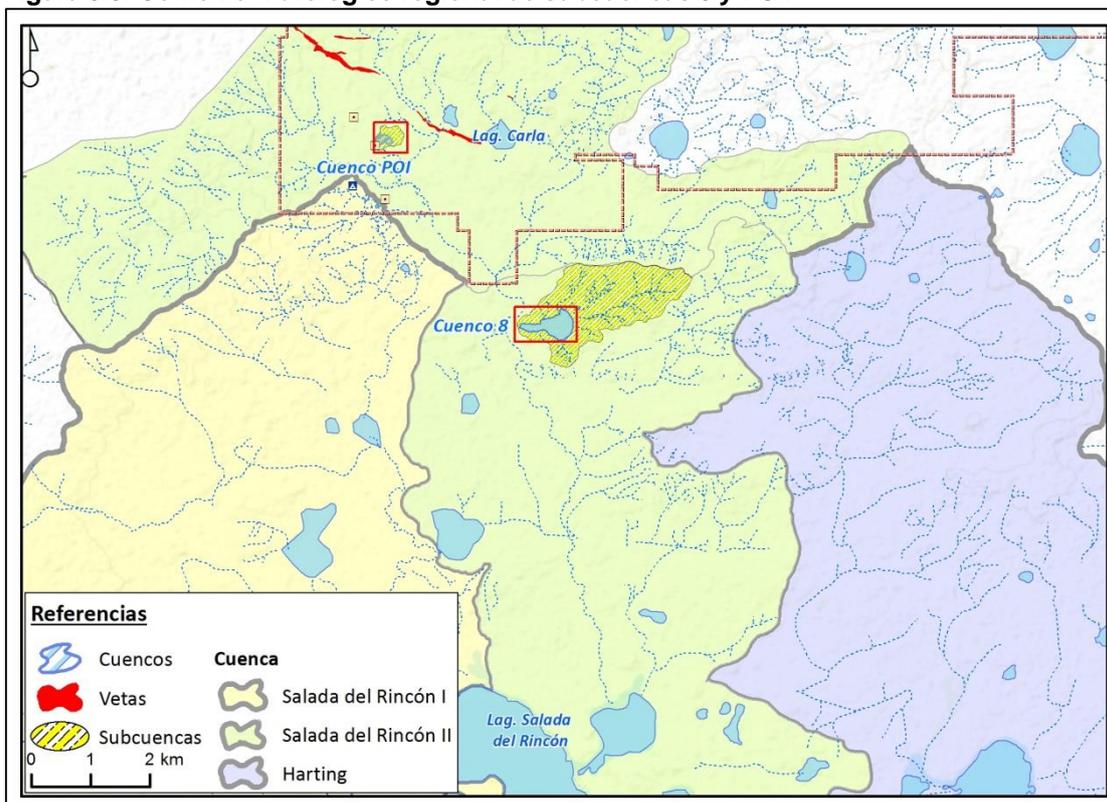
El sector que comprende ambos cuencos, se sitúa inmediatamente al Sur de los límites de la Propiedad Minera Cerro Moro, en el predio de la Estancia El Mosquito. La zona abarca una superficie aproximada de 10,6 km, distanciada unos 70 km de las localidades de Tellier y Puerto Deseado, en el ámbito jurisdiccional de la provincia de Santa Cruz (departamento Deseado).

La zona muestra en general un relieve de mesetas pequeñas o suaves lomadas redondeadas y depresiones que definen cuencos endorreicos como el resto de la Mina Cerro Moro, cuyas alturas en las divisorias no superan los 73 msnm (cuenco POI) y 100 msnm (cuenco 8), descendiendo hasta mínimos de 40-50 msnm en los cauces y bajos en la zona particular de estudio.

En lo respectivo a la hidrología superficial, como se cita en informes antecedentes, los cursos presentes en la zona de estudio son de régimen transitorio, con líneas de drenaje incipientes con escaso desarrollo en general, salvo que se trate de cauces colectores de cuencas a escala regional.

Los cuencos relevados y sus respectivas subcuencas a escala local, se encuentran incluidos en dos subsistemas de bajos endorreicos vinculados (Salada del Rincón I y II), ambos con drenaje hacia el Sur, los cuales tributan el sistema hidrológico que conforma la Cuenca Sur, con principal cuerpo colector del drenaje en la Laguna Salada del Rincón (ver Figura 9.8). Las características generales de ambas subcuencas se presentan en la Tabla 9.6.

Figura 9.8. Contexto hidrológico regional de subcuencas 8 y POI.



Fuente: Hidroar SA, 2017

Tabla 9.6. Características principales de subcuencas hidrológicas en sitios relevados

NOMBRE	CUENCO 8	CUENCO POI
Tipo	Endorreica	Endorreica
Régimen	Transitorio efímero	Transitorio efímero
Superficie Subcuenca Local	2.796.502 m ²	2.796.502 m ²
Superficie cuenca salada del Rincón Ila y IIb	Salada del Rincón IIb: 53,09 km ²	Salada del Rincón Ila: 97,22 km ²
Sistema Hídrico	Cuenca Sur	Cuenca Sur
Escurrimiento Regional	Hacia el Sur (Laguna Salada del Rincón)	Hacia el Sur (Laguna Salada del Rincón)

Fuente: Hidroar SA, 2017

Superficialmente los cuerpos de agua son transitorios, con almacenaje y escurrimiento solo en épocas de precipitaciones conspicuas. Al momento del relevamiento, el cuenco 8 se encontró sin agua, mientras que el cuenco POI se encontraba con un espejo de agua de una hectárea, por descarga artificial del rechazo derivado de la osmosis inversa.

En lo que respecta a las manifestaciones de agua subterránea en los cuencos e inmediaciones, se han identificados aguadas al Oeste de la zona de divisoria local para el cuenco 8, en coincidencia con el sector de cauce principal del sistema hídrico. En estos sitios el agua esta subsuperficial, a menos de 0,5 metros de profundidad, habiéndose medido parámetros *in situ* que rondan los 57,8 mS/cm de conductividad eléctrica, temperatura de 24,4°C y pH= 7,6, indicando agua salina de calidad no apta para el consumo humano. Al norte de estas aguadas, en la zona del pozo hidrogeológico MRC-686, también se verifico agua a poca profundidad (1 mbnt), con los siguientes parámetros: CE= 41,2 mS/cm; pH= 7,7 y T= 18,3°C. También hacia la divisoria Norte, en el sector de Bella Vista, se tienen registros antecedentes de nivel de agua obtenidos de diver, con profundidades de agua que oscilan en 18 mbbp, con un descenso gradual de 30 cm en el periodo diciembre 2014-diciembre 2015.



Fotografías 9.1a (izq.) y b (dcha.). Manifestaciones de agua subterránea en las inmediaciones del cuenco 8. Fuente: Hidroar SA, 2017

En la zona del cuenco POI, hay evidencias de agua subterránea a partir de mediciones en pozos de monitoreo, si bien aquí el agua está a mayor profundidad respecto del otro cuenco. Esto se ha verificado en el sondeo MRC-845, al NO del bajo, con profundidad del agua subterránea a 11,4 metros bajo boca de pozo, con agua de características salobre a salada (Conductividad eléctrica= 10,4 mS/cm al momento del relevamiento, ver Tabla 9.2). Superficialmente no se ve desarrollo de red de drenaje que haga pensar en escurrimiento superficial frecuente en esta zona, y el agua acumulada en el cuenco es producto de la descarga de POI, como se ha dicho antes.

En lo que respecta a mallines o manantiales, no se detectaron este tipo de manifestaciones de agua subterránea, si bien en la zona Sur del cuenco 8 se verificó abundante vegetación indicadora de agua subterránea somera en zonas de cauce efímero (abundante mata negra), y los materiales arenolimosos presentes permiten inferir condiciones de moderado a buen drenaje en los momentos de recarga por precipitaciones.

9.3.1.4. Calidad del agua

En lo que respecta calidad del agua en los sitios previstos para disponer rechazo de POI, las manifestaciones de agua subterránea (pozos, aguadas) en cercanías al cuenco 8, más allá de evidenciar zonas más vulnerables por la cercanía del agua a la superficie y los materiales arenosos presentes, tienen características *in situ* de aguas salinas, con conductividad eléctrica superando los 40 mS/cm o más, denotando su deterioro natural (Hidroar SA, 2017).

9.3.2. Hidrogeología (Agua subterránea).

Partiendo de la caracterización geológica presentada en el ítem 9.1 y en informes previos de Hidroar (Informe Fase I, año 2012; Informe técnico final, Hidroar 2017I), y en función de integrar todas las perforaciones de exploración de agua subterránea existentes, se revisaron las unidades hidrogeológicas presentes en La Mina Cerro Moro, las que se pueden extrapolar más allá de la Falla Escondida en base al conocimiento actual.

De manera similar al análisis realizado en el año 2014 por Hidroar, se diferencian las unidades, señalando su comportamiento hidrogeológico (hidráulico), discerniendo como acuífero primario o acuífero secundario sobre la base del tipo de permeabilidad predominante, *acuitardo o acuífugo*, comenzando por las más modernas, debido a sus vinculaciones directas con las fases atmosférica y superficial del ciclo hidrológico.

Se mantienen las cuatro unidades hidrogeológicas definidas en 2014 para todo el Proyecto, las que comprenden:

- Una zona definida como acuífero primario/zona no saturada de menor interés, constituido por sedimentitas y sedimentos cuaternarios (Fm La Avenida y aluvio/coluvio);
- Una unidad de comportamiento acuitardo a acuífero pobre que incluye a la Fm Patagonia y parte de la Fm La Matilde;
- Un acuífero secundario de permeabilidad variable, conformado fundamentalmente por las zonas de mayor estructuración en torno a las fallas principales, incluyendo las zonas de veta, parte de la Fm Chon Aike, y secundariamente La Matilde.
- Por último, se ha definido una unidad que funciona como límite hidráulico lateral e hidroapoyo, que incluye las zonas con escasa a nula fracturación principalmente de la Fm Chon Aike.

En la Tabla 9.7 se sintetiza el comportamiento de tales unidades hidrogeológicas, junto al listado de las Formaciones comprendidas en cada una de ellas, espesores aproximados y observaciones particulares para el área del Proyecto, incluyendo los sectores recientemente explorados 2016-2017.

Tabla 9.7. Unidades hidrogeológicas definidas para La Mina Cerro Moro.

NOMBRE DE UNIDAD HIDROGEOLOGICA	CONDICION HIDROLITOLOGICA	LITOLOGIA	ESTRADGRAFIA	ESPEORES APROXIMADOS (m)	OBSERVACIONES PARA EL AREA DEL PROYECTO
1. Cubierta Sedimentaria	Acuífero Primario/Zona No Saturada (ZNS)	Gravas y arenas gruesas a muy gruesas, no consolidadas, con escasa matriz fina	<i>Sed. Cuaternarios Fm Avenida</i>	1-2 m en Martina, cerca de 5-10 m en Nini, hasta 15-30 m en Escondida FW y Gabriela. Máximos espesores en Espigón Terciario y mínimos/nulos al SE	Actúa principalmente como ZNS favoreciendo la recarga/circulación rápida en la zona de los prospectos mineros.
2. Secuencia Transicional de Borde	Acuitardo/ Acuífero Secundario pobre	Arcillitas tobáceas, chonitas, areniscas finas y areniscas coquinoideas. Sedimentos epiclásticos, tobas félsicas con derivados epiclásticos retrabajados y tobas pumíceas-vitreas.	<i>Fm Patagonia Fm La Matilde</i>	En el orden de los 100 m en toda el área estudiada, alcanzando los 150 m en Escondida West-Central y 200 m en Martina	Zonas que evidencian humedad puntual aportes de escaso caudal (inferior a 1 m 3/hora), o flujo barroso no cuantificable.
3. Rocas Volcánicas fracturadas y Veta Silicificada	Acuífero Secundario (permeabilidad variable)	Brechas tobáceas y rocas rebrechadas asociadas a vetas principales. Zonas de veta/venas de cuarzo. Sectores de fracturación principal en ignimbritas soldadas riolíticas/riodacíticas, andesitas estratificadas o no, y brechas volcánicas monomicticas y polimicticas.	<i>Fm Chon Aike (secundariamente Fm La Matilde)</i>	<i>Franja subvertical desde 20 hasta 200 m, en torno a las estructuras vetiformes o zonas fracturadas encima o debajo de las mismas.</i>	Acuífero de interés en sector Falla Escondida, Gabriela y Nini, con aporte principal de agua en profundidad (más allá de los 50- 100 m o más, según el sector). Mayor permeabilidad en Martina, SE de Escondida FW y Zoe, Gabriela NO y Nini Central.
4. Rocas Volcánicas sin estructurar	Acuífugo/ Acuitardo/ Acuífero secundario pobre	Sectores con poca o nula fracturación en brechas tobáceas, ignimbritas soldadas riolíticas/riodacíticas, andesitas estratificadas o no, y brechas volcánicas monomicticas y polimicticas.	<i>Fm Chon Aike</i>	Mayor a 150 m, con mayor expresión en los sectores de Escondida FW, Gabrielis y Zoe.	Barreras hidráulicas laterales. Hidroapoyo más allá de 200 m de profundidad o más en sector Falla Escondida y Gabriela NO, desde los 100 m en Gabriela SE y Nini, y desde superficie en Loma Escondida

Fuente: Hidroar, 2017

El comportamiento acuífero de tipo secundario de interés se restringe al entorno de la Falla Escondida, Nini y Gabriela principalmente, donde se ha constatado la relación directa entre el grado de fracturación y la permeabilidad (secundaria) independientemente del tipo de roca considerada o su asignación estratigráfica. En aquellos casos que los tipos litológicos se presentan masivos y compactos, sin estructuración, como sucede a medida que nos alejamos de las zonas de veta, estas mismas rocas funcionan como acuífugas (límites hidráulicos) y, en profundidad (más allá de metrajes variables desde 100 hasta 200 metros), donde tienden a cerrarse las fracturas, actúan como hidroapoyo del sistema. Particularmente en los sectores de Loma Escondida y Escondida West Central, por encima de los 150 metros de profundidad e incluso desde la superficie ya se da esta condición de barrera hidráulica en estas rocas de Fm Chon Aike o La Matilde.

9.3.2.2. Comportamiento hidrológico

A continuación se describen las principales características que implican un comportamiento hidrogeológico diferente para cada unidad.

➤ Unidad 1. Cubierta sedimentaria (Acuífero Primario/Zona No Saturada)

Incluyen los depósitos aluviales/coluviales modernos y sedimentos de la *Fm La Avenida* (Plioceno - Pleistoceno), conocida como Rodados Patagónicos, compuesta por gravas arenosas no consolidadas de mediana a alta permeabilidad; suprayacente a rocas de Fm La Matilde o Chon Aike.

La unidad ha sido identificada ya en estudios antecedentes hacia el sector NO del Proyecto (Espigón Terciario), estando presente en parte del sector Escondida Far West, y de acuerdo a datos más recientes, también en Nini y en Gabriela siendo medio principal de recarga al sistema fracturado por infiltración y concentración rápida a partir de las precipitaciones escasas.

Esta unidad compone el primer medio capaz de recibir y transmitir el agua de precipitación y/o derretimiento de nieve, como así también de los cursos intermitentes que atraviesan el área, especialmente en períodos de mayor precipitación. Se infiere la condición de Zona No Saturada ya que el volumen de agua involucrado es reducido por el escaso espesor de los sedimentos (15-20 metros al Noroeste, reduciendo hasta 1-2 m al SE), y no se han observado niveles estáticos dentro de dicha unidad en las zonas de exploración. Por lo tanto, no resulta de interés en cuanto a reservas acuíferas.

➤ **Unidad 2. Secuencia transicional de borde (Acuitardo/Acuífero Secundario pobre)**

Incluye las facies más finas de la *Fm Patagonia* (Oligoceno superior), donde predomina la fracción arcillosa sobre la arenosa, constituyendo un vía restringida de agua hacia el medio fracturado inferior, interpretada como acuitardo. También se han incluido las secuencias de tobas, tufitas y pelitas de la *Fm La Matilde* (Jurásico medio a superior), predominantes en el sector de Escondida West-Central y Martina, con las mayores potencias en el bloque Sur de Falla Escondida (hasta 150-200 metros). Las rocas de esta formación, dada su variable argilización y estructuración, se comportan como un medio heterogéneo, anisótropo, haciendo las veces de acuífero secundario pobre (baja permeabilidad) en las proximidades a las estructuras principales, como se ha identificado en los pozos en Escondida WestCentral, a partir de humedad y escasos aportes de agua que no superaron 0,5 m ³/h en ensayos airlift en rocas volcánicas (pozos PA-6 y PA-7), o bien por aportes de agua retardados y verificados varios días después de finalizar las perforaciones (pozos PA-5, PA-8), siendo más bien la condición de acuitardo.

➤ **Unidad 3. Rocas volcánicas fracturadas y Vetas (Acuífero Secundario)**

Queda definida en subsuelo como una zona subvertical de extensión lateral variable entre 10 y 200 metros, la cual incluye distintas litologías, en zonas vinculadas estrechamente con lineamientos estructurales principales, comprendiendo rocas fracturadas de *Fm Chon Aike* (ignimbritas, aglomerados, brechas, rocas rebrechadas), rellenos de vetas/venas cuarzosas, y secundariamente zonas estructuradas de *Fm La Matilde*.

Se trata de un medio heterogéneo y anisótropo, donde los sectores fracturados de la *Fm Chon Aike* tienen variabilidad espacial de la permeabilidad (lateral y vertical) directamente relacionada al grado de fracturación en la cercanía con la estructura vetiforme y/o intersección de fallas principales, por donde se conduce preferencialmente el agua. Las estructuras regionales NO-SE funcionan como vía preferencial para el flujo subterráneo, posibilitando la infiltración y circulación del agua en un medio donde las rocas existentes denotarían de otro modo muy baja conductividad hidráulica.

Como se ha visto en el área de Gabriela NO o en Nini Sur, no necesariamente los aportes principales de agua coinciden con la zona estrictamente vetiforme, sino que se evidencian por encima o por debajo de la misma, como sucede en los pozos PA-1B-PA-1C o en el PA-12B, a partir de los 70 m y 30 m de profundidad, respectivamente. En base a las respuestas por bombeo en pozos que interceptan estas rocas, se ha verificado interconexión de los sistemas de fracturas someras y profundas en Gabriela y en Nini, como sucede en la Falla Escondida, por lo que se incluyeron estos sectores dentro de la unidad acuífero secundario, con grado de confinamiento variables (semilibre/semiconfinado a confinado) dependiendo del sector.

Secundariamente, los aportes de agua en rocas fracturadas de la *Fm La Matilde*, se vinculan a zonas exploradas en 2013 (Escondida Far West y Martina), y al sector de Escondida West-Central explorado recientemente, si bien los caudales de aporte son bajos en este caso. En este último sector se interpreta un modelo conceptual similar a Escondida Far West, por lo que no se descartan cambios de caudales al intersectar estructuras en profundidades por debajo de los 150 metros, las que no se han contemplado en la exploración actual de esta zona.

Las zonas de la Falla Escondida exploradas en el año 2013 verifican para esta unidad las condiciones hidrogeológicas interpretadas en estudios previos de Hidroar, con zonas de mayor confinamiento acuífero hacia el SE en Zoe, donde los aumentos de caudal se dan más allá de los 120- 130 mbbp. En el resto de los sectores de esta estructura regional (Escondida Far West y Martina), hay zonas acuíferas someras y profundas interconectadas, destacando el sector de Martina por aportes a partir de los 12 metros de profundidad, con los mayores caudales del proyecto por encima de los 100 metros de profundidad.

➤ **Unidad 4. Rocas volcánicas sin estructurar (Acuífero/acuitardo/acuífero secundario pobre)**

Esta unidad que representa el hidroapoyo del sistema, incluye sectores con poca o nula fracturación en las rocas volcánicas, piroclásticas y "lavas" carentes de porosidad y sin diaclasado, en su mayoría incluidas en la *Fm Chon Aike*. En zonas proximales a los prospectos mineros donde se presentan macizas, con escasa o ausente estructuración, funcionan como barreras hidráulicas laterales al flujo subterráneo (acuífero) o restringen parcialmente el mismo (comportamiento acuitardo o acuífero secundario de muy baja permeabilidad).

La unidad aflora en la mayoría de los prospectos en el bloque norte de la Falla Escondida, así como en toda el área de Loma Escondida/Patricia y en las zonas de Gabriela-Nini. Se presenta en subsuelo

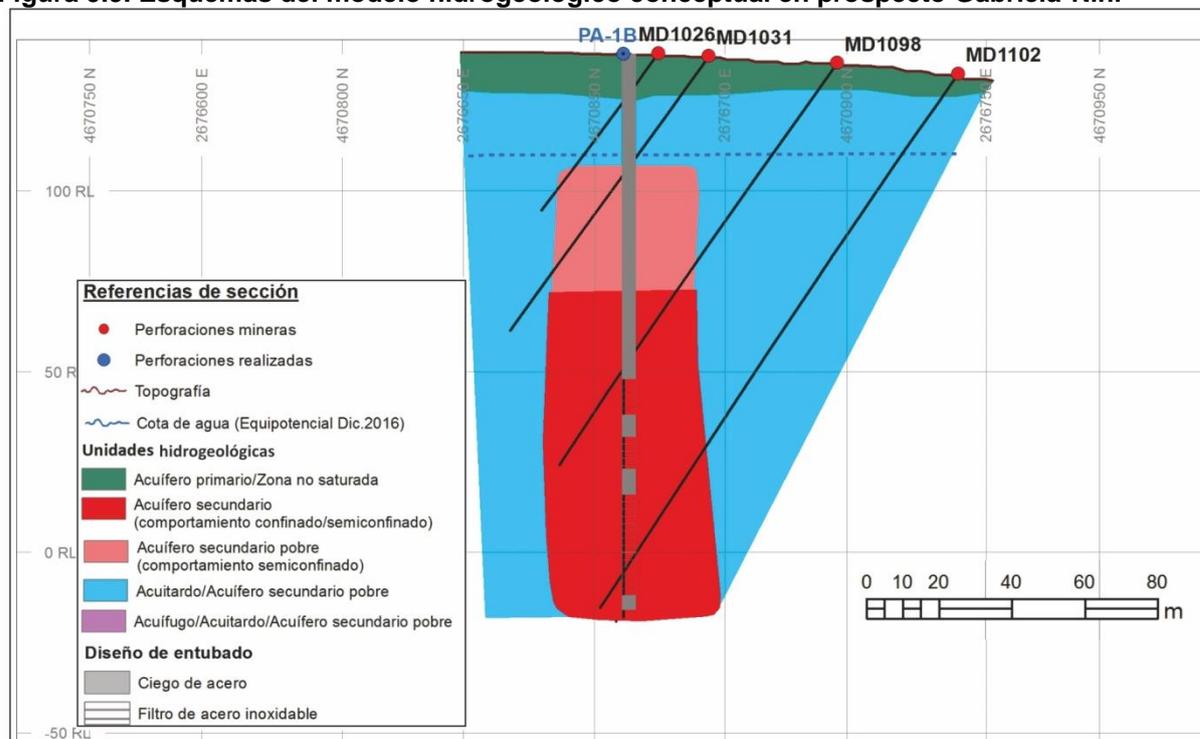
a profundidad variable desde 100 metros en las zonas de las Fallas Gabriela y Esperanza Nini al SE, hasta más de 200 metros de profundidad en la Falla Escondida y sectores cercanos al Espigón Terciario en las estructuras antes mencionadas.

9.3.2.3. Balance hidrológico generalizado

En base al informe de Hidroar, A continuación se describen las particularidades por sector, vinculadas principalmente con la profundidad del acuífero secundario y extensión lateral la cual resulta variable según el prospecto, así como en el grado de confinamiento acuífero interpretado.

Según estos criterios, en líneas generales se han visto similitudes entre el sector Gabriela y Escondida Far West en cuanto a los acuíferos identificados y grado de confinamiento, así como en características de calidad del agua, por lo que puede asumirse un modelo hidrogeológico similar, con profundidades de alumbramiento cercanas a los niveles de agua que permiten inferir una zona acuífera de comportamiento semilibre/semiconfinado somera y un sector confinado más profundo, interconectado con los aportes someros. Lo mismo pareciera suceder con la zona de Nini Central cercana al Espigón, con sectores de predominante agua dulce a levemente salobre incluso hasta profundidades de 150 metros, en un sector donde se produce recarga de agua subterránea según la morfología acuífera, favorecida por espesores de cobertura sedimentaria de rodados. A modo de ejemplo, en la Figura 9.9 se muestra el esquema hidrogeológico general para estos sectores.

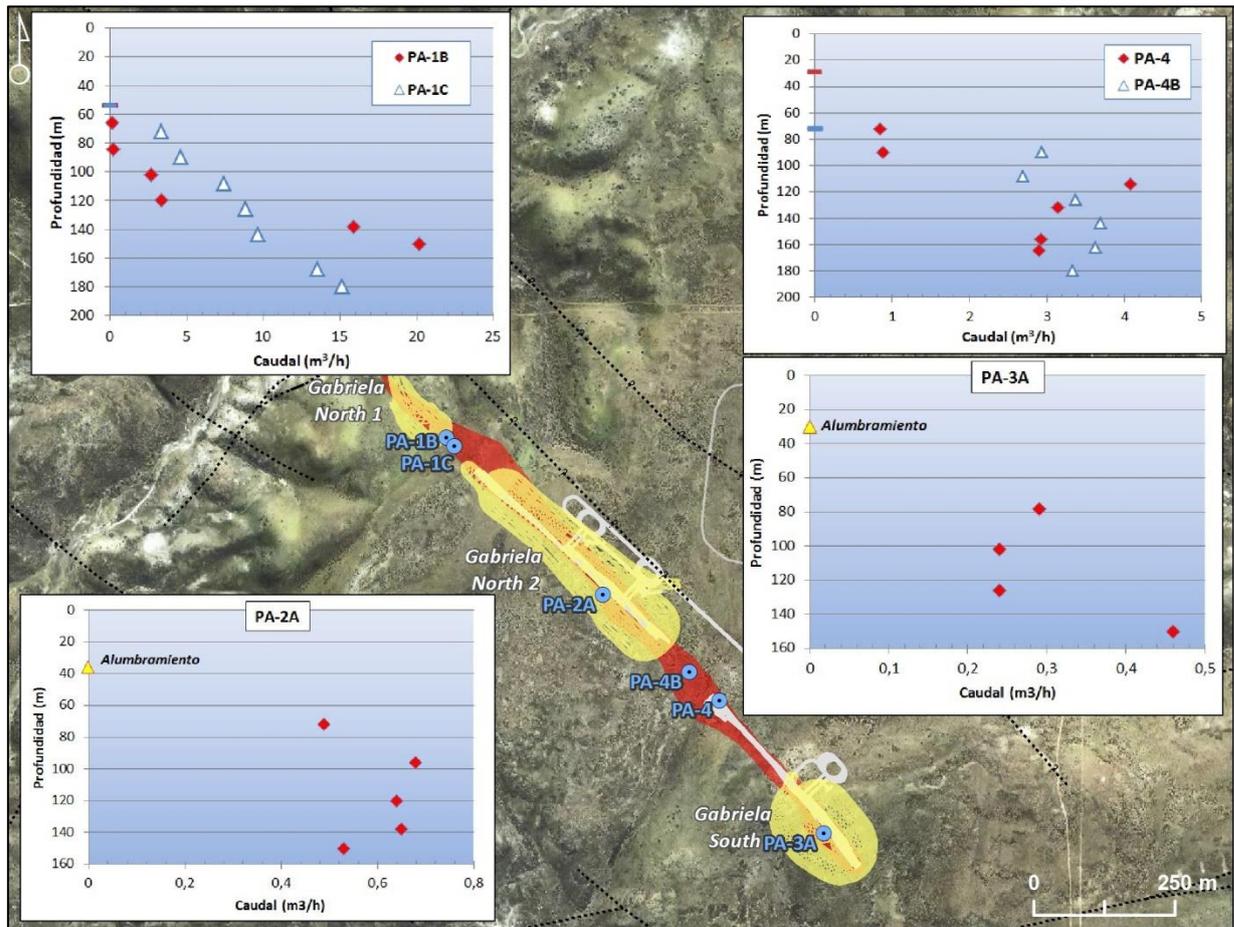
Figura 9.9. Esquemas del modelo hidrogeológico conceptual en prospecto Gabriela-Nini



Fuente: Hidroar SA, 201

En Gabriela el alumbramiento de agua se detectó a profundidades entre 30 y 70 m, asociado a zonas fracturadas de la unidad litológica P1, y también en coincidencia con la zona de veta principal con aumentos de caudales debajo de los 100-120 metros. Los máximos aportes en el orden hasta 15 m m^3/h al NO y de 4 m m^3/h al SE, se dieron al intersectar la estructura principal NO-SE o en zonas diaclasadas y de venilleo por debajo de la misma (ver datos airlift en Figura 9.10).

Figura 9.10. Profundidad de aportes de agua y caudales de ensayos air-lift en las perforaciones en Gabriela



Fuente: Hidroar SA, 2017

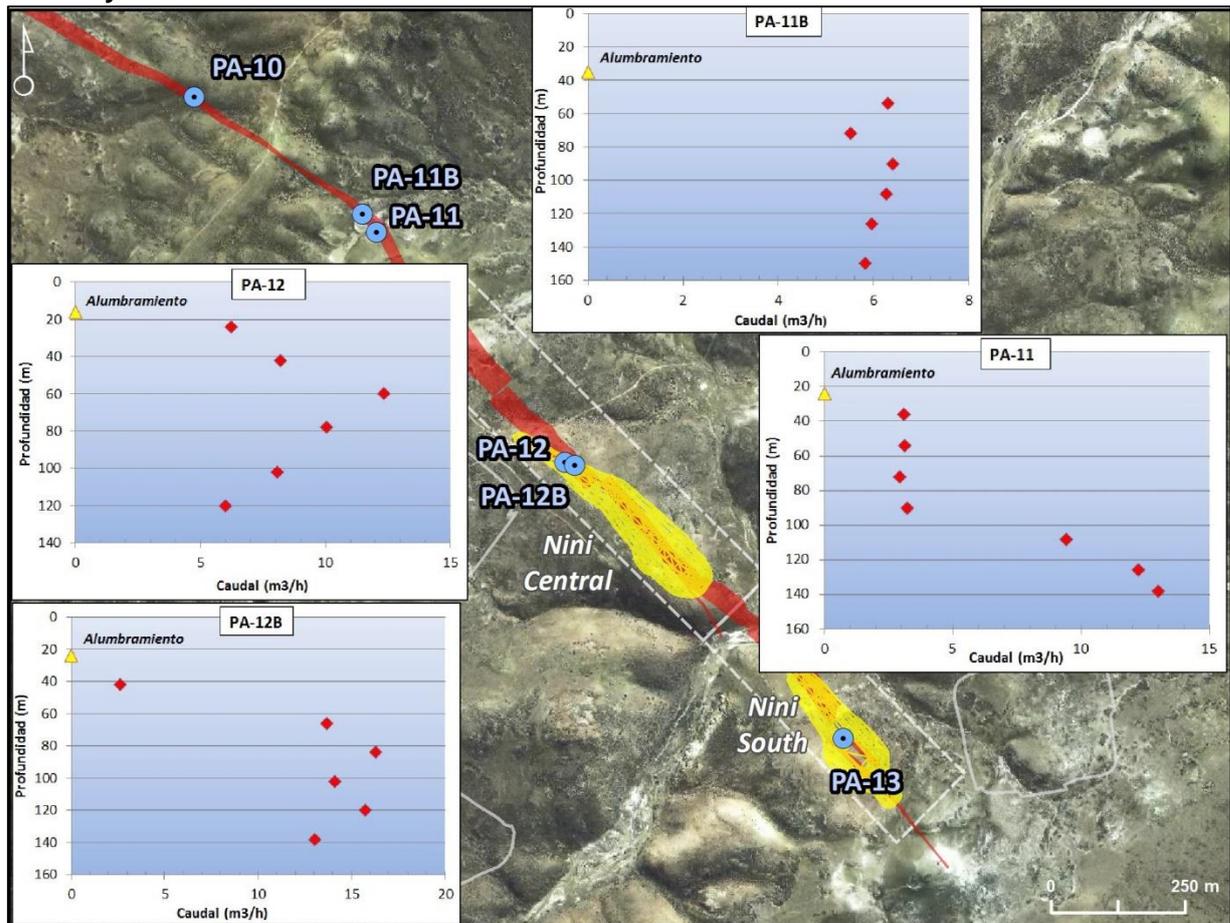
La extensión del acuífero secundario es más restringida al SE de Gabriela (pozos PA-3A, PA-4), allí la zona de interés se da a partir de los 90 metros y no se extiende más allá de los 150 metros de profundidad, además de ser más puntuales los aportes. En cambio, hacia el NO hay mayor espesor acuífero y los aportes aparecen más someros, extendiéndose por lo menos hasta 180 metros de profundidad según datos exploratorios, y manteniendo calidades dentro del rango de agua dulce.

En base a las respuestas observadas por bombeo en pozos que interceptan estas rocas, se ha verificado interconexión de los sistemas de fracturas someros y profundos por encima y debajo de la estructura vetiforme principal en Gabriela, por lo que se considera acuífero secundario, más allá de tener escaso caudal de aporte.

Por su parte, en la zona de Nini Central y Sur sucede algo similar a Gabriela, con una zona al NO donde se favorece la recarga, asumiendo un sector acuífero somero de comportamiento semilibre/semiconfinado en base a los aportes de agua, y una zona acuífera más profunda, con características de agua salada al SE y mayor grado de confinamiento.

En esta zona es menor la profundidad de los aportes en general (ver Figura 9.11), con caudales ya de 3-5 m³/hora desde el alumbramiento a los 15-30 metros al Sureste y a partir de los 50 metros al Noroeste, con evidentes cambios de caudales en rangos de agua dulce a partir de los 100 metros aproximadamente. Cerca del Espigón Terciario se da mayor extensión lateral y en profundidad del acuífero de interés, vinculada a zonas fracturadas en la unidad litológica P1 o a las estructuras vetiformes/stockwork.

Figura 9.11. Alumbramiento y cambios de caudal en profundidad en perforaciones de Nini Central y Sur



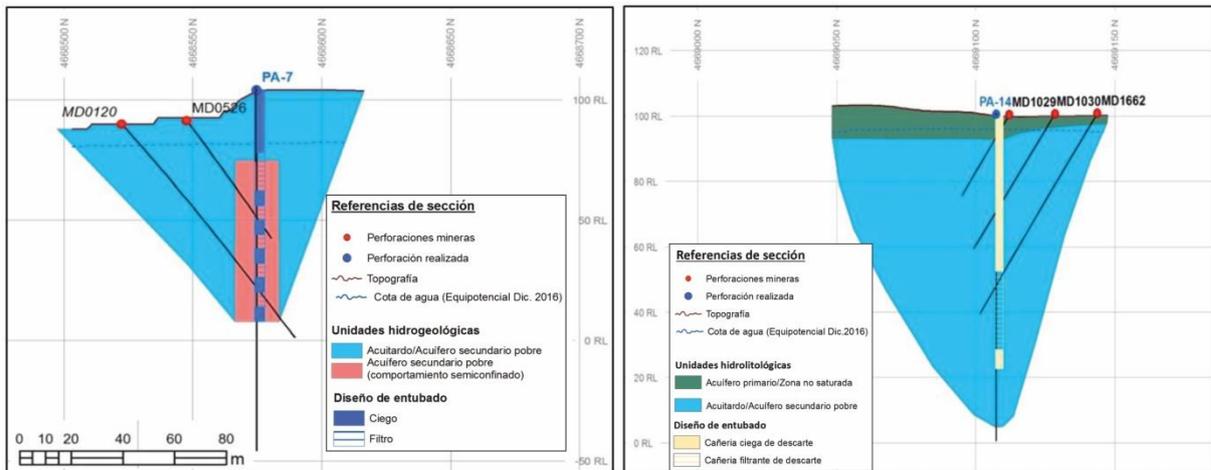
Fuente: Hidroar SA, 2017

Los caudales más significativos se dieron en las locaciones en el sector central de la estructura (PA-11 y PA-12), con registros máximos del orden de 15 m³/h. Debe aclararse que en el PA-11 se observó un incremento de caudal notorio próximo a los 100 m de profundidad correspondiendo a un segundo aporte, en el rango de agua dulce; mientras que en el sitio del PA-12, con más restricción de límites hidráulicos laterales y en profundidad, los aumentos de caudales con la profundidad se vinculan con cambios en la calidad de agua en el rango de agua salobre a salada.

En cuanto a Escondida West-Central y Loma Escondida (ver Figura 9.12), con aportes de agua más restringidos y escaso caudal, en las profundidades de exploración actuales se considera que se corresponde con sectores de acuífero secundario pobre ó acuitardo, los que no resultan de interés al abastecimiento ni representan una situación desfavorable en lo que respecta al desagüe de los open pits.

En el primer sector, con escasos aportes (inferiores al 1 m³/h) a partir de los 30 metros de profundidad en rocas de la Fm La Matilde, dado el conocimiento actual de la zona Falla Escondida, no se descarta que la estructura asociada a la veta pueda aportar agua más allá de los 150 metros en las zonas de los pozos PA-6/PA-7, tal como ha quedado evidenciado en Escondida Far West o en Zoe en pozos que interceptan las estructuras (MRC-1824, por ej.). En cambio, en Loma Escondida e incluso en Patricia se asume la condición de muy baja permeabilidad incluso desde la superficie, por las características litológicas y la presencia de estructuras secundarias E-O de reducido espesor y extensión longitudinal, vinculadas a aportes muy puntuales de agua, que se desalojaron rápidamente de los pozos al bombearse en ensayos.

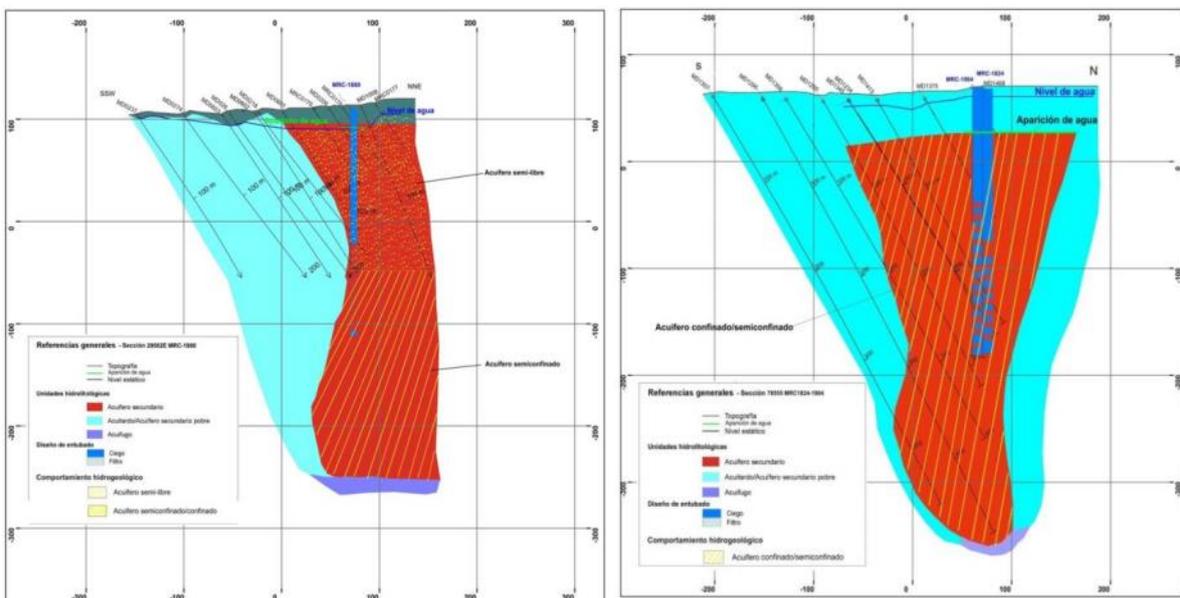
Figura 9.12. Esquema hidrogeológico general para los sectores de Escondida West Central (izq) y Loma Escondida (dcha)



Fuente: Hidroar SA, 2017

En el resto de la Falla Escondida (Figura 9.13), se mantienen las interpretaciones 2013: los prospectos Escondida FW y Martina con un nivel acuífero semi-libre subsuperficial y otro semiconfinado/confinado en profundidad, ambos interconectados entre sí por la estructura regional; y una zona de acuífero profundo en Zoe de comportamiento semiconfinado a confinado, más allá de los 60 metros o más de profundidad.

Figura 9.13. Esquema del modelo hidrogeológico conceptual en sectores de Falla Escondida explorados en 2013



Fuente: Hidroar SA, 2017

9.3.2.4. Calidad del agua

En este ítem se sintetiza la actualización de los datos hidroquímicos para el Proyecto Cerro Moro en base a las campañas de muestreo realizados por Hidroar entre Mayo y Julio 2017, con el fin de verificar composición del agua a la actualidad y grado de cambio en los distintos sectores respecto al año 2013. La metodología de toma de muestras y análisis posteriores ha sido similar a estudios previos de Hidroar, y se describe en el capítulo 3.

Los sitios de muestreo seleccionados para el análisis totalizaron 32 (treinta y dos), habiéndose tomado doble muestra en algunos sitios, completando 35 muestras (ver Figura 9.14 Puntos de Muestreo hidroquímico). En la mayoría de los sitios se tienen muestreos antecedentes, por lo que se

comparan los resultados actuales de Mayo-Julio con la información previa 2011-2013, haciendo hincapié en los sectores operativos de desagüe/abastecimiento, con el fin de identificar variaciones en los componentes mayoritarios, minoritarios y/o trazas en el agua de cada sector.

En la tabla 9.8 se resumen los puntos de muestreo y los datos *in situ* (pH, conductividad eléctrica, temperatura).

Tabla 9.8. Puntos de muestreo hidroquímico 2017 – Parámetros fisicoquímicos *in situ*.

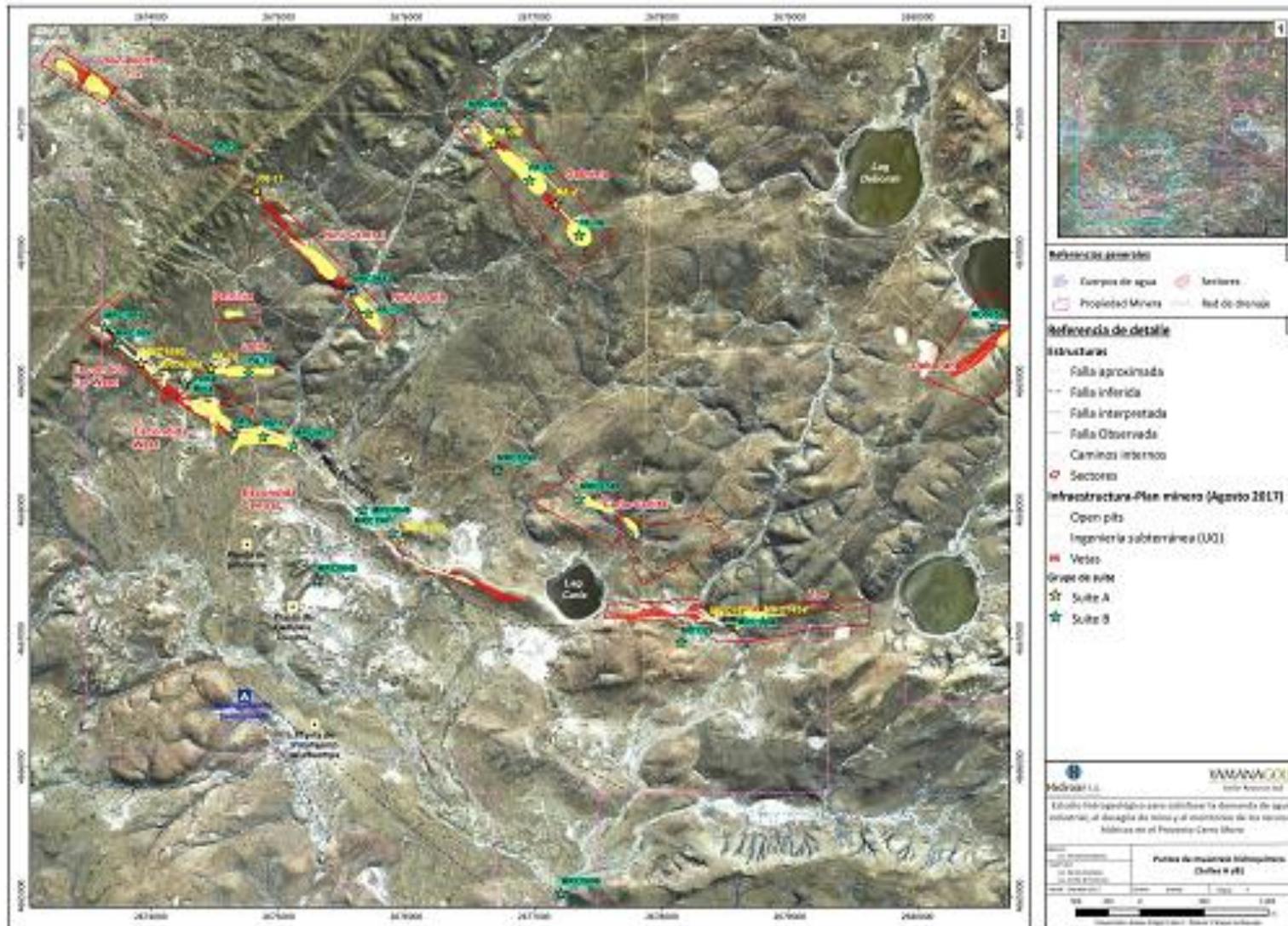
Muestra	Método	Norte	Este	SUITE	Sector	Tipo de punto
MRC-657	Bailer	4670053,0	2675179,0	B	Bella Vista	Pozo minero entubado con diver
MRC-749	Bailer	4668091,1	2677359,7	B	Carla	Pozo aguatero con diver
MD-78	Bailer	4669427,6	2680608,8	B	Deborah	Pozo minero surgente
PA-6	Ensayo	4668593,0	2674650,0	B	Esc. Central	Pozo Hidrogeológico
PA-7	Ensayo	4668574,0	2674883,0	B	Esc. Central	Pozo Hidrogeológico
MRC-677	Bailer	4668507,6	2675120,8	B	Esc. Central	Aguatero
MRC-848	Bailer	4668007,3	2675659,8	B	ESC. FE	Aguatero
MRC-1891	Bailer	4669283,0	2673726,0	B	Esc. FW	Pozo Hidrogeológico con diver
MRC-1894	Bailer	4669042,0	2674056,0	A	Esc. FW	Pozo Hidrogeológico
MRC-1880*	Bailer	4669146,0	2673925,0	A	Esc. FW	Pozo Hidrogeológico
MRC-1916	Bailer	4669423,0	2673639,0	B	ESC. FW	Pozo Hidrogeológico
MRC-1880	Ensayo	4667137,8	2678791,8	A	ESC. FW	Pozo Hidrogeológico
PA-10	Ensayo	4670741,0	2674487,0	B	Esperanza	Pozo Hidrogeológico
PA-11*	Ensayo	4670486,0	2674828,0	A	Esperanza	Pozo Hidrogeológico
PA-12*	Ensayo	4670053,0	2675179,0	A	Esperanza	Pozo Hidrogeológico
PA-13	Ensayo	4669533,0	2675699,0	B	Esperanza	Pozo Hidrogeológico
MRC-682	Bailer	4669706,7	2675580,2	B	Esperanza	Pozo aguatero con diver
Portal Mina	Extracción	4668987,0	2674263,7	B	Far West	Desagüe de mina
PA-17	Ensayo	4670852,1	2676683,6	B	Gabriela	Duplicado de PA-1B
PA IB*	Ensayo	4670852,1	2676683,6	A	Gabriela	Pozo Hidrogeológico
PA-2A	Ensayo	4670570,6	2676961,7	B	Gabriela	Pozo Hidrogeológico
PA-4*	Ensayo	4670382,2	2677168,2	A	Gabriela	Pozo Hidrogeológico
PA-3	Ensayo	4670144,7	2677353,3	B	Gabriela	Pozo Hidrogeológico
MRC-686	Bailer	4671063,7	2676489,4	B	Gabriela	Pozo Aguatero
PA-14	Ensayo	4669107,0	2674471,0	A	L. ESC.	Pozo Hidrogeológico
PA-15	Ensayo	4669072,0	2674765,0	B	L. ESC.	Pozo Hidrogeológico
MRC-845	Bailer	4667454,7	2675305,2	B	le chuzo	Pozo Minero Entubado (zona POI)
MRC-1867*	Bomba	4667775,3	2675965,0	A	Martina	Pozo Hidrogeológico
MRC-1901	Bailer	4667825,0	2675899,0	B	Martina	Pozo hidrogeológico con diver
MRC-190	Bailer	4668313,5	2676712,5	B	Si 1 vi a	Pozo Min. Entubado
MRC-696	Bailer	4665021,5	2677211,6	B	TEM anomaly	Pozo Min. Entubado (zona bajo POI)
MRC-1824*	Bomba	4667131,4	2678544,0	A	Zoe	Pozo Hidrogeológico
MRC-1454*	Bomba	4667137,8	2678791,8	A	Zoe	Pozo Hidrogeológico
MD-1329	Bailer	4666972,9	2678151,9	B	Zoe	Pozo Minero Entubado
MRC-1904	Bailer	4667131,0	2678518,0	B	Zoe	Pozo hidrogeológico con diver
MRC-1824	Bomba	4667131,4	2678544,0	A	Zoe	Pozo Hidrogeológico

*Se indica con asterisco aquellos pozos donde se tomaron muestras adicionales para análisis bacteriológico.

Los sectores considerados para el análisis son los abordados en informes antecedentes de Hidroar (2012-2013), si bien se han agrupado de manera algo diferente por similitudes que se han verificado en el agua. Así por ejemplo, se ha separado Gabriela de Nini para una mejor caracterización, ya que el agua difiere en su composición en ambos sectores. De este modo, se contemplan como áreas principales de análisis Escondida Far West y WestCentral / Loma Escondida; Martina-Carla-Silvia; Zoe y Deborah; Nini Central y Sur; Gabriela.

Adicionalmente se describen zonas operativas del Proyecto o de disposición de rechazo de POI, como ser Lechuzo, cercanías a Bella Vista, o sector de portal de mina Escondida. Luego de la caracterización hidroquímica del agua subterránea en el área de estudio, se presenta la evaluación de calidad del agua en relación a los usos posibles y a las Normativas vigentes.

Figura 9.14. Puntos de muestreo hidroquímico 2017

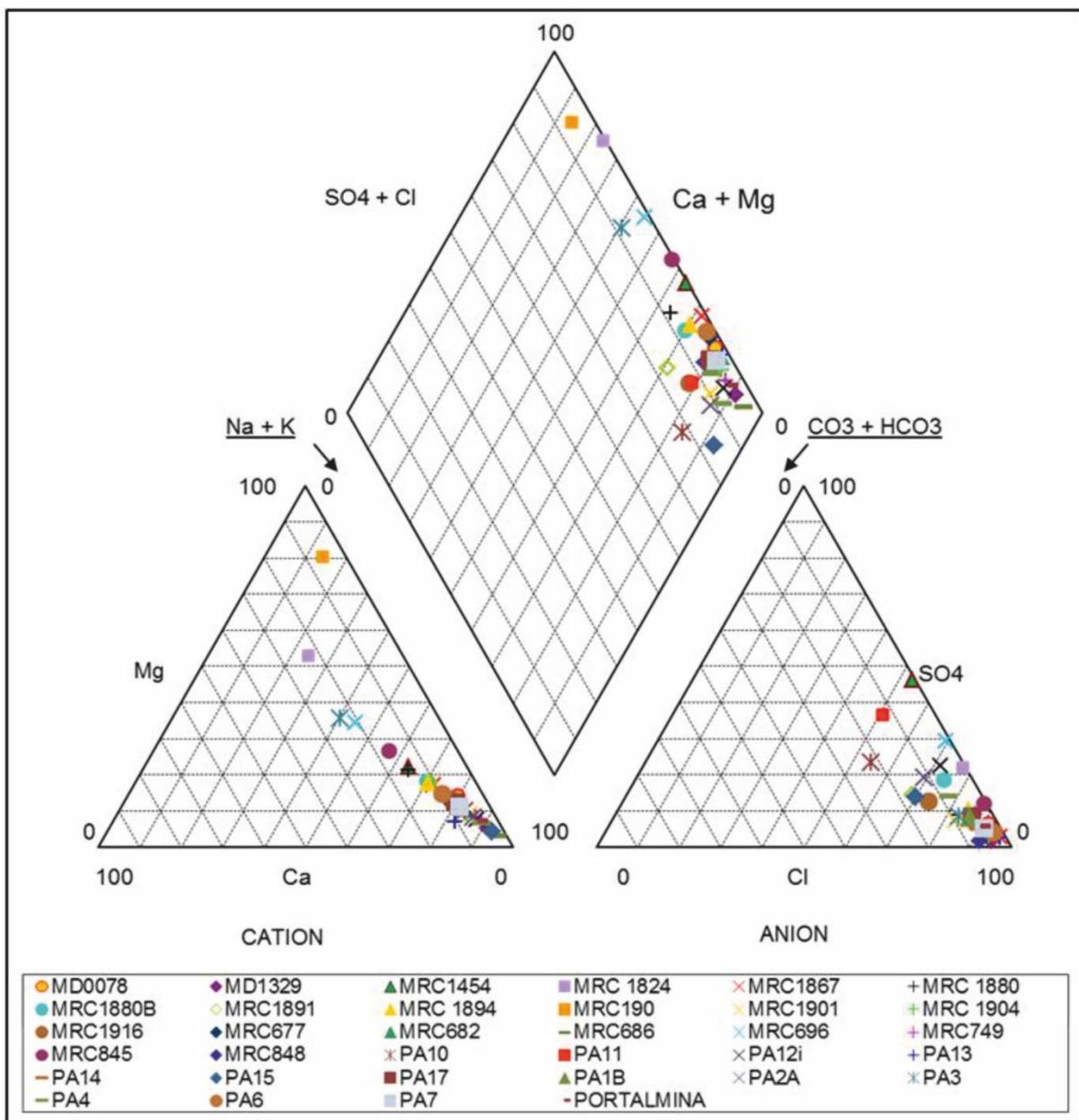


Fuente: Hidroar SA 2017

• **Caracterización Hidroquímica**

La composición química del agua en los 32 (treinta y dos) sitios de muestreo evidencia en general similar evolución hidroquímica del agua subterránea que al año 2013, con incremento en la concentración salina en el sentido de flujo subterráneo regional hacia las zonas de descarga, lo que se da naturalmente y queda expresado en los aumentos en la relación Cloruros/Bicarbonatos en el sentido del flujo (hacia el SE y ESE), más allá de tratarse de agua de composición clorurada sódica en casi todos los sitios. También se mantiene la tendencia al endurecimiento del agua por intercambio catiónico notorio en zonas cercanas a la descarga de agua subterránea como es Zoe, Carla o Silvia.

Figura 9.15. Diagrama de Piper para todas las muestras de agua 2017 de la Mina Cerro Moro.



Fuente: Hidroar SA, 2017

Como se aprecia en la Figura 9.15, son excepción las muestras de los pozos someros MRC-696 (Zona sur de Proyecto, cerca de cuenco 8) y MRC-190 (Silvia), y los pozos profundos MRC-1824 (Zoe) y PA-3 (SE de Gabriela), que difieren de los otros puntos por el contenido de cationes mayoritarios, con predominio de Magnesio (secundariamente Calcio) en vez de Sodio.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos *in situ*, se mantienen los cambios observados en Diciembre 2015 y 2016 en las conductividades eléctricas, manteniéndose la tendencia a la

salinización del agua por bombeo hacia el SE en la zona de Escondida Far West, en rangos de agua con características salobres hasta saladas (CE cercana a 6 mS/cm en zona del MRC-1894, aumentando hasta valores de 14 mS/cm en Escondida West-Central). Esto también queda reflejado en los valores medidos hacia Martina y Zoe, donde las conductividades son aún mayores hasta valores máximos de 35 mS/cm (MRC-1867) y 46 mS/cm (MRC-1824B) respectivamente; en Zoe hay mayor variabilidad en este parámetro, con sitios que rondan los 18 mS/cm (MD-1329), si bien se trata de agua típicamente salada.

En el resto de las áreas del proyecto, donde no hay pozos operativos en el largo plazo, este parámetro no supera los 20 mS/cm y se da sólo en Nini Sur; siendo más común encontrar valores de conductividad eléctrica entre 2 y 7-8 mS/cm tanto en Gabriela como en Nini, e incluso en Carla-Silvia, en rangos de agua dulce hasta salobre/levemente salada.

También se midió el parámetro pH durante los muestreos, no percibiéndose un patrón de cambio significativo en este caso, o tendencias notorias hacia la acidez o alcalinidad del agua en zonas particulares. Los valores en general rondaron entre mínimos de 6,5-6,6 registrados en el sector Martina, portal de mina y Silvia; y los pH máximos entre 8 y 8,6, sin haber un patrón particular de distribución del pH.

Resultados de laboratorio

Tal como se ha hecho en estudios antecedentes realizados por Hidroar S.A., fueron revisados los resultados de laboratorio e *in situ* del muestreo de aguas, y se compararon los valores en función de los límites admisibles establecidos por la Guía de Calidad de Agua de la ley Nacional de Protección Ambiental Minera N° 24585/95 y el Código Alimentario Argentino.

Considerando que la mayor parte del agua será tratada en Planta de Ósmosis Inversa previo a su uso, y a que el abastecimiento para bebida humana es mediante agua envasada, no representa un impedimento para el uso, sino que se expone a los fines informativos, en caso que se requiera agua de mejor calidad para determinados usos (elaboración de concretos, procesamiento mineral, lubricación de herramientas, otros).

Teniendo en cuenta las zonas operativas actuales y las potenciales de abastecimiento, en las tablas 9.9 y 9.10 se presentan los resultados de laboratorio de muestras más actuales y se indican los valores que superan los límites establecidos por la legislación mencionada. Se incluye también el agua que actualmente se está extrayendo por desagüe intramina.

En líneas generales se mantiene la calidad descrita por Hidroar al año 2013 para las zonas de abastecimiento operativas en la zona de la Falla Escondida que incluye los pozos MRC-1880/1894, MRC-1867 y MRC-1454/1824. En todos los casos se trata de aguas de alta salinidad y dureza, con contenidos de STD máximos en Zoe (23 mg/L).

En este sentido, todas las muestras actuales superaron los contenidos de STD y Dureza respecto del Código Alimentario Nacional y en todos los usos para la Ley 24.585 (bebida humana, bebida de ganado e irrigación), al igual que los Cloruros en todos los casos. En el sector de Zoe también sobrepasa el contenido de sulfatos en agua, y levemente en la zona del pozo MRC-1880.

Destacan los contenidos de Fluoruros en las zonas del MRC-1880 en Escondida Far West, en el pozo MRC-1454 en Zoe, y en la zona de Nini Central de interés. En el caso de los sectores antecedentes, está comprobado que suele haber variabilidad en este parámetro según la fecha de muestreo, mientras que en Nini Central se verificará esto cuando se compare con futuros muestreos.

En cuanto a los metales, se hallan en general dentro de los límites que fija la Ley 24.585 (uso bebida humana, bebida de ganado, irrigación) y el Código Alimentario Nacional (CA). Resultan excepción los contenidos de Cadmio, Cobalto y Níquel en el pozo MRC-1867, elementos limitantes para uso de irrigación según la Ley 24.585; y el contenido de Cinc para uso de bebida de ganado en Escondida Far West (MRC-1880) y Gabriela (PA-1B). En esta última zona, los contenidos de Cromo total y Níquel superan los límites permitidos para uso como bebida humana.

Tabla 9.9. Muestreo 2017 en pozos operativos y potenciales zonas de abastecimiento en Proyecto Cerro Moro.

Parámetro	Método	Unidad	MRC1867	MRC1880 B	MRC 1894	PORTAL MINA
Zona/Sector			Martina	Esc. FW	Esc. FW	Esc. FW-W
pH	Medición <i>in situ</i>	U. de pH	6,6	7,8	7,6	6,6
Conductividad eléctrica	Medición <i>in situ</i>	uS/cm	35300	3720	5750	13800
Turbiedad	SM 2130 B	UNT	0,10	0,10	0,10	0,10
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	SM 2540 C	mg/l	15621	3130	3595	8844
Alcalinidad	SM 2320 B	mg/l	168	204	172	200
Dureza Total	SM 2340 C	mg/l	2500	524	600	352
Sodio (Na)	SM 3500 Na - B	mg/l	3850,0	712,5	830,0	1560,0
Potasio (K)	Electroquímica	mg/l	34	94	15	110
Calcio (Ca)	SM 3500 Ca D	mg/l	500	104	120	70
Magnesio (Mg)	SM 3500 Mg E	mg/l	480	98	110	68
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	SM 2320 B	mg/l	168	204	172	200
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	SM 4500 SO ₄ ⁼ E	mg/l	320	420	281	220
Cloruros (Cl ⁻)	SM 4500 Cl B	mg/l	8100	1250	1700	2550
Nitratos (NO ₃ ⁻)	SM 4500 NO ₃ B	mg/l	21	4	18	3
Carbonatos (CO ₃ ⁼)	SM 2320 B	mg/l	<4	<4	<4	<4
Nitritos (NO ₂)	SM 4500 NO ₂ B	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Amoniaco (NH ₃)	SM 4500 NH ₃ C	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	
Fluoruros (F ⁻)	SM 4500 F D	mg/l	0,1	2,3	0,1	2,3
Selenio (Se)	SM 3114 Se C	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Vanadio (V)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Cinc (Zn)	SM 3111 B	mg/l	<0,1	0,3	<0,1	<0,1
Plata (Ag)	SM 3111 Ag B	mg/l	0,07	0,20	<0,01	
Aluminio (Al)	SM 3111 B	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Arsénico (As)	SM 3114 As C	mg/l	<0,001	0,005	<0,001	0,004
Boro (B)	SM 4500 B	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bario (Ba)	SM 3111 Ba B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Berilio (Be)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Cadmio (Cd)	SM 3111 Cd B	mg/l	0,038	<0,001	<0,001	
Cobalto (Co)	SM 3111 B	mg/l	0,333	<0,001	0,320	
Cromo Total (Cr)	SM 3111 Cr B	mg/l	0,191	<0,002	<0,002	
Cobre (Cu)	SM 3111 Cu B	mg/l	0,05	<0,05	0,03	<0,05
Hierro Total (Fe)	SM 3111 B	mg/l	2,11	<0,01	15,30	<0,01
Mercurio (Hg)	SM 3112 Hg B	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Molibdeno (Mo)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Níquel (Ni)	SM 3111 B	mg/l	0,470	<0,025	0,116	<0,025
Plomo (Pb)	SM 3111 Pb B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Paladio (Pd)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Uranio (U)	ICP OET	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	
Antimonio (Sb)	SM 3111 B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	
Oro (Au)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	
Cianuros (CN)	SM 4500 CN E	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidrocarburos Totales (HTP)	EPA 8015	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

La fuente en rojo excede los límites establecidos según el Código Alimentario Argentino.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso de bebida humana.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso para irrigación.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso para bebida de ganado.

Fuente: Hidroar SA, 2017

De acuerdo a lo que se ve en el Cuadro 9.10, donde se muestra la composición del agua de las zonas recientemente exploradas, se evidencia que la zona con mejor calidad de agua para usos más restrictivos se corresponde con Nini Central, con agua en rangos de agua dulce a levemente salobre, incluso más favorable que la de Escondida Far West en lo respectivo al contenido de sales (2176 mg/L de STD), dureza (276 mg/L CaCO₃), y resto de analitos.

Tabla 9.10. Muestreo 2017 en pozos operativos y potenciales zonas de abastecimiento en Proyecto Cerro Moro.

Parámetro	Método	Unidad	MRC1824 (B)	MRC1454	PA 11	PA 1B
Zona/Sector			Zoe	Zoe	Nini Central	Gabriela
pH	Medición <i>in situ</i>	U. de pH	7,2	7,9	8,0	7,6
Conductividad eléctrica	Medición <i>in situ</i>	uS/cm	46000	40900	3760	6590
Turbiedad	SM 2130 B	UNT	0,10	0,10	0,10	0,10
Solidos Disueltos Totales (SDT)	SM 2540 C	mg/l	22596	20583	2176	4615,0
Alcalinidad	SM 2320 B	mg/l	124	108	300	256
Dureza Total	SM 2340 C	mg/l	7400	4520	276	512
Sodio (Na)	SM 3500 Na - B	mg/l	1220,0	4679,6	615,8	1322,0
Potasio (K)	Electroquímica	mg/l	180	930	92	90
Calcio (Ca)	SM 3500 Ca D	mg/l	1480	904	55	102
Magnesio (Mg)	SM 3500 Mg E	mg/l	1400	860	53	96
Bicarbonatos (HCO3-)	SM 2320 B	mg/l	124	108	300	256
Sulfatos (SO4=)	SM 4500 SO4= E	mg/l	3520	7680	680	290
Cloruros (Cl-)	SM 4500 Cl B	mg/l	5920	6500	700	2200
Nitratos (NO3-)	SM 4500 NO3 B	mg/l	8	5	4	12
Carbonatos (CO3=)	SM 2320 B	mg/l	<4	<4	<4	<4
Nitritos (NO2)	SM 4500 NO2 B	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Amoníaco (NH3)	SM 4500 NH3 C	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fluoruros (F-)	SM 4500 F D	mg/l	0,5	2,4	1,8	0,1
Selenio (Se)	SM 3114 Se C	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Vanadio (V)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cinc (Zn)	SM 3111 B	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	0,4
Plata (Ag)	SM 3111 Ag B	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Aluminio (Al)	SM 3111 B	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Arsénico (As)	SM 3114 As C	mg/l	<0,001	0,016	0,015	<0,001
Boro (B)	SM 4500 B	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bario (Ba)	SM 3111 Ba B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Berilio (Be)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio (Cd)	SM 3111 Cd B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
Cobalto (Co)	SM 3111 B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,066
Cromo Total (Cr)	SM 3111 Cr B	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	0,059
Cobre (Cu)	SM 3111 Cu B	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	0,01
Hierro Total (Fe)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	1,12
Mercurio (Hg)	SM 3112 Hg B	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Molibdeno (Mo)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel (Ni)	SM 3111 B	mg/l	<0,025	<0,025	<0,025	0,169
Plomo (Pb)	SM 3111 Pb B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Paladio (Pd)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Uranio (U)	ICP OET	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimonio (Sb)	SM 3111 B	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Oro (Au)	SM 3111 B	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianuros (CN)	SM 4500 CN E	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidrocarburos Totales (HTP)	EPA 8015	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

La fuente en rojo excede los límites establecidos según el Código Alimentario Argentino.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso de bebida humana.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso para irrigación.

Exceden la Ley 24.585, respecto a uso para bebida de ganado.

Fuente: Hidroar SA, 2017

En lo respectivo a compuestos orgánicos incluyendo Fenoles, Hidrocarburos Totales de Petróleo, BETEX, HAP's, en las muestras de agua, se mantienen concentraciones inferiores al Límite de Cuantificación del laboratorio en todas las muestras.

En caso de requerirse disponer el agua extraída temporalmente en bajos, deberá tenerse en cuenta el debido recaudo en la disposición, por los altos contenidos de SDT y por los contenidos de metales mencionados, ya que resultan limitantes para irrigación y/o bebida de ganado en el caso del Cinc.

9.4. Uso actual y potencial del agua

El uso actual y potencial permanece según lo informado el IIA Inicial 2010. En el informe *Exploración Hidrogeológica en La Mina Cerro Moro*, elaborado por Hydroar SA, en Mayo de 2017, se describen los siguientes usos y los volúmenes requeridos por las siguientes instalaciones del Proyecto:

- Planta de procesamiento mineral:

Previendo un procesamiento de mineral estimado en 1.099 Ton/día, y contemplando un buffer adicional del 20% en el diseño de la planta (Fuente: ERL), se requiere un flujo de agua permanente estimado en 56 m³/h (1.344 m³/d), el cual debe ser apto para uso industrial, no necesariamente agua potable.

Si bien está previsto que toda el agua utilizada en el proceso y en la mina sea reciclada en un circuito cerrado sin vuelco de efluentes al medio, existen principalmente pérdidas por evaporación y agua retenida en el dique de colas (volumen de agua retenido en el relave de 1323 m³/día para el tonelaje previsto, según lo informado por Knight Piésold en Mayo 2016). Esas pérdidas requieren del ingreso de agua "agregada" o fresca, proveniente principalmente del desagüe de las obras en mina.

- Campamentos e instalaciones asociadas (habitaciones, comedores, oficinas):

Agua con calidad apta para uso doméstico (higiene personal, elaboración de alimentos, limpieza de elementos de cocina, etc.), preferentemente dulce o en su defecto salobre. Se excluye aquí el uso para bebida humana, ya que será adquirida de terceros para este fin (agua envasada en botellas y/o bidones, de calidad asegurada).

Se asume estimativamente para el cálculo de abastecimiento una población estable de 696 personas, incluyendo personal fijo y contratistas previsto en actual ampliación del campamento.

Considerando un consumo de agua promedio per cápita del orden de 250 litros/día (0,25 m³/día), esto representa una necesidad de agua total para uso humano de 174 m³/día (7,25 m³/h).

La principal demanda de agua para uso humano estará concentrada en el campamento minero (comedores, habitaciones, salas de juego, estar y otras dependencias), y en las oficinas y comedor en la mina.

Teniendo en cuenta que se dispone únicamente de agua salobre o salada, su tratamiento generará un rechazo de hasta un 50% (POI actualmente en operación), requiriendo un volumen total del orden de 348 m³/día (14,5 m³/h).

- Otras instalaciones del proyecto:

Incluye los requerimientos de agua con aptitud para uso industrial y/o para riego, necesaria en actividades complementarias a la explotación minera: construcción de mina (elaboración de concretos), supresión de polvo de caminos internos, pilas de acopio, escombreras y diferentes puntos del sistema de transporte (cintas transportadoras) y de proceso; tareas de perforación, operación y mantenimiento de equipos de mina. Estas tareas en general requieren consumos inferiores y/o no requieren flujos continuos de agua durante la etapa operativa de la mina.

En función de las necesidades descritas se requiere actualmente un caudal permanente de 1.518 m³/día de agua (sin considerar caudal adicional de operaciones complementarias). Considerando en este caso que toda el agua, independientemente del uso, deberá ser tratada en planta de ósmosis inversa "POI", y previendo que el caudal de rechazo será del orden del 50% (información aportada por ERL), se requiere un caudal aproximado total de 3036 m³/día (112 m³/h) para cubrir el requerimiento actual en Proyecto.

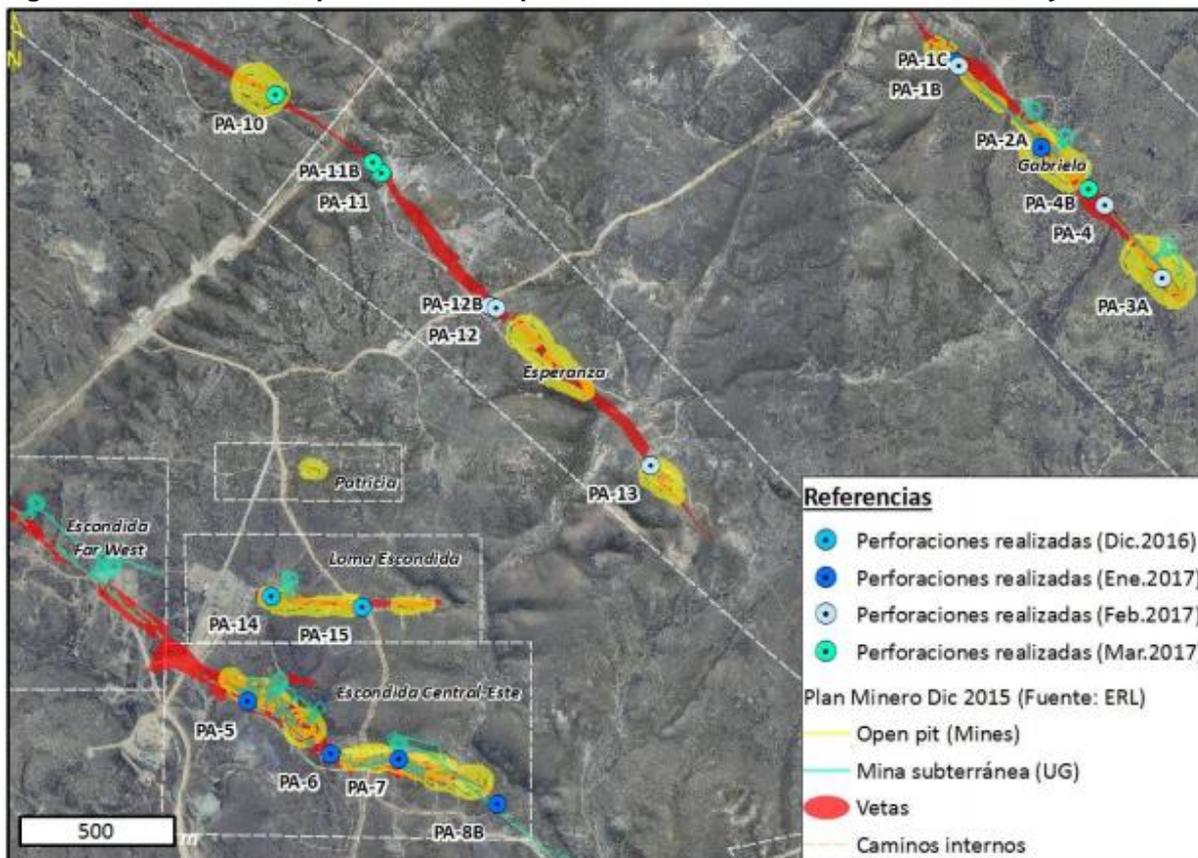
9.5. Estudio piezométrico estático para cuerpos de agua subterránea.

En esta oportunidad se amplió la exploración hidrogeológica del proyecto contemplando los sectores de Escondida Central-Este, Loma Escondida, Esperanza y Gabriela. En la misma se realizaron diecinueve (19) perforaciones, de las cuales catorce (14) fueron definidas en la propuesta de enero

de 2016, basada en el análisis previo de información antecedente y el plan minero con fecha diciembre 2015 (ver Figura 9.16).

La campaña de perforación se desarrolló durante los meses de diciembre 2016 y marzo 2017, donde se realizaron 2.556 m. Con respecto a las profundidades de exploración, las mismas comprendieron longitudes entre 100 y 180 m, todas ellas efectuadas bajo la modalidad convencional con muestreo cada 2 m y estimaciones de caudal por medio de ensayos *airlift*.

Figura 9.16. Ubicación de perforaciones exploratorias realizadas entre diciembre 2016 y marzo 2017



Fuente: Hidroar SA, 2017

Los diámetros de perforación fueron 6, 8 y 10", correspondiente a pozos de observación, de exploración de bajo a medio rendimiento (0-10 m³/h) y exploración de alto caudal (>10m³/h), respectivamente. Asimismo los diámetros de entubado fueron de 3, 4 y 6", cuyos material corresponde a PVC reforzado para los de menor diámetro y de acero negro/inoxidable para el de mayor diámetro (ver Tabla 9.11).

Tabla 9.11. Generalidades de perforaciones

Pozo	Sector	^max. Perf.	9 max. Entubado.	Prof. final perf. (mbnt)	Prof. Entubada (m)
PA-1	Gabriela	8"	Sin entubar	78	Sin entubar
PA1B	Gabriela	10"	6"	156	154
PA1C	Gabriela	6 1/2"	3"	180	180
PA-2A	Gabriela	8"	4"	150	108
PA-3A	Gabriela	8"	4"	150	96
PA-4	Gabriela	8"	4"	164	149
PA-4B	Gabriela	6 1/2"	3"	180	150
PA-5	Escondida C-E	8"	4"	150	6
PA-6	Escondida C-E	8"	4"	144	78
PA-7	Escondida C-E	8"	4"	150	96
PA-8B	Escondida C-E	10"	4"	120	30
PA-10	Esperanza	8"	4"	110	66
PA-11	Esperanza	10"	6"	138	136
PA-11B	Esperanza	6 1/2"	3"	150	102
PA-12	Esperanza	10"	6"	120	82
PA-12B	Esperanza	6 1/2"	3"	138	102
PA-13	Esperanza	8"	4"	102	78
PA-14	Loma Escondida	8"	4"	96	78
PA-15	Loma Escondida	8"	4"	80	42

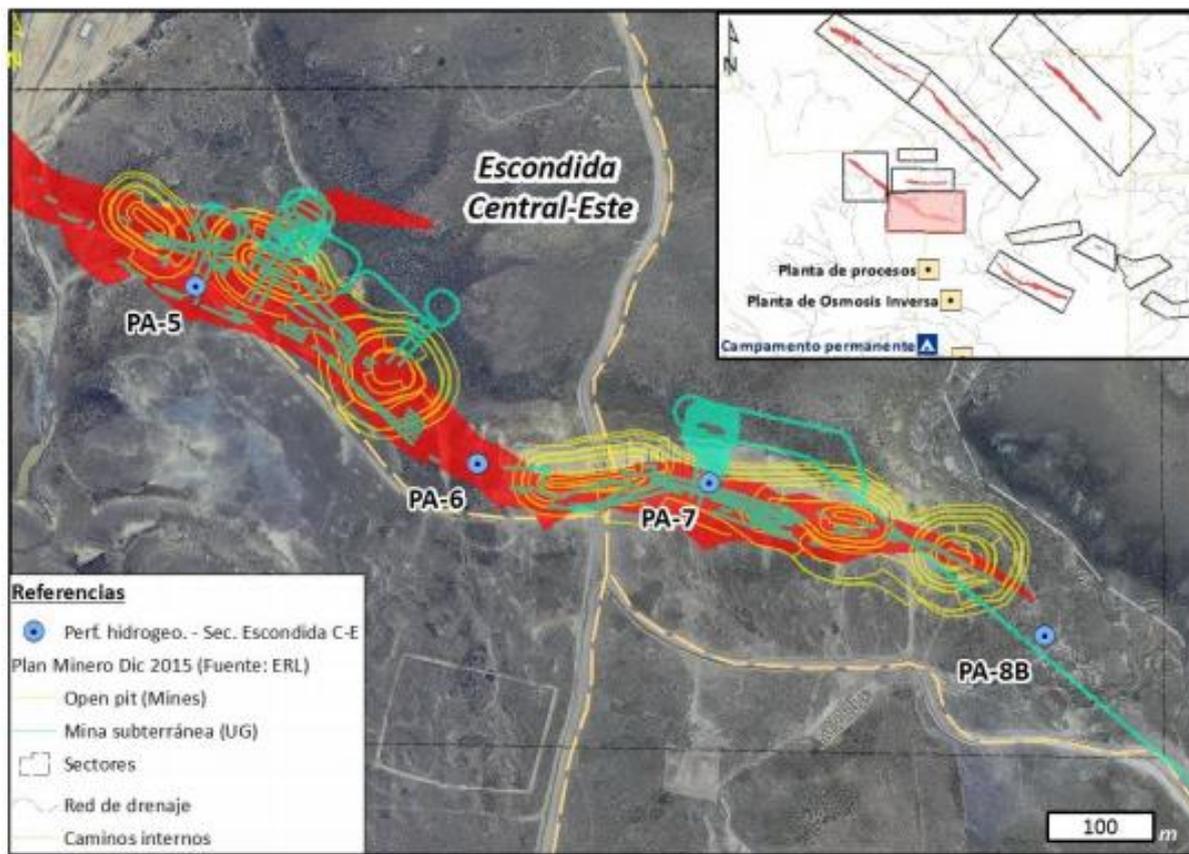
Fuente: Hidroar SA, 2017

A continuación se describen las perforaciones realizadas por sector, incluyendo litología atravesada, alumbramiento de agua, caudales y calidad de agua (producto de mediciones *in situ* de parámetros físico-químicos).

9.5.1. Sector Escondida Central-Este

En este sector se realizaron cuatro (4) perforaciones denominadas PA-5, PA-6, PA-7 y PA-8B (ver Figura 9.17). De las cuales según el plan minero de diciembre de 2015 las perforaciones PA-5 y PA-7, estarían afectadas por las futuras obras de ingeniería. Cabe mencionar que en el prospecto están proyectadas seis (6) excavaciones tipo "open pit" con profundidades máximas entre 50 y 60 metros hacia el centro y parte oriental del prospecto. Adicionalmente, hay labores mineras subterráneas proyectadas en esta zona, en coincidencia con los sitios donde se construirán los pits 01/02 y 04/05.

Figura 9.17. Ubicación de perforaciones en el sector Escondida Central - Este



Fuente: Hidroar SA, 2017

En el sector se exploró una profundidad total de 564 m, donde se atravesaron las Unidades 1 y 2, correspondiente a las Formaciones Chon Aike y La Matilde. Mencionado pase es variable, siendo en el sector NW (pozos PA-5 y 6) más profundo encantándose en el orden de 130 m, somerizándose hacia el SE con valores 70 m en los pozos PA7 y 8B. Entre ambas unidades se dispone la Unidad 5 (roca rebrechada), con espesor del orden de 20 m. Cabe mencionar que solo en las perforaciones PA-5 y PA- 7 se reconoció una estructura vetiforme de cuarzo, siendo para el primer caso de 2 m de espesor (118-120 m bbb) y en segundo 12 m (42-54 m bbb).

El alumbramiento de agua se registró solo en las perforaciones centrales (PA-6 y 7), vinculado a rocas volcanoclasticas de la Formación La Matilde a la profundidad de 30 m bbb. Por su parte las perforaciones PA 5 y 8B durante la perforación no se registró alumbramiento, sin embargo se verifico columna de agua días posteriores a la terminación de las mismas.

Los caudales registrados en los pozos PA-6 y 7 son inferiores a 0,5 m³/h, sin presentar cambios en profundidad.

Los parámetros físico-químicos solo se pudieron medir durante la perforación del PA-7 con valores de Conductividad Eléctrica (C.E.) del orden de 7 mS/cm, el pH de 8 y temperaturas entre 14 y 21 °C. Sin embargo a fines de marzo se midieron los parámetros *in situ* del agua subterránea en los pozos del sector, donde la conductividad eléctrica más baja se registró en el pozo PA-6 (3 mS/cm) y la mayor en PA-8B (13,8 mS/cm), en cuanto al pH presenta valores neutros a alcalinos comprendidos entre 7 y 10 y temperaturas del orden de 12°C.

Debido a los bajos caudales cuantificados durante las perforaciones en este sector, los diferentes diseños de entubados no contemplaron la longitud final de exploración, siendo todos con cañería de PVC de 4" de diámetro.

Los niveles de agua medidos el 28 de marzo, fueron en el orden de 10 m bbb a excepción del PA-5 el cual se encontró a unos 30 m bbb. En la siguiente tabla 9.8 se detallan los niveles de agua y parámetros *in situ*, como así también las características más destacadas de las perforaciones ejecutadas.

Tabla 9.12. Resumen de las características más relevantes de la perforaciones en el sector Escondida Central-Este.

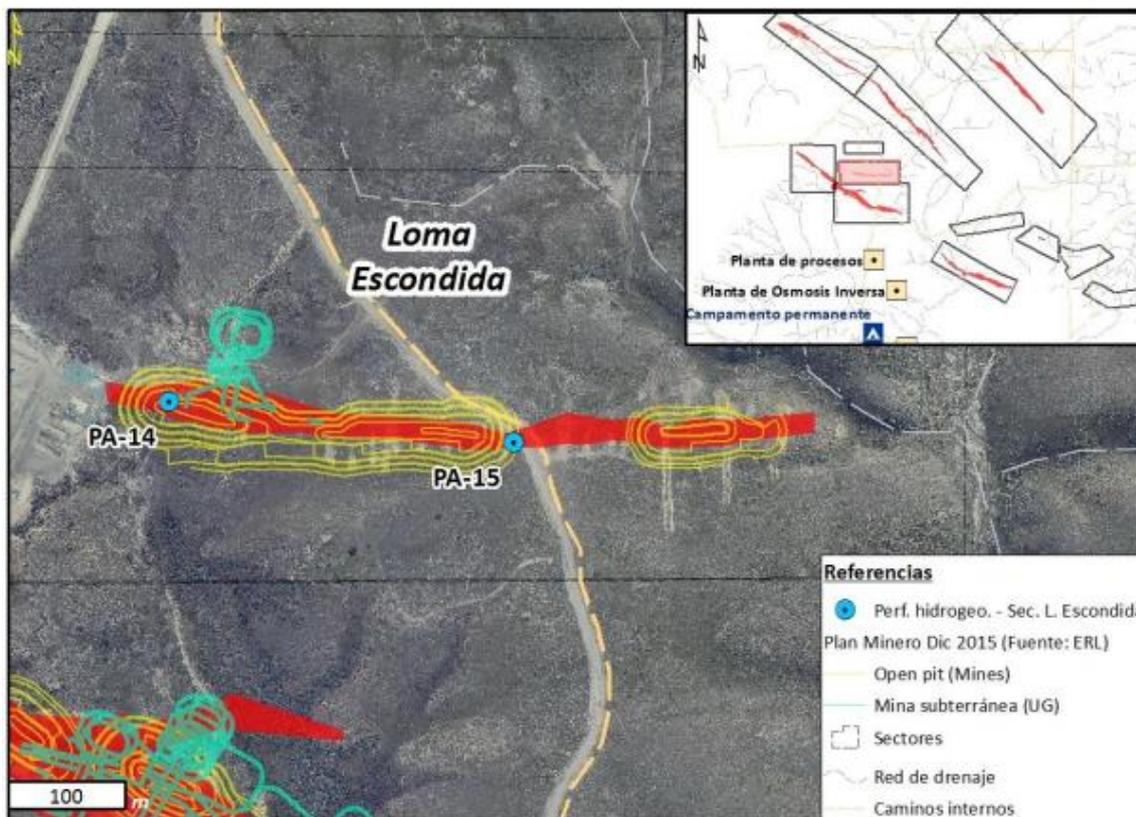
Pozo	Prof. perf. (m)	Diámetro Entubado	Prof. entubado (m bbp)	Máximo Caudal (m ³ /h)	N.E (m bbp)	Parámetros fco-qco		
						C.E. (mS/cm)	pH	Temp. (°C)
PA-5	150	4	6(poza abierto)		28,40	7,47	7,61	12,00
PA-6	144	4	78	0,19	7,59	3,76	7,20	13,20
PA-7	150	4	96	0,37	11,68	7,17	8,10	11,30
PA-8B	120	4	30(poza abierto)		8,53	13,80	10,00	11,60

Fuente: Hidroar SA, 2017

9.5.2. Sector Loma Escondida

En este sector se realizaron dos (2) perforaciones, denominadas PA-14 y PA-15, las cuales totalizan 176 m de exploración. La ubicación de las mismas serán afectadas por las obras ingenieriles proyectadas en el prospecto, donde está previsto construir dos (2) obras a cielo abierto y labores subterráneas (ver Figura 9.18).

Figura 9.18. Ubicación de perforaciones en el sector Loma Escondida



Fuente: Hidroar SA, 2017

Las litologías atravesadas durante la exploración fueron rocas andesita coherente (L1) y volcánicas de composición media - acida (P1), de la Formación Chon Aike. Las andesitas se identificaron entre los primeros 10 - 20 m del perfil, continuando con riolitas hasta el final de exploración (80 y 96 m). En cuanto a las estructuras identificadas son de escaso espesor (2-4 m), correspondiendo a veta brechada desde los 32 hasta los 36 m en PA-14 y 2 m de brecha (10-12 m) en PA-15.

El alumbramiento de agua se registró a los 24 (PA-14) y 12 m (PA-15), siendo de muy bajo caudal y de características lodosos. Solo se advirtió un incremento de caudal en el pozo PA-14 a los 56 m, donde el ensayo airlift arrojó un valor de 0,6 m³/h, sin aumentos en profundidad.

Durante la perforación solo se pudo tomar parámetros físico-químicos en PA-14, con valores de conductividad eléctrica de 6,6 mS/cm, pH de 7,8 y temperatura de 12,5°C. Posterior a la etapa de perforaciones se midieron los parámetros en el sector, donde el pozo PA-15 tuvo registros de conductividad eléctrica de 2 mS/cm, pH de 8 y temperatura de 12°C.

En base a los caudales registrados durante las perforaciones se elaboró el diseño de entubado, con cañería filtrante y ciega de PVC de 4", cuyas profundidades fueron 78 y 42 m en las perforaciones PA-14 y 15, respectivamente.

Los niveles de agua se midieron el día 27 de marzo de 2017, encontrándose en 5,7 m bbp en el PA-14 y 10,8 m bbp en el PA-15.

A continuación, en la Tabla 9.13, se exponen los niveles y parámetros *in situ* de los pozos y las generalidades de las perforaciones.

Tabla 9.13. Registros de niveles de agua y parámetros físico-químicos y generalidades en los pozos PA-14 y PA-15.

Pozo	Prof. perf. (m)	Diámetro Entubado	Prof. entubado (m bbp)	Máximo Caudal (m³/h)	N.E (m bbp)	Parámetros fco-qco		
						C.E. (mS/cm)	pH	Temp. (°C)
PA-14	96	4"	78	0,7	5,69	6,68	7,50	13,00
PA-15	80	4"	42	< 0,2	10,79	2,14	8,00	12,20

9.5.3. Sector Esperanza

En el sector se llevaron a cabo seis (6) perforaciones, alcanzando un total de 758 m explorados en el área. Los sondeos en general se ubican entre las obras de ingeniería proyectadas, las cuales según el plan de mina presentarían una profundidad máxima de 50m (ver Figura 9.19).

Figura 9.19. Ubicación de perforaciones ejecutadas en Esperanza.



Fuente: Hidroar SA, 2017

Las unidades litológicas identificadas en los sondeos corresponden a cobertura sedimentaria con un espesor de 5 a 8 m, continuando con rocas volcánicas de composición intermedias a acidas de la Formación Chon Aike. En general todos los sondeos atravesaron estructuras vetiformes de cuarzo, brechas y stockworks a excepción del PA-10.

El alumbramiento de agua en este prospecto por lo general se identificó entre 16 y 35 m, a excepción los pozos PA-10 (54m) y PA-13 (sin alumbramiento, solo registro de humedad a 42 m). A diferencia de los sectores descriptos anteriormente, en Esperanza se cuantificaron caudales de orden de 12 m³/h en las perforaciones PA-11 y PA-12, siendo entubadas en acero inoxidable de 6" de diámetro. Adicionalmente se definieron y ejecutaron pozos de observación en cada una de estas locaciones, perforados en un diámetro de 6" y entubados con cañería de PVC de 3". Cabe mencionar que en la mayoría de las perforaciones existieron inconvenientes operativos en los compresores del equipo de perforación, repercutiendo en las calidades de los datos.

Los parámetros físico-químicos de agua subterránea en los pozos ubicados en el noroeste de la estructura (PA-10 y 11), presentaron valores de conductividad eléctrica del orden de 2 mS/cm, coincidente con la zona de recarga, próxima al espigón Terciario, mientras que hacia el sureste de la misma este parámetro se incrementa notablemente. En cuanto al pH registraron valores de neutros a alcalinos (7 a 8) y la temperatura medida se encuentra entre 12 y 14°C

Los niveles de agua medidos en el sector a fines de marzo, rondan entre 20-30 m bbp. A continuación, en la tabla 9.8, se exponen los niveles y parámetros *in situ* de los pozos, como así también generalidades de las perforaciones.

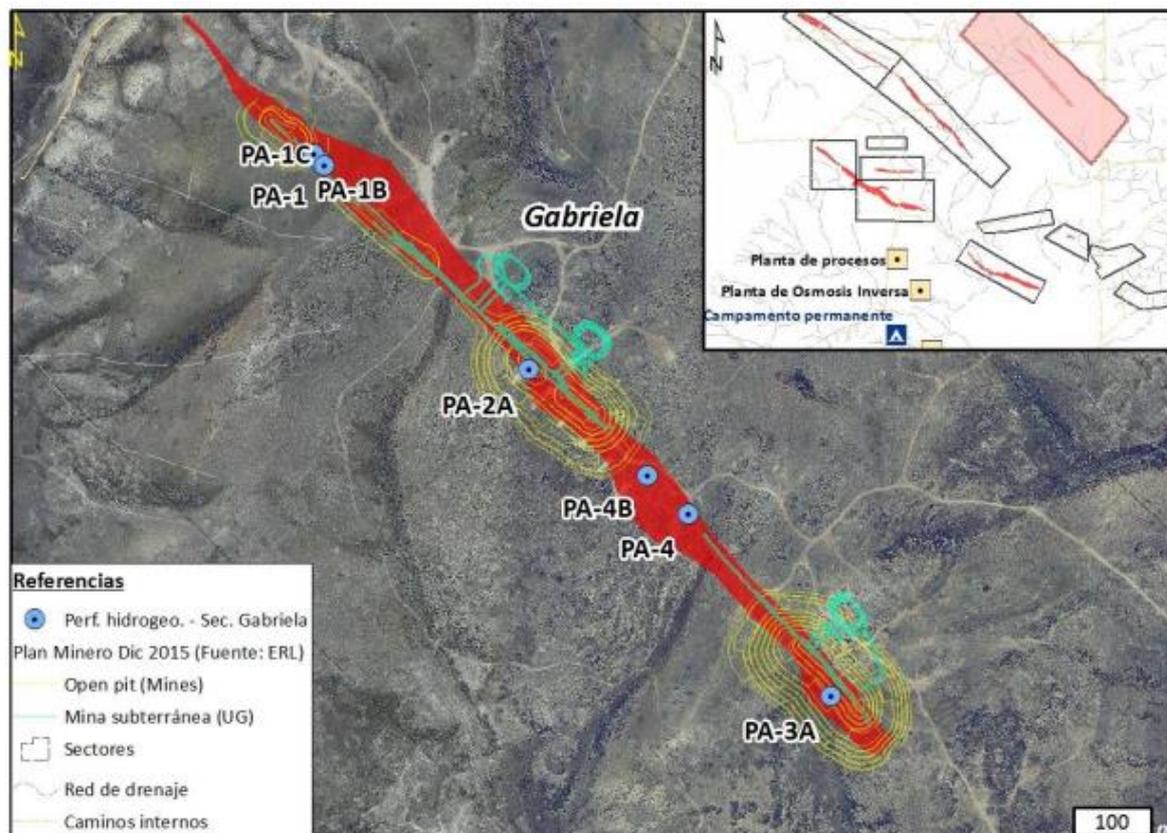
Tabla 9.14. Censo de niveles, calidad de agua y generalidades de perforación en el sector Esperanza

Pozo	Prof. peri ¹ , (m)	Diámetro Entubado	Prof. entubado (m bbp)	Máximo caudal (m ³ /h)	N.E (m bbp)	Parámetros fco-qco		
						C.E. (mS/cm)	pH	Temp. (°C)
PA-10	110	4	66	< 0,3	24,73	1,46	7,50	13,00
PA-11	138	6	136	12	18,04	2,32	8,70	12,00
PA-11B	150	3	102	6,4	21,75	1,60	7,60	13,90
PA-12	120	6	82	12	21,58	6,05	7,50	13,60
PA-12B	138	3	102	16	21,31	9,70	7,50	14,10
PA-13	102	4	78	< 0,2	27,13	9,64	7,70	13,70

9.5.4. Sector Gabriela

En el sector de Gabriela se perforo un total de 1.058 m en siete (7) sondeos exploratorios con profundidades comprendidas entre 102 y 180 m. Los mismos se encuentran en zonas de obras de ingeniería a excepción de la perforación PA-4; en tal sentido en el prospecto está proyectado realizar cuatro (4) Open Pits con profundidades de hasta 95 m (ver figura 9.20).

Figura 9.20. Ubicación de perforaciones hidrogeológicas exploratorias en el sector Gabriela



Fuente: Hidroar SA, 2017

Las unidades litológicas atravesadas en las perforaciones del sector comienzan con cobertura sedimentaria que en algunos casos, como se describió en la perforación PA-1B, presenta hasta 16 m de potencia. Posteriormente continúan rocas volcánicas de composición intermedias a ácidas, pertenecientes a la Formación Chon Aike, la cual se encuentra interrumpida por estructuras mineralizadas, destacándose en la perforación PA-1B una veta de más de 20 m de potencia, como así también la zona brechada mayor a 50m de espesor en PA-2A. Otro patrón común en los distintos pozos es la presencia de zonas fracturadas.

El alumbramiento en general ocurrió a los 30 m, a excepción de los pozos PA-1 y Pa-4B donde fue a los 54 y 72 m, respectivamente. En cuanto a los ensayos airlift los mejores resultados se dieron en los pozos PA-1b (20,17m³/h) y PA-4 (3-4 m³/h), los cuales fueron entubados con cañería de acero inoxidable de 6" de diámetro y de PVC de 4". Así mismo el resto de los pozos presentaron caudales bajos con valores que rondaron 0,5 m³/h, siendo entubados con cañería de PVC de 4". En base a los mejores resultados obtenidos de los pozos exploratorios se definieron y se ejecutaron pozos de observación (entubados con cañería de PVC de 3" de diámetro), para ser utilizados en los futuros ensayos hidráulicos.

A finales del mes de marzo se realizó un censo de niveles de agua registrándose valores entre 20 y 35 m. Conjuntamente se efectuaron mediciones de parámetros físico-químicos en los pozos hidrogeológicos con valores de conductividad eléctrica entre 2 y 4 mS/cm, pH neutros a alcalinos (alcanzando 9,3 en el pozo PA1B) y temperaturas del orden de 14°C. En la Tabla 9.15 se detallan las mediciones realizadas en el sector junto con datos de las perforaciones.

Tabla 9.15. Censo y generalidades de perforación del sector Gabriela.

Pozo	Prof. perf. (m)	Diámetro Entubado	Prof. entubado (m bbp)	Máximo caudal (m ³ /h)	N.E (m bbp)	Parámetros fco-qco		
						C.E. (mS/cm)	pH	Temp. (°C)
PA-1	78							
PA-1B	156	6	154	20,2	34,79	3,41	9,30	13,80
PA-1C	180	3	180	15,2	34,05	3,82	7,40	14,10
PA-2A	150	4	108	0,6	32,27	2,70	7,10	13,50
PA-3	150	4	98	0,3 - 0,5	20,94	1,90	7,70	13,70
PA-4	164	4	149	3,5	27,42	3,11	7,50	13,90
PA-4B	180	3	150	3,6	28,29	2,15	7,60	14,1

Fuente: Hidroar SA; 2017

9.5.5. Identificación de pozos de observación en un mapa

Ver **Figura 9.16:** Ubicación de perforaciones exploratorias realizadas entre diciembre 2016 y marzo 2017.

9.5.6. Niveles de los acuíferos en los pozos seleccionados y variaciones temporales

Se describe en la sección 9.5 para cada sector.

9.5.7. Caracterización del flujo subterráneo

Se describe en la sección 9.5 para cada sector.

9.5.8. Análisis e interpretación de datos y resultados obtenidos

El informe de Hidroar arriba a las siguientes interpretaciones y resultados.

- Se realizaron 19 perforaciones hidrogeológicas de carácter exploratorias en los sectores de Escondida Central - Este, Loma Escondida, Esperanza y Gabriela.
- La litología atravesada en las zonas de exploración corresponden a rocas volcánicas intermedias a acidas de la formación Chon Aike. Solo en el sector de Escondida se identificó la Formación La Matilde.
- Las perforaciones donde los ensayos *airlift* arrojaron valores menores a 10 m³/h fueron entubadas con cañería de PVC de 4". En aquellos casos donde el caudal superaba los 10 m³/h fueron ensanchadas a 10" y entubadas con cañería ciega de acero negro y filtros de acero inoxidable de 6" de diámetro. Adicionalmente en estas locaciones se plantearon pozos de observación, los cuales fueron perforados en un diámetro de 6" y entubados con cañería de PVC de 3" de diámetro.
- En la campaña de exploración los mejores resultados en cuanto al caudal se registraron en PA-11 y PA12, con valores de 12m³/h cada uno, localizados en el sector de Esperanza y los pozos PA-1B y PA-4, ambos en Gabriela con un registro durante la perforación de 20,2 m³/h y de 3,5 m³/h respectivamente
- La calidad de agua subterránea medida en los pozos corresponden a valores de conductividad eléctrica comprendida entre 3,7 y 13,8 mS/cm en el sector de Escondida C-E, 2 y 6 mS/cm en Loma Escondida, 1,4 y 9,6 mS/cm en Esperanza (los menores valores se registraron en los pozos PA10 y 11) y entre 1,9 y 3,8 mS/cm en el sector de Gabriela. En cuanto al pH por lo general rondan valores 7 y 8, con excepciones en PA1B (Gabriela) donde se registros 9,3 y en PA-8B de Loma Escondida con 10.

9.6. Estudio piezométrico dinámico para fuentes de agua subterránea si correspondiere

Presentado en Sección 9.5 del presente documento.

9.7. Edafología

Los suelos referidos al área de Proyecto Cerro Moro han sido descriptos detalladamente en el IIA Inicial (2010).

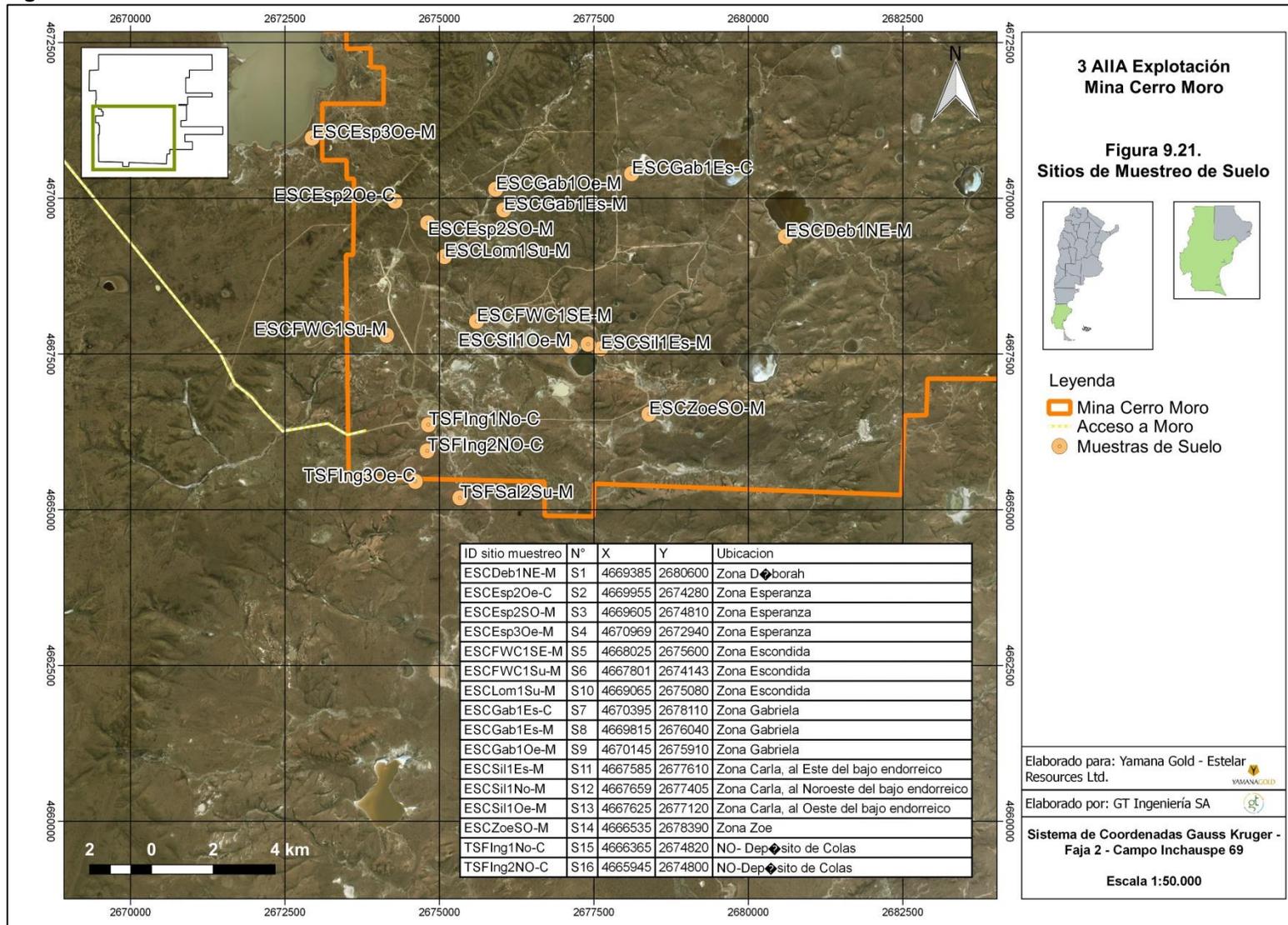
A continuación se presenta nueva información de los suelos del área, generada con posterioridad a la presentación de la 2° AIIA 2016, en el marco del Monitoreo Ambiental de suelos de la Mina Cerro Moro 2017.

Se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos y agrológicos de laboratorio, realizados a las muestras. Los mismos se comparan con la Ley 24.585, en su Anexo IV, Tabla 7, la cual fija los Niveles Guía de Calidad del Suelo, tanto para uso industrial, como agrícola.

Resultados Fisicoquímicos

A continuación se presentan las tablas con los resultados de los análisis fisicoquímicos, realizado en el Monitoreo Ambiental de Suelos 2017. En la Figura 9.18 se muestran los sitios de muestreo.

Figura 9.21. Sitios de Muestro de Suelo de la Mina Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería, 2018

Tabla 9.16. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Deborah	Zona Esperanza			Zona Escondida			Agrícola	Industrial
	ESCDeb 1 NE-M	ESCEsp 2 SO-M	ESCEsp 2 Oe-C	ESCEsp 3 Oe-M	ESCFWC 1 SE-M	ESCFWC 1 SU-M	ESCLom 1 SU-M		
Antimonio	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	20	40
Arsénico	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	20	50
Bario	40,871	106,947	69,548	120,744	< 0.300	< 0.300	6,943	750	2000
Benceno	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,05	5
Berilio	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	4	8
Boro	21,463	1,010	1,933	2,698	2,979	2,258	0,966	2	N/E
Cadmio	0,806	0,385	<0,300	<0,300	0,325	0,613	<0,300	3	20
Cianuro (libre)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,5	100
Cianuro (Total)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,07	<0.05	<0.05	5	500
Cinc	38,147	20,419	25,304	29,050	22,328	21,909	35,040	600	1500
Cobalto	9,450	5,414	8,031	4,876	4,303	5,708	9,453	40	300
Cobre	9,397	3,582	5,980	3,378	2,572	5,195	5,225	150	500
Cromo	11,812	7,149	9,717	5,640	5,126	7,648	11,005	750	800
Cromo (+6)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	8	N/E
Estaño	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	5	300
Fluoruro	198	<50	<50	<50	88	78	91	200	2000
Mercurio	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	0,8	20
Molibdeno	2,870	<1.500	<1.500	<1.500	<1.500	<1.500	<1.500	5	40
Níquel	5,72	6,29	8,67	6,58	6,62	7,89	7,48	150	500
Plata	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	20	40
Plomo	13,529	8,719	14,240	14,233	<8.400	11,357	<8.400	375	1000
Selenio	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	2	10
Talio	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	1	N/E
Silicio	621,18	1342,15	1092,04	1159,82	525,10	657,43	1268,20	N/E	N/E

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Deborah	Zona Esperanza			Zona Escondida			Agrícola	Industrial
	ESCDeb 1 NE-M	ESCEsp 2 SO-M	ESCEsp 2 Oe-C	ESCEsp 3 Oe-M	ESCFWC 1 SE-M	ESCFWC 1 SU-M	ESCLom 1 SU-M		
Torio	9,95	<9.00	<9.00	<9.00	<9.00	<9.00	<9.00	N/E	N/E
Paladio	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	N/E	N/E
Vanadio	45,591	31,873	41,067	24,864	25,277	35,543	56,264	200	N/E
Fósforo	316,66	193,32	276,03	342,27	317,63	237,23	438,60	N/E	N/E
Fenoles	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	N/E	N/E
Aluminio	24312,60	9588,98	14769,53	10696,74	9150,53	11254,63	13004,06	N/E	N/E
Calcio	4840,518	2724,582	3475,020	3534,523	4302,768	2332,750	3490,550	N/E	N/E
Hierro	22131,947	12548,654	16459,349	12430,412	11561,051	14103,152	22092,701	N/E	N/E
Potasio	5037,30	1777,18	2353,24	2338,84	1672,06	2009,56	2162,62	N/E	N/E
Litio	16,804	7,254	10,684	7,319	1672,06	2009,56	2162,62	N/E	N/E
Magnesio	4514,14	1616,24	1944,74	1568,76	2282,38	1953,74	3013,53	N/E	N/E
Manganeso	536,903	239,619	391,538	170,332	182,199	228,997	428,144	N/E	N/E
Sodio	2291,18	616,60	908,35	1985,62	667,16	1183,88	738,50	N/E	N/E
Estroncio	65,8543	30,5001	45,7218	43,4085	33,8776	22,9492	34,6675	N/E	N/E
Titanio	947,216	569,745	942,483	538,118	275,326	648,564	821,590	N/E	N/E
Uranio	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	N/E	N/E
Tolueno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
Etilbenceno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
m-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
p-Xileno(t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
o-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E

Nota: Si bien los protocolos de laboratorio de analíticos están informados en orden alfabético, en este informe se mantiene el orden del informe anterior (AUSENCO 2013).

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.17. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Gabriela			Zona Carla			Zona Zoe	Agrícola	Industrial
	ESCGab1Es-C	ESCGab1Es-M	ESCGab1Oe-M	ESCSil1Es-M	ESCSil1No-M	ESCSil1Oe-M	ESCZoeSO-M		
Antimonio	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	20	40
Arsénico	<10.500	39,646	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	<10.500	20	50
Bario	31,272	200,825	118,931	< 0.300	33,221	16,082	50,037	750	2000
Benceno	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,05	5
Berilio	< 0.900	1,998	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	4	8
Boro	2,406	34,717	2,167	2,582	12,391	20,990	6,488	2	N/E
Cadmio	0,319	1,117	0,394	<0.300	<0.300	<0.300	0,568	3	20
Cianuro (libre)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,5	100
Cianuro (Total)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5	500
Cinc	23,983	109,007	16,576	23,273	20,126	28,571	23,387	600	1500
Cobalto	5,175	8,131	2,871	5,820	3,766	5,734	4,186	40	300
Cobre	4,934	10,144	2,131	4,306	3,387	6,379	3,105	150	500
Cromo	8,465	12,093	5,422	6,350	5,417	6,559	5,690	750	800
Cromo (+6)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	8	N/E
Estaño	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	5	300
Fluoruro	60	338	92	<50	<50	205	104	200	2000
Mercurio	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	0,8	20
Molibdeno	<1.500	3,561	<1.500	<1.500	<1.500	3,295	2,788	5	40
Níquel	5,95	10,46	6,80	8,96	5,42	4,60	4,23	150	500
Plata	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	20	40
Plomo	10,132	19,423	<8.400	<8.400	9,275	18,729	<8.400	375	1000
Selenio	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	2	10
Talio	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	1	N/E
Silicio	1305,07	863,50	1362,91	401,28	348,98	646,92	681,79	N/E	N/E
Torio	<9.00	12,16	<9.00	<9.00	<9.00	9,19	<9.00	N/E	N/E

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Gabriela			Zona Carla			Zona Zoe	Agrícola	Industrial
	ESCGab1Es-C	ESCGab1Es-M	ESCGab1Oe-M	ESCSil1Es-M	ESCSil1No-M	ESCSil1Oe-M	ESCZoeSO-M		
Paladio	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	N/E	N/E
Vanadio	35,220	74,319	28,878	28,141	23,970	31,323	23,372	200	N/E
Fósforo	228,12	1243,53	176,13	218,77	255,73	369,69	211,35	N/E	N/E
Fenoles	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	N/E	N/E
Aluminio	14857,81	41014,14	5637,46	11593,67	9202,74	13005,85	9690,83	N/E	N/E
Calcio	4163,695	12374,607	2616,972	2480,569	2965,321	6691,820	2748,750	N/E	N/E
Hierro	14249,154	60425,693	10703,314	14459,015	11784,152	16880,259	12081,175	N/E	N/E
Potasio	2256,64	7336,28	1235,55	2203,61	1730,53	3026,96	2026,76	N/E	N/E
Litio	9,086	31,608	7,398	10,577	9,733	23,879	9,034	N/E	N/E
Magnesio	1732,01	9657,23	1825,14	2331,91	2611,61	6168,07	2448,03	N/E	N/E
Manganeso	254,093	333,796	152,836	265,871	161,023	534,292	193,321	N/E	N/E
Sodio	758,81	294,09	264,25	698,66	1077,67	1611,03	1714,90	N/E	N/E
Estroncio	45,5659	51,6906	25,4717	29,1919	35,5168	50,8699	29,8145	N/E	N/E
Titanio	796,465	401,844	326,587	482,890	472,123	454,793	392,986	N/E	N/E
Uranio	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	N/E	N/E
Tolueno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
Etilbenceno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
m-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
p-Xileno(t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
o-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E

Nota: Si bien los protocolos de laboratorio de analíticos están informados en orden alfabético, en este informe se mantiene el orden del informe anterior (AUSENCO 2013).

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.18. Resultados fisicoquímicos de las muestras de suelo comparadas con la Ley 24.585

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Depósito de Colas y Playa de Residuos Peligrosos				Agrícola	Industrial
	TSFing1No-C	TSFing2NO-C	TSFing3Oe-C	TSFSal2Su-M		
Antimonio	<6.300	<6.300	<6.300	<6.300	20	40
Arsénico	<10.500	<10.500	<10.500	17,860	20	50
Bario	167,185	<0.300	385,91	210,415	750	2000
Benceno	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,05	5
Berilio	< 0.900	< 0.900	< 0.900	< 0.900	4	8
Boro	1,709	9,879	2,001	30,133	2	N/E
Cadmio	0,508	0,364	0,397	0,555	3	20
Cianuro (libre)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,5	100
Cianuro (Total)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5	500
Cinc	23,836	23,243	21,719	40,041	600	1500
Cobalto	6,119	3,497	7,333	5,713	40	300
Cobre	4,896	2,692	4,738	6,009	150	500
Cromo	8,501	6,894	8,546	9,586	750	800
Cromo (+6)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	8	N/E
Estaño	<5.100	<5.100	<5.100	<5.100	5	300
Fluoruro	<50	78	<50	81	200	2000
Mercurio	< 3	< 3	< 3	< 3	0,8	20
Molibdeno	<1.500	<1.500	<1.500	<1.500	5	40
Níquel	7,87	6,31	4,84	6,21	150	500
Plata	<2.100	<2.100	<2.100	<2.100	20	40
Plomo	10,131	10,250	16,339	24,090	375	1000
Selenio	<15.00	<15.00	<15.00	<15.00	2	10
Talio	<8.100	<8.100	<8.100	<8.100	1	N/E
Silicio	755,77	1070,77	1509,45	1090,96	N/E	N/E
Torio	<9.00	11,84	<9.00	14,50	N/E	N/E
Paladio	<4.500	<4.500	<4.500	<4.500	N/E	N/E
Vanadio	33,725	28,317	37,561	49,388	200	N/E
Fósforo	217,48	171,04	182,41	261,62	N/E	N/E
Fenoles	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	N/E	N/E
Aluminio	15200,09	16081,04	13508,51	23866,52	N/E	N/E
Calcio	3644,087	5159,311	3014,773	6815,214	N/E	N/E
Hierro	14696,867	14642,164	14271,371	19109,396	N/E	N/E
Potasio	2545,44	4091,91	2220,15	6507,69	N/E	N/E
Litio	9,935	13,847	8,820	21,678	N/E	N/E
Magnesio	1712,94	2960,18	1571,26	5110,88	N/E	N/E
Manganeso	468,656	258,908	361,029	402,330	N/E	N/E
Sodio	1137,55	330,84	730,33	9290,29	N/E	N/E

Parámetro (µg/g o mg/kg)	Zona Depósito de Colas y Playa de Residuos Peligrosos				Agrícola	Industrial
	TSFIng1No-C	TSFIng2NO-C	TSFIng3Oe-C	TSFSal2Su-M		
Estroncio	43,1550	34,5538	36,7156	79,1777	N/E	N/E
Titanio	631,418	187,292	776,477	423,944	N/E	N/E
Uranio	<45.00	<45.00	<45.00	<45.00	N/E	N/E
Tolueno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
Etilbenceno	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
m-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
p-Xileno(t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E
o-Xileno (t)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	N/E	N/E

Nota: Si bien los protocolos de laboratorio de analíticos están informados en orden alfabético, en este informe se mantiene el orden del informe anterior (AUSENCO 2013).

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Supera

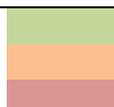
Tabla 7 - Niveles guía de Calidad de suelos - uso agrícola

Tabla 7 - Niveles guía de Calidad de suelos - uso industrial

Ambas tablas

N/A - No analizado

N/E - No establecido por la Ley 24.585



Comparativa de resultados analíticos

A continuación se presenta una tabla comparativa entre los resultados analíticos obtenidos por Ausenco en 2013, GT Ingeniería 2015-2016 y los más recientes obtenidos por GT en el año 2017. En la siguiente tabla se observan las muestras que superan el valor guía establecido por la ley 24.585 según distintos elementos analizados, ya sea en suelos para uso agrícola o industrial.

Si bien estas muestras son representativas de cada zona del proyecto, estas últimas fueron tomadas en el mismo punto que en 2015-2016 por GT Ingeniería pero pueden diferir por poca distancia con las que fueron tomadas 2013 por Ausenco. Esto se debe a la ausencia de estacas demarcatorias de puntos, lo cual al momento del muestreo actual se localizan por GPS, pudiendo sufrir variaciones métricas con las realizadas en 2013, dependiendo de las condiciones del sistema GPS al momento del muestreo.

Tabla 9.19. Muestras de suelo de análisis anteriores y actuales que superan el valor guía de la Ley 24.585

Elemento	AUSENCO (2013)		GT Ingeniería (2015-2016)		GT Ingeniería (2017)	
	Agrícola	Industrial	Agrícola	Industrial	Agrícola	Industrial
B	ESCDob1NE-M ESCEsp2SO-M ESCEsp2Oe-C ESCFW1Su-M ESCGab1ES-M ESCGab1Oe-M ESCSil1NO-M ESCSil1Oe-M ESCZoeSO-M TSFIng 3Oe-C		ESCEsp2SO-M ESCEsp2Oe-C ESCFWC1Su-M ESCFWC1SE-M ESCGab1ES-M ESCSil1Oe-M TSFSal2Su-M		ESCDob1NE-M, ESCEsp2SO-M, ESCEsp3Oe-M, ESCFWC1SE-M, ESCFWC1Su-M, ESCGab1Es-C, ESCGab1Es-M, ESCGab1Oe-M, ESCSil1Es-M, ESCSil1No-M, ESCSil1Oe-M, ESCZoeSO-M, TSFIng2NO-C, TSFIng3Oe-C TSFSal2Su-M	
F			ESCDob1NE-M ESCFWC1SE-M ESCGab1ES-M TSFIng2NO-C		ESCGab1ES-M ESCSil1Oe-M	
Ag	ESCLom1Su-M					
Mo	ESCFWC1SE-M ESCSil1Oe-M					
As					ESCGab1Es-M	

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Análisis agrológico

Durante el Monitoreo Ambiental de Suelos 2017, se tomaron muestras para el análisis agrológico de suelos. Las muestras fueron analizadas por el laboratorio Agroas, ubicado en la provincia de Mendoza. A continuación se muestran los parámetros analizados y la metodología llevada a cabo para cada una de las determinaciones.

Tabla 9.20. Parámetros medidos y metodología utilizada

Parámetros	Método
Salinidad en suelos	Determinación de conductividad eléctrica actual
	Determinación de pH sobre pasta saturada y extracto
	Valoración de Ca y Mg por Complexometría
	Valoración de Na por fotometría de llama
	Valoración de Cloruros por volumetría – Método Mohr
	Determinación de peligrosidad sódica mediante cálculo de R.A.S
	Determinación de sulfatos
	Valoración de Carbonatos y bicarbonatos
Fertilidad de suelos	Determinación de textura por volumen de sedimentación
	Determinación de K intercambiable. Extracción de acetato NH4 1:20
	Determinación de P por extracción– Método Olsen
	Valoración de N Total por método Kjeldahl
	Determinación de MO por oxidación
Especiales	Micronutrientes por extracción de DTPA (Fe, Zn, Mn, Cu)
	Capacidad de Intercambio Catiónico CIC
	Ca, Mg, Na y K intercambiables
	Porcentaje de Carbonato de Calcio Total
	Textura Internacional – Método Bouyoucos

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.21. Análisis de Textura

Sitio	Zona Deborah	Zona Esperanza			Zona Escondida		
	ESCDeb 1 NE-M (MS6)	ESCEsp 2 Oe-C (MS15)	ESCEsp 2 SO-M (MS14)	ESCEsp 3 Oe-M (MS17)	ESCFWC1SE-M (MS1)	ESCFWC1Su-M (MS4)	ESCLom1Su-M (MS10)
Arcilla g%g	32,2	21,6	12,6	15,6	18,2	26,2	16,3
Limo internacional g%g	27,3	20,6	11,6	39,6	3,3	11,3	17,9
Arena g%g	40,5	57,8	75,8	44,8	78,5	62,5	65,8
Clasificación Internacional	Fr-Arc	Fr-Ar-Arc	Fr-Ar	Fr	Fr-Ar	Fr-Ar-Arc	Fr-Ar
Arcilla g%g	32,2	21,6	12,6	15,6	18,2	26,2	16,3
Limo Americano g%g	43,2	43,4	40,4	56,4	33,8	34,8	43,7
Arena g%g	24,6	35,0	47,0	28,0	48,0	39,0	40,0
Clasificación Americana	Fr-Arc	Franco	Franco	Franco Limoso	Franco	Franco	Franco

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.22. Análisis de Textura

	Zona Gabriela			Zona Carla			Zona Zoe
	ESCGab1Es-C (MS16)	ESCGab1Es-M (MS18)	ESCGab1Oe-M (MS2)	ESCSil1Es-M (MS7)	ESCSil1No-M (MS8)	ESCSil1Oe-M (MS9)	ESCZoeSO-M (MS5)
Arcilla g%g	13,6	39,6	13,2	13,2	12,2	18,2	14,2
Limo internacional g%g	11,6	37,6	1,3	9,3	18,3	21,3	7,3
Arena g%g	74,8	22,8	85,5	77,5	69,5	60,5	78,5
Clasificación Internacional	Fr-Ar	Fr-Arc	Ar-Fr	Fr-Ar	Fr-Ar	Fr-Ar	Fr-Ar
Arcilla g%g	13,6	39,6	13,2	13,2	12,2	18,2	14,2
Limo Americano g%g	41,4	47,4	34,8	38,8	45,8	44,8	36,8
Arena g%g	45,0	13,0	52,0	48,0	42,0	37,0	49,0
Clasificación Americana	Franco	Fr-Limo-Arc	Fr-Arenoso	Franco	Franco	Franco	Franco

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.23. Análisis de Textura

Sitio	Depósito de colas y Playa de Residuos			
	TSFIng1No-C (MS3)	TSFIng2NO-C (MS11)	TSFIng3Oe-C (MS12)	TSFSal2Su-M (MS13)
Arcilla g%g	26,2	19,3	15,3	41,6
Limo internacional g%g	17,3	11,9	12,9	24,6
Arena g%g	56,5	68,8	71,8	33,8
Clasificación Internacional	Fr-Ar-Arc	Fr-Ar	Fr-Ar	Arcilloso
Arcilla g%g	26,2	19,3	15,3	41,6
Limo Americano g%g	39,8	38,7	40,7	38,4
Arena g%g	34,0	42,0	44,0	20,0
Clasificación Americana	Franco	Franco	Franco	Arcilloso

Fr - Franco
 Ar - Arenoso
 Arc- Arcilloso
 Fr-Ar - Franco Arenoso
 Fr-Arc- Franco arcilloso
 Fr-Ar-Arc - Franco Areno Arcilloso
 Ar-Fr - Areno francoso
 Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.24. Análisis de Fertilidad

Sitio	Muestra	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Mat Orgánica
Zona Deborah	ESCDeb 1 NE-M (MS6)	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
Zona Esperanza	ESCEsp 2 Oe-C (MS15)	Bueno	Normal	Alto	Bueno
	ESCEsp 2 SO-M (MS14)	Pobre	Bajo	Alto	Bueno
	ESCEsp 3 Oe-M (MS17)	Pobre	Bajo	Alto	Alto
Zona Escondida	ESCFWC 1 SE-M (MS1)	Pobre	Alto	Bueno	Alto
	ESCFWC 1 SU-M (MS4)	Bueno	Muy Alto	Alto	Alto
	ESCLom 1 SU-M (MS10)	Pobre	Normal	Medio	Bueno
Zona Gabriela	ESCGab 1 Es-C (MS16)	Pobre	Bajo	Alto	Alto
	ESCGab 1 ES-M (MS18)	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
	ESCGab 1 Oe-M (MS2)	Pobre	Alto	Medio	Alto
Zona Carla	ESCSil 1 ES-M (MS7)	Medio	Normal	Bueno	Alto
	ESCSil 1 NO-M (MS8)	Pobre	Bajo	Bueno	Alto
	ESCSil 1 Oe-M (MS9)	Pobre	Muy Alto	Alto	Alto
Zona Zoe	ESCZoeSO-M (MS5)	Pobre	Alto	Medio	Alto
Zona Depósito de Colas y Playa de Residuos	TSFLng 1 NO-C (MS3)	Pobre	Normal	Bueno	Bueno
	TSFLng 2 NO-C (MS11)	Pobre	Alto	Alto	Bueno
	TSFIng 3Oe-C (MS12)	Pobre	Muy Bajo	Bueno	Bueno
	TSFSal 2 SU-M (MS13)	Pobre	Muy Alto	Alto	Bueno

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.25. Análisis de Calcáreo

Sitio	Muestra	Calcáreo CaCO ₃ %
Zona Deborah	ESCDeb 1 NE-M (MS6)	2,56
Zona Esperanza	ESCEsp 2 Oe-C (MS15)	0,86
	ESCEsp 2 SO-M (MS14)	0,48
	ESCEsp 3 Oe-M (MS17)	1,42
Zona Escondida	ESCFWC 1 SE-M (MS1)	1,61
	ESCFWC 1 SU-M (MS4)	1,24
	ESCLom 1 SU-M (MS10)	0,76
Zona Gabriela	ESCGab 1 Es-C (MS16)	0,47
	ESCGab 1 ES-M (MS18)	4,82
	ESCGab 1 Oe-M (MS2)	0,86
Zona Carla	ESCSil 1 ES-M (MS7)	0,11
	ESCSil 1 NO-M (MS8)	1,42
	ESCSil 1 Oe-M (MS9)	5,01
Zona Zoe	ESCZoeSO-M (MS5)	1,05
Zona Depósito de Colas y Playa de Residuos	TSFLng 1 NO-C (MS3)	1,42
	TSFLng 2 NO-C (MS11)	2,56
	TSFLng 3Oe-C (MS12)	0,48
	TSFSal 2 SU-M (MS13)	1,99

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.26. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Sitio	Muestra	CIC (meq%g)
Zona Deborah	ESCDeb 1 NE-M (MS6)	51,29
Zona Esperanza	ESCEsp 2 Oe-C (MS15)	37,83
	ESCEsp 2 SO-M (MS14)	26,40
	ESCEsp 3 Oe-M (MS17)	30,21
Zona Escondida	ESCFWC 1 SE-M (MS1)	33,51
	ESCFWC 1 SU-M (MS4)	43,67
	ESCLom 1 SU-M (MS10)	31,10
Zona Gabriela	ESCGab 1 Es-C (MS16)	27,67
	ESCGab 1 ES-M (MS18)	59,93
	ESCGab 1 Oe-M (MS2)	27,16
Zona Carla	ESCSil 1 ES-M (MS7)	27,16
	ESCSil 1 NO-M (MS8)	25,89
	ESCSil 1 Oe-M (MS9)	33,51
Zona Zoe	ESCZoeSO-M (MS5)	28,43
Zona Depósito de Colas y Playa de Residuos	TSFLng 1 NO-C (MS3)	43,42
	TSFLng 2 NO-C (MS11)	34,91
	TSFLng 3Oe-C (MS12)	29,83
	TSFSal 2 SU-M (MS13)	63,23

Fuente: GT Ingeniería, 2017

En Anexo IV, se adjuntan los protocolos de laboratorio correspondientes al análisis agrológico.

9.7.1. Descripción general de los suelos en el área de influencia

Si variaciones con respecto a lo informado en el IIA 2010.

9.7.2. Clasificación de suelos

Si variaciones con respecto a lo informado en el IIA 2010.

9.7.3. Uso actual y potencial

Se mantienen los siguientes usos del suelo informados en el IIA 2010 para el área de Proyecto:

- Ganadero: las estancias involucradas directamente en el área del Proyecto, realizan ganadería extensiva ovina. Este tipo de uso es la principal actividad histórica de la Patagonia
- Minero: el área se usa y será utilizada con diferentes fines, todos derivados de los diversos componentes de la actividad minera que se realiza actualmente en el marco del Proyecto Minero Cerro Moro: caminos, campamentos e infraestructura, escombreras, tajo etc.

Se suma actualmente un nuevo uso del suelo con la instalación del “Parque Eólico del Bicentenario S.A.” ubicado sobre la Ruta Nacional N° 281 a 17 km al sureste de la localidad de Jaramillo y a unos 100 km al noroeste de Puerto Deseado. El armado de las bases donde serán emplazados los generadores eólicos está a cargo de la firma Rigel SRL, mientras que la línea de conexión de alta tensión que unirá el predio con la sub estación del Interconectado, la lleva adelante la empresa INCRO. Con la instalación de este parque, se pretende aportar 100 MWt a la matriz energética nacional.



Fotografía 9.1 y 9.2. Vista del Parque Eólico y la estación transformadora

9.7.4. Nivel de degradación en el área de influencia (bajo, moderado, severo, grave).

El Nivel de degradación en el área de influencia fue caracterizado como moderado a severo en el IIA Inicial 2010 Etapa Explotación Proyecto Cerro Moro.

Dado el escaso periodo desde la presentación de ese estudio a esta parte, se considera que no puede concluirse sobre cambios significativos en el nivel de degradación del área. Sin embargo, en el apartado flora y vegetación, se analizan variables de funcionamiento ecológico de las comunidades ambientales a través del tiempo, que si bien no son concluyentes, marcan tendencias en este sentido.

9.7.5. Resumen Drenaje Ácido de Rocas

La información más actualizada se desarrolló en el “Informe preliminar: Caracterización DAR/ML y Diseño Conceptual de Escombreras en La Mina Cerro Moro”, elaborado por SRK Consulting SA para Estelar Resources SA en Noviembre de 2017. Este informe incluyó la evaluación de los resultados de los ensayos geoquímicos y mineralógicos y un plan conceptual de manejo de estériles en las escombreras en base a potencialidad de producción de drenaje ácido y lixiviación de metales y metaloides.

Los sitios considerados en este alcance fueron:

- Cielo abierto: Gabriela Escondida, Loma Escondida y Zoe.
- Subterráneo: Escondida Far West y Zoe.

En esta etapa de estudios geoquímicos, el muestreo se llevó a cabo teniendo en cuenta su representatividad en volumen, con una determinada longitud de tramo de testigo de acuerdo a la litología presente en el pozo y su relación con su entorno litológico. El volumen de análisis químicos estáticos procesados y evaluados en el presente informe corresponde a:

- Geoquímica elemental de roca total (ICM40B): 170 análisis
- Geoquímica de óxidos en roca total (ICP95A): 170 análisis
- Carbono inorgánico total y especies: 170 análisis
- Balance ácido-base (ABA modificado): 170 análisis
- Producción neta de ácido (NAG): 83 análisis
- Ensayo estandarizado de lixiviación de corta duración (SPLP): 50 análisis
- Estudios mineralógicos: 27 secciones pulidas
- Ensayos de celda húmeda: 11 celdas, se reportan resultados hasta el ciclo N° 31

El muestreo para los ensayos geoquímicos fue llevado a cabo en base al plan de minado provisto por Estelar, actualizado a diciembre de 2015. La propuesta conceptual de manejo de estériles se basó en el plan de minado actualizado (2017-2018) provisto por Estelar en agosto de 2017, el cual incluyó nuevos diseños de los rajos y disposición de escombreras.

De acuerdo con el plan de minado (diciembre de 2015), en el cual se basó el muestreo de testigos, Estelar especificó las minas a cielo abierto y subterráneas que comenzarían a ser explotadas entre enero de 2017 y enero de 2018. El plan de minado incluyó a las minas a cielo abierto de Loma Escondida, Gabriela, Escondida y Zoe y el desarrollo subterráneo de Escondida Far West. Estelar solicitó adicionalmente a SRK la evaluación geoquímica del material del desarrollo subterráneo de Zoe, el cual fue incluido en el Informe preliminar: Caracterización DAR/ML y Diseño Conceptual de Escombreras en La Mina Cerro Moro.

Por lo tanto, el número de muestras para cada área y el programa de muestreo se basaron en el mencionado plan de minado, como así también en los tipos de litología involucrada, heterogeneidad litológica y representatividad en el modelo geológico 3D de Cerro Moro.

La etapa de muestreo del presente estudio se llevó a cabo mediante dos campañas a terreno en julio-agosto de 2016. El proceso estuvo conformado por cuatro tipos de muestras recolectadas:

- Muestras de testigos: 125 muestras recolectadas más 7 duplicados separados en terreno. Total: 132 muestras.
- Muestras en interior de mina: 5 muestras recolectadas más 1 duplicado separado en terreno. Total: 6 muestras.
- Muestras de pilas de mineral: 5 muestras recolectadas más 1 duplicado separado en terreno. Total: 6 muestras.
- Muestras de la escombrera EFW: 8 muestras recolectadas más 1 duplicado separado en terreno. Total: 9 muestras

Adicionalmente, se seleccionaron 2 muestras de pilas de mineral y una muestra de la escombrera EFW y, para cada una, se separaron las siguientes fracciones granulométricas: <1mm, 1 -4,75mm, 4,75-20mm y >20mm. Esto constituyó un total de 12 muestras adicionales.

Sobre las muestras escogidas se realizaron diferentes tipos de ensayos. así como resultados y conclusiones preliminares.

- Ensayos estáticos
 - Geoquímica de roca total
 - Balance ácido-base (ABA: Acid-Base Accounting)
 - Evaluación por litología en cada sitio
 - Ensayo de producción de ácido (NAG: Net Acid Generation) .
 - Consistencia entre los ensayos ABA y NAG
 - Ensayos cortos de lixiviación (SPLP: Synthetic Precipitation Leaching Procedure)
- Estudios mineralógicos
- Ensayos cinéticos de celda húmeda

9.7.5.1. Consideraciones a partir del estudio geoquímico

A continuación se detallan las principales consideraciones obtenidas a partir del estudio geoquímico:

Los resultados obtenidos sugieren que el contenido de sulfuro y, a su vez, de azufre total son los que dominan el potencial de producción de drenaje ácido de cada sector, a excepción de los casos en que minerales que contienen principalmente calcio y magnesio (clorita, plagioclasa, epidoto y calcita observada en muestras tomadas en 2014) y pueden atenuar la acidez de los lixiviados. Dichas excepciones son buena parte de las muestras de Escondida Central y Loma Escondida, y aproximadamente la mitad de las muestras de Gabriela. El aumento del contenido de azufre con la profundidad y la relación inversa del cociente Stotal/Sulfuro con la profundidad es algo llamativo que se ha observado en este estudio, aunque debe corroborarse con los resultados de estudios anteriores, base de datos de Estelar y estudios geoquímicos posteriores.

Gabriela (OP)

- El NPR es típicamente <1 para contenidos de azufre por encima de 0,1%. Por esta razón, el cut-off de azufre para material PAF parece estar alrededor de 0,1%.
- El NAG pH es < 3,3 para 75 de las 78 muestras analizadas, teniendo en cuenta que para estas muestras el menor contenido analizado de azufre fue de 0,43%.
- La capacidad máxima de producción de ácido o AP Máx. = 52,5, mientras que el potencial máximo de neutralización o NP Máx. = 92,4, el AP promedio = 8 y el NP promedio = 7,5.
- La variación del contenido de azufre con la profundidad muestra que, a grandes rasgos, los primeros ~ 20 m son relativamente bajos en S y sulfuro y NAF.
- En general, por debajo de los 20m de profundidad aumenta el contenido de azufre y la mayor parte de las muestras son PAF.
- Una muestra con clasificación incierta según el ensayo ABA y dos muestras PAF pero con NPR cercanos a 1 fueron clasificados como NAF en los estudios mineralógicos debido a oxidación parcial de la pirita y asociación textural con silicatos neutralizantes.
- La muestra 18065 muestra tendencia decreciente del pH desde el ciclo 21 hasta un valor de 5 en el ciclo 31. La muestra 17995 está lixiviando contenidos apreciables de As en condiciones neutras a levemente alcalinas.

Escondida Far West (UG)

- El NPR es típicamente <1 para contenidos de azufre por encima de 0,2%
- La capacidad máxima de producción de ácido o AP Máx = 54,7, el NP Máx = 15,1, el AP promedio = 29 y el NP promedio = 6,2 El NAG pH es <3 para todas las muestras, con el menor contenido de azufre en 0,6%.
- Solamente 3 de las 25 muestras analizadas se clasificaron como NAF.
- Los estudios mineralógicos corroboraron la tendencia del estéril de esta veta a producir drenaje ácido.
- Aún no se observan rasgos o tendencias llamativas en las series de los ensayos de celda húmeda, aunque dadas sus características geoquímicas y mineralógicas, son de esperarse lixiviados ácidos y el ensayo debería continuar.

Escondida (OP)

- El NPR es normalmente <1 para contenidos de azufre por encima de 0,2%.
- El AP Máx. = 13,4, el NP Máx. = 7, el AP promedio es = 1,8, y el NP promedio es = 2,6.
- 17 de las 23 muestras analizadas fueron clasificadas como NAF.
- Los contenidos máximos de azufre están alrededor de 0,5%, considerablemente menor que para los otros sectores.
- Dos muestras clasificadas como inciertas mediante los ensayos ABA fueron clasificadas como NAF a partir de ensayos mineralógicos, dada la favorable relación textural de los sulfuros con silicatos neutralizantes. Una muestra clasificada como PAF fue corroborada mediante mineralogía.
- La muestra 17904 consumió cerca del 40% de su reserva de NP y del sulfuro original, manteniendo un pH alrededor de 7-8 durante los 31 ciclos.

Loma Escondida (OP)

- El NPR es <1 para contenidos de azufre por encima de 0,3%.
- El AP Máx. es = 15,6, el NP Máx. es = 307, el AP promedio es = 2,1, y el NP promedio es = 25,8 (sesgado por una muestra con NP of 307, pero el NP es típicamente por encima de 10 para la mayor parte de las muestras).
- Solamente 1 de 19 muestras fue clasificada como PAF.
- El contenido máximo de azufre es 0,6%, de los más bajos junto con Escondida
- Los contenidos relativamente más altos de azufre comienzan a los 10-20m de profundidad.
- Solo se hicieron estudios mineralógicos en dos muestras, una corroboró su carácter de NAF y la otra su clasificación como PAF.
- La muestra 17944 consumió cerca del 50% del sulfuro original mientras que el NP consumido es menor al 5%, aunque sus lixiviados se mantuvieron neutros a levemente alcalinos.

Zoe (OP)

- El NPR es <1 para contenidos de azufre por encima de 0,4%
- El AP Máx. es = 72,5, el NP Máx. es = 27,6, el AP promedio es = 35,3 y el NP promedio es = 7,5.
- 9 de 10 muestras fueron clasificadas como PAF.
- El contenido máximo de azufre es de 2,7%, de los más altos de todos los sectores estudiados.
- Contenidos altos de azufre por debajo de los 10m de profundidad.
- Los estudios mineralógicos corroboraron su carácter PAF.
- La muestra 17985 muestra tendencia decreciente del pH desde el ciclo 21, con valores cercanos a 5 en el ciclo 31. Es la muestra con mayor tasa de lixiviación de sulfatos. Consumió la totalidad de su NP original en la semana 29 y aún conserva más del 90% de sulfuro remanente, por lo cual se espera que se mantengan las condiciones ácidas de sus lixiviados.

Zoe (UG)

- Todas las muestras tienen contenidos de azufre por encima de 0,5%.
- El AP Máx. es = 50,6, el NP Máx. es = 6, el AP promedio es = 30 y el NP promedio es = 3,2.
- El NPR es inferior a 1 en todas las muestras, el NAG pH es <2,5 en todas las muestras.
- Las 19 muestras estudiadas fueron clasificadas como PAF.
- El contenido máximo de azufre es de 1,7%.
- Los estudios mineralógicos corroboraron su carácter PAF.
- La muestra 17950 muestra tendencia decreciente del pH desde el ciclo 12, con valores cercanos a 5 en el ciclo 31. Los lixiviados presentan contenidos apreciables de As desde la semana 14 y de Ni desde la semana 9. Se esperan altas tasas de lixiviación de metales y/o metaloides, así como la continuación de las condiciones ácidas de sus lixiviados.

9.7.5.2. Propuesta conceptual de manejo de estériles en los rajos a cielo abierto

El objetivo del plan de manejo de estéril es proponer los métodos para su disposición final, de manera que una vez retirados de los rajos y dependiendo de su potencial ARD, no presenten un riesgo para el medioambiente.

Se consideró el uso de los materiales existentes en la zona de la escombrera y los materiales aportados por cada pit, es decir, los materiales enviados a las escombreras, evitando su posterior manipulación y remanejo. No se consideraron stocks de mineral de ningún tipo.

Para ello, se relacionó el contenido de Azufre, Calcio y Magnesio de las muestras de pozos de exploración y su relación con el potencial de neutralización (NPR) obtenido a partir de ensayos ABA, incluyendo los datos de los estudios de SRK y otras consultoras. Ello permitió, mediante la definición de un cut-off, definido en función de NPR esperado o teórico, T-NPR, realizar los modelos de bloques por rajo, para luego estimar volúmenes de estéril por categoría (Tabla 1 0-1), según su potencial de producción de drenaje ácido.

Tabla 9.27. Clasificación de estéril por rajo, según potencial de drenaje ácido.

Rajo	PAF (m ³)	NAF (m ³)
ZOE	83,812	55,349
ESCONDIDA	839,780	381,610
GABRIELA	823,109	729,140
LOMA	45,641	196,375

*PAF: potencialmente formador de ácido. T-NPR < 3.

*NAF: No formador de ácido. T-NPR > 3

Fuente: Hidroar SA, 2017

Teniendo en cuenta esto, se propuso para el manejo conceptual del estéril, la encapsulación del PAF. Para las escombreras Zoe, Escondida Central & Far West, Gabriela y Loma & Patricia, se realizaron los diseños conceptuales para la distribución de estéril, teniendo en cuenta los volúmenes totales. El éxito en el desarrollo de esta tarea dependerá de ampliación de los estudios de caracterización de estéril, la secuencia de minado, sistema de despacho, compromiso operativo y control medioambiental.

Para contribuir a encapsular el PAF, una vez finalizado la escombrera, se recomienda limitar el ingreso de oxígeno y/o agua mediante la compactación de la superficie o colocación de una cubierta. Idealmente, se trata de una capa de suelos suficientemente ancha que pueda inducir a la escorrentía, resistir la erosión y evitar la retención de agua. También podrá ser revegetada para maximizar la evapotranspiración, reducir la infiltración y mejorar la resistencia a la erosión.

9.8. Flora

La flora y vegetación del área de Proyecto fue descrita exhaustivamente en el IIA inicial 2010 y complementada con información presentada en el marco de la AIIA 2013.

En la presenta AIIA se presenta nueva información relativa a flora y vegetación, generada con posterioridad a la AIIA 2013 en el marco del Relevamiento Biológico 2017 de la Mina Cerro Moro. La misma, complementa y/o actualiza la información antecedente.

9.8.1. Caracterización fitosociológica de la vegetación

En el área de Proyecto, las precipitaciones son escasas, inferiores a 200 mm anuales y las temperaturas medias anuales rondan los 16°C, lo que define un clima frío y árido de meseta. Los suelos son poco desarrollados y dominan los Aridisoles de textura arenosa pedregosa en profundidad. El paisaje es levemente ondulado, presenta pequeñas y suaves lomadas surcadas por drenajes y cañadones, y de forma diseminada bajos endorreicos salinos de diferentes dimensiones. La zona, no posee cuerpos ni cursos de agua permanente. La hidrografía en el área está caracterizada por los escurrimientos esporádicos que ocurren en la época húmeda hacia bajos endorreicos que conforman temporalmente lagunas hasta secarse con el paso del tiempo durante la época seca, debido a la evaporación.

Desde el punto de vista fitogeográfico, el área de estudio se encuentra en el Distrito patagónico Central, definido por Cabrera 1976, como el más árido de la Patagonia. Este distrito de grandes extensiones en Patagonia presenta cierta heterogeneidad interna en cuanto a la vegetación. Las condiciones de aridez, dan lugar a una vegetación mayormente de erial con fisonomía de estepas de muy baja cobertura vegetal en las cuales dominan las formas de vida leñosas en forma de cojines, con escasa presencia de gramíneas (León et al, 1998).

En el área de monitoreo, las comunidades vegetales características son las estepas arbustivas y subarbustivas con presencia de *Mulguraea tridens*, *Nassauvia glomerulosa* y gramíneas del género *Stipa*. En las áreas de cañadones suelen aparecer arbustos como *Anartrophyllum rigidum*, *Berberis sp*, *Senecio filaginoides*, *Lycium chilense*, entre otros (Cabrera, 1976).

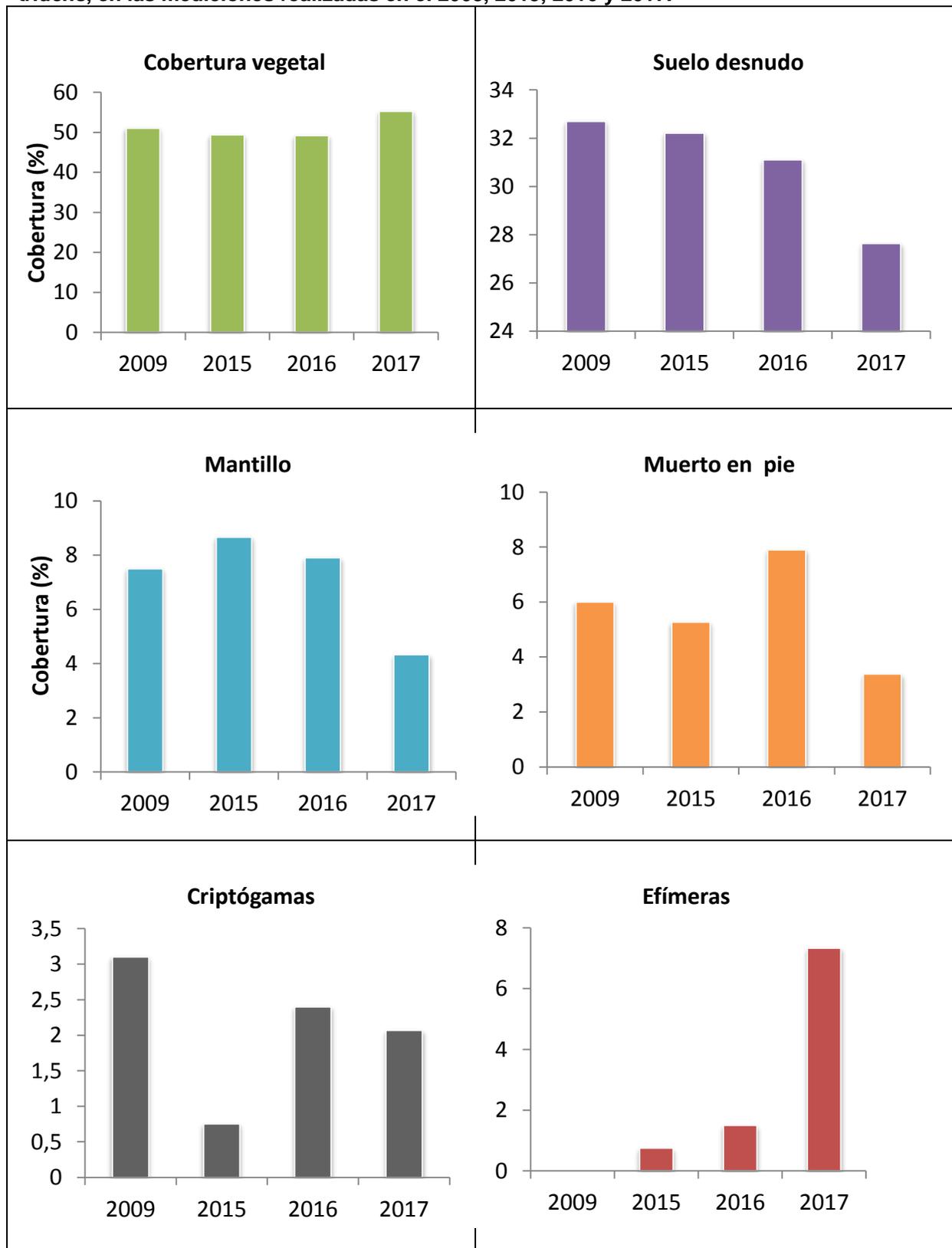
9.8.1.1. MARAS

Se describe a continuación las características de las comunidades observadas en los monitores, durante el Relevamiento Biológico 2017 (Ver Mapa de Flora, Figura

- **Estepa arbustiva de *Mulguraea tridens* (CM1)**

La cobertura vegetal en el año 2017 fue de 55,3%, 5% mayor que el registro del año anterior. En cuanto al suelo descubierto el valor registrado fue 27,6% y en el caso de mantillo el valor obtenido fue 4,3%. Ambos valores fueron inferiores a los registros previos, en promedio el suelo desnudo desde la instalación hasta el año 2016 fue 32% y 8% de mantillo. Esto posiblemente asociado a la alta cobertura de anuales que se registraron este año, las condiciones de lluvia favorable permitieron registrar 7,3% de cobertura de efímeras o anuales.

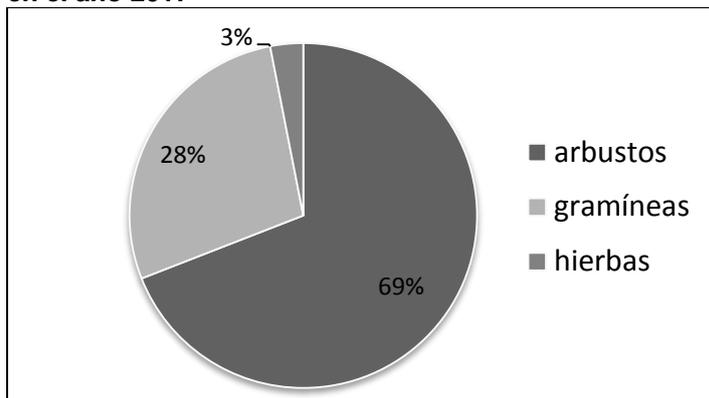
Gráfica 9.17 (compilado). Dinámica de la cobertura de suelo en el Monitor de *Mulgurea tridens*, en las mediciones realizadas en el 2008, 2015, 2016 y 2017.



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Los arbustos aportaron la mayor proporción de cobertura absoluta, registrando 38% de cobertura absoluta, seguido por las gramíneas (15%) y 1,6 % las hierbas. Los valores relativos se muestran en la figura siguiente.

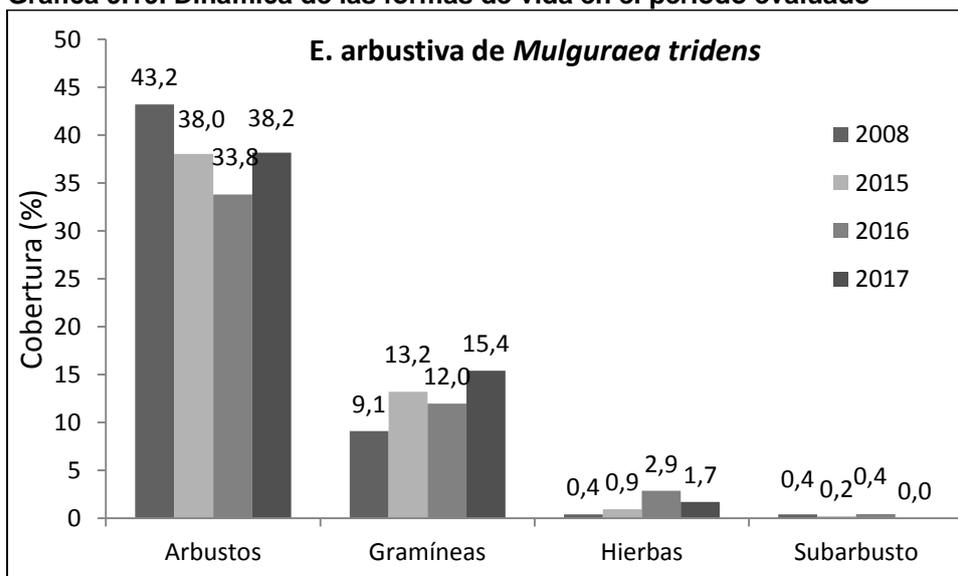
Gráfica 9.18. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de *Mulguraea tridens* en el año 2017



Fuente: GT Ingeniería, 2017

El aumento en la cobertura vegetal total durante el año 2017 estuvo relacionado con un aumento en la cobertura aérea de arbustos y gramíneas que se muestra en la figura siguiente. Durante el año 2017 no se registraron formas de vida subarbusivas y la cobertura de hierbas fue menor que el año anterior.

Gráfica 9.19. Dinámica de las formas de vida en el periodo evaluado



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Solo dos especies: *Cerastium arvense* y *Pappostipa crysophylla*, mostraron una tendencia positiva en la cobertura vegetal desde la instalación hasta la actualidad (año 2017). El resto de las especies muestra una tendencia estable. En el caso de *Mulguraea tridens* presentó variaciones interanuales bastante evidentes, pero sin una tendencia definida (tabla siguiente).

Se registraron 12 especies en este monitor y la diversidad de Shannon fue 1,2. Estas variables no presentan un patrón de tendencia temporal (tabla siguiente)

Tabla 9.28. Cobertura por especie (%) y clasificación de las especies por forma de vida (fdv) en el Monitor de Mata negra según año.

Especies	fdv	2008	2015	2016	2017
<i>Arjona patagonica</i>	h	0	0	0,44	0
<i>Azorella monantha</i>	s	0,2	0,2	0,22	0
<i>Berberis microphylla</i>	a	0,4	0,2	0,55	0,75
<i>Carex argentina</i>	p	0	0,2	0,22	0,19

<i>Cerastium arvense</i>	h	0,2	0,4	1,1	1,50
<i>Ephedra frustillata</i>	s	0,2	0	0,22	0
<i>Hoffmansegia trifoliata</i>	h	0,2	0,6	0,22	0
<i>Hordeum comosum</i>	p	0	0,2	0,22	0,75
<i>Myosotis arvensis</i>	h	0	0	1,1	0
<i>Mulguraea tridens</i>	a	37,1	32,6	29,53	34,21
<i>Nardophyllum bryoides</i>	a	2,9	2,4	2,52	2,07
<i>Pappostipa crysophylla</i>	p	7,9	8,3	8,01	13,35
<i>Pappostipa ibari</i>	p	0,2	0	0	0
<i>Pappostipa psilanta</i>	p	0	0,6	0,33	0
<i>Pappostipa sp</i>	p	0	0,9	0	0,19
<i>Paspstipa sp</i>	p	0	0,2	0	0
<i>Poa lanuginosa</i>	p	0,2	1,5	2,74	0,94
<i>Poa spiciformis</i>	p	0,8	1,3	0,44	0,19
<i>Schinus sp</i>	a	0,4	2,3	0	0,19
<i>Trevoa patagonica</i>	a	2,4	0,6	1,21	0,94
Riqueza		13	16	16	12,00
Diversidad		1	1,4	1,4	1,2

Fuente: GT 2017. Se presentan los valores para los cuatro periodos de medición: 2008, 2015, 2016 y 2017. Valores de riqueza y diversidad. Donde s: subarbusto, h: hierba, p: pasto, a: arbusto. En negro se muestran las especies con tendencia positiva en cobertura.

Fotografía 9-1. MARA 1-*Mulguraea tridens*. Parcela fotográfica



Fuente: GT 2017

Compilado Fotográfico 9-2. Mara 1



Fuente: GT 2017. Nota: se puede observar la cobertura de especies anuales y el crecimiento de las especies arbustivas. En la foto de la derecha se muestra una de las transectas de vegetación

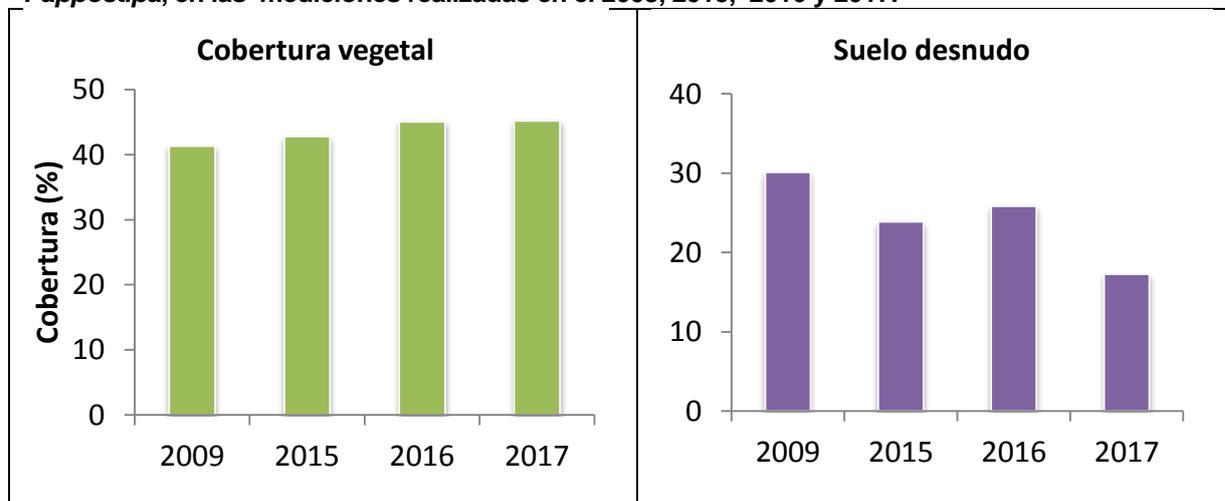
- **Estepa arbustivo gramínea de *Nardophyllum bryoides* y *Pappostipa sp* (CM2)**

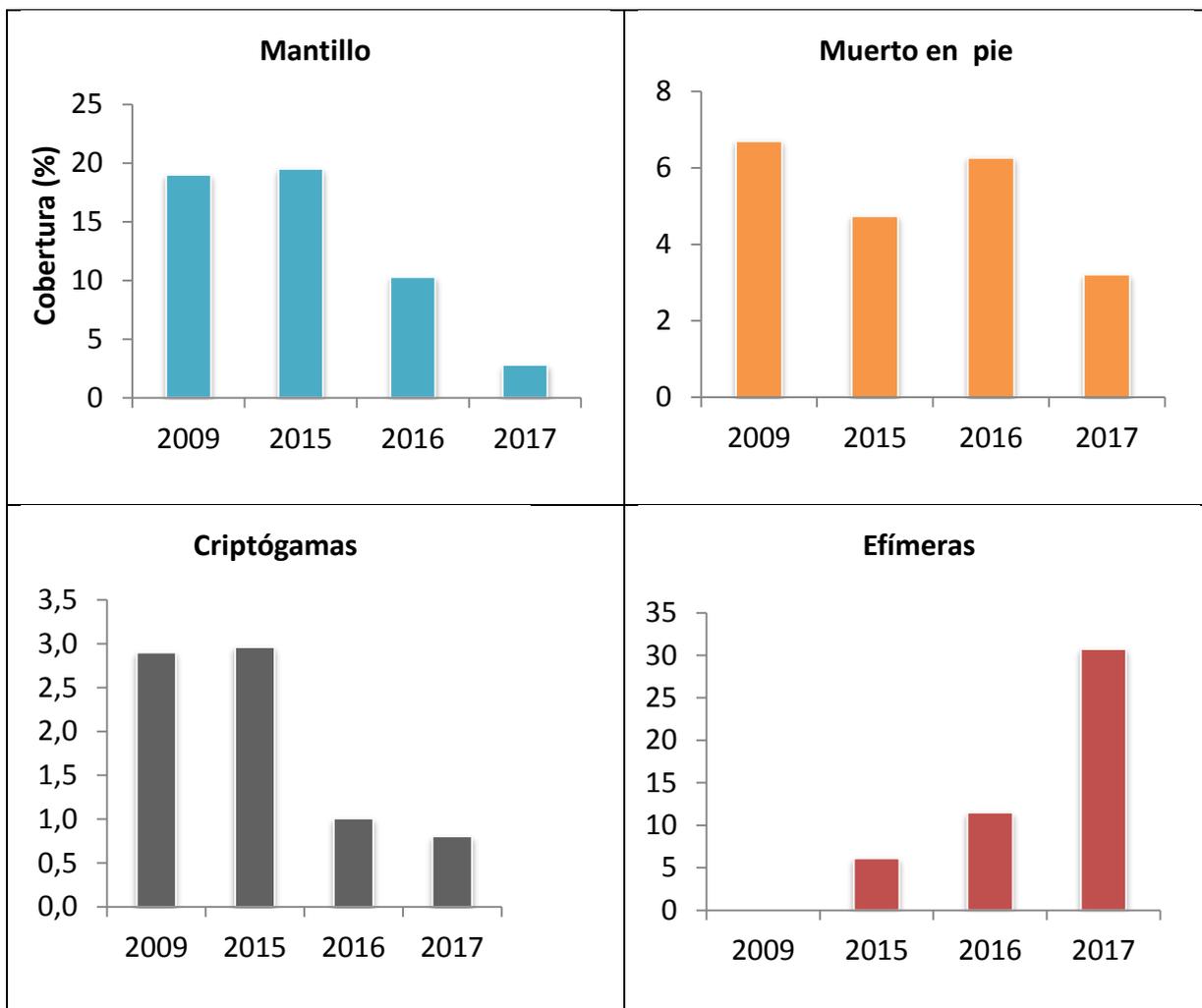
En el monitor instalado sobre la comunidad de *Nardophyllum* y *Pappostipa* la cobertura vegetal en el año 2017 fue 45,2%, este valor fue el mismo que el año anterior. Una importante disminución del mantillo, del suelo desnudo y de las criptógamas se evidencian en estos últimos años. La cobertura de suelo disminuyó debido al aporte de las especies anuales que durante este año fue muy elevada y alcanzó 30%. En el caso del mantillo también está dado por este aporte de las anuales, ya que en años anteriores, estas especies están secas y forman parte del mantillo.

Las efímeras presentaron una alta cobertura en relación al año anteriores, debido a las favorables condiciones ambientales que se dieron durante el 2017 (Gráfica siguiente).

En la fotografía 9-3 y 9-4, se muestra la fisonomía y el detalle de la parcela fotográfica de este monitor.

Gráfica 9.20 (compilado). Dinámica de la cobertura de suelo en el Monitor de *Nardophyllum* y *Pappostipa*, en las mediciones realizadas en el 2008, 2015, 2016 y 2017.

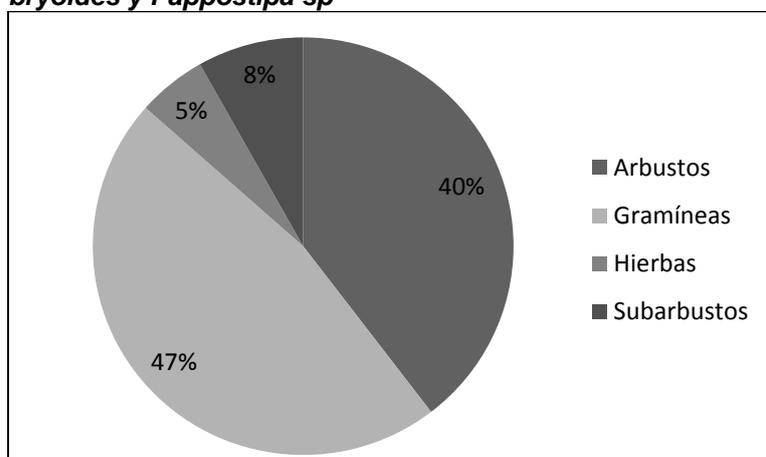




Fuente: GT Ingeniería, 2017

En cuanto a las formas de vida, las gramíneas durante el periodo 2017 aportaron 22% de cobertura absoluta, los arbustos 18%, los subarbustos 3,8 % y las hierbas 2.5 %. Los valores relativos se muestran en la figura siguiente.

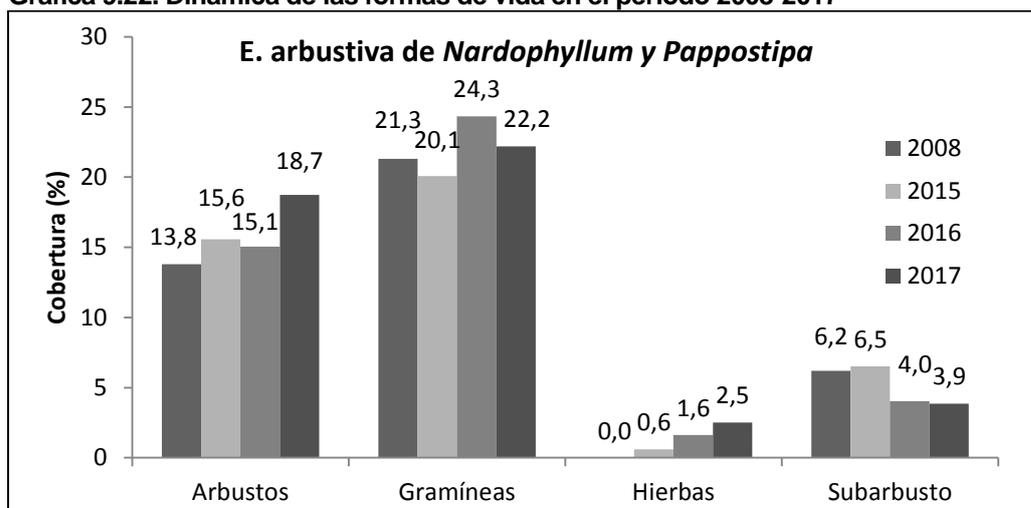
Gráfica 9.21. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de *Nardophylum bryoides* y *Pappostipa sp*



Fuente: GT Ingeniería, 2017

La cobertura de arbustos y de las hierbas mostró una tendencia temporal positiva durante los años de medición (figura siguiente)

Gráfica 9.22. Dinámica de las formas de vida en el periodo 2008-2017



Fuente: GT Ingeniería, 2017

En cuanto a la cobertura por especie se registró un aumento en las especies *Nardophyllum bryoides* y *Carex argentina*, estas especies se muestran en negrita en la tabla siguiente. En cuanto a la riqueza y Diversidad estos valores tienen una tendencia estable en el tiempo.

Tabla 9.29. Cobertura absoluta por especies en el relevamiento 2008, 2015, 2016 y 2017 para la MARA de la comunidad de *Nardophyllum* y *Pappostipa*

Especies	fdv	2008	2015	2016	2017
<i>Acaena sp</i>	h	0	0,2	0,2	0,19
<i>Acantoliphia seriphioides</i>	a	0	0,4	0,2	0,19
<i>Adesmia sp</i>	h	0	0,2	0	0
<i>Berberis sp</i>	a	0	0,2	0,2	0,19
<i>Calandrinia</i>		0	0	0	0,19
<i>Carex argentina</i>	p	0	0	0,4	1,16
<i>Cerastium arvense</i>	h	0	0	0,2	0,58
<i>Chuquiraga kingii</i>	s	6	6,3	3,43	3,09
<i>Chuquiraga aurea</i>	s	0	0	0,2	0,39
<i>Huanaca acaulis</i>			0	0	0,39
<i>Hordeum comozum</i>	p	0,4	0	0,81	0,58
<i>Myosotis arvensis</i>	h	0	0	1,01	0
<i>Lycium sp</i>	a	0	0,2	0	0
<i>Nardophyllum bryoides</i>	a	13,8	14,8	14,65	18,34
<i>Nassauvia sp</i>	s	0,2	0	0	0
<i>Oxalis squamosa</i>	h	0	0,2	0,2	0
<i>Pappostipa sp</i>	p	15,9	17,7	16,77	17,57
<i>Pappostipa ibari</i>	p	0,4	0,2	0	0
<i>Perezia recurvata</i>				0	0,39
<i>Poa lanuginosa</i>	p	1,3	1,2	4,14	1,54
<i>Poa spiciformis</i>	p	3,3	1	2,22	2,51
<i>Poligala darwiniana</i>	s	0	0,2	0,4	0
Riqueza		8	13	15	15,00
Diversidad		1,4	1,7	1,68	1,59

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Fotografía 9.3. Arriba: parcela fotográfica MARA 2, Estepa arbustiva de *Nardophyllum* y *Pappostipa*,



Fotografía 9.4. MARA 2. Detalle de la cobertura de anuales



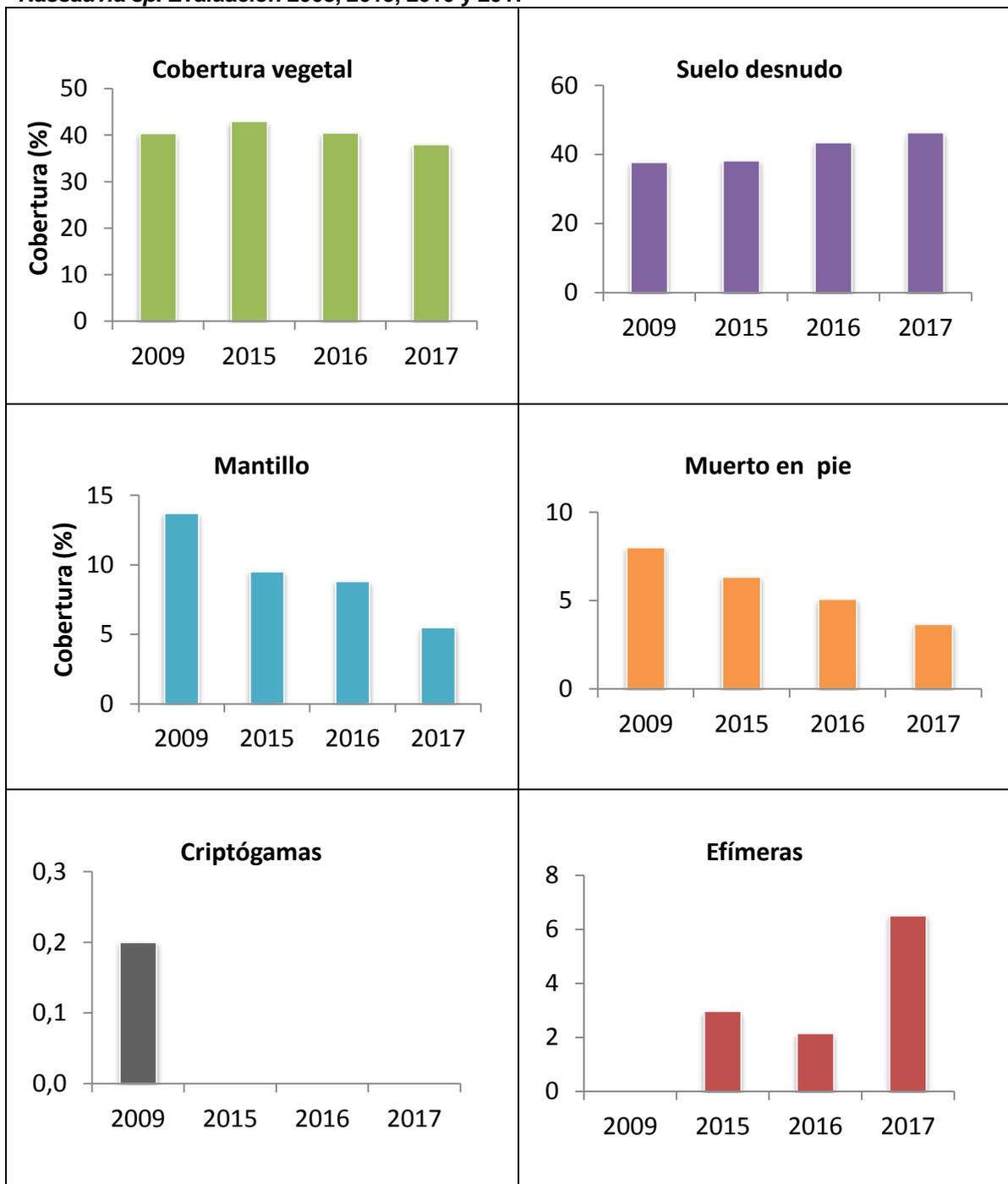
Fuente: GT Ingeniería SA, 2017

• **Estepa subarborescente de *Nassauvia* (CM3)**

Este monitor presentó valores muy similares entre años en cobertura total, aunque el último año registró el valor más bajo de la serie de mediciones (38%). El suelo desnudo presentó una leve tendencia a aumentar desde el comienzo de las mediciones, aun cuando la cobertura de anuales también registró un aumento.

Sin embargo, es notoria la pérdida de mantillo en este sitio. Esta comunidad vegetal presenta signos de erosión, evidentes en la baja cobertura, la presencia de pavimentos de erosión y de especies indicadoras de degradación, como *Nassauvia ulicina*.

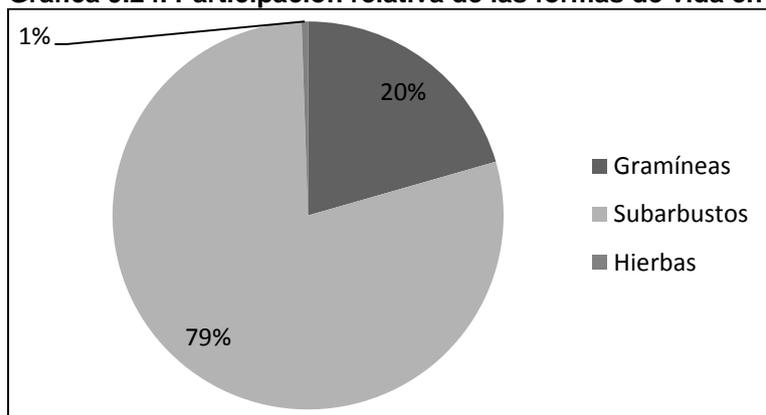
Gráfica 9.23 (compilado). Cobertura de suelo en la MARA realizada sobre a comunidad de *Nassauvia sp.* Evaluación 2008, 2015, 2016 y 2017



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Las formas de vida subarbuscular son dominantes (30% cobertura absoluta). Las gramíneas aportaron durante el 2017 el 7,8% y las hierbas 0,2% de cobertura absoluta. Los valores relativos se muestran en la figura siguiente.

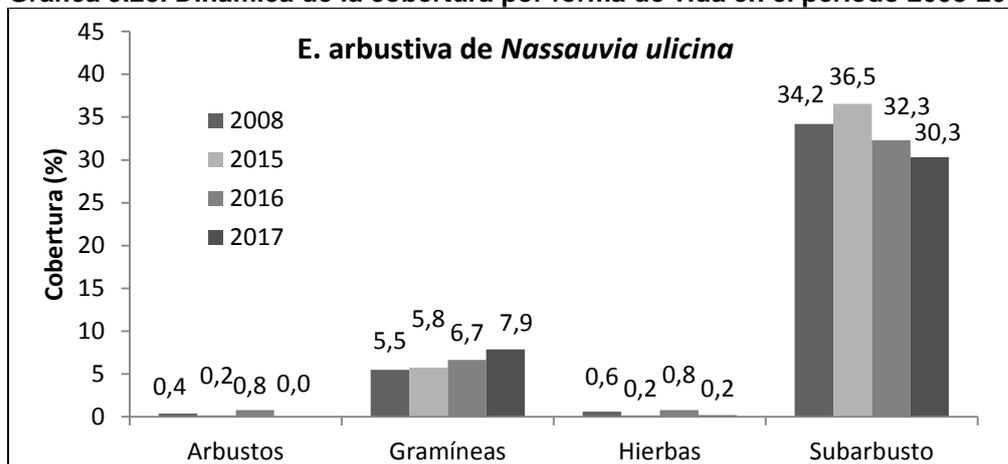
Gráfica 9.24. Participación relativa de las formas de vida en la comunidad de *Nassauvia sp*



Fuente: GT Ingeniería, 2017

En cuanto a la tendencia de la cobertura por forma de vida, los subarbustos, forma de vida dominante presentaron una tendencia negativa, las gramíneas una leve tendencia positiva y arbustos y hierbas estuvieron prácticamente ausentes en este monitor (gráfico siguiente).

Gráfica 9.25. Dinámica de la cobertura por forma de vida en el periodo 2008-2017



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Entre la especies, la única que mostró una tendencia posita durante el periodo 2001-2017 fue *Pappostipa crysophylla*, el resto no evidencian patrones claros (tabla siguiente). En cuanto a la riqueza y diversidad estos valores se mantuvieron constantes en el tiempo.

Tabla 9.30. Cobertura absoluta por especies en el relevamiento 2008, 2015, 2016 y 2017 para la MARA de la comunidad de *Nassauvia sp*

Especies	2008	2015	2016	2017
Bromus setifolius				0,40
<i>Chuquiraga aurea</i>	2,3	5,94	4,99	4,85
<i>Chuquiraga kingii</i>	0,6	0,59	0,29	0,20
<i>Ephedra frustillata</i>	0,2	0,2	0	0,00
<i>Hordeum comozum</i>	0	0,4	0	0,20
<i>Huanaca acaulis</i>	0,6	0,2	0,78	0,20
<i>Nardophyllum bryoides</i>	0,4	0,2	0,78	0,00
<i>Nassauvia sp</i>	26,4	21,1	18	18,38
<i>Pappostipa crysophylla</i>	1,6	1,58	4,4	5,45
<i>Perezia lanigera</i>	0	0	0,39	0,20

Especies	2008	2015	2016	2017
<i>Poa spiciformis</i>	2,3	3	1,85	1,41
<i>Senecio miser</i>	4,7	8,71	8,61	6,67
<i>Pappotipa ibari</i>	1,6	0,79	0,39	0,40
Riqueza	11	12	10	11
Shannon	1,7	1,75	1,61	1,77

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Fotografía 9.5. MARA 3- Estepa subarabustiva de *Nassauvia*



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.8.1.2. Estructura de parches

En el monitor de *Mulguraea tridens* la longitud media de parches (LMP) y de interparches (LMI) presentan una tendencia estable durante el periodo 2008-2017 con valores de 91,1 y 101,1 en el año 2017 respectivamente (ver tabla siguiente).

El índice de suelo desnudo en este periodo disminuyó, probablemente asociado a un aumento de la cobertura vegetal en este último periodo.

En el segundo monitor, de *Nardophyllum* y *Pappostipa*, también aumentó la longitud media de los parches durante el año 2017 y disminuyó el índice de suelo desnudo (tabla 9.31).

Por último, en el monitor ubicado en la comunidad de *Nassauvia* la cobertura basal de los parches registró una fuerte disminución que provocó un aumento en el índice de suelo desnudo. Se deberá evaluar si esta tendencia continúa o es solo debido a la medición anual (tabla 9.32).

Tabla 9.31. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de *Mulguraea tridens* dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017

Variable	2008	2015	2016	2017
Longitud media parches (LMP-cm)	106,5	78,8	76,4	91,1
Longitud media interparches (LMI-cm)	149,6	109,2	115,4	101,1
Cobertura basal de parches (%)	40,4	41	38,9	47,4
N° de parches cada 10m	3,8	2,6	5	5,2
Índice de suelo desnudo	89,2	64,4	70,5	53,2
Parche/interparche (LMI/MP)	1,4	1,4	1,5	1,1

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.32. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de *Nardophyllun y Pappostioapa* dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017

Variable	2008	2015	2016	2017
Longitud media parches (LMP-cm)	63,8	58,8	44,4	81,65
Longitud media interparches (LMI-cm)	93,8	113,5	113,1	106,56
Cobertura basal de parches (%)		34,1	27,5	42,
N° de parches ca da 10m	6,4	5,8	6,2	65,20
Índice de suelo desnudo		74,8	81,9	61,38
Parche/interparche (LMI/MP)	1,5	1,9	2,5	1,30

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.33. Índices relacionados con la estructura de parches para el monitor de *Nassauvia* dentro del Proyecto Minero Cerro Moro, periodo 2008-2017

Variable	2008	2015	2016	2017
Longitud media parches (LMP-cm)	30,7	34,4	42,8	39,7
Longitud media interparches (LMI-cm)	83,6	105,5	99,9	145,4
Cobertura basal de parches (%)	26,4	24,4	30	21,4
N° de parches cada 10m	8,6	7	7	5,4
Índice de suelo desnudo	61,5	79,8	69,9	114,2
Parche/interparche (LMI/MP)	2,7	3,1	2,3	3,6

Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.8.1.3. Indicadores de suelo- Índices de función del paisaje.

Con respecto a los índices de función del paisaje se detallan en las tablas siguientes, los respectivos de cada monitor.

En el gráfico 9.26 se muestra la tendencia temporal de estos índices. En la misma se puede observar que existen variaciones anuales, y que solo en el caso de los índices de estabilidad parece haber una tendencia negativa.

Es necesario un periodo mayor de tiempo para evaluar si esta tendencia persiste o solo es producto de las variaciones interanuales.

Tabla 9.34. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de *Mulguraea tridens*

	MARA CM1			
	2008	2015	2016	2017
Índice de Estabilidad	60,2	60,88	59,12	50,59
Índice de Infiltración	50,9	53,7	45,24	49,00
Índice de Reciclaje	35,4	36,9	34,75	37,22

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.35. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de *Nardophyllum* y *Pappostipa*.

	MARA CM 2			
	2008	2015	2016	2017
Índice de Estabilidad	62,05	56,8	60,29	50,59
Índice de Infiltración	57,5	48,6	47,32	47,83
Índice de Reciclaje	43,6	35,7	32,94	36,43

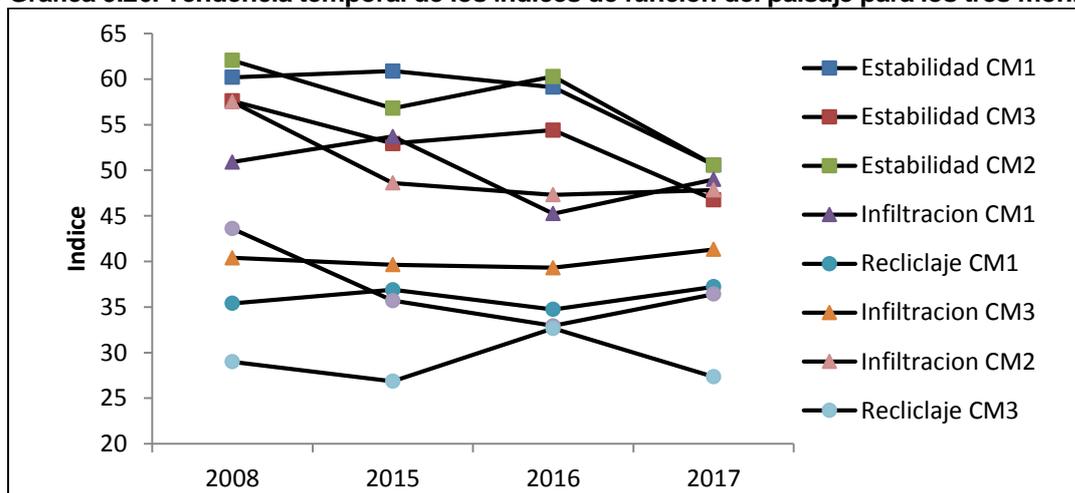
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.36. Índices de función de paisaje obtenidos para el monitor de la Estepa de *Nassauvia*

	MARA CM3			
	2008	2015	2016	2017
Índice de Estabilidad	57,6	52,94	54,41	46,8
Índice de Infiltración	40,4	39,64	39,31	41,3
Índice de Reciclaje	29	26,86	32,65	27,4

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.26. Tendencia temporal de los índices de función del paisaje para los tres monitores.



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.8.1.4. Principales conclusiones del Monitoreo de Flora

Los datos analizados para el periodo 2008-2017 mostraron que estos monitores pueden captar las variaciones interanuales de los atributos evaluados.

En términos generales la cobertura vegetal total fue mayor en el periodo 2017 que en los relevados en años anteriores.

En el caso de las especies *Pappostipa crysophylla* en los tres monitores presentó tendencia de cobertura positiva. Esta es una especie que suele ser favorecida por acumulación de arena, en suelos sometidos a la acción eólica (Roig y Méndez, 2003). Posiblemente la acción eólica combinada con condiciones favorables de precipitación permitió a esta especie aumentar su cobertura vegetal en este periodo, en los monitores evaluados.

En el caso de los indicadores relacionados con la estructura de parches estos tuvieron mayor variación entre años y el resultado fue dependiente de la comunidad vegetal.

En cuanto a lo ecológico se pone de manifiesto la estabilidad de estos pastizales y la resistencia que presentan al cambio. Los pastizales están sometidos a la acción de distintos factores ambientales y de manejo. La acción del viento, las sequías y la presión de pastoreo tanto de herbívoros silvestres como domésticos afectan en diferentes aspectos a los pastizales. Sin embargo, los cambios en la vegetación son

lentos y graduales y se evidencian en lapsos largos. Anualmente se pueden observar variaciones en la cobertura vegetal, influenciada por las condiciones meteorológicas, pero si estos cambios persisten en el tiempo se está frente a un proceso de pérdida o recuperación de la cobertura vegetal.

Desde el punto de vista metodológico, esta información ha presentado evidencia sobre la precisión del método de medición para registrar cambios en la vegetación. Las mediciones de cobertura vegetal en los tres monitores presentaron valores similares entre años, con diferencias menores al 5%, evidenciando que el hecho de medir en transectas permanente y con la metodología de puntos, reduce el error de muestreo.

Este tipo de información evaluada a largo plazo permitirá entender los cambios en las variables estructurales y funcionales de estos pastizales, analizadas en el contexto climático y de actividades antrópicas que sostengan. De acuerdo a la evaluación de índices verde para esta zona (Ferrante, Torres y Humano 2017) el año 2017 fue un año húmedo, donde el nivel de actividad de la vegetación es superior al promedio de los últimos 20 años. Este particular estado hídrico favoreció el aumento de cobertura vegetal, por lo que se han observado en Cerro Moro brotes de arbustos durante el 2017 que evidencia las condiciones favorables para el crecimiento. La cobertura de anuales registrada en el Relevamiento ambiental del 2016, también se vio favorecida por este año atípico en cuanto a humedad se refiere.

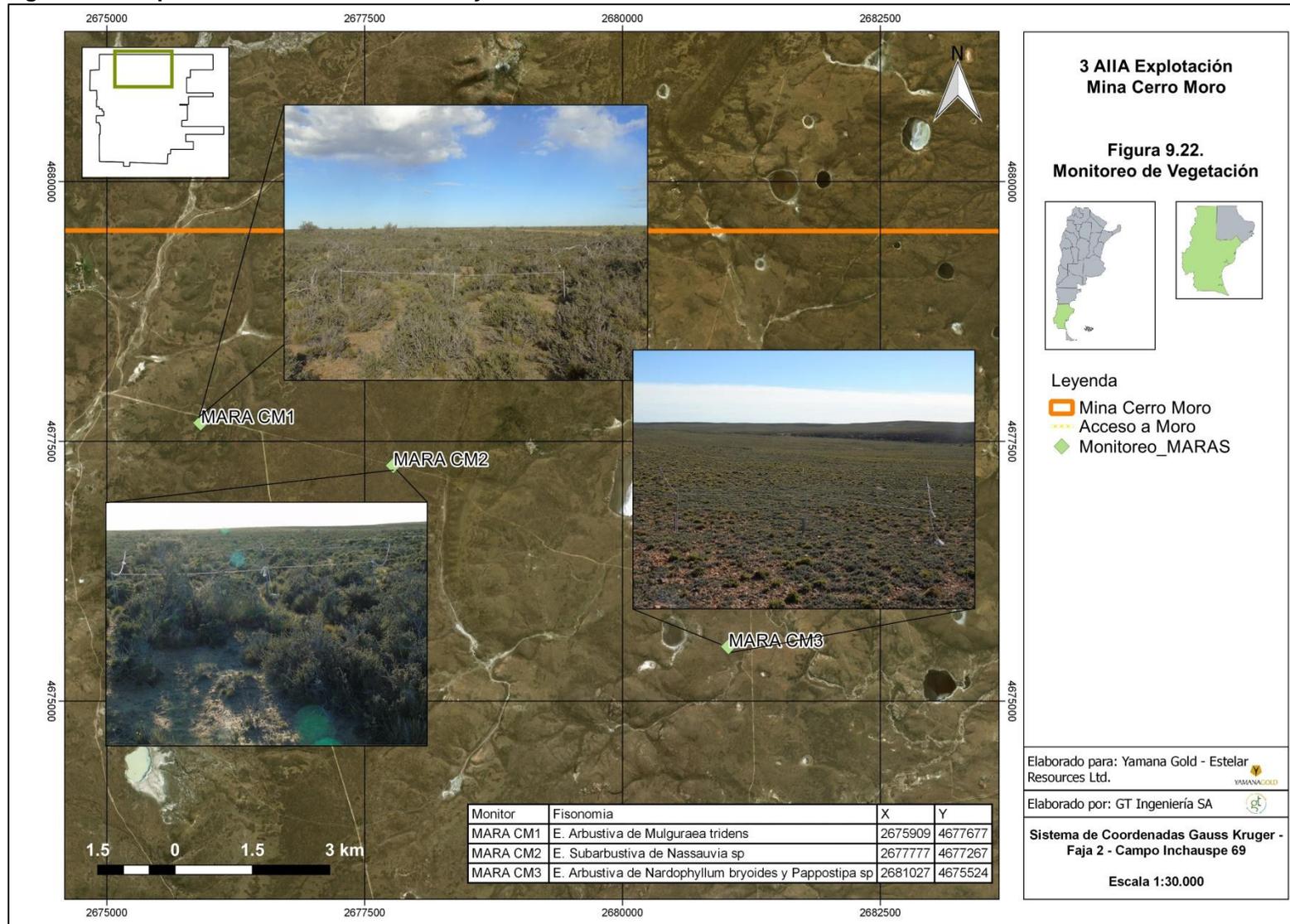
9.8.2. Mapa de vegetación

La flora y vegetación del área de Proyecto fue descrita exhaustivamente en el IIA inicial 2010 y complementada con información presentada en el marco de la AIIA 2013 y de la 2° AIIA en el año 2016.

A continuación se observa el mapa de vegetación de Cerro Moro.

Las superficies de cada una de las comunidades han permanecido invariables. Asimismo en el inciso 9.8.1 se realiza una descripción en base a la nueva información generada con posterioridad a la AIIA 2013 Proyecto Cerro Moro, en el marco del Relevamiento Biológico 2017 de la Mina Cerro Moro.

Figura 9.22. Mapa Relevamiento Flora 2017 Proyecto Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería SA, 2018

9.9. Fauna

9.9.1. Identificación y categorización de especies

Mediante las diversas metodologías, se relevaron un total de 45 especies de vertebrados en la campaña de primavera 2016 y 32 en invierno del año 2017. La fauna relevada comprende herpetofauna (anfibios y reptiles), aves, mamíferos (incluidos los micromamíferos). Durante el último monitoreo, se empleó la metodología empleada en los monitoreos antecedentes para todos los grupos, a excepción de los guanacos, grupo en el cual se aplicaron mejoras metodológicas por medio del uso de un telémetro que permitió mejorar las estimaciones realizadas en torno al uso del territorio por parte de la especie.

El grupo más representado en ambas campañas fue el de aves, con 32 especies en primavera y 22 en invierno, seguido de mamíferos con 5 y 6 respectivamente. Es de destacar que en general las frecuencias de observación de los diferentes grupos faunísticos durante la última campaña (Relevamiento Biológico 2017) fueron menores a los monitoreos previos. Situación que se considera se encuentra ligada a la época del año y las condiciones meteorológicas reinantes al momento del monitoreo (Ver Tabla 9.36).

Además, se consultó información bibliográfica actualizada e información provista por Estelar de campañas de Monitoreo de Biodiversidad y estudios de línea de base previos:

- Estudios de Línea de Base de Fauna Proyecto Cerro Moro (Ausenco Vector, 2009)
- Relevamiento Biológico Proyecto Cerro Moro (GT Ingeniería SA, 2015)
- Relevamiento Biológico Proyecto Cerro Moro (GT Ingeniería S.A., 2016)
- Relevamiento Biológico Proyecto Cerro Moro (GT Ingeniería S.A., 2017)

A continuación se presentan los resultados de la campaña de fauna realizada por GT, del mencionado monitoreo que abarca el relevamiento de la flora, la fauna y limnológico para invierno 2017, y las comparaciones con las campañas anteriores. En Anexo I se adjuntan las figuras correspondientes a los sitios muestreados para Flora, Fauna y Limnología.

Tabla 9.37. Elenco de especies de vertebrados nativos, relevados durante las campañas de 2016 y 2017

Clase	Orden	Familia	Especie	2016 primavera	2017 invierno
Amphibia	Anura	Leiuperidae	<i>Pleurodema bufoninum</i>	x	
Reptilia	Squamata	Leiosauridae	<i>Diplolaemus bibronii</i>	x	x
		Liolaemidae	<i>Leiosaurus belli</i>	x	
			<i>Liolaemus bibronii</i>	x	
			<i>Liolaemus boulengeri</i>	x	
			<i>Liolaemus lineomaculatus</i>	x	x
		<i>Liolaemus kingii</i>	x	x	
		Phyllodactylidae	<i>Homonota darwinii</i>	x	x
Aves	Rheiformes	Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	x	x
	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	x	
			<i>Eudromia elegans</i>	x	x
			<i>Tinamotis ingoufi</i>	x	
	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i>		x
	Anseriformes	Anatidae	<i>Chloephaga picta</i>	x	x
			<i>Anas flavirostris</i>		x
<i>Lophonetta specularioides</i>			x	x	

			<i>Chloephaga poliocephala</i>			
	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>			
	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	x	x	
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>			x			
<i>Circus cinereus</i>			x			
	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	x		
			<i>Charadrius semipalmatus</i>			
			<i>Oreopholus ruficollis</i>	x	x	
		Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>			
		Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	x	x	
			<i>Thinochorus dorbignianus</i>	x	x	
	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	x		
			<i>Caracara plancus</i>	x	x	
			<i>Falco sparverius</i>	x	x	
	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	x	x	
			<i>Geositta antarctica</i>	x		
			<i>Upucerthia dumetaria</i>	x	x	
			<i>Ochetorhynchus phoenicurus</i>	x	x	
			<i>Asthenes modesta</i>		x	
			<i>Asthenes pyrrholeuca</i>	x		
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	x	x	
		Tyrannidae	<i>Agriornis micropterus</i>	x		
			<i>Neoxolmis rufiventris</i>			
			<i>Lessonia rufa</i>	x		
		Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	X		
		Mimidae	<i>Mimus patagonicus</i>	x	x	
		Motacillidae	<i>Anthus correndera</i>	x		
		Thraupidae	<i>Sicalis lebruni</i>	x	x	
			<i>Phrygilus gayi</i>	x	x	
			<i>Phrygilus fruticeti</i>	x	x	
			<i>Diuca diuca</i>	x		
		Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	x	x	
Mammalia		Cingulata	Dasypodidae	<i>Chaetophractus villosus</i>	x	x
				<i>Zaedyus pichiy</i>		
	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex griseus</i>	x	x	
		Mephitidae	<i>Conepatus humboldtii</i>			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	x	x		

	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix olivacea</i>	x	x
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>		x
			<i>Eligmodontia morgani</i>		
		Caviidae	<i>Dolichotis patagonum</i>	x	x
		Ctenomyidae	<i>Ctenomys sericeus</i>		
Total especies				45	32

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.38. Número de especies por grupo de vertebrados

Clase	Total	Primavera 2016	Invierno 2017
Amphibia	1	1	-
Aves	40	32	22
Mammalia	10	5	6
Reptilia	7	7	4

Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.2. Reptiles

Durante el Relevamiento Biológico de Fauna realizado en el año 2017, se observaron cuatro especies del grupo Reptiles, correspondientes a tres familias y un total de 19 ejemplares. Todos los ejemplares fueron observados mediante técnica de volteo de rocas. Por las condiciones climáticas imperantes, ningún ejemplar fue observado expuesto. El método de transectas no arrojó ninguna observación para este grupo.

Tabla 9.39. Especies observadas durante la campaña primavera 2017

Familia	Especie	Nº ejemplares
Leiosauridae	<i>Diplolaemus bibronii</i>	1 (Roquedal)
Liolaemidae	<i>Liolaemus lineomaculatus</i>	1 (Roquedal)
Liolaemidae	<i>Liolaemus kingii</i> *	3 (Roquedal)
Gekkonidae	<i>Homonota darwinii</i>	14 (Roquedal)

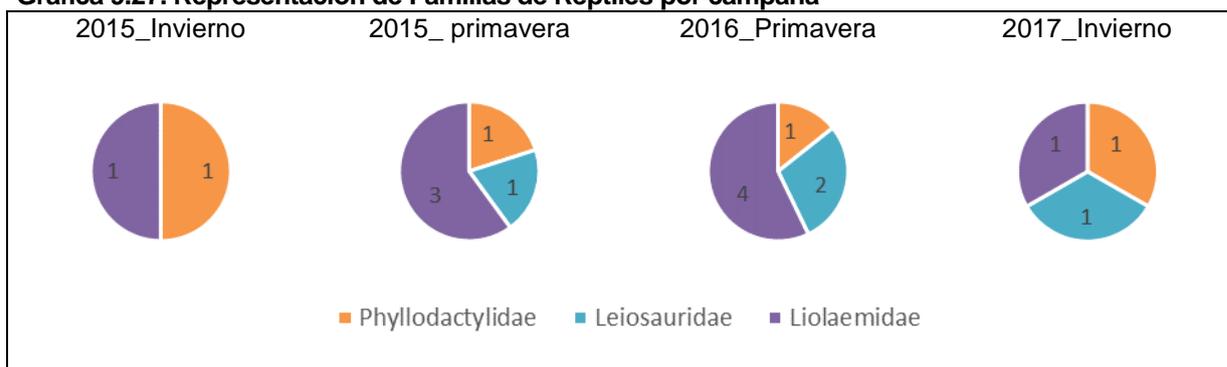
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.40. Abundancias de Reptiles por campaña

Especie	2015 Invierno	2015 Primavera	2016 Primavera	2017 Invierno
<i>Homonota darwinii</i>	13	21	12	14
<i>Diplolaemus bibronii</i>		3	6	1
<i>Leiosaurus belli</i>			1	
<i>Liolaemus bibronii</i>	1	2	2	
<i>Liolaemus boulengeri</i>		2	4	
<i>Liolaemus lineomaculatus</i>		3	8	1
<i>Liolaemus kingii</i>			1	3
Total de especies por campaña	2	5	7	4
Cantidad de registros	14	31	34	19

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.27. Representación de Familias de Reptiles por campaña



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Todas las especies relevadas, están consideradas, como No amenazadas, para estatus nacional (Abdala et al. Óp. Cit) y preocupación menor para UICN.

9.9.3. Aves

En la campaña primavera 2017, se relevaron veintidós especies de aves, correspondiente a doce familias ornitológicas, lo que significa una baja respecto a campañas anteriores. Estatus Nacional: López Lanus et. al, óp.cit; Estatus Internacional: UICN

Tabla 9.41. Especies observadas en la campaña invierno 2017

Familia	Nombre Científico (N=22)	Nacional	UICN
Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	AM	LC
Tinamidae	<i>Eudromia elegans</i>	VU	LC
Anatidae	<i>Chloephaga picta</i>	NA	LC
	<i>Lophonetta specularioides</i>	NA	LC
	<i>Anas flavirostris</i>	NA	LC
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	NA	LC
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	NA	LC
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	NA	LC
	<i>Falco sparverius</i>	NA	LC
Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i>	NA	LC
Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	NA	LC
	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	NA	LC
Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	NA	LC
	<i>Ochetorhynchus phoenicurus</i>	NA	LC
	<i>Upucerthia dumetaria</i>	NA	LC
	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	NA	LC
	<i>Asthenes modesta</i>	NA	LC
Mimidae	<i>Mimus patagonicus</i>	NA	LC
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	NA	LC
Thraupidae	<i>Phrygilus gayi</i>	NA	LC
	<i>Phrygilus fruticeti</i>	NA	LC
	<i>Sicalis lebruni</i>	NA	LC

Fuente: GT Ingeniería, 2017

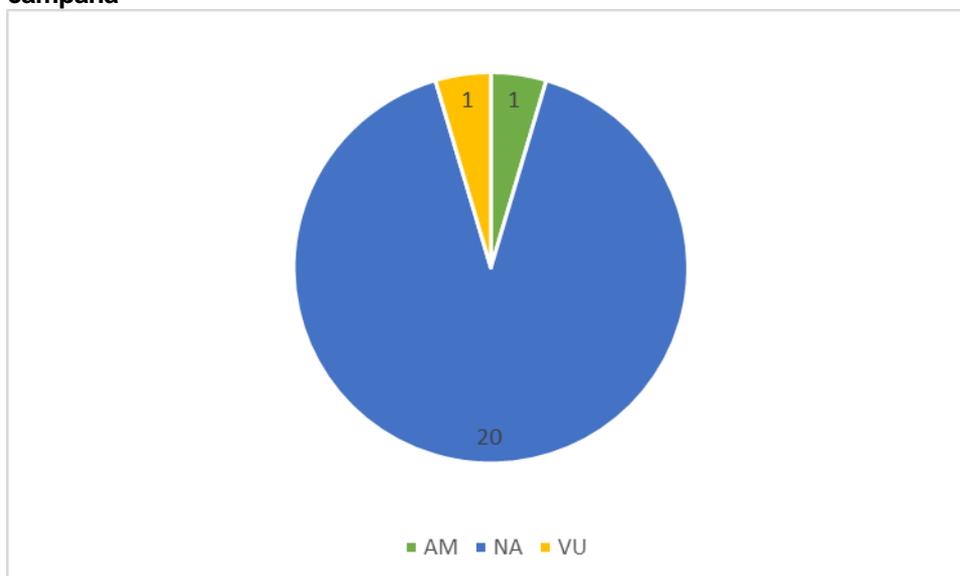
Tabla 9.42. Cantidad de especies por estados de conservación para las aves observadas

Nacional	Estatus Nacional	Estatus Internacional
AM	1	
NA	20	22 (LC)
VU	1	

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Como puede observarse en la tabla antecedente, de las 22 especies registradas, una de ellas se encuentra categorizada como Vulnerable y otra, Amenazada. Las otras 20, se encuentran no amenazadas. A nivel Internacional, las 22 especies observadas, figuran como LC (Preocupación menor, del Inglés "Least Concern")

Gráfica 9.28. Representación de los estados de conservación para las aves observadas durante la campaña



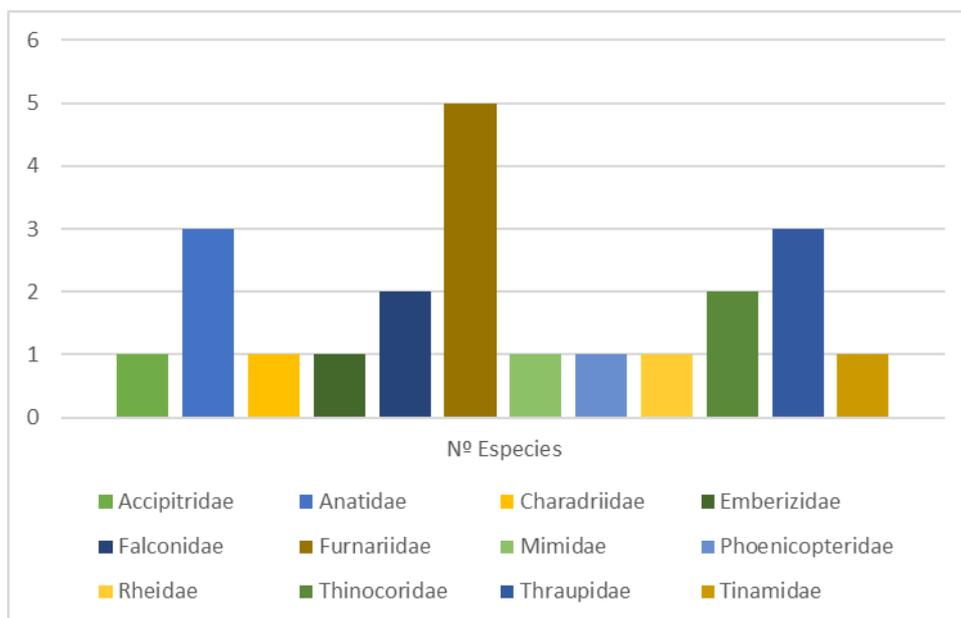
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.43. Cantidad de especies por familia

Familia	Nº Especies
Accipitridae	1
Anatidae	3
Charadriidae	1
Emberizidae	1
Falconidae	2
Furnariidae	5
Mimidae	1
Phoenicopteridae	1
Rheidae	1
Thinocoridae	2
Thraupidae	3
Tinamidae	1

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.29. Representación de especies por familia ornitológica



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.3.1. Comparación con campañas anteriores

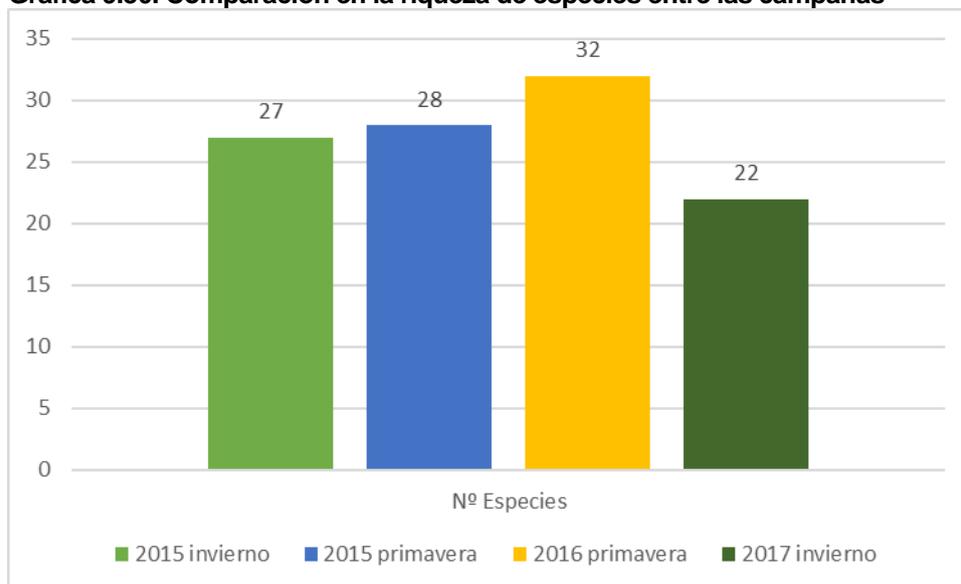
Tabla 9.44. Especies de aves observadas durante 2017 y comparación con años anteriores

Especie	2015 invierno	2015 primavera	2016 primavera	2017 Invierno
<i>Rhea pennata</i>	X	X	X	X
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>			X	
<i>Eudromia elegans</i>	X	X	X	X
<i>Tinamotis ingoufi</i>	X	X	X	
<i>Phoenicopus chilensis</i>				X
<i>Chloephaga picta</i>	X	X	X	X
<i>Anas flavirostris</i>				X
<i>Lophonetta specularioides</i>	X	X	X	X
<i>Chloephaga poliocephala</i>	X			
<i>Theristicus melanopis</i>	X	X		
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	X	X	X	X
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	X	X	X	
<i>Circus cinereus</i>	X	X	X	
<i>Vanellus chilensis</i>		X	X	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	X			
<i>Oreopholus ruficollis</i>	X	X	X	X
<i>Calidris bairdii</i>	X			
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	X	X	X	X
<i>Thinochorus dorbignianus</i>			X	X
<i>Falco femoralis</i>	X	X	X	
<i>Caracara plancus</i>	X	X	X	X
<i>Falco sparverius</i>	X		X	X
<i>Geositta cunicularia</i>	X	X	X	X

<i>Geositta antarctica</i>	X		X	
<i>Upucerthia dumetaria</i>	X	X	X	X
<i>Ochetorhynchus phoenicurus</i>	X	X	X	X
<i>Asthenes modesta</i>				X
<i>Asthenes pyrrholeuca</i>	X	X	X	
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>		X	X	X
<i>Agriornis micropterus</i>		X	X	
<i>Neoxolmis rufiventris</i>		X		
<i>Lessonia rufa</i>		X	X	
<i>Turdus falcklandii</i>			X	
<i>Mimus patagonicus</i>	X	X	X	X
<i>Anthus correndera</i>	X		X	
<i>Sicalis lebruni</i>		X	X	X
<i>Phrygilus gayi</i>	X	X	X	X
<i>Phrygilus fruticeti</i>	X	X	X	X
<i>Diuca diuca</i>		X	X	
<i>Zonotrichia capensis</i>	X	X	X	X
Total de especies	27	28	32	22

Fuente: GT en base a comparación con información previa

Gráfica 9.30. Comparación en la riqueza de especies entre las campañas



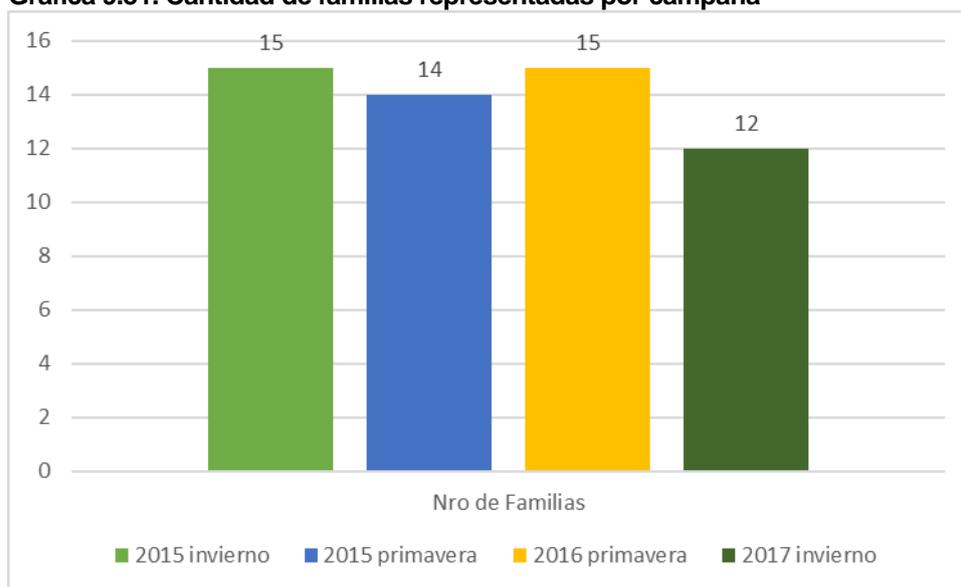
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.45. Cantidad de familias ornitológicas relevadas por campaña

	2015 invierno	2015 primavera	2016 primavera	2017 invierno
Nº de Familias	15	14	15	12

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.31. Cantidad de familias representadas por campaña



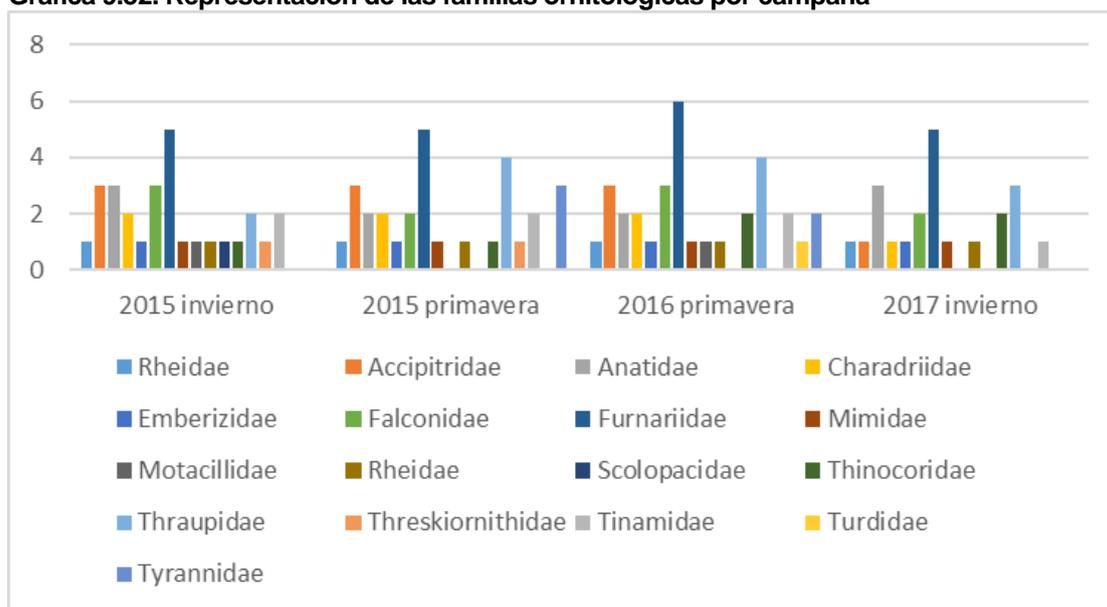
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.46. Cantidad de especies por familia ornitológica por campaña

Familia	2015 invierno	2015 primavera	2016 primavera	2017 invierno
Rheidae	1	1	1	1
Accipitridae	3	3	3	1
Anatidae	3	2	2	3
Charadriidae	2	2	2	1
Emberizidae	1	1	1	1
Falconidae	3	2	3	2
Furnariidae	5	5	6	5
Mimidae	1	1	1	1
Motacillidae	1		1	
Rheidae	1	1	1	1
Scolopacidae	1			
Thinocoridae	1	1	2	2
Thraupidae	2	4	4	3
Threskiornithidae	1	1		
Tinamidae	2	2	2	1
Turdidae			1	
Tyrannidae		3	2	
Totales	15	14	15	12

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.32. Representación de las familias ornitológicas por campaña



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.3.2. Relevamiento de puntos Fijos

De los diez puntos de observación relevados, solo en dos, se observaron especímenes de aves acuáticas.

Tabla 9.47. Aves relevadas por Punto Fijo

	L03	L10
<i>Lophonetta specularioides</i>		2
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	18	2

Fuente: GT Ingeniería, 2017

El pato barcino (*Anas flavirostris*) fue observada en la aguada A05 (N=2)

9.9.3.3. Abundancia:

Se midieron las abundancias generales en base a los datos de las transectas.

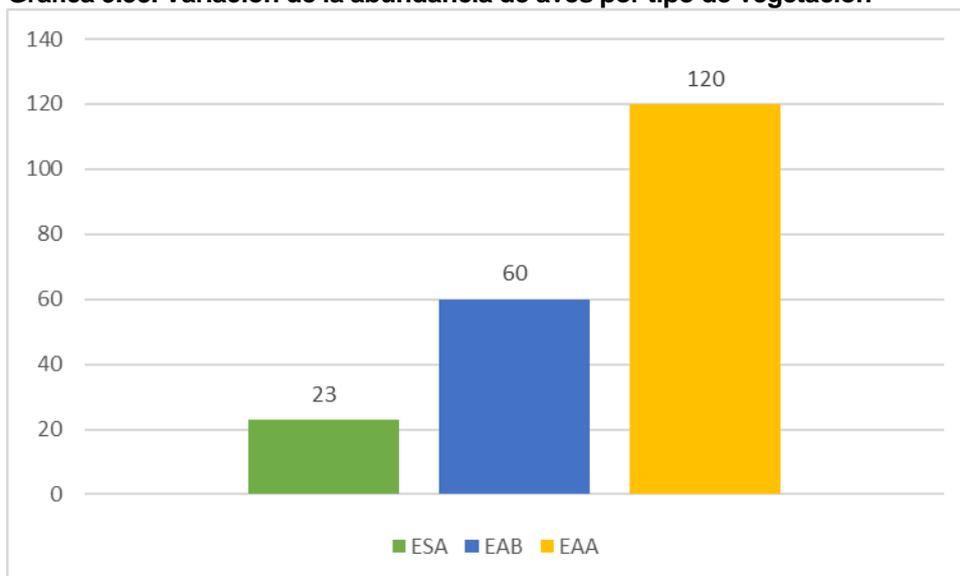
Tabla 9.48. Cantidad de ejemplares total por tipo de vegetación

	ESA	EAB	EAA
Nº Ejemplares	23	60	120

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Nota: EAA: Arbustiva Alta; EAB: Arbustiva baja; ESA: subarbustiva

Gráfica 9.33. Variación de la abundancia de aves por tipo de vegetación



Fuente: GT Ingeniería, 2017

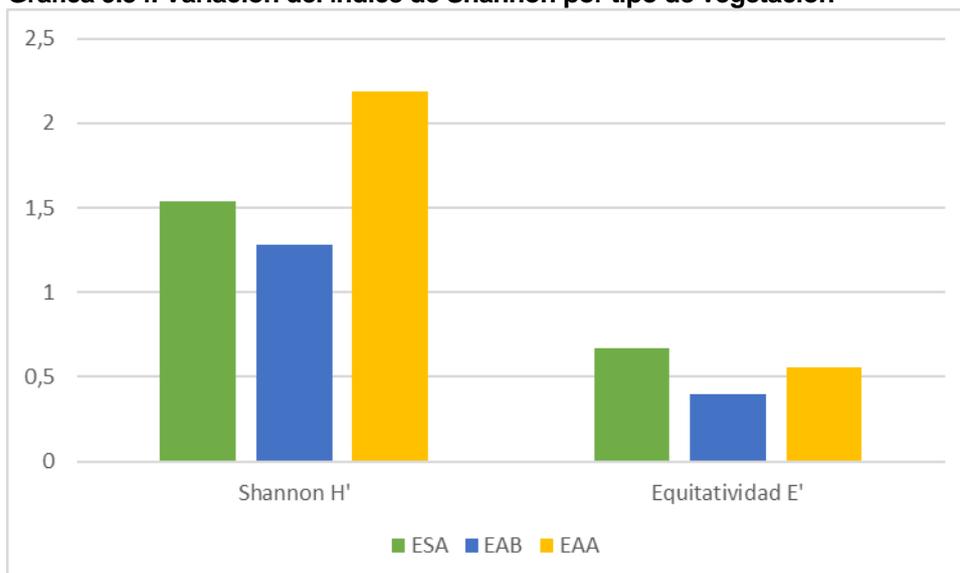
9.9.3.4. Índice de Biodiversidad de Shannon

Tabla 9.49. Valores de Índice de Shannon y Equitatividad para 2017

	Subarbusivo	Arbustivo bajo	Arbustivo alto
Nº Especies	7	9	16
Ejemplares	23	60	120
Shannon_H	1,54	1,284	2,188
Equitatividad (E')	0,6665	0,4014	0,5571

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.34. Variación del índice de Shannon por tipo de vegetación



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tabla 9.50. Comparativa entre las campañas de invierno de 2015 y 2017

	2015		2017	
	H'	E'	H'	E'
ESA	0.8	0.743	1,54	0,6665
EAB	1.253	0.7	1,284	0,4014
EAA	1.332	0.541	2,188	0,5571
Campaña	1.449	0.473	1,731	0,29

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Nota: EAA: Arbustiva Alta; EAB: Arbustiva baja; ESA: subarbustiva

9.9.4. Mamíferos

A continuación, se listan las observaciones para inventario completo para todas las especies de mamíferos observadas en el Proyecto. Las mismas se encuentran mapeadas en el mapa siguiente.

Tabla 9.51. Especies de mamíferos observadas, sus cantidades y coordenadas de avistamiento

Especie	Nº Ejemplares	X	Y
<i>Lepus europaeus</i>	12	2675487	4670308
<i>Lepus europaeus</i>	2	2677705	4670774
<i>Lepus europaeus</i>	3	2674308	4669957
<i>Lepus europaeus</i>	1	2674526	4669921
<i>Lepus europaeus</i>	4	2674574	4669770
<i>Lepus europaeus</i>	2	2674968	4669008
<i>Lepus europaeus</i>	2	2675146	4668450
<i>Lepus europaeus</i>	2	2677984	4669275
<i>Lepus europaeus</i>	2	2679816	4669161
<i>Lepus europaeus</i>	1	2677358	4672392
<i>Lepus europaeus</i>	2	2678177	4676637
<i>Lepus europaeus</i>	2	2678196	4677101
<i>Lepus europaeus</i>	3	2677580	4677285
<i>Lepus europaeus</i>	2	2676615	4676269
<i>Lepus europaeus</i>	3	2677212	4674586
<i>Lepus europaeus</i>	2	2680578	4676758
<i>Lepus europaeus</i>	2	2680457	4676371
<i>Lepus europaeus</i>	2	2683929	4672457
<i>Lepus europaeus</i>	2	2677573	4667497
<i>Lepus europaeus</i>	5	2677600	4667540
<i>Lepus europaeus</i>	1	2675438	4673483
<i>Chaetophractus villosus</i>	1	2677557	4667468
<i>Lycalopex gimnocercus</i>	1	2674599	4667684
<i>Chaetophractus villosus</i>	1	2676461	4668319
<i>Chaetophractus villosus*</i>	1	2680159	4669156
<i>Dolichotis patagonum</i>	2	2676286	4666498
<i>Chaetophractus villosus</i>	1	2677482	4673099
<i>Lama guanicoe</i> (Guanaco se analiza más adelante)			
* Ejemplar hallado muerto			

Fuente: GT Ingeniería, 2017

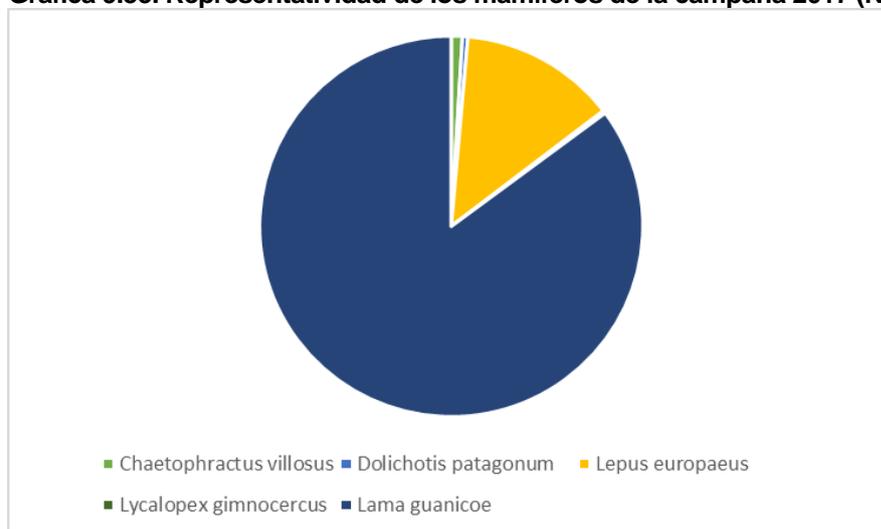
Tabla 9.52. Total de individuos según especies de Mamíferos relevados en 2017

Especie	Nº	Nacional	Internacional
<i>Chaetophractus villosus</i>	3	LC	LC
<i>Chaetophractus villosus*</i>	1	LC	LC
<i>Dolichotis patagonum</i>	2	VU	NT
<i>Lepus europaeus</i>	57		
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	1	LC	LC
<i>Lama guanicoe</i>	367	LC	LC

Fuente: GT Ingeniería, 2017

De las 5 especies relevadas, la mara (*Dolichotis patagonum*) se encuentra categorizada como Casi amenazada (categoría internacional) y Vulnerable (categoría nacional).

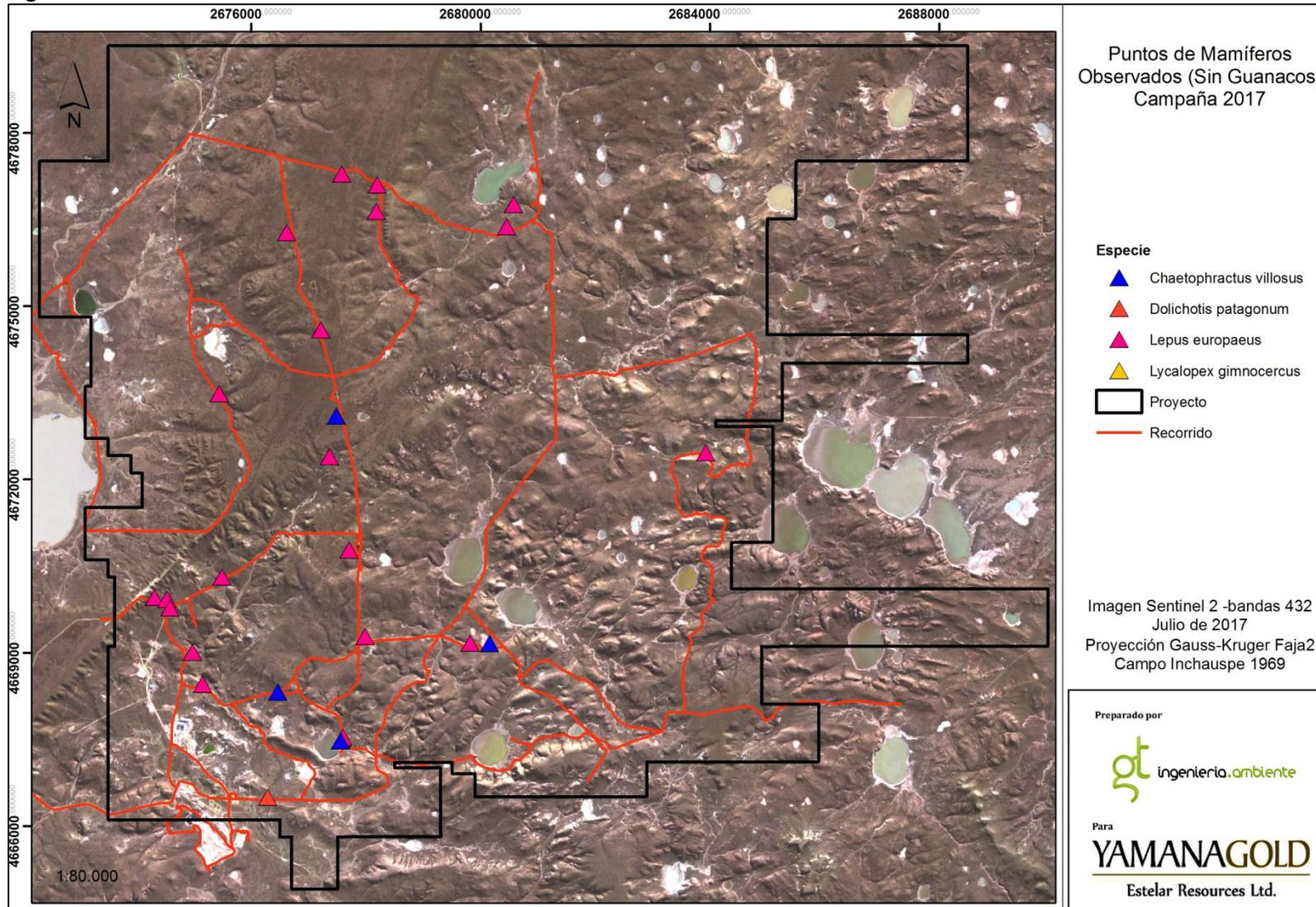
Gráfica 9.35. Representatividad de los mamíferos de la campaña 2017 (No incluye a *Lama guanicoe*)



Fuente: GT Ingeniería, 2017

El ejemplar del Zorro (*Lycalopex gymnocercus*), un juvenil, fue observado mientras interactuaba con personal de la mina, posiblemente a cambio de alimento.

Figura 9.23. Mamíferos observados



9.9.4.1. Guanacos

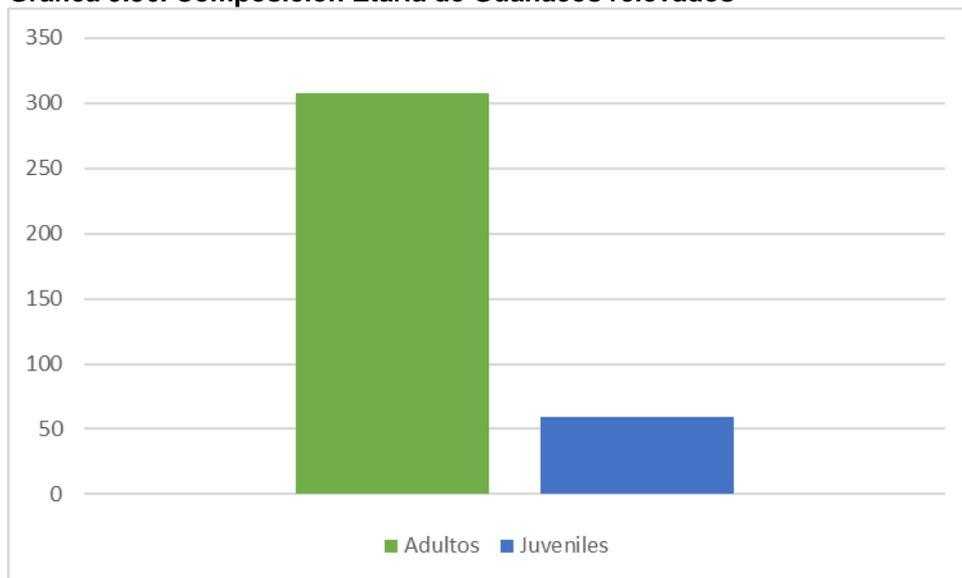
Se contabilizaron 367 ejemplares de la especie, distribuidos en 308 adultos y 59 juveniles

Tabla 9.53. Composición Etaria de Guanacos relevados

	Adultos	Juveniles
Nº	308	59

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.36. Composición Etaria de Guanacos relevados



Fuente: GT Ingeniería, 2017

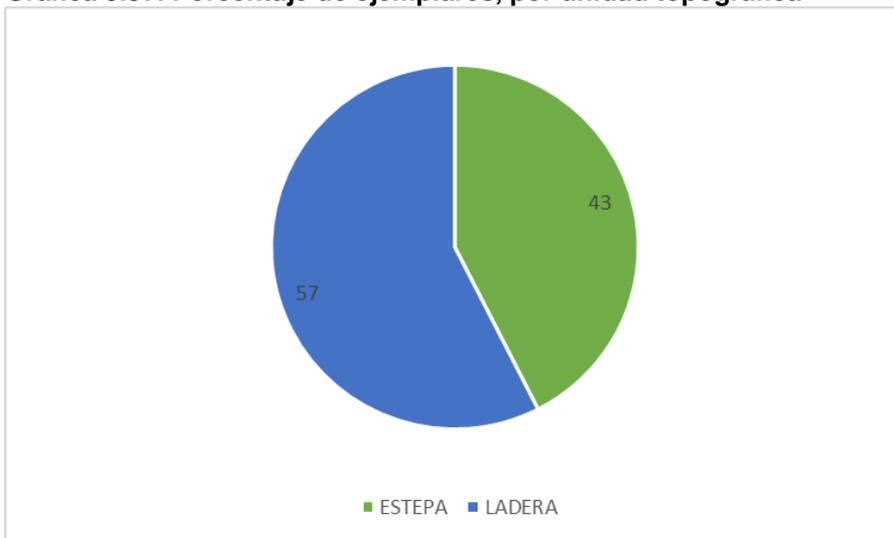
El 57 % de los ejemplares se observó en laderas arbustivas, el resto fue visto en estepa (43 %)

Tabla 9.54. Selección de topografía de los guanacos

Topografía	Nº Ejemplares	Porcentaje
ESTEPA	156	43
LADERA	211	57

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.37. Porcentaje de ejemplares, por unidad topográfica



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Los guanacos prefirieron las laderas con vegetación baja, en segundo término, fueron observados en la Estepa arbustiva con vegetación baja, relegando las zonas con vegetación alta, independientemente de la topografía.

Tabla 9.55. Selección de hábitats del Guanaco, durante campaña 2017

Topografía	Vegetación	Nº Ejemplares	Porcentaje
Estepa	Arbustiva Alta	19	5
Ladera	Arbustiva Alta	26	7
Estepa	Arbustiva Baja	84	23
Ladera	Arbustiva Baja	115	31
Estepa	Arbustiva Mixta	53	14
Ladera	Arbustiva Mixta	70	19

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.38. Selección de hábitats



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.4.2. Distribución de los guanacos

La mayor densidad de Guanacos se encontró en el sector sudoeste del proyecto, con densidades máximas de hasta 9.1 guanacos por hectárea.

Fue llamativa la ausencia de esta especie en el norte del proyecto, donde, probablemente la presencia de ovejas, ganaderos y posiblemente la presencia de perros, actuarían como una presión negativa a su presencia.

En la figura 9.22 puede observarse la ocupación posible del guanaco en el proyecto; debe tenerse en cuenta que esto es como una foto, realizada una vez en un año, por lo que las dinámicas de movimientos estacionales no están representadas.

Figura 9.24. Densidad de guanacos por ha en Proyecto Cerro Moro

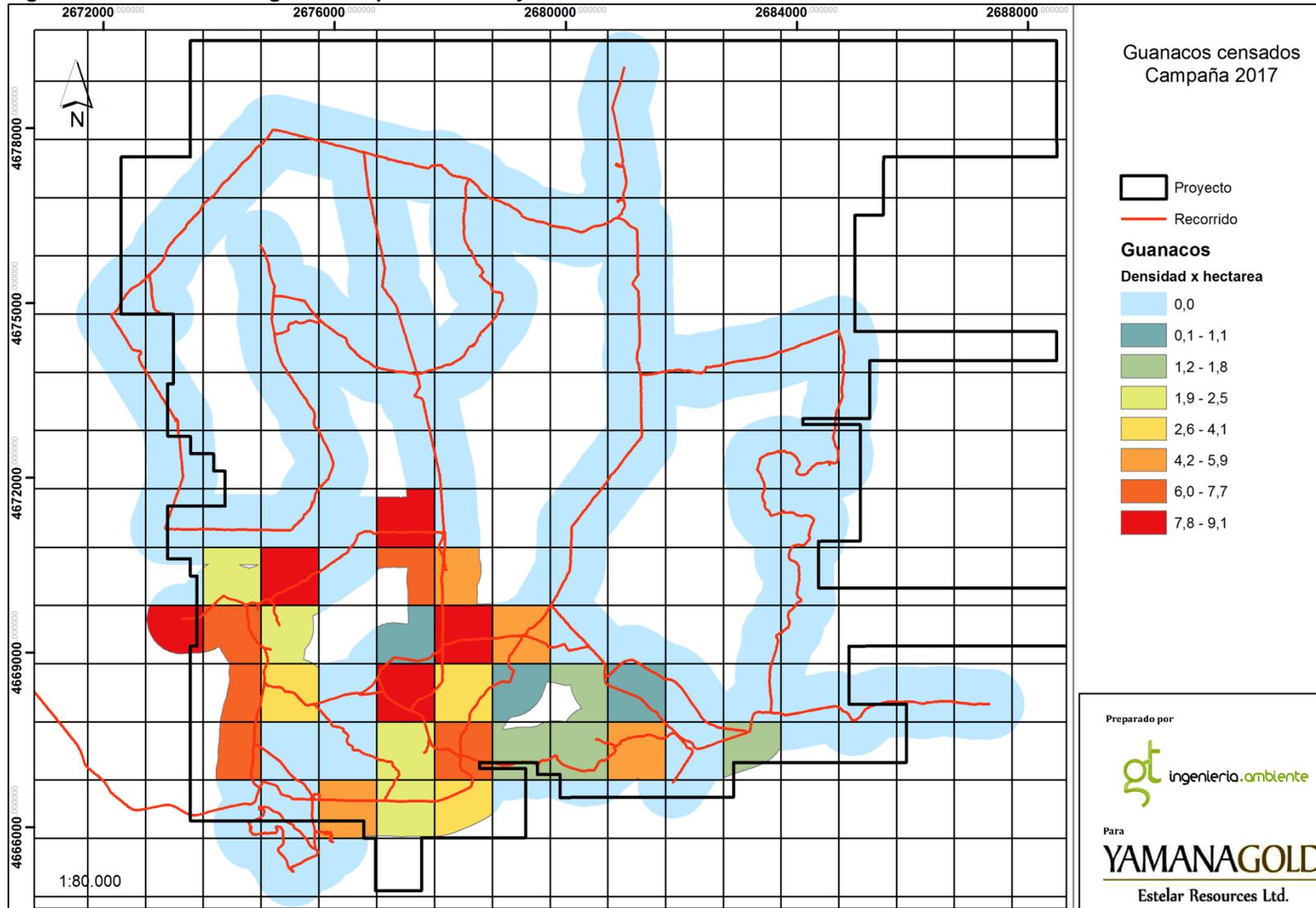
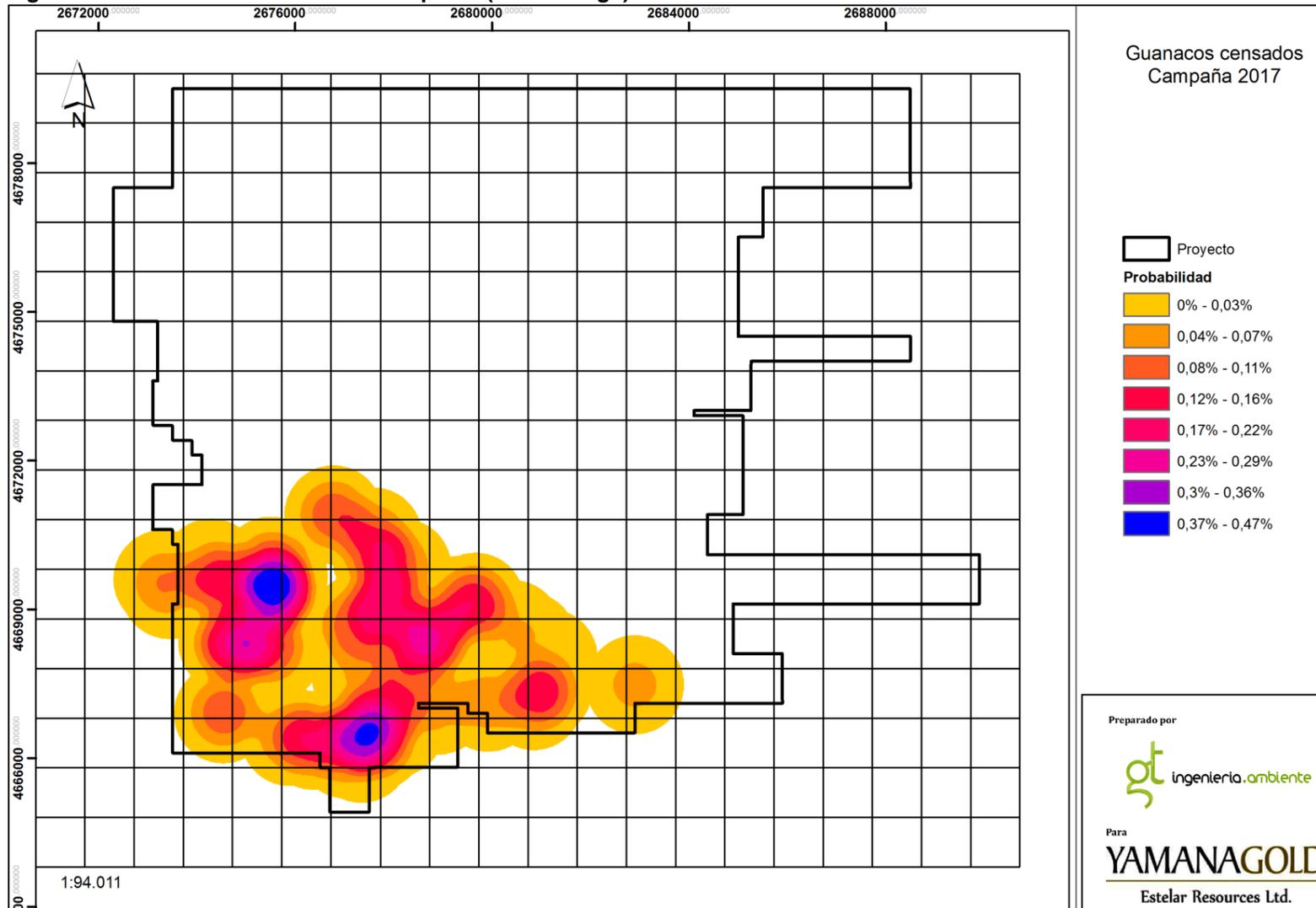


Figura 9.25. Probabilidad de uso del espacio (Home range)



9.9.5. Micromamíferos

Durante la campaña invierno 2017 se capturaron dos especies de roedores, ambas pertenecientes a la familia Cricetidae:

- *Phyllotis xanthopygus* (Punto MM2)
- *Abrothrix olivacea* (Punto MM5)

Ambas especies se consideran Preocupación menor, tanto a nivel nacional, como internacional; LC: "Least concern"

Dentro de este grupo, se han observado zonas de actividad de *Ctenomys sp.* (Ctenomyidae), que posiblemente, por distribución, se trate del "Tucu tucu enano" (*Ctenomys sericeus*) (Chebez et al. 2014), se considera con categoría "DD" Datos insuficientes, Data Deficient), tanto a nivel nacional (Ojeda et al, 2012) como a nivel internacional (UICN)

9.9.5.1. Comparativa con campañas anteriores

Tabla 9.56. Comparativa de especies de roedores entre campañas

Especie	2015 invierno	2015 primavera	2016 primavera	2017 invierno
<i>Eligmodontia morgani</i>	x			
<i>Abrothrix olivaceus</i>	x	x	x	x
<i>Phyllotis xanthopygus</i>				x

Fuente: GT, 2017

Las especies capturadas, son las especies más comunes, según resultado de campañas anteriores, aunque las escasas capturas, infieren que se debería replantear la metodología y zonas de captura.

9.9.6. Listado de especies amenazadas

Las categorizaciones de los estados de conservación, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 9.57. Estatus de Conservación por especie observada

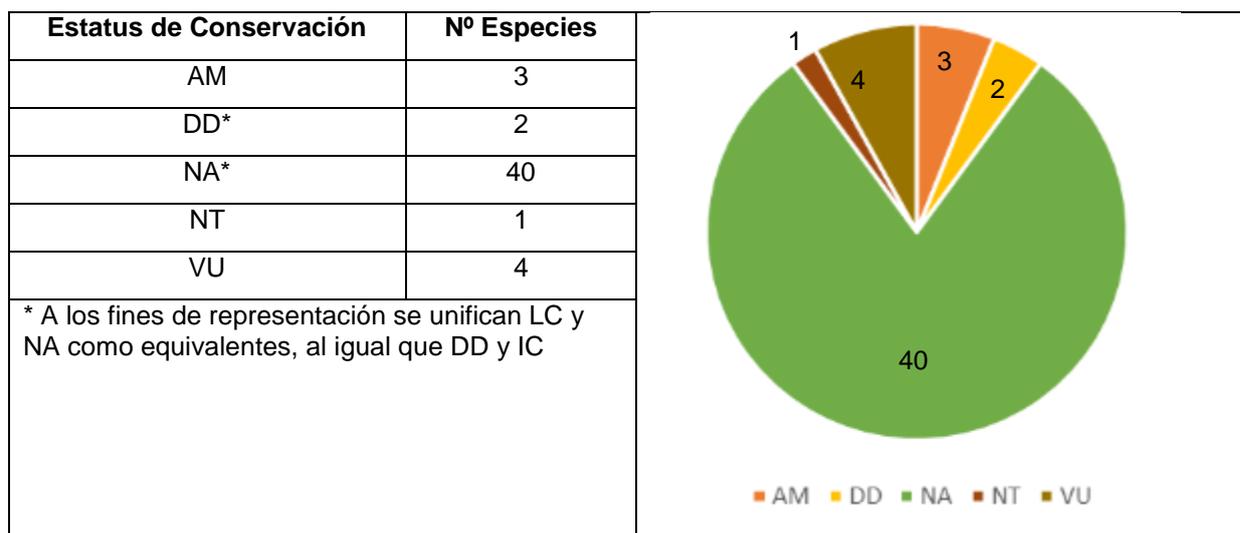
Nombre Científico	Estatus Nacional	UICN	Cites
<i>Pleurodema bufoninum</i>	NA	LC	-
<i>Diplolaemus bibronii</i>	NA	-	-
<i>Liolaemus bibronii</i>	NA	LC	-
<i>Liolaemus boulengeri</i>	NA	LC	-
<i>Liolaemus lineomaculatus</i>	NA	LC	-
<i>Homonota darwinii</i>	IC	DD	-
<i>Pterocnemia pennata</i>	AM	LC	II
<i>Eudromia elegans</i>	VU	LC	-
<i>Tinamotis ingoufi</i>	AM	LC	-
<i>Chloephaga picta</i>	VU	LC	-
<i>Lophonetta specularioides</i>	NA	LC	-
<i>Chloephaga poliocephala</i>	AM	LC	-
<i>Theristicus melanopis</i>	NA	LC	-
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	NA	LC	II
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	NA	LC	II
<i>Circus cinereus</i>	NA	LC	II
<i>Vanellus chilensis</i>	NA	LC	-
<i>Charadrius semipalmatus</i>	NA	LC	-

Nombre Científico	Estatus Nacional	UICN	Cites
<i>Oreopholus ruficollis</i>	NA	LC	-
<i>Calidris bairdii</i>	NA	LC	-
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	NA	LC	-
<i>Falco femoralis</i>	NA	LC	II
<i>Caracara plancus</i>	NA	LC	II
<i>Falco sparverius</i>	NA	LC	II
<i>Geositta cunicularia</i>	NA	LC	-
<i>Geositta antarctica</i>	VU	LC	-
<i>Ochetorhynchus phoenicurus</i>	NA	LC	-
<i>Asthenes pyrrholeuca</i>	NA	LC	-
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	NA	LC	-
<i>Upucerthia dumetaria</i>	NA	LC	-
<i>Agriornis micropterus</i>	NA	LC	-
<i>Neoxolmis rufiventris</i>	NA	LC	-
<i>Lessonia rufa</i>	NA	LC	-
<i>Mimus patagonicus</i>	NA	LC	-
<i>Anthus correndera</i>	NA	LC	-
<i>Phrygilus gayi</i>	NA	LC	-
<i>Sicalis lebruni</i>	NA	LC	-
<i>Phrygilus fruticeti</i>	NA	LC	-
<i>Diuca diuca</i>	NA	LC	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	NA	LC	-
<i>Chaetophractus villosus</i>	LC	LC	-
<i>Zaedyus pichiy</i>	NT	NT	-
<i>Lycalopex griseus</i>	LC	LC	II
<i>Conepatus humboldtii</i>	LC	LC	II
<i>Lama guanicoe</i>	LC	LC	II
<i>Abrothrix olivacea</i>	LC	LC	-
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	LC	LC	-
<i>Eligmodontia morgani</i>	LC	LC	-
<i>Dolichotis patagonum</i>	VU	NT	-
<i>Ctenomys cf. sericeus</i>	DD	DD	-

Fuente: GT Ingeniería, 2017

Es de destacar que en el caso de CITES, en algunos casos agrupa taxones superiores, en una misma categoría. Tal es el caso de las aves rapaces que están en general el Apéndice II, agrupando especies no amenazadas en otras categorizaciones, por ejemplo se puede citar el Carancho común (*Caracara plancus*).

Tabla 9.58. Representación de los estados de conservación de los vertebrados de Cerro Moro



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Tres especies, se consideran amenazadas a nivel nacional, *Pterochemia pennata* y *Tinamotis ingoufi* y *Chloephaga poliocephala*, mientras que cuatro especies se consideran vulnerables (tres de aves y 1 de mamíferos). Solo una especie, la Mara (*Dolichotis patagonum*), se considera “Casi Amenazada” (Near Threatened, NT), para la categorización internacional. Según UICN, la amenaza se debe principalmente a la pérdida de hábitats y fundamentalmente a la competencia con los herbívoros introducidos y la caza. Se estima una pérdida poblacional del orden del 30 % en diez años.

9.9.7. Limnología

La siguiente tabla resume las características físico-químicas de cada uno de los sitios muestreados, como parte del Relevamiento Biológico 2017.

9.9.7.1. Caracterización Físicoquímica del agua de los sitios muestreados

Tabla 9.59. Caracterización Físicoquímica del agua de los sitios muestreados

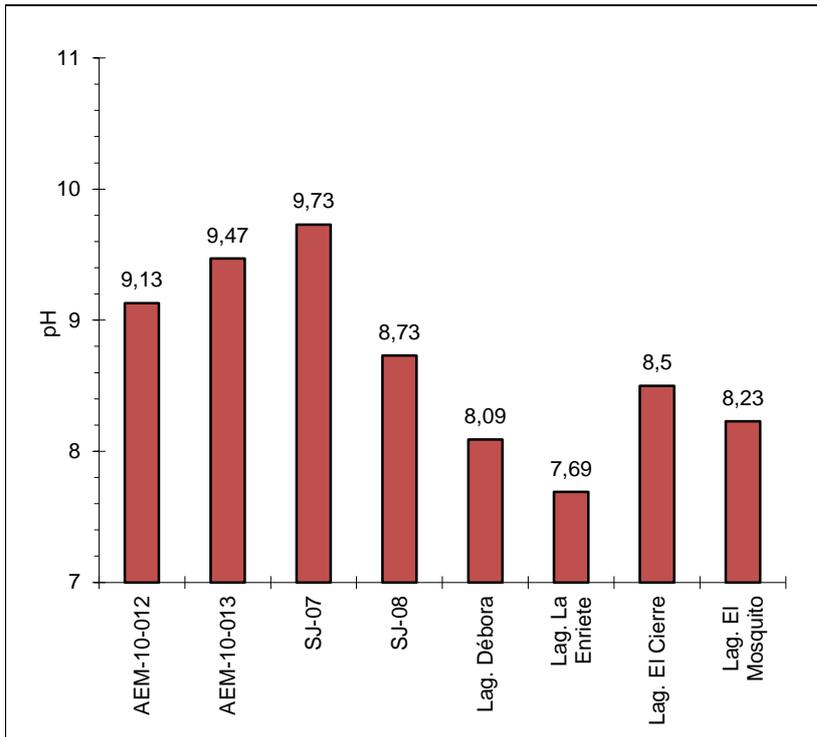
Denominación	Este	Norte	Tipo	Temp. de agua (°C)	pH	OD (%)	OD (ppm)	Estudiado	msnm
AEM-10-012	2672571	4674164	Aguada	7,9	9,13	82	8,7	Fp,Fb, Zp	99
AEM-10-013				6,3	9,47	85	8,9	Fp,Fb,Zp	99
SJ-07	2687185	4665459	Subterránea	8,7	9,73	99	10,5	Fp,Fb,Zp	72
SJ-08	2693184	4673478		8,7	8,73	98	10,3	Fp, Fb,Zp	80
Lag. Débora	2680638	4669472	Superficial	13,3	8,09	75	5,9	Fp, Fb,Zp	65
Lag. La Enriete	2678441	4656701		13,5	7,69	73	4,9	Fp, Fb,Zp	13
Lag. El Cierre	2686829	4672513		8,5	8,5	75	5,5	Fp, Fb,Zp	42
Lag. El Mosquito	2673092	4673065		8,23	8,23	78	6,1	Fp, Fb,Zp	101

Ref: Fp: fitoplancton; Zp: zooplancton; Fb: Fitobentos; OD; oxígeno disuelto; Temp.: Temperatura; msnm: metros sobre el nivel del mar.

En los siguientes gráficos se presentan en forma comparada los resultados de los parámetros físicoquímicos del agua medidos en cada una de las estaciones relevadas.

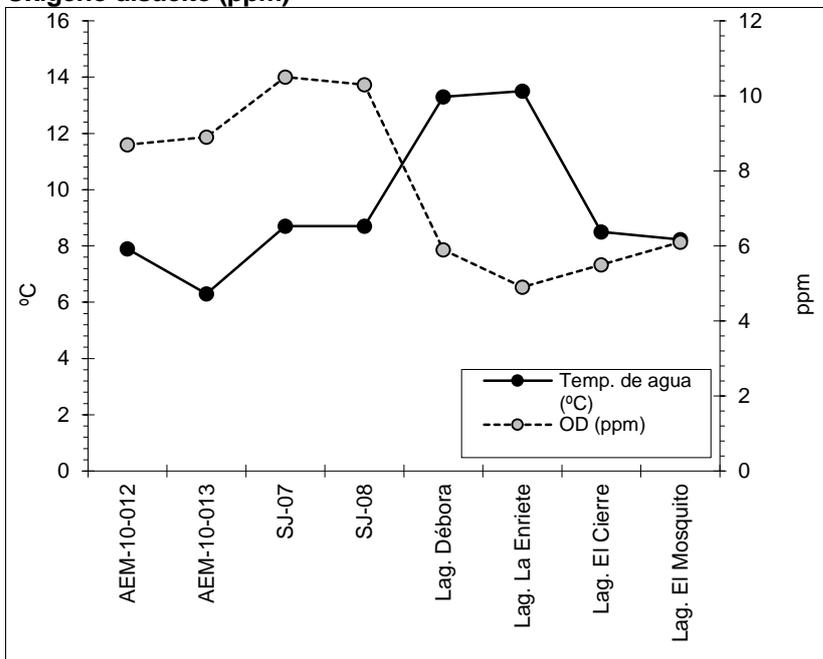
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.39. Comparación pH en las diferentes estaciones estudiadas



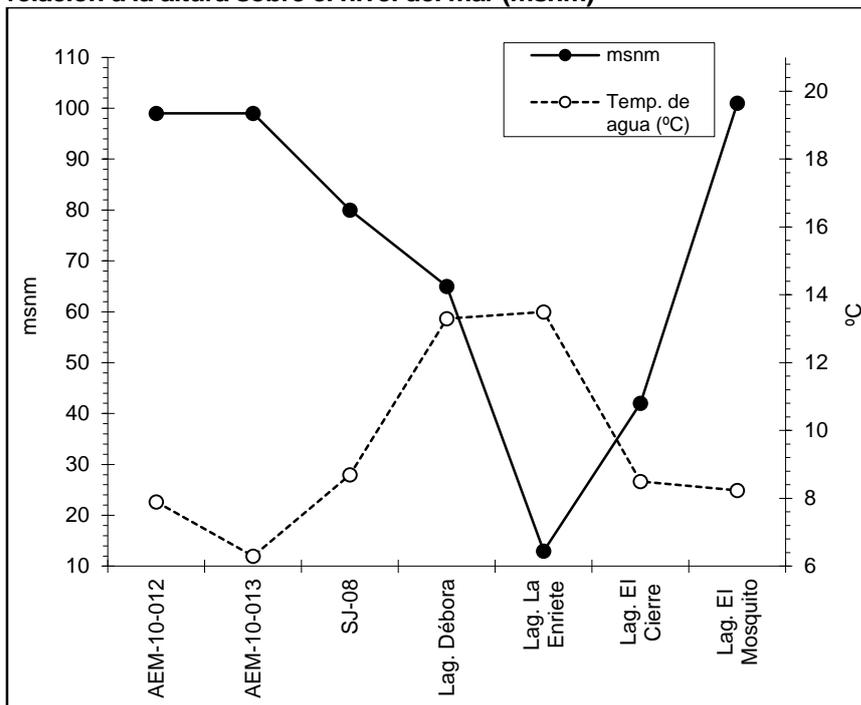
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.40. Temperatura del agua (°C) registrada en cada estación estudiada en relación con el Oxígeno disuelto (ppm)



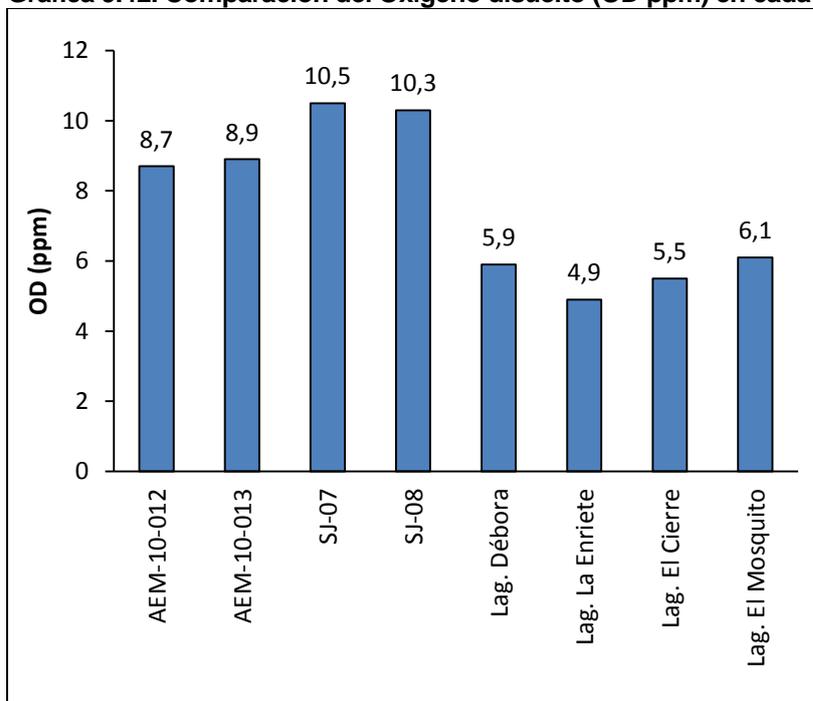
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.41. Comparación de la Temperatura ambiente (°C) en cada estación estudiada en relación a la altura sobre el nivel del mar (msnm)



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.42. Comparación del Oxígeno disuelto (OD ppm) en cada estación estudiada



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.7.2. Resultados Fitoplancton

En la fracción fitoplanctónica se identificó un total de 4 especies de algas. Las clorofíceas representaron el 94,97% del total, seguido por las bacilarofíceas (4,95%) y de las cianófitas (0,08%) (Tabla siguiente).

El mayor número de taxones fue de 2 (dos), siendo estos valores altos para la estación AEM-10-012, AEM-10-013, SJ-07 y SJ-08; le sigue la estación Laguna El Cierre y Laguna El Mosquito con una especie. El resto de las estaciones no presentó representantes de esta fracción.

La especie *Chlamydomonas sp.* apareció en la mayoría de las estaciones que presentaron la fracción fitoplanctónica. La presencia del alga bacilaroficea *Achnanthes minutissima* sólo se registró para la estación SJ-08 (Gráfico 9.43) y *Oscillatoria sp.* sólo se registró en la estación SJ-07.

Tabla 9.60. Análisis cuantitativo fitoplancton

TAXON		AEM-10-012	AEM-10-013	SJ-07	SJ-08	Lag. Débora	Lag. La Enriete	Lag. El Cierre	Lag. El Mosquito
Clorophyta	<i>Chlamydomonas sp</i>	62000	220560					1320000	2480
	<i>Oscillatoria sp</i>			1320					
Cianophyta	<i>Lyngbya limnetica</i>	15320	62000	950	5320				
Bacillariophyta	<i>Achnanthes minutissima</i>				40				
	Individuos totales	77320	282560	2270	5360	0	0	1320000	2480
	Densidad (cél./ml)	773,2	2825,6	22,7	53,6	0	0	13200	24,8
	Riqueza específica	2	2	2	2	0	0	1	1
	Diversidad (Shannon)	0,497	0,526	0,68	0,043	ND	ND	ND	ND
	Equitabilidad (Shannon)	0,718	0,759	0,98	0,063	ND	ND	ND	ND

Fuente: GT Ingeniería, 2017

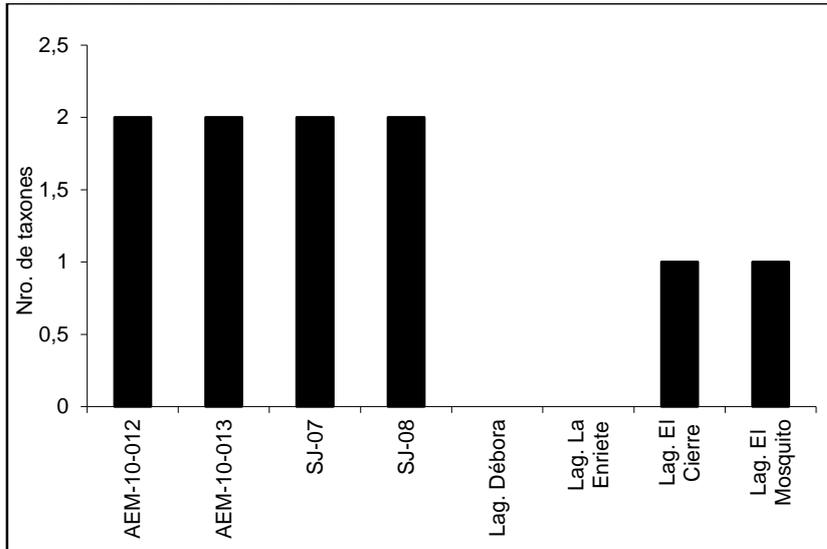
Los mayores valores de densidad se presentaron en las estación Laguna El Cierre con 13200 cél./ml. Le siguieron las estaciones AEM-10-013 con 2825,6 cél./ml y la estación AEM-10-012 con 773,2 cél./ml. La estación Laguna El Mosquito presentó 24,8 cél./ml, la estación SJ-08 53,6 cél./ml y la estación SJ-07 22,7 cél./ml. La estación Laguna Débora y Laguna La Enriete no presentaron representantes fotoplanctónicos (Gráfico 9.44).

La especie que se observó con mayor frecuencia en los sitios muestreados fue la clorófito *Chlamydomonas sp* (Tabla 9.60, Gráfico 9.44) y la cianófito *Lyngbya limnetica*. Siendo la primera dominante en la mayoría de las estaciones, especialmente en las aguadas (AEM-10-012 y AEM-10-013).

Para las estaciones Laguna El Cierre y Laguna El Mosquito fue la única especie presente de la fracción fitoplanctónica.

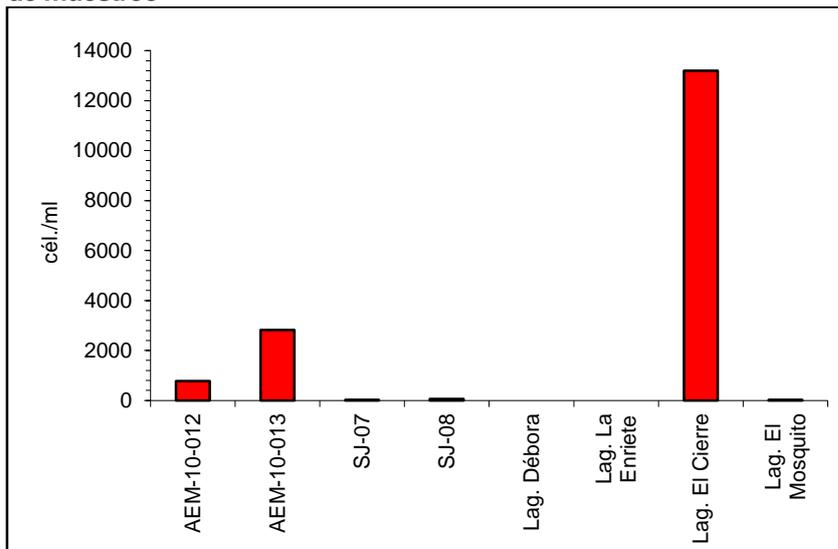
La diversidad según el índice de Shannon Weaver no pudo ser calculado en las lagunas ya que solo presentaron una especie o ninguna. Los valores hallados se muestran en la Tabla 9.60 (Gráfico 9.45). Los valores de biodiversidad son bajos, y se muestra una distribución heterogénea de las especies halladas, siendo la especie dominante *Chlamydomonas sp.* en las aguadas (AEM-10-012 y AEM-10-013), mientras que en el molino SJ-08 es la cianófito *Lyngbya limnetica*.

Gráfica 9.43. Número de especies totales de fitoplancton colectadas en cada una de las estaciones de muestreo



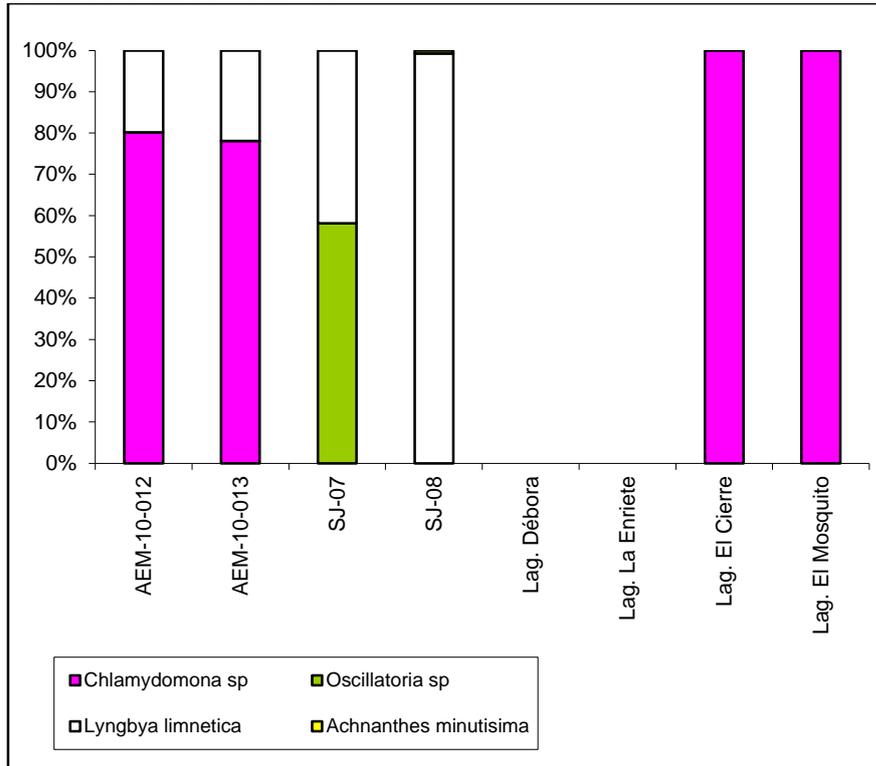
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.44. Densidad de organismos fitoplanctónicos (cél./ml) en cada una de las estaciones de muestreo



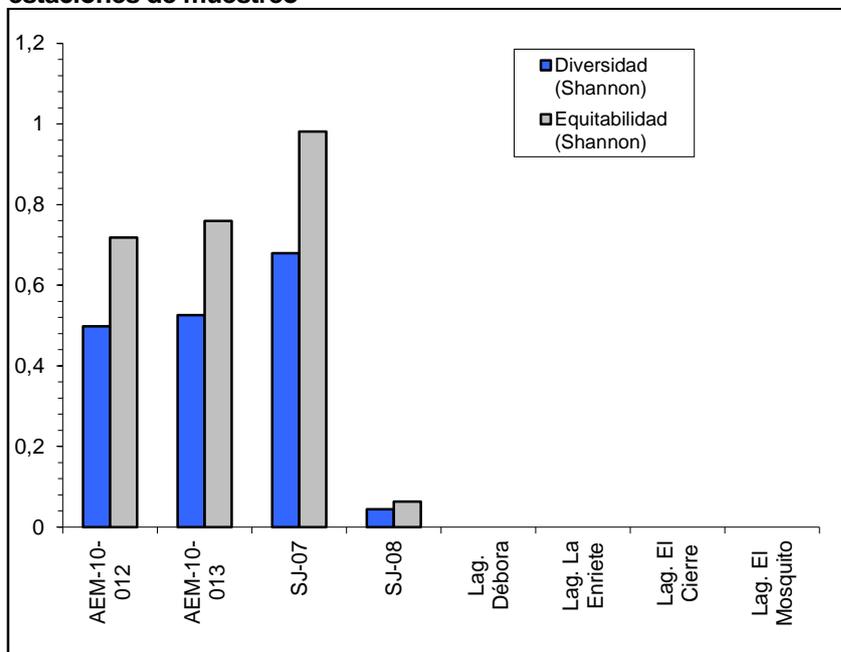
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.45. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies de fitoplancton colectadas en las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.46. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.7.3. Fitobentos

A partir del análisis del fitobentos se identificó un total de 4 especies, una de ellas es una Clorófitas, y tres Bacilariofitas. Las bacilariofitas representaron el 1,2% del total, mientras que las clorófitas el 98,79%. (Gráfico 9.47 a 9.49 y Tabla 9.61).

La fracción fitobentónica se registró en las estaciones antrópicas (AEM-10-012, AEM-10-013, SJ-07, SJ-08). El resto de las estaciones muestreadas no presentaron individuos de la fracción fitobentónica (Gráfico 9.47).

La mayor densidad de algas se presentó en la estación SJ-07 con 571,67 cél/cm² seguida de la estación SJ-08 con 56,42 cél/cm² (Gráfico 9.48). Para la ambas estaciones con dominancia de *Oscillatoria* sp.

Los valores de índice de Shannon Weaver no se pudieron calcular en la mayoría de las estaciones por presentar una sola especie o ninguna. Para las estaciones SJ-08 y SJ-07 los índices de biodiversidad son bajos, aunque hay una clara dominancia de la clorófito *Oscillatoria* sp. para ambas estaciones.

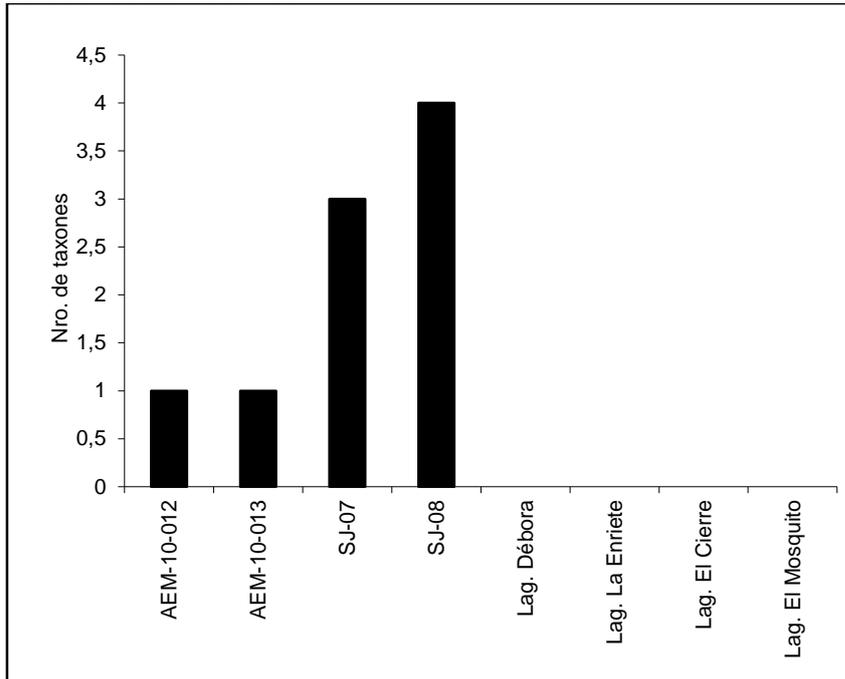
La bacilarofícea *Amphora ovalis* sólo se registró en la estación SJ-08.

Tabla 9.61. Análisis cuantitativo fitobentos

TAXON		AEM-10-012	AEM-10-013	SJ-07	SJ-08	Lag. Débora	Lag. La Enriete	Lag. El Cierre	Lag. El Mosquito
Clorophyta	<i>Oscillatoria sp</i>			69960	6520				
Bacillariophyta	<i>Amphora ovalis</i>				320				
	<i>Navicula sp</i>	280	90	80	40				
	<i>Nitzschia sp</i>			80	40				
	Individuos totales	280	90	70120	6920	0	0	0	0
	Densidad (cél./cm ²)	2,28	0,73	571,679	56,42	0	0,000	0,000	0
	Riqueza específica	1	1	3	4	0	0	0	0
	Diversidad (Shannon)	ND	ND	0,010	0,198	ND	ND	ND	ND
	Equitabilidad (Shannon)	ND	ND	0,009	0,143	ND	ND	ND	ND

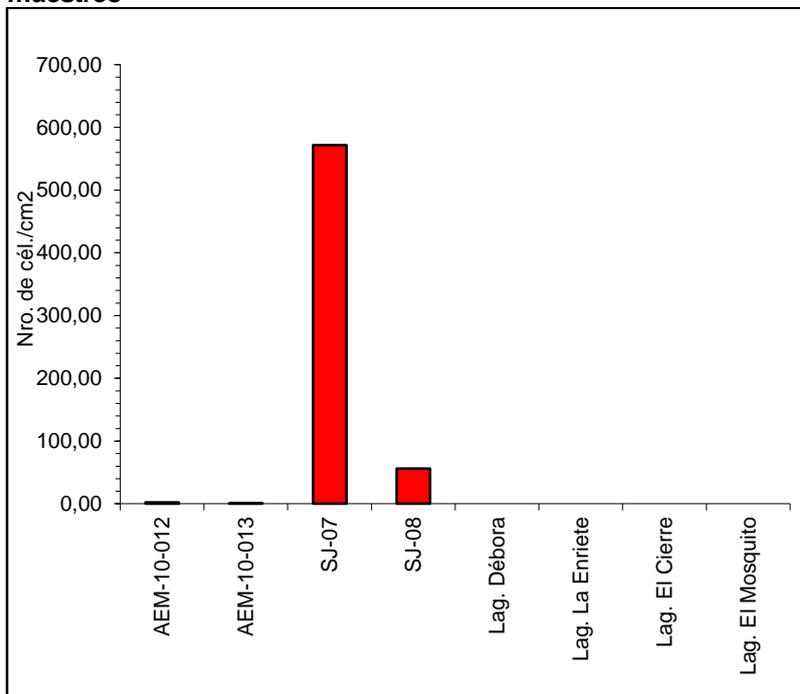
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.47. Número de especies totales de fitobentos colectadas en cada una de las estaciones de muestreo



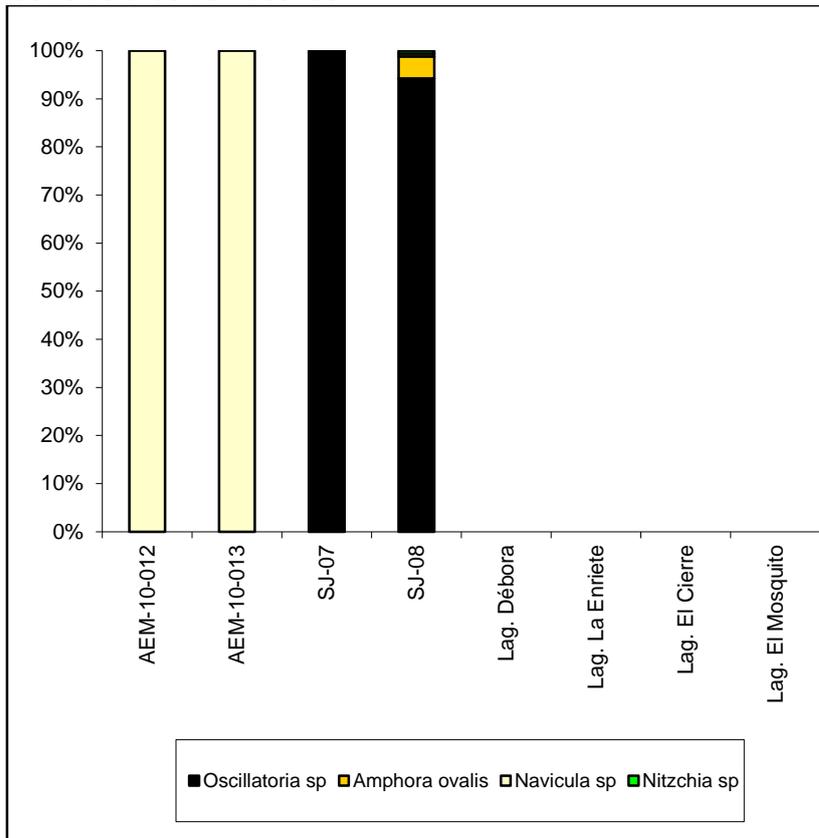
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.48. Densidad de organismos fitobentónicos (cél./cm²) en cada una de las estaciones de muestreo



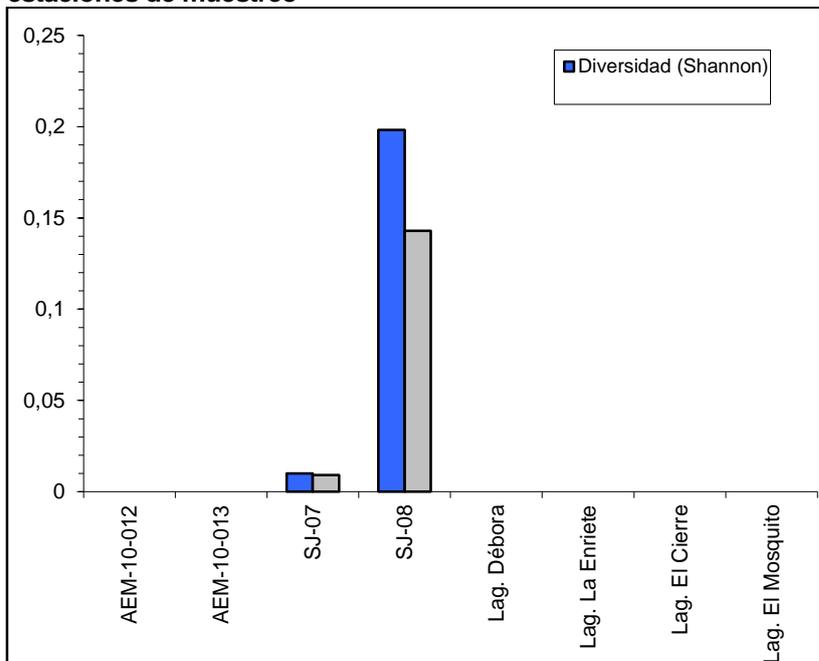
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.49. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies del fitobentos colectadas en las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.50. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.7.4. Zooplancton

A partir del análisis del total de las muestras de zooplancton se identificaron 9 taxones diferentes: dos cladóceros (*Daphnia pulex* y *Chydorus sphaericus*), un copépodo Calanoideo, un copépodo Harpacticoideo, un Ostrácoda, una larva de Ditiscidae, larvas de *Artemia salina*, un arácnido (*Hydracna* sp) y un rotífero (*Brachionus* sp) (Tabla 9.62).

El grupo más representativo fue el de los cladóceros (51,57%) seguido por los copépodos calanoideos (29,8%) y los ostrácodos (6,83%). La estación con mayor número de taxa fue la estación SJ-08 con 7 taxa, seguida por la estación SJ-07 y AEM-10-013 con 3 especies, la estación AEM-10-013 presentó 2 especies. La estación Laguna El Cierre presentó una especie. El resto de las estaciones (Laguna Débora, Laguna La Enrriete y Laguna El Mosquito) no presentaron ningún exponente de la fracción zooplanctónica (Gráfico 9.51).

La densidad numérica fue baja en la mayoría de los sitios y estuvo dominada por distintos grupos en cada caso, con preponderancia de los copépodos Calanoidea, Harpacticoidea, Cladocera (*Chydorus sphaericus* y *Daphnia pulex*) o el Anostraco (*Artemia* sp.) (Gráfico 9.52). En el sitio en que la densidad fue mayor (estación SJ-08 y SJ-07) los grupos dominantes fueron el de los copépodos Calanoideos, y presentó una densidad de 5 indiv./l (Gráfico 9.52), seguida por la estación AEM-10-012 con una densidad de 2,46 indiv./l, la estación AEM-10-013 con 1,72 indiv./l.

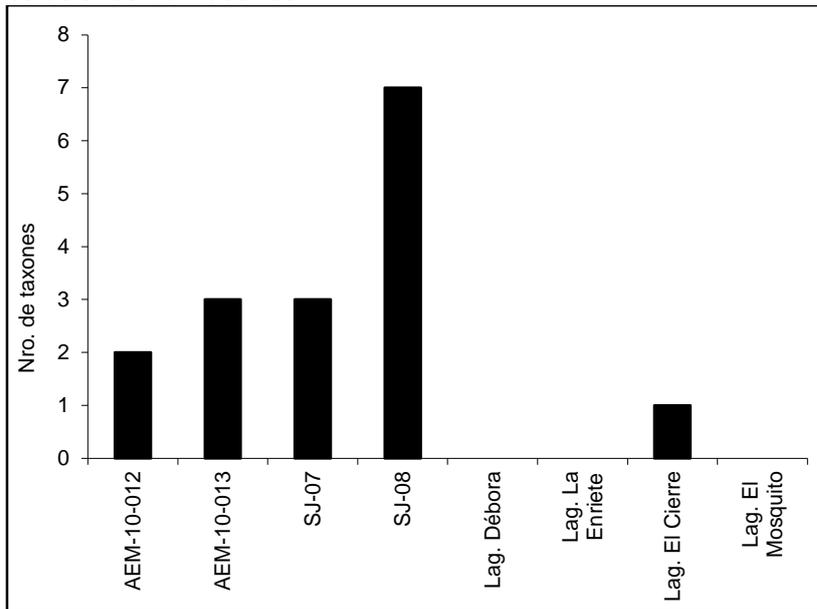
En todas las estaciones donde se pudo determinar la biodiversidad y equitatividad, se registraron valores bajos (Gráfico 9.53 y Tabla 9.62). Siendo la estación AEM-10-013 ($H' = 0,355$) la que presentó el menor valor de diversidad. Respecto a la equitatividad, se ve claramente que hay una dominancia de un taxón en particular en la estación AEM-10-013 ($E = 0,323$) donde se aprecia la dominancia de los cladóceros *Daphnia pulex*. En las estaciones AEM-10-012 y SJ-08 ($H' = 0,605$ y $H' = 0,376$ respectivamente), se evidencia una diversidad mayor para la segunda estación de muestreo, pero al analizar los índices de equitatividad ($E = 0,873$ y $E = 0,193$ respectivamente) se muestra una distribución heterogénea de las especies dentro de las estaciones; con una dominancia de los copépodos calanoideos para la estación AEM-10-012 y una dominancia de los cladóceros *Chydorus sphaericus* para la estación SJ-07.

Tabla 9.62. Análisis cuantitativo Zooplancton

TAXON	AEM-10-012	AEM-10-013	SJ-07	SJ-08	Lag. Débora	Lag. La Enriete	Lag. El Cierre	Lag. El Mosquito
<i>Hydracna sp.</i>							1	
<i>Chydorus sphaericus</i>			805	523				
<i>Daphnia pulex</i>	228	340	620	5				
<i>Artemia salina</i> (L)		8						
ostrácodo ND				320				
Calanoidea (A)	548	196		713				
Harpacticoidea (A)			152	11				
Ditiscidae (L)				4				
Brachionidae (<i>Brachionus</i> sp)				200				
Individuos totales	776	544	1577	1576	0	0	1	0
Densidad (ind./m3)	2,463	1,727	5	5,003	0	0	0	0
Riqueza específica	2	3	3	7	0	0	1	0
Diversidad (Shannon)	0,605	0,355	0,71	0,376	ND	ND	ND	ND
Equitabilidad (Shannon)	0,873	0,323	0,65	0,193	ND	ND	ND	ND

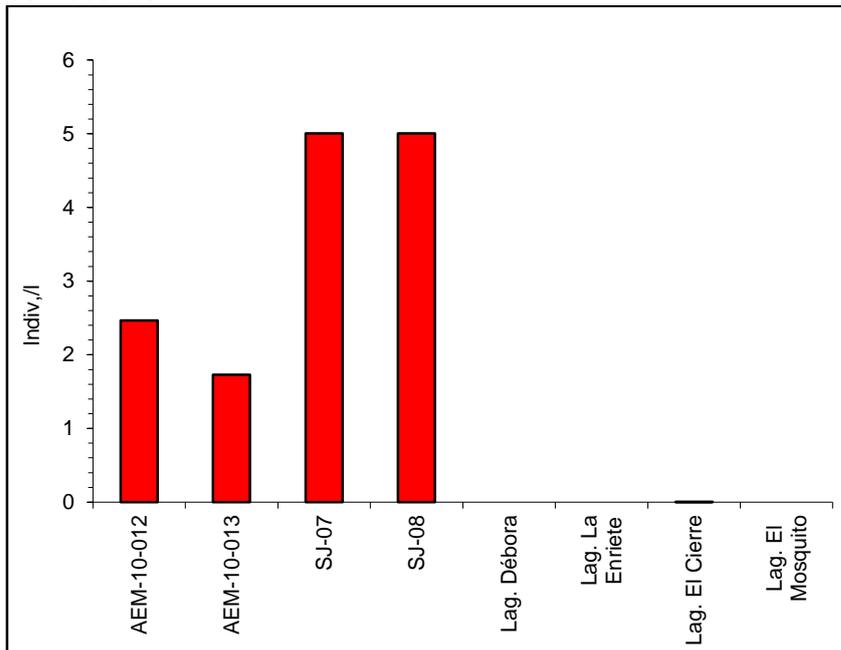
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.51. Número de especies totales de zooplancton colectadas en cada una de las estaciones de muestreo



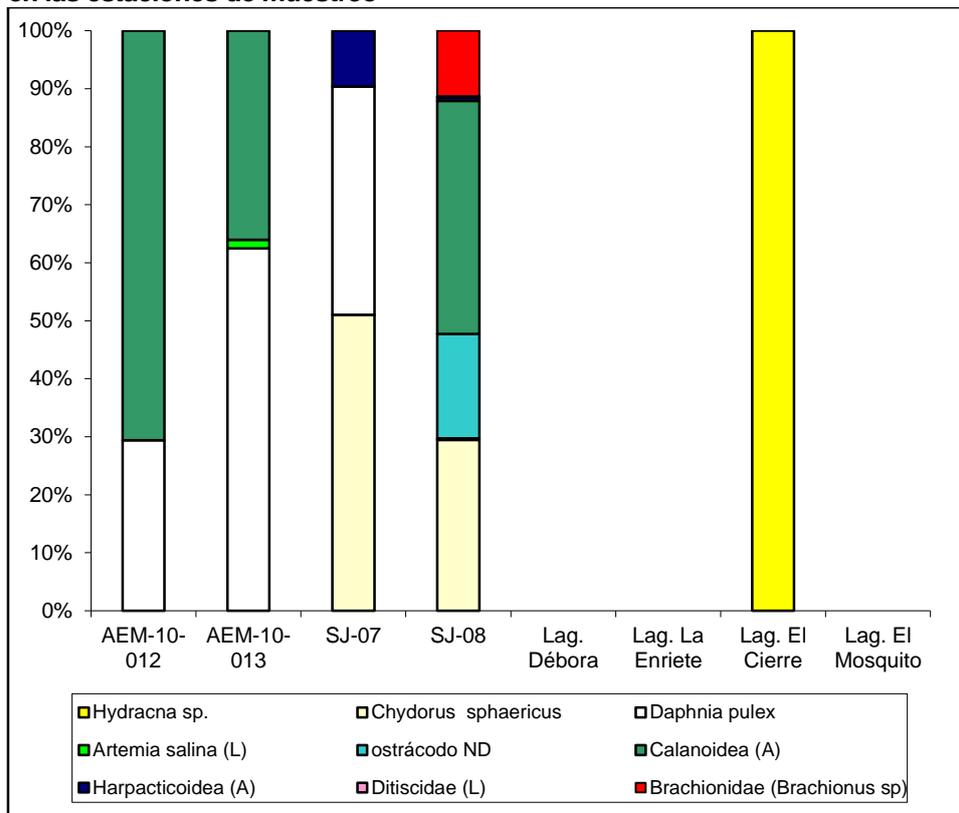
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.52. Densidad de organismos zooplanctónicos (indiv./l) en cada una de las estaciones de muestreo



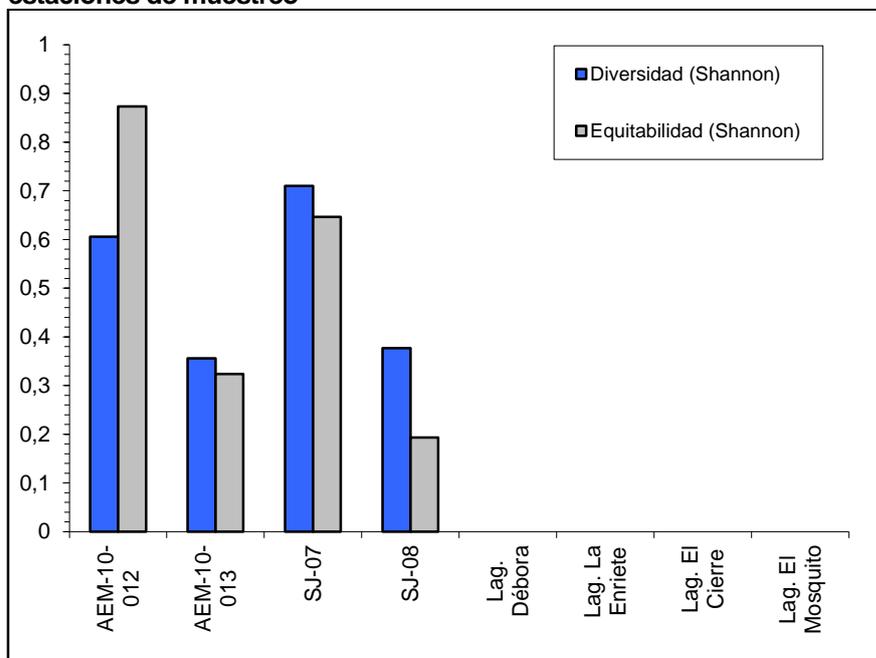
Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.53. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies del zooplancton colectadas en las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

Gráfica 9.54. Índices de Diversidad (H') y Equitatividad (E) de Shannon para cada una de las estaciones de muestreo



Fuente: GT Ingeniería, 2017

9.9.7.5. Microinvertebrados

A partir del presente relevamiento se registró un total de 2 taxones de invertebrados acuáticos cuya identificación en todos los casos se llevó al menor nivel taxonómico posible. El grupo más abundante fue el de los Ostrácodos que aportó el 60% del total. Le siguieron en importancia las larvas de Ditiscidae (40%). Sólo se registró la presencia de esta fracción en la estación SJ-08.

La densidad de microinvertebrados fue baja con 56 indiv./m². Los índices de diversidad y equitatividad fueron bajos lo que nota la escasa diversidad encontrada.

9.9.8. Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción

La localización y características de las áreas de alimentación, refugio y reproducción de la fauna, no varió con respecto a lo informado en el IIA Explotación 2010.

En el Relevamiento Biológico de la Mina Cerro Moro, llevado a cabo en el 2017 por GT Ingeniería, se constataron 2 datos relevantes:

- En mamíferos, la especie emblemática como el Guanaco, se una fuerte zonificación en la distribución del guanaco (sur del proyecto), respecto de la oveja (norte). Esto podría explicarse, fundamentalmente por la competencia por el alimento y la presión ejercida por los ganaderos de la zona, sobre esta especie. Esto se mantiene desde la última AIIA 2016.
- Las zonas arbustivas, registraron mayor riqueza de especies de fauna, que las subarbustivas, especialmente las zonas de arbustos altos.

En el caso de los anfibios, *Pleurodema bufoninum*, es la única especie esperable en la zona (Úbeda y Griguera, 2007; Paruelo et al, 2005), coincidiendo a su vez que es la especie patagónica de mayor distribución, la cual se extiende a Chile. Durante la campaña invierno 2017, no se observó esta especie. Esta especie solo se ha observado durante las campañas de primavera (2015 y 2016), mientras que en las campañas de invierno no (2015 y 2017). Se destaca el hecho de que las condiciones climáticas estacionales, podrían repercutir en una sensible baja de las especies de ambientes acuáticos o relacionados a estos ambientes, con respecto a las campañas de primavera.

La fecha de campaña y las condiciones climáticas, sin duda, han afectado la observación y conteo de especies, en particular al grupo de aves y reptiles. Para el grupo de los anfibios era lógica la carencia de observaciones, considerando su estacionalidad.

9.10. Caracterización ecosistémica

9.10.1. Identificación y delimitación de unidades ecológicas

La caracterización ecosistémica no ha variado con respecto a lo informado en el IIA 2010. En dicho documento, se presentó la Caracterización Ecosistémica del área de Proyecto, que incluyó la Identificación y delimitación de unidades ecológicas y la Evaluación del grado de perturbación de las mismas. Se identifican 4 unidades ecológicas: estepas subarbustivas, estepas arbustivas, bajos endorreicos o lagunas y desiertos.

En la presente 3° AIIA Proyecto Cerro Moro, se presenta información correspondiente al Relevamiento Biológico 2017 Proyecto Cerro Moro (GT, Ingeniería 2017) el cual abarcó las disciplinas, flora, fauna y limnología. En este marco, en el inciso 9.8 se presentan los resultados de relativos a la flora y vegetación, los cuales abordan también componentes ecológicos de paisaje de las siguientes comunidades:

- Estepa arbustiva
- Estepa arbustiva graminosa
- Estepa subarbustiva

Asimismo en el inciso 9.9.7 Se presentan los resultados de la disciplina limnología, que complementan la información relativa a los bajos endorreicos y lagunas.

9.10.2. Evaluación del grado de perturbación

La Patagonia extra-andina presenta un sistema biótico característico, formado por especies autóctonas fuertemente adaptadas a situaciones climáticas extremas. Hace relativamente poco tiempo, existe una convivencia entre el sistema natural y las actividades humanas que modifican las

condiciones originales de la región. Las principales presiones humanas vienen dadas por la introducción del ganado, predominantemente ovino, las especies exóticas como la liebre europea y las vías de circulación como son los caminos y rutas.

Las actividades orientadas a la explotación de los recursos naturales no-renovables, como la minería y la producción de petróleo aportan sin dudas este tipo de presiones. Eso indica que el desarrollo de actividades debe realizarse sin desconocer el sistema natural y planteando alternativas que garanticen la continuidad de los procesos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas.

En particular, la estepa patagónica resulta fuertemente afectada por el desbroce, es decir, por la remoción de la vegetación y las capas más superficiales del suelo fértil, ya que la recuperación de las comunidades vegetales es muy lenta. Estas comunidades a su vez, ofrecen una gran diversidad de hábitat que son aprovechados por numerosas especies animales, por lo que su pérdida impacta claramente sobre la fauna. El resultado final de este tipo de afectaciones, cuando las actividades no son realizadas de modo planificado, es el de la pérdida de hábitat, especies y aumento de la desertificación.

9.11. Áreas naturales protegidas en el área de influencia

Se ha incorporado un área natural protegida nueva al área de Influencia de la Mina Cerro Moro, con respecto a lo informado en el IIA inicial etapa de Explotación Proyecto Cerro Moro (Ausenco Vector, 2010).

En el IIA inicial 2010, se presentó la ubicación y delimitación así como la categorización de las áreas naturales protegidas más próximas que fueron descritas ampliamente en aquel informe y son la Reserva natural intangible Ría del Deseado y la Reserva Natural Bahía Laura.

Desde ese momento a la fecha se ha creado el Parque interjurisdiccional marino Isla Pingüino, en las cercanías al Proyecto Cerro Moro. La Reserva Natural Provincial Monte Loayza más Reserva Asociada Cañadón del Duraznillo, se elevó a categoría de Parque Provincial, en el año 2012.

9.11.1. Ubicación y delimitación

El parque interjurisdiccional marino Isla Pingüino es un área natural protegida de la provincia de Santa Cruz, ubicado sobre el mar argentino, al sur de la ciudad de Puerto Deseado, en la ecorregión marina plataforma patagónica. Tiene una superficie de 159.526 hectáreas que incluyen una serie de islas costeras, de las cuales la mayor es la isla Pingüino. Otras incluidas en el parque marino son las islas Chata, Castillo y Blanca (Ficha técnica APN, 2012).

Su creación en el año 2012, se debe a la notable biodiversidad presente en esta zona. La zona resulta parte importante del ciclo de vida de especies como la merluza austral, el langostino patagónico y el calamar, todas de relevancia económica. En las islas, y en particular en Isla Pingüino se aposentan un sinnúmero de aves costero marinas. Allí es posible ver gaviotines sudamericanos, la gaviota austral y a los cormoranes gris y roquero. Los pingüinos de Magallanes también recalcan en la isla para nidificar. Pero si bien son los más abundantes, no son los únicos, ya que aquí se encuentra la única colonia reproductiva patagónica del pingüino de penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*). Entre los mamíferos pueden verse apostaderos de lobos marinos de un pelo y de elefantes marinos, la foca más grande del mundo (Ficha técnica APN, 2012).

Se puede mencionar también la Reserva Natural Provincial Monte Loayza (250 ha) se ubica sobre el litoral marítimo argentino, al sur del Golfo San Jorge, a 208 km de Caleta Olivia y 139 km de Puerto Deseado, y es representativa de la diversidad biológica costero-marina.

La Reserva Asociada de gestión privada Cañadón del Duraznillo (1340 ha) es una zona de Estepa patagónica, Distrito Fitogeográfico del Golfo San Jorge, que sobresale en la región por su estado de conservación natural (está clausurado al ganado ovino desde hace 20 años con alambrado perimetral en el llano y límites naturales) y por su rico yacimiento arqueológico que da cuenta de la ocupación humana prehistórica. Se encuentra emplazada dentro de la Estancia La Madrugada, propiedad de Golfo San Jorge SA.

9.11.2. Categorización de las áreas naturales protegidas

Tabla 9.63. Categorización de las áreas naturales protegidas

Nombre	Categorización	Superficie	Año de creación	Normativa
Ría Deseado	Reserva Natural Intangible	344 ha	1977	Decreto N° 1561
Bahía Laura	Reserva Natural Intangible	1657 ha	1977	Decreto N° 1562
Isla Pingüinos	Parque Interjurisdiccional	93 ha	2012	Ley Provincial N° 26.818
Monte Loayza	Parque Natural Provincial	250 ha	2012	Ley Provincial N° 2737
Cañadón del Duraznillo	Reserva Asociada de Gestión privada	1340 ha	1990	Privada

Fuente: GT Ingeniería, 2018.

9.12. Paisaje

9.12.1. Descripción

No se han identificado cambios en el paisaje, desde la 1° AIIA (2013). El paisaje fue clasificado en seis unidades: El Espinazo, Laguna el Mosquito, Llanura Mesetaria, Lomas Lacustres, Quebrada de Gabriela y Valles y Lomas. Tal como se informara en la 1° AIIA (2013) la delimitación y descripción de cada una de ellas conjuntamente con fotografías y los perfiles topográficos de las mismas han sido ampliamente desarrolladas en el IIA Inicial, considerando dicha información como definitiva.

9.13. Aspectos socioeconómicos y culturales

La descripción de los aspectos socioeconómicos y culturales ha sido suficientemente abordada en los IIA Inicial de la Mina Cerro Moro (2010) y su 1° AIIA (2013). Los datos actualizados del censo 2010 se incluyeron en la 1° AIIA (2013).

Se presenta a continuación un breve resumen de los aspectos socioeconómicos y culturales más relevantes.

A modo de contexto general, el departamento Deseado ocupa una superficie general de 63.784 km², siendo el departamento más extenso de Santa Cruz y del país. Limita con el Departamento Lago Buenos Aires al Oeste, con el departamento Magallanes al Sur, al Este con el océano Atlántico y al Norte limita con la provincia del Chubut. Se destaca por ser rico en gas, oro, plata, pesca y petróleo, incluido en la Cuenca del Golfo San Jorge, junto con el departamento Escalante.

Tellier es una pequeña localidad del departamento Deseado cercana a la costa atlántica, la cual cuenta con 58 habitantes (Fuente: INDEC 2010), y cuyo origen se remonta a la creación de la estación del Ferrocarril Patagónico del mismo nombre, en el año 1914. En dicha localidad existe una escuela rural y un matadero de ovinos.

La localidad de Tellier está estrechamente vinculada con la de Puerto Deseado, situada sobre la orilla Norte de la ría Deseado, a unos 19 km al SE yendo por Ruta Provincial N° 281, siendo ésta una ciudad y puerto pesquero que ocupa unos 94 km² de superficie, nombrada originalmente "Port Desire" por Thomas Cavendish en 1586. Su fundación bajo dominio español se remonta al año 1780, adjudicada a Antonio de Biedma y Narváez, si bien fue abandonada en 1784 pero volvió a establecerse en 1790, con la Real Compañía Marítima de Carlos IV, en sociedad con particulares, que instaló un fuerte para utilización en la extracción de aceites de lobos marinos y de ballenas. El fuerte fue abandonado en 1807 al disminuir la rentabilidad y por causa del clima y los ataques ingleses. Los restos de este fuerte fueron hallados en 2008. En Julio de 1884 la ciudad fue nuevamente fundada por Antonio Oneto, quien en el año 1883 realizó estudios hidrográficos, a raíz de los cuales propuso al Ministro del Interior Irigoyen que se establecieran 25 familias de colonos en las tierras.

9.13.1. Aspectos sociodemográficos

Según estimaciones del INDEC para Junio de 2008 la población del departamento alcanzó los 85.253 habitantes. Los resultados del censo 2010 arrojaron una población para el departamento Deseado de 107.630 habitantes.

Tabla 9.64. Crecimiento poblacional para el departamento Deseado

MUNICIPIO	VARONES	MUJERES	TOTAL
Total Provincial	141.087	132.877	273.964
Departamento Deseado	55.055	52.125	107.064
Puerto Deseado	7.891	6.892	14.183
Tellier	40	18	58

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2010)

La tabla 9.64 muestra la composición por sexo según los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 para la provincia de Santa Cruz, Departamento Deseado y localidades de Puerto Deseado y Tellier. Se puede apreciar que entre ambas localidades concentran menos del 13,3% de la población de todo el departamento, y alrededor del 5,2% del total provincial, habiendo mayor proporción de varones que mujeres en estas localidades.

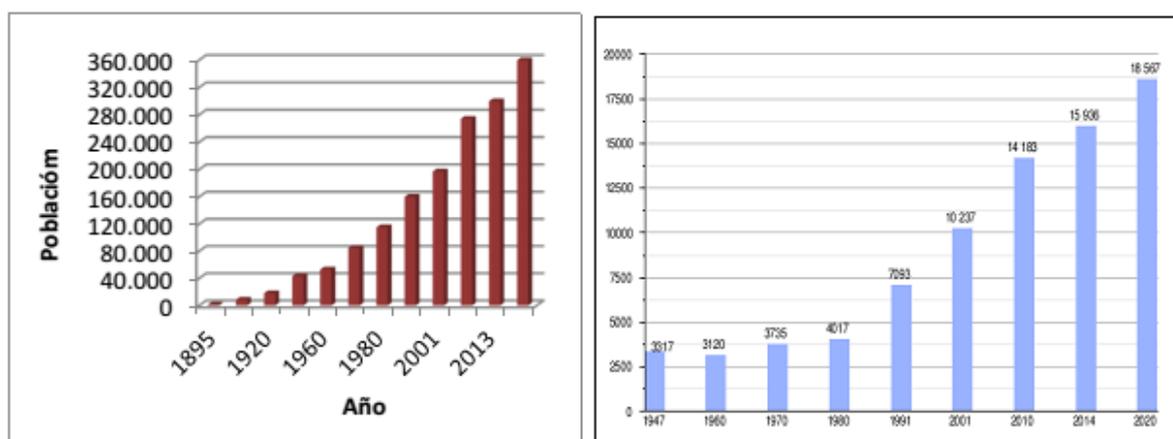
La población censada para Puerto Deseado en el año 2010 fue de 14.183 habitantes, siendo la sexta ciudad en la provincia de Santa Cruz en cuanto a ocupación; la misma cuenta con una densidad poblacional de 3017,6 hab./km² (Fuente: INDEC, 2010), ocupando la superficie terrestre de 4,7 km².

9.13.1.1. Proyecciones de crecimiento poblacional

La evolución y proyecciones del Ministerio del Interior-INDEC, indican que en el período 2013/20 la población de la provincia crecerá un 20 % (59.895 habitantes). Además, la tasa media de crecimiento poblacional entre 2001 y 2010 fue de 38,2 % superando en más de tres veces a la del país (10,6 %).

En la Gráfica 9.55 se puede observar la evolución del poblamiento de la provincia de Santa Cruz y la proyección para el año 2020 (izquierda), así como la prevista para la ciudad de Puerto Deseado (derecha). La estadística para dicho año es que el Departamento Deseado será el más poblado de la provincia, superando inclusive al Departamento Güer Aike.

Gráfica 9.55. Evolución de la población y proyección para el año 2020. Izquierda: Provincia de Santa Cruz; Derecha: ciudad de Puerto Deseado.



Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010

9.13.1.2. Equipamiento e infraestructura

En lo que respecta a las condiciones de vida de la población, de acuerdo a la definición adoptada por el INDEC para el Censo Nacional de Población 2010, "Hogar" es la persona o grupo de personas, parientes o no, que viven bajo un mismo techo y comparten los gastos de alimentación. Las personas solas también constituyen un hogar.

Según el Censo 2010, en el departamento Deseado se registró un total de 32.187 viviendas (INDEC) bajo los tipos indicados y desglosadas por tipo de combustible utilizado para cocinar (Tabla 9.65).

Tabla 9.65. Hogares por tipo de vivienda, según combustible utilizado principalmente para cocinar.

Combustible utilizado principalmente para cocinar	Total de hogares	Tipo de vivienda							
		Casa	Rancho	Casilla	Departamento	Pieza/s en inquilinato	Pieza/s en hotel o pensión	Local no construido p/habitación	Vivienda móvil
Total	32.187	27.227	154	303	3.570	822	30	62	19
Gas de red	31.034	26.356	67	184	3.533	801	30	54	9
Gas a granel (zeppelin)	71	62	2	1	5	1	-	-	-
Gas en tubo	301	268	10	11	4	3	-	5	-
Gas en garrafa	571	403	41	87	23	7	-	2	8
Electricidad	34	26	2	2	1	-	-	1	2
Leña o carbón	131	87	28	14	-	2	-	-	-
Otro	45	25	4	4	4	8	-	-	-

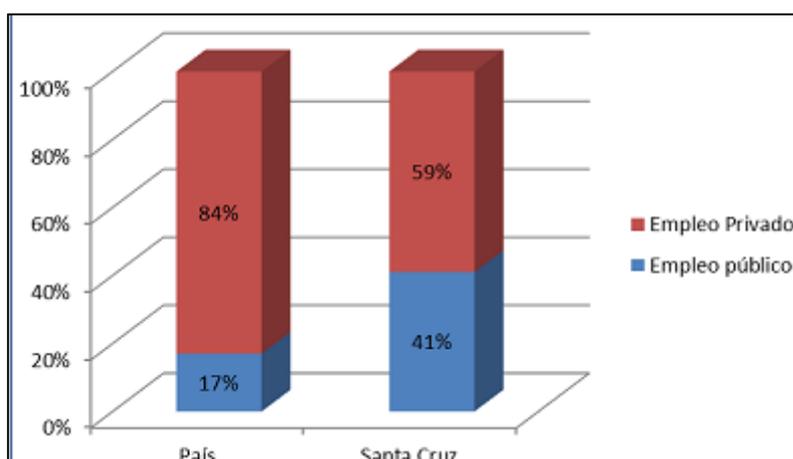
Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

9.13.1.3. Condiciones de actividad: económica, desocupación y subempleo.

Santa Cruz, además de sus potencialidades y riquezas, es la provincia más beneficiada por las ayudas que distribuye el gobierno nacional (ver Gráfica 9.56). Según los datos del INDEC (2010) se puede observar el siguiente panorama:

- Para el promedio del país la población económicamente activa (PEA) asciende al 47% de la población de los cuales el 7% está desempleado.
- En la provincia de Santa Cruz la población económicamente activa (PEA) equivale al 48% de la población de los cuales sólo el 2% está desempleado.
- Mientras que para el promedio del país el empleo público es 17% de los ocupados, en Santa Cruz el empleo público llega al 41% de los ocupados.

Gráfica 9.56. Composición del empleo público.



Fuente IDESA en base a EAUH del INDEC (2010).

9.13.2. Actividades económicas

Respecto a las actividades económicas, en los últimos años se registra para el sector lanero, una pérdida de rentabilidad y disminución de la producción debido a fenómenos climáticos adversos y un deterioro de los recursos forrajeros (desertificación). La extracción de hidrocarburos y de minerales metálicos ha disminuido la importancia de ese sector en la economía de la provincia, agravado por la disminución de los precios en el mercado internacional con la consiguiente reducción de las

exportaciones. La actividad que adquiere actualmente gran expansión es el turismo, especialmente en la zona andina en centros como Calafate y El Chaltén.

El Producto Bruto Geográfico (PBG) de la Provincia de Santa Cruz representa, aproximadamente, el 1,7 % del PBI nacional y su producto per cápita es 102% superior al nacional ubicándose en segundo lugar, luego de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La existencia de abundantes reservas de recursos naturales no renovables, los cuales tienen una demanda sostenida en el comercio internacional y la ausencia de un mercado interno significativo, determinan las características de la estructura productiva santacruceña. En consecuencia, el PBG está dominado por la actividad primaria, que concentra cerca del 55% del producto provincial, siendo dicha participación ampliamente superior a la nacional (8% del PBI). La magnitud de este sector está determinada por el elevado valor de producción de hidrocarburos (petróleo y gas), que alcanza el 80% de las actividades primarias.

La actividad pesquera es la segunda en importancia del sector primario, concentrando su actividad en tierra en los puertos de Puerto Deseado, Puerto San Julián, Puerto Santa Cruz y Río Gallegos. La cría de ovinos es una de las actividades primarias más tradicionales de la Provincia. Los establecimientos ubicados en la región del Golfo San Jorge, ocupan una superficie de 1,2 millones de hectáreas, contando con el 22 % del stock ovino de la Argentina (estadísticas del MAGyP, 2011). La actividad minera ha crecido en forma exponencial en la Provincia de Santa Cruz, los proyectos de exploración se han multiplicado. El aporte de la minería a las exportaciones provinciales es cercano al 50 %, generado principalmente a partir de la puesta en funcionamiento de un importante yacimiento en el departamento de Magallanes (Cerro Vanguardia) destinado a la producción y exportación de bullón dorado. En lo que respecta al turismo, la actividad se ha expandido notablemente en los últimos años con epicentro en Lago Argentino y El Calafate (principal Centro Turístico de la Provincia, producto de su cercanía al Glaciar Perito Moreno).

9.13.3. Aspectos socioculturales

9.13.3.1. Educación

Los indicadores más eficaces para caracterizar una determinada población en educación, es el nivel de alfabetización de la misma, la concurrencia a establecimientos educativos (tasa brutas y netas de escolarización), el nivel de educación alcanzado, la oferta educativa o cobertura de servicios educativos.

9.13.3.2. Condición de alfabetismo

Según INDEC (2010), la tasa de analfabetismo es el número de personas de 10 años y más que no saben leer ni escribir, como proporción de la población de 10 años y más. En el país la tasa paso del 3,7 % en el año 1991 al 1,92 % en el año 2010.

9.13.4. Aspectos arqueológicos, paleontológicos y comunidades aborígenes

Los sitios arqueológicos y paleontológicos de la Mina Cerro Moro han sido tratados en los informes previos (IIA Inicial, 2010; 1°AIIA, 2013 y 2°AIIA, 2016). En términos generales se mantienen los registros generales relevados para la zona del Proyecto. En la presente actualización no se han realizado nuevas acciones de rescate arqueológico desde la última AIIA (2016).

10. Descripción de las tendencias de evolución del medio ambiente natural, (hipótesis de no concreción del proyecto)

No se registran modificaciones significativas que permitan diferenciar la tendencia de evolución del medio ambiente natural desde la última actualización (GT, 2016).