

Capítulo 5
LÍNEA DE BASE

Versión Final
Diciembre de 2007

ÍNDICE

5	CAPÍTULO 5: LÍNEA DE BASE	5-1
5.1	ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	5-1
5.1.1	Sector Cerro Negro Norte	5-1
5.1.1.1	Área Industrial	5-2
5.1.1.2	Acueducto de Complemento	5-4
5.1.2	Sector Acueducto/Concentraducto	5-6
5.2	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	5-8
5.2.1	Área de Influencia Directa (AID).....	5-8
5.2.2	Área de Influencia Indirecta (AII)	5-8
5.3	METODOLOGÍA GENERAL.....	5-12
5.3.1	Levantamiento de Información	5-12
5.3.1.1	Etapa de Gabinete Pre-Terreno	5-12
5.3.1.2	Etapa de Terreno	5-12
5.3.1.3	Etapa de Gabinete Post-Terreno	5-12
5.4	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO TERRESTRE	5-13
5.4.1	Clima y Meteorología	5-13
5.4.1.1	Clima.....	5-13
5.4.1.2	Meteorología.....	5-14
5.4.2	Calidad del Aire	5-17
5.4.2.1	Metodología	5-17
5.4.2.2	Medición de Material Particulado Respirable (PM10)	5-20
5.4.2.3	Medición de Viento	5-22
5.4.2.4	Discusión de los Resultados de las Mediciones ..	5-25
5.4.2.5	Conclusiones del Monitoreo de Material Particulado y Meteorología	5-26
5.4.3	Geología	5-27
5.4.3.1	Sector Cerro Negro Norte	5-27

5.4.3.2 Sector Acueducto/Concentraducto	5-34
5.4.3.3 Conclusiones.....	5-37
5.4.4 Geomorfología	5-38
5.4.4.1 Indicadores Morfológicos.....	5-38
5.4.4.2 Geomorfología Descriptiva	5-48
5.4.4.3 Conclusiones Geomorfológicos del Área del Proyecto	5-48
5.4.5 Hidrología e Hidrogeología	5-49
5.4.5.1 Descripción de la Cuenca Hidrográfica	5-49
5.4.5.2 Datos Meteorológicos	5-49
5.4.5.3 Descripción y Análisis de Datos	5-50
5.4.5.4 Marco Geológico	5-50
5.4.5.5 Niveles de Agua en Sondajes de Exploración	5-54
5.4.5.6 Interpretación y Análisis de Datos	5-56
5.4.5.7 Balance de Agua Subterránea	5-57
5.4.5.8 Análisis de Flujo de Agua Subterránea	5-57
5.4.5.9 Estimación de Parámetros Hidrogeológicos.....	5-57
5.4.5.10 Conclusiones del Modelo Conceptual.....	5-58
5.4.5.11 Acueducto de Complemento.....	5-59
5.4.6 Suelos 5-60	
5.4.6.1 Suelos a Nivel Regional	5-60
5.4.6.2 Suelos en el Área del Proyecto	5-62
5.4.7 Ruido 5-64	
5.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO TERRESTRE	5-65
5.5.1 Vegetación.....	5-65
5.5.1.1 Antecedentes Bibliográficos	5-65
5.5.1.2 Vegetación del Área del Proyecto.....	5-68
5.5.2 Flora 5-82	
5.5.2.1 Metodología	5-82

5.5.2.2 Flora del Área del Proyecto (AID)	5-82
5.5.3 Fauna 5-88	
5.5.3.1 Metodología	5-88
5.5.3.2 Registros y Resultados.....	5-90
5.5.3.3 Conclusiones.....	5-94
5.6 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO CONSTRUIDO	5-106
5.6.1 Red Vial.....	5-108
5.7 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO HUMANO.....	5-111
5.7.1.1 Antecedentes Generales Área de Influencia Indirecta	5-111
5.7.1.2 Dimensión Geográfica.....	5-111
5.7.1.3 Dimensión Demográfica	5-113
5.7.1.4 Desarrollo Humano	5-116
5.7.1.5 Dimensión Antropológica	5-117
5.7.1.6 Dimensión Socioeconómica	5-117
5.7.1.7 Dimensión Bienestar Social Básico.....	5-123
5.7.2 Área de Influencia Directa	5-123
5.7.2.1 Dimensión Geográfica.....	5-123
5.7.2.2 Dimensión Demográfica	5-128
5.7.2.3 Dimensión Antropológica	5-132
5.7.2.4 Dimensión Socioeconómica	5-136
5.7.2.5 Dimensión Bienestar Social Básico.....	5-145
5.7.3 Conclusiones.....	5-148
5.8 USO DEL SUELO	5-149
5.8.1 Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama (PRICOST).....	5-149
5.8.2 Plan Regulador Intercomunal – Provincia de Copiapó (PRICOP)	5-157
5.9 ARQUEOLOGÍA, ANTROPOLOGÍA Y RECURSOS HISTÓRICOS	5-159
5.9.1 Metodología.....	5-159

5.9.2	Patrimonio Cultural	5-159
5.10	PAISAJE	5-172
5.10.1	Descripción General del Área del Proyecto	5-172
5.10.2	Metodología	5-172
5.10.3	Resultados	5-173
5.10.3.1	Área de Influencia Directa	5-173
5.10.3.2	Análisis de Visibilidad	5-179
5.10.3.3	Fragilidad Visual	5-181
5.10.3.4	Calidad Visual del Paisaje	5-186
5.10.3.5	Grado de Humanización.....	5-188
5.10.3.6	Síntesis de la Calidad del Paisaje	5-189
5.11	RIESGOS NATURALES	5-195
5.11.1	Vulnerabilidad	5-195
5.11.1.1	Caracterización de Amenaza en el Área de Influencia Directa del Proyecto	5-196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1:	Coordenadas del Polígono del Área Industrial Sector Cerro Negro Norte	5-2
Tabla 5-2:	Coordenadas del Acueducto de Complemento	5-4
Tabla 5-3:	Coordenadas del Trazado del Acueducto/Concentraducto	5-6
Tabla 5-4:	Áreas de Influencia del Proyecto por Componente Ambiental.....	5-8
Tabla 5-5:	Precipitación Mensual, Estaciones Copiapó y Caldera.....	5-16
Tabla 5-6:	Equipamiento de Estación Cerro Negro Norte	5-20
Tabla 5-7:	Concentración de PM10 Estación Cerro Negro Norte. Período 25 de enero a 25 de abril de 2007.....	5-21
Tabla 5-8:	Valores Mensuales de las Variables Meteorológicas Medidas en Estación Cerro Negro Norte. Período 25 de Enero a 25 de Abril de 2007	5-23
Tabla 5-9:	Relaciones Grado de Pendiente / Geomorfología (Según Marsh 1978)	5-45
Tabla 5-10:	Datos Pluviométricos Regionales.....	5-50
Tabla 5-11:	Resumen de la Litología y Análisis Estructural.....	5-53

Tabla 5-12 Resumen de los Niveles de Agua Subterránea por Sector	5-56
Tabla 5-13 Estimación de Parámetros Hidrogeológicos	5-58
Tabla 5-14: Asociaciones Vegetales Características del Área (Potenciales) según Gajardo	5-66
Tabla 5-15: Comunidades Vegetales Características del Area (Potenciales), según Luebert y Pliscoff.....	5-67
Tabla 5-16: Criterios de Clasificación de la Vegetación (Uso actual del suelo)	5-69
Tabla 5-17: Superficie por Uso Actual del Suelo	5-69
Tabla 5-18: Superficie por Composición y Cobertura de Matorral	5-81
Tabla 5-19: Número de Especies presentes en el área según origen y forma biológica	5-83
Tabla 5-20: Flora Vasculare presente en el Área del Proyecto	5-84
Tabla 5-21: Flora Vasculare presente en el Área del Proyecto	5-87
Tabla 5-22: Fauna registrada en el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte	5-91
Tabla 5-23: Fauna Registrada en el Acueducto/Concentraducto.....	5-94
Tabla 5-24: Fauna en los Distintos Sectores del Proyecto	5-95
Tabla 5-25: Fauna Registrada en Categoría de Conservación.....	5-98
Tabla 5-26: Medio Construido en el Área del Proyecto	5-106
Tabla 5-27: Caminos Existentes en el Área del Proyecto	5-108
Tabla 5-28: Superficie y Densidad Poblacional en la Provincia de Copiapó.....	5-111
Tabla 5-29: Población Urbana-Rural de Caldera.....	5-113
Tabla 5-30: Rama de Actividad Económica en Población de 15 años o más Ocupada en la Región de Atacama.....	5-120
Tabla 5-31: Datos Educativos de las Comunas de Caldera.....	5-121
Tabla 5-32: Datos de Pobreza de la Población de las Comunas de Caldera.....	5-121
Tabla 5-33: Entidades Pobladas en el distrito Toledo.....	5-125
Tabla 5-34: Población Urbana-Rural de Copiapó.....	5-128
Tabla 5-35: Cenotafios en Sector Cerro Negro Norte	5-133
Tabla 5-36: Cenotafios en Acueducto/Concentraducto.....	5-136
Tabla 5-37: Escolaridad y Analfabetismo en la Comuna de Copiapó.....	5-137
Tabla 5-38: Indicadores de Pobreza den la Comuna de Copiapó.....	5-138

Tabla 5-39: Infraestructura Básica en AID	5-145
Tabla 5-40: Zonificaciones PRICOST	5-151
Tabla 5-41: Hallazgos de Patrimonio Cultural en el Área de Influencia del Proyecto	5-160
Tabla 5-42: Puntos de Observación de Cuencas Visuales.....	5-179
Tabla 5-43: Factores de Evaluación de Fragilidad Visual	5-181
Tabla 5-44: Índices de Fragilidad Total del Paisaje.....	5-183
Tabla 5-45: Matriz de Cálculo de la Fragilidad Visual.....	5-184
Tabla 5-46: Factores de Evaluación de Calidad Intrínseca del Paisaje.....	5-187
Tabla 5-47: Índices de Calidad del Paisaje	5-189
Tabla 5-48: Matriz de Cálculo de Calidad Visual.....	5-190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1: Área Industrial Sector Cerro Negro Norte.....	5-3
Figura 5-2: Acueducto de Complemento, Sector Cerro Negro Norte.....	5-5
Figura 5-3: Sector Acueducto/Concentraducto	5-7
Figura 5-4: Temperaturas Medias Mensuales, Estación Copiapó.....	5-15
Figura 5-5: Estación Cerro Negro Norte.....	5-18
Figura 5-6: Ubicación Estación Cerro Negro Norte	5-19
Figura 5-7: Comportamiento de PM10 medidas en Estación Cerro Negro Norte	5-22
Figura 5-8: Rosa de Viento en Cerro Negro Norte. Período Enero a Abril de 2007.....	5-24
Figura 5-9: Rosas de Viento Diurna y Nocturna en Cerro Negro Norte. Período Enero a Abril de 2007	5-24
Figura 5-10: Geología del Área Industrial (Sector Cerro Negro Norte).....	5-31
Figura 5-11: Geología del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).....	5-33
Figura 5-12: Geología del Sector Acueducto/Concentraducto	5-36
Figura 5-13: Altitud Proyecto Cerro Negro Norte	5-39
Figura 5-14: Modelo Digital de Terreno del Área industrial (Sector Cerro Negro Norte).....	5-40
Figura 5-15: Perfil Longitudinal Acueducto de Complemento.....	5-41
Figura 5-16: Perfil Longitudinal del trazado del Acueducto/Concentraducto	5-42

Figura 5-17: Pendientes Proyecto Cerro Negro Norte.....	5-44
Figura 5-18: Orientación de Laderas Proyecto Cerro Negro Norte.....	5-47
Figura 5-19: Plano Geológico y Estructural	5-52
Figura 5-20: Sondajes con/sin Registros de Agua	5-55
Figura 5-21: Ubicación Pozos.....	5-59
Figura 5-22: Suelos en el Área del Proyecto.....	5-63
Figura 5-23: Plano de Vegetación (Láminas 1 a 11)	5-70
Figura 5-24: Vista del Área Proyectada para el Tranque de Relaves	5-90
Figura 5-25: Minero en Área del Embalse de Relaves	5-92
Figura 5-26: Zorro Chilla (<i>Pseudalopex griseus</i>) en el Área del Proyecto	5-99
Figura 5-27: Zorro Culpeo (<i>Pseudalopex culpaeus</i>) en el Sector Cerro Negro Norte.....	5-100
Figura 5-28: Huellas Frescas de Guanaco (<i>Lama guanicoe</i>) en Área del Tranque de Relaves....	5-101
Figura 5-29: Bandurrias (<i>Theristicus melanopis</i>) en el Acueducto/Concentraducto	5-102
Figura 5-30: Lagartija de Mancha (<i>Liolaemus nigromaculatus</i>) en el Acueducto/Concentraducto ..	5-103
Figura 5-31: Lagartija de Dos Manchas (<i>Liolaemus bisignatus</i>) en el Acueducto/Concentraducto .	5-104
Figura 5-32: Iguana (<i>Callopistes palluma</i>) en el Acueducto/Concentraducto	5-105
Figura 5-33: Caminos Existentes en el Área del Proyecto.....	5-109
Figura 5-34: Caminos existentes en Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte	5-110
Figura 5-35: División Político Administrativa Región de Atacama	5-112
Figura 5-36: Superficie Comunal de Caldera.....	5-113
Figura 5-37: Crecimiento Demográfico en las Comunas de Caldera y Copiapó.....	5-114
Figura 5-38: Población por Sexos en la Provincia de Copiapó	5-115
Figura 5-39: Población por Sexos comuna de Caldera	5-115
Figura 5-40: Desarrollo Humano en las Comunas de la Región de Atacama, 2005.....	5-116
Figura 5-41: Producción Minera en la Región de Atacama y Provincia de Copiapó, 2001.....	5-118
Figura 5-42: Hectáreas Plantadas en las Comunas de la Provincia de Copiapó, 2005.....	5-119
Figura 5-43: Personas Habitando una Vivienda, según Condición de Pobreza	5-122

Figura 5-44: Ingresos Según Condición de Pobreza	5-122
Figura 5-45: Superficie de la Comuna de Copiapó	5-124
Figura 5-46: Vista del Sector Toledo y Chamonate	5-126
Figura 5-47: Población por Sexos Comuna de Copiapó.....	5-129
Figura 5-48: Mina Juana y <i>Ruco</i> utilizado por Pirquineros en Sector Cerro Negro Norte	5-130
Figura 5-49: Entrada Sector Toledo	5-131
Figura 5-50: Población por Etnias en la Comuna de Copiapó.....	5-132
Figura 5-51: Programas que Operan en Toledo y Chamonate	5-135
Figura 5-52: Cenotafios en el Acueducto/Concentraducto	5-136
Figura 5-53: Fuerza de Trabajo en la Comuna de Copiapó	5-137
Figura 5-54: Horticultura en Parcelas de Chamonate	5-139
Figura 5-55: Ubicación Pozo 1 Dentro del Predio de los Hermanos Cid.....	5-140
Figura 5-56: Pozo N° 1 e Invernaderos en la Parcela N° 32 de los Hermanos Cid	5-140
Figura 5-57: Zona agrícola de Chamonate	5-141
Figura 5-58: Pozos típicos del sector para uso agrícola y minero.....	5-142
Figura 5-59: Mina Cerro Imán.....	5-143
Figura 5-60: Don <i>Willy</i> , pirquinero de Mina San Carlos	5-144
Figura 5-61: Entrada a Mina Chago Mario	5-144
Figura 5-62: Zona de Protección de Dunas	5-152
Figura 5-63: Zona de Protección Ecológica	5-153
Figura 5-64: Zona de Apoyo a los Centros Poblados	5-154
Figura 5-65: Zona Rural	5-155
Figura 5-66: Zona de Protección Infraestructura Aeronáutica.....	5-156
Figura 5-67: Ubicación Hallazgos Patrimoniales	5-163
Figura 5-68: Ubicación Hallazgos Patrimoniales 1 a 13	5-164
Figura 5-69: Hallazgos Patrimoniales 14 a 18.....	5-165
Figura 5-70: Hallazgos Patrimoniales 19 a 23.....	5-166
Figura 5-71: Hallazgos Patrimoniales 24 a 32.....	5-167
Figura 5-72: Hallazgos Patrimoniales 33 a 42.....	5-168

Figura 5-73: Hallazgos Patrimoniales 43 a 52.....	5-169
Figura 5-74: Hallazgos Patrimoniales 53 a 55.....	5-170
Figura 5-75: Hallazgos Patrimoniales en Puerto.....	5-171
Figura 5-76: Área de Influencia Directa Paisaje.....	5-173
Figura 5-77: Paisaje típico de las planicies litorales (arriba). Panorámica del Sector (abajo)....	5-175
Figura 5-78: Llanos de Sedimentación Aluvial/Coluvial.....	5-176
Figura 5-79: Cordón Dunario.....	5-176
Figura 5-80: Mina Cerro Negro Norte.....	5-177
Figura 5-81: Vista de la Ruta C-351.....	5-178
Figura 5-82: Mapa de Pendientes para la Evaluación de Riesgo.....	5-196
Figura 5-83: Mapa de Erodabilidad y Quebradas de la Zona.....	5-197

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5.1 Meteorología
Anexo 5.2 Hidrogeología
Anexo 5.3 Mediciones de Calidad del Aire y Viento
Anexo 5.4 Arqueología
Anexo 5.5 Paisaje

5 CAPÍTULO 5: LÍNEA DE BASE

La Línea de Base Ambiental corresponde a la descripción detallada del estado actual del ambiente previo a la ejecución de un proyecto o actividad.

En conformidad al Título III del DS N° 95, en este capítulo se describe el área de influencia del proyecto “Hierro Atacama Fase II - Cerro Negro Norte”, para evaluar, posteriormente, los impactos que puedan ocurrir sobre los elementos del ambiente durante o después de la ejecución de actividades y/o obras. En este sentido, se caracteriza el medio físico, biótico, humano y cultural y patrimonial, con el fin de conocer su condición actual previa a la construcción y operación del proyecto.

La información presentada a continuación, respecto de las áreas de influencia y componentes ambientales de interés, se obtuvo mediante la recopilación de antecedentes bibliográficos, trabajo de terreno y consultas a entidades públicas.

5.1 ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

El proyecto “Hierro Atacama Fase II - Cerro Negro Norte” de Compañía Minera del Pacífico S.A. se ubica en las comunas de Copiapó y Caldera en la Región de Atacama. Debido a la dispersión geográfica de los componentes del proyecto, la descripción de la línea de base ambiental se presenta en forma separada para los distintos sectores en que el proyecto se desarrolla.

Para efectos de lo anterior, el proyecto se ha dividido en los siguientes sectores:

1. Sector Cerro Negro Norte.
2. Sector Acueducto/Concentraducto.
3. Sector Puerto.

Con respecto al Sector Puerto, ubicado en Punta Totalillo, la caracterización de la línea de base fue realizada y aprobada en la Fase I del Proyecto Hierro Atacama, EIA Puerto en Punta Totalillo RCA N°70/05, razón por la cual no es considerada en el desarrollo del presente capítulo. Por otra parte, las modificaciones menores que serán realizadas en el sector Puerto serán realizadas al interior del recinto industrial, sin efectos sobre la línea de base del sector.

5.1.1 Sector Cerro Negro Norte

Corresponde al sector donde se ubicará el Área Industrial y el Acueducto de Complemento, los cuales se describen a continuación:

5.1.1.1 Área Industrial

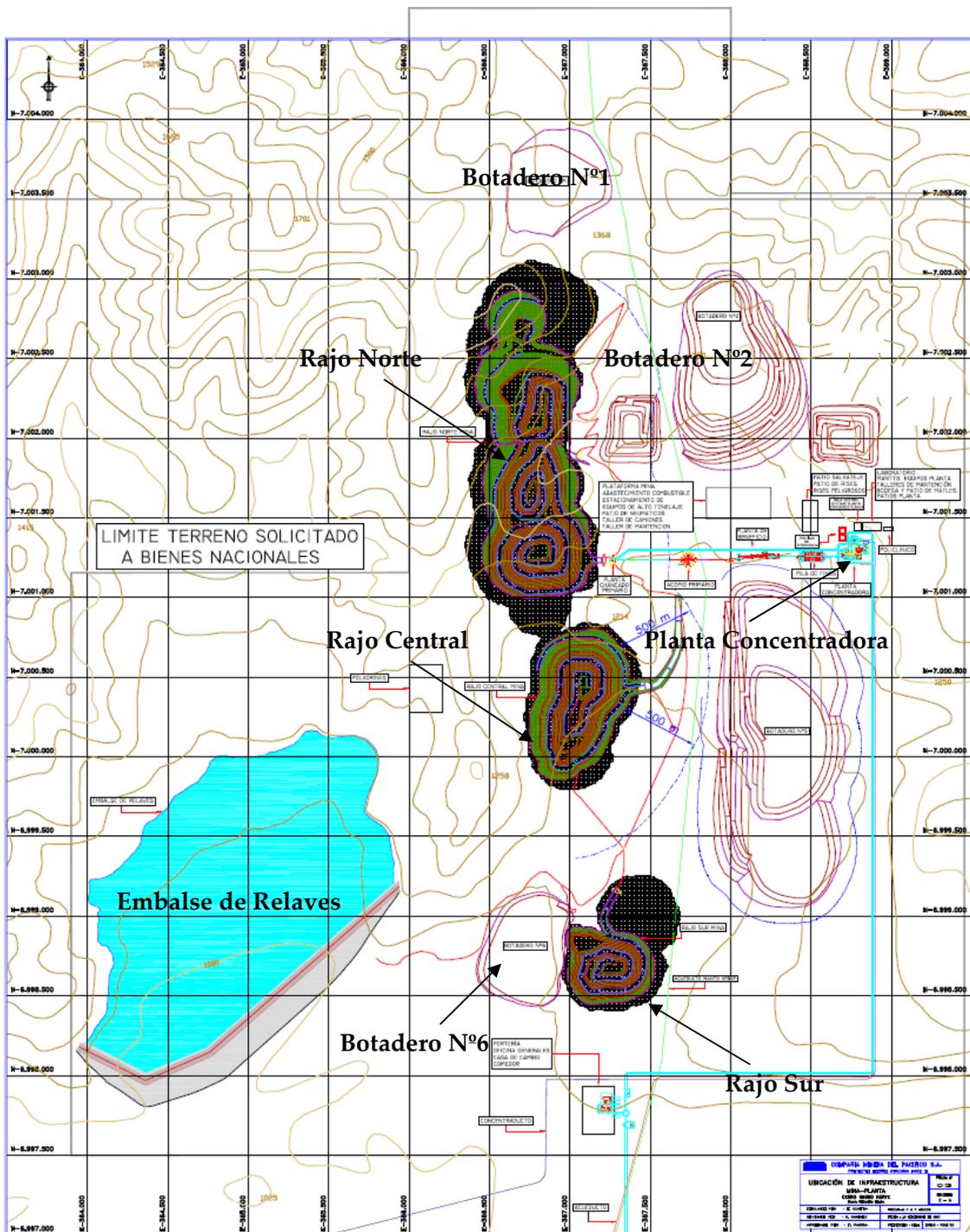
Corresponde al polígono que incluye la mina y las actividades de procesamiento de mineral (i.e., rajo norte, rajo central, rajo sur, botaderos, chancador primario, planta de beneficio, planta concentradora, embalse de relaves Los Corralillos y los espacios intermedios destinados a caminos, correas transportadoras y otras instalaciones requeridas para la operación del proyecto). El Área Industrial comprende aproximadamente 3.084 ha (Figura 5-1). Las coordenadas de sus vértices se indican en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1: Coordenadas del Polígono del Área Industrial Sector Cerro Negro Norte

Vértices	UTM Este	UTM Norte
1	363.900	7.001.155
2	366.000	7.001.155
3	366.000	7.004.700
4	368.000	7.004.700
5	368.000	7.003.538
6	369.451	7.003.538
7	369.451	6.997.500
8	363.900	6.997.500

Datum PSAD56

Figura 5-1: Área Industrial Sector Cerro Negro Norte



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.2 Acueducto de Complemento

Corresponde a la faja destinada a contener el acueducto de complemento que transportará el agua desde el pozo profundo, ubicado en la Parcela N°32 del proyecto de parcelación Piedra Colgada en el sector de Toledo (al poniente de Copiapó), hasta el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte, incluidas las estaciones de bombeo y monitoreo asociadas.

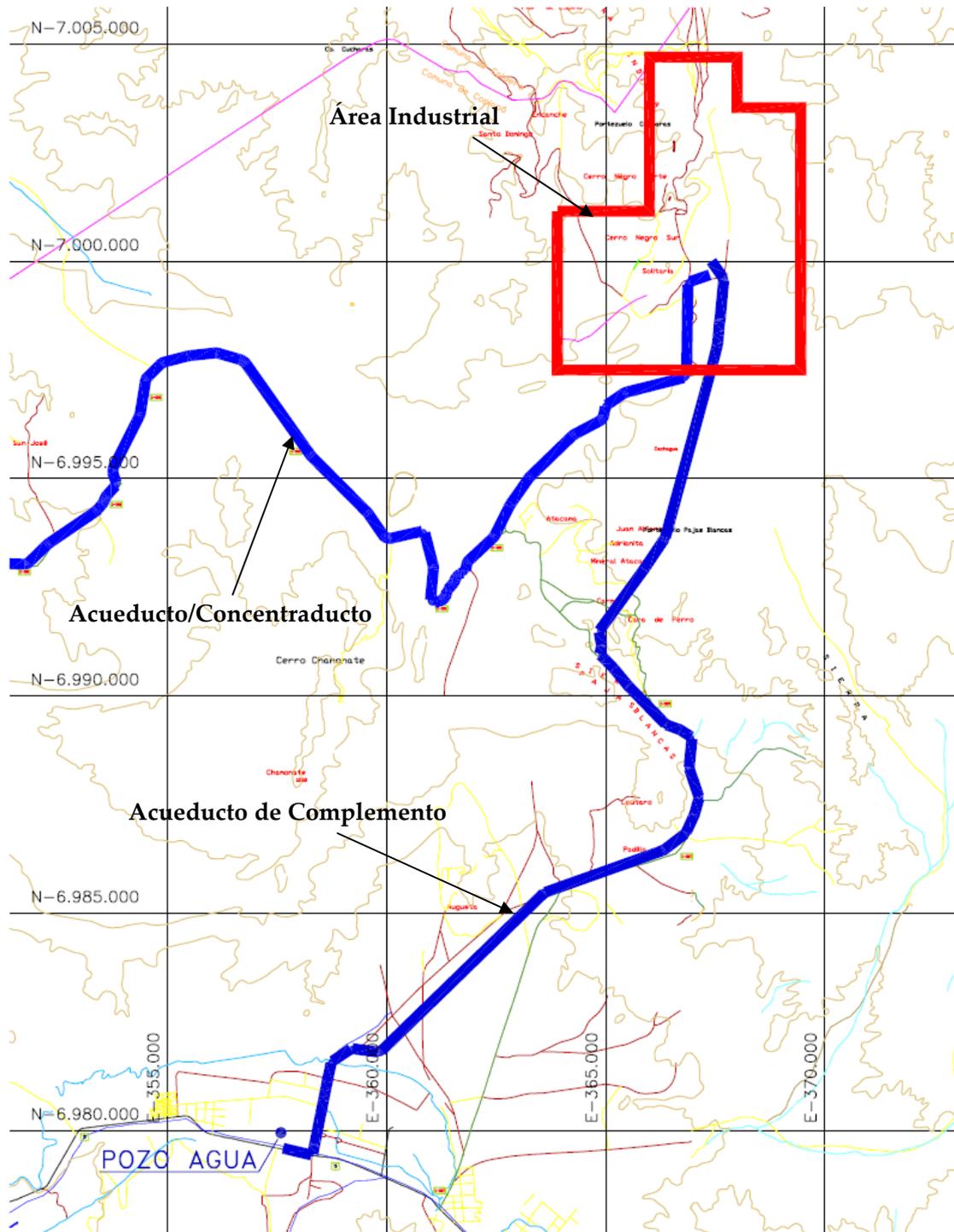
Esta faja tiene aproximadamente 28 Km de largo y 20 m de ancho, en un trazado con orientación norte (Figura 5-3). Las coordenadas de sus extremos se indican en la Tabla 5-3.

Tabla 5-2: Coordenadas del Acueducto de Complemento

Extremos	UTM Este	UTM Norte
E1 (Extremo S – Pozo)	357.639	6.979.593
E2 (Extremo N – Cerro Negro Norte)	367.413	7.000.005

Datum PSAD56

Figura 5-2: Acueducto de Complemento, Sector Cerro Negro Norte



Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Sector Acueducto/Concentraducto

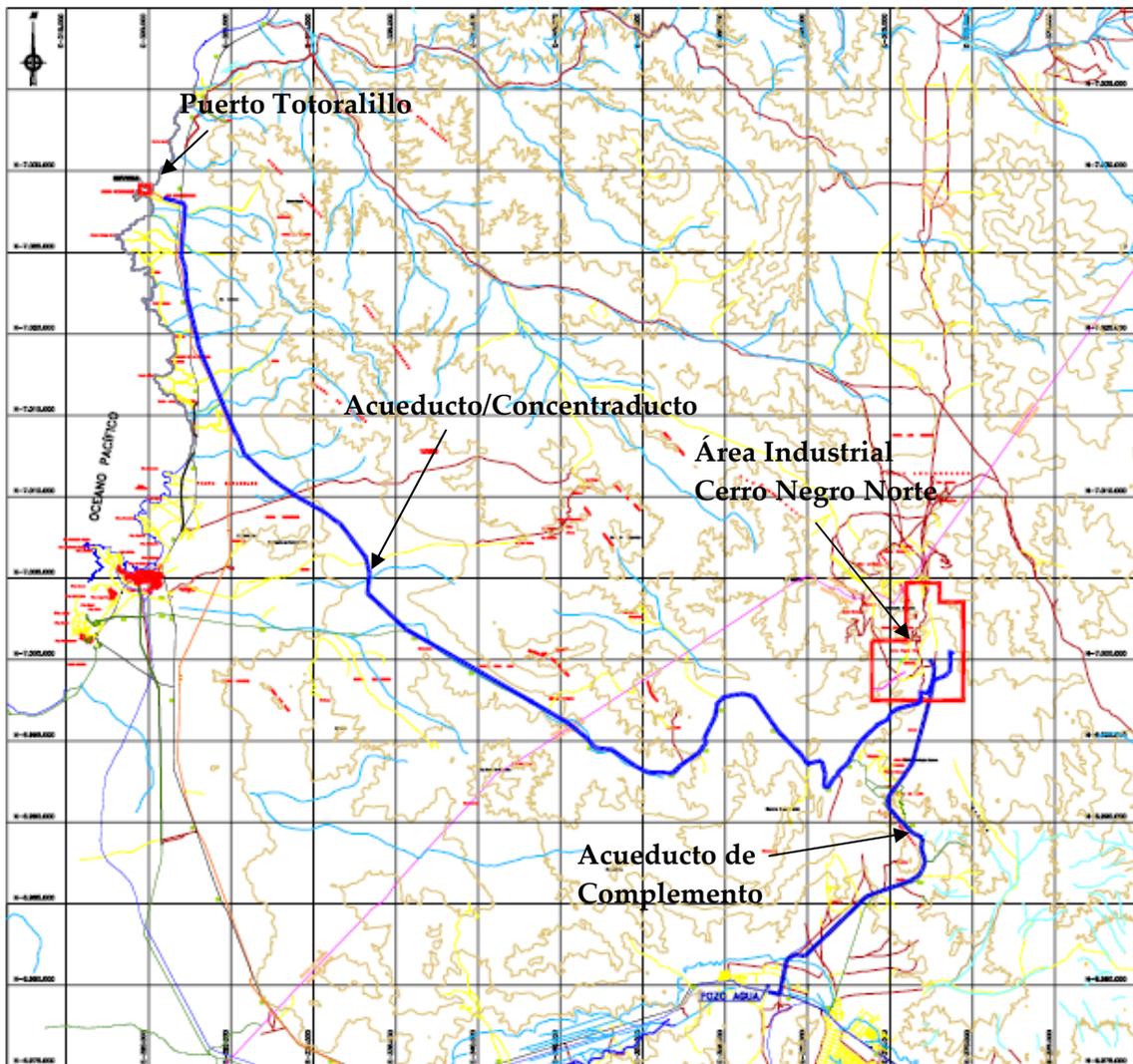
Corresponde a la faja destinada a contener el concentraducto, que llevará el concentrado de hierro desde Cerro Negro Norte hasta el Puerto en Punta Totoralillo; y el acueducto, que llevará el agua de retorno de Cerro Negro Norte y de la Fase I del proyecto Hierro Atacama, desde el Puerto de Totoralillo hasta el Área Industrial del Sector de Cerro Negro Norte. También incluirá estaciones de bombeo, monitoreo, válvulas y las piscinas de emergencia asociadas a ambos ductos. Este sector comprende una faja de aproximadamente 80 Km de largo y 20 m de ancho, en un trazado con orientación este (Figura 5-3). Las coordenadas de sus extremos se indican en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3: Coordenadas del Trazado del Acueducto/Concentraducto

Extremos	UTM Este	UTM Norte
E1 (Extremo E – Cerro Negro Norte)	368.342	7.001.393
E2 (Extremo W – Puerto Totoralillo)	320.393	7.028.400

Datum PSAD56

Figura 5-3: Sector Acueducto/Concentraducto



Fuente: Elaboración propia

5.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

5.2.1 Área de Influencia Directa (AID)

El AID de un proyecto se define como el área en donde se llevarán a cabo las obras físicas y actividades asociadas a las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto, y en cuyas áreas pudieran potencialmente generarse impactos ambientales como consecuencia directa del proyecto.

Para el proyecto “Hierro Atacama Fase II - Cerro Negro Norte”, el AID considerará las áreas correspondientes a: Sector Cerro Negro Norte, Sector Acueducto/Concentraducto y Sector Puerto en Punta Totoralillo.

5.2.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El AII se define como el área que eventualmente recibirá los efectos producidos sobre el medio ambiente por la construcción y/o operación del proyecto. Para el presente proyecto, el área de influencia indirecta se delimita de acuerdo a la componente ambiental que potencialmente podría verse afectada.

En la Tabla 5-4 se presentan las áreas de influencia del proyecto por componente ambiental.

Tabla 5-4: Áreas de Influencia del Proyecto por Componente Ambiental

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Clima y Meteorología	No se definen áreas de influencia directa e indirecta ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre este componente ambiental	
Calidad del Aire	Dado que no se identifican receptores sensibles al componente ambiental Calidad del Aire, no corresponde definir un área de influencia directa e indirecta.	
Geología	Las áreas correspondientes a los rajos mineros en el Sector Cerro Negro Norte	Faja de 500 m alrededor de los rajos mineros

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Geomorfología	Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación)	500 m adyacentes al Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y 100 m a cada lado de las fajas del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)
Hidrología e Hidrogeología	Acuífero que será interceptado por los rajos mineros (Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte)	Recursos hidrogeológicos que subyacen el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte
Suelos	Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación)	Faja adicional adyacente de 20 m a cada lado de los trazados y vías de acceso al Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)
Ruido	En los sectores del proyecto no se identifican receptores sensibles al ruido que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento de la normativa aplicable. Por lo tanto, no se ha considerado necesario establecer una línea de base de ruido ni definir áreas de influencia	
Flora y Vegetación	Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación)	Faja adicional adyacente de 20 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Fauna	Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación)	Faja adicional adyacente de 100 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)
Medio Construido	Los elementos construidos ubicados en los sectores del proyecto más las vías de acceso a las obras del proyecto	Los elementos construidos ubicados en las zonas adyacentes a los sectores del proyecto más una faja de 100 m a cada lado de los trazados
Medio Humano	El Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y una faja de 100 m a ambos lados de los trazados del Acueducto/Concentraducto y del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte), comprendiendo los espacios o instalaciones ocupadas por los equipos y trabajadores en la fase de construcción. Sin embargo, al considerar el flujo de mano de obra que puede arribar en las etapas de construcción y operación de este proyecto, se debe considerar a la ciudad y a la comuna de Copiapó cómo parte del AID, dado que concentra el mayor número de habitantes y servicios (de la provincia y región) a disposición de la población que puede arribar para trabajar en el proyecto	La comuna de Caldera

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Uso del Suelo	Las áreas del proyecto reguladas por el Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero de la Provincia de Copiapó (PRICOST) actualmente vigente. Se considera también el Plan Regulador Intercomunal Provincia de Copiapó (PRICOP) en trámite de aprobación	No se define un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.
Arqueología	Áreas con valor patrimonial ubicadas en los sectores donde se emplazarán las obras físicas del proyecto, tanto en el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte como en los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)	Áreas con valor patrimonial ubicadas en una franja de 50 m alrededor de los polígonos donde se emplazarán las obras del Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte más una faja de 20 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)
Paisaje	Cuencas visuales donde tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el paisaje, contemplando factores biofísicos, sociales y territoriales.	No se define un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

5.3 METODOLOGÍA GENERAL

5.3.1 Levantamiento de Información

Para realizar la Línea de Base Ambiental en el área del proyecto se utilizó la siguiente metodología:

- Etapa de Gabinete Pre-Terreno: recopilación y análisis de antecedentes de las zonas en estudio.
- Etapa de Terreno: tres campañas de terreno in situ por especialidad.
- Etapa de Gabinete Post-Terreno: análisis de las muestras y registros obtenidos en las visitas a terreno por parte de cada especialista.

5.3.1.1 *Etapa de Gabinete Pre-Terreno*

Durante esta etapa se llevó a cabo la consulta y recopilación de toda la información pertinente referida a los diferentes componentes ambientales disponible en la bibliografía o en organismos como CONAMA III Región; Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIREN); Servicio Agrícola Ganadero (SAG); Dirección Meteorológica de Chile; Dirección General de Aguas (DGA, MOP); Ministerio de Bienes Nacionales; Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN); Instituto Nacional de Estadísticas (INE), entre otros.

5.3.1.2 *Etapa de Terreno*

Los especialistas de cada componente ambiental visitaron el área de estudio en diferentes épocas del año:

- 1ª Campaña: 12 al 15 de febrero de 2007
- 2ª Campaña: 12 al 16 de marzo de 2007
- 3ª Campaña: 14 al 15 de junio de 2007

Durante estas campañas se efectuó el levantamiento de información en el Sector Cerro Negro Norte y Sector Acueducto/Concentraducto.

5.3.1.3 *Etapa de Gabinete Post-Terreno*

Los distintos especialistas, usando las técnicas y metodologías específicas de sus disciplinas, analizaron las muestras y registros obtenidos en terreno. Estas metodologías específicas son descritas concisamente en las secciones pertinentes.

5.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO TERRESTRE

5.4.1 Clima y Meteorología

No se definen áreas de influencia directa e indirecta ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre este componente ambiental.

5.4.1.1 *Clima*

Según la clasificación de Köppen, el proyecto se inserta dentro de dos zonas climáticas: la zona de Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWn) y la zona de Clima Desértico Marginal Bajo (BWh)¹.

5.4.1.1.1 *Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWn)*

Está presente en todo el sector costero de la región y penetra hasta las proximidades de Copiapó y Vallenar ya que el relieve no presenta barreras a la influencia marítima. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad que se presenta durante la noche y disipa durante la mañana, a veces acompañada de intensas nieblas y lloviznas. Esto también define una alta cantidad de días nublados y pocos días despejados.

La influencia oceánica produce un régimen térmico moderado con poca amplitud térmica tanto diaria como anual.

Las precipitaciones son mayormente de tipo frontal y aumentan de norte a sur. Por ejemplo en Chañaral se alcanzan 12 mm al año, en Caldera 27 y en el Totoral 32. Estas precipitaciones ocurren casi exclusivamente en invierno.

5.4.1.1.2 *Clima Desértico Marginal Bajo (BWh)*

Este clima corresponde a la mayor parte de la Región, cubriendo la zona que va desde donde comienzan las tierras altas de la cordillera hasta donde alcanza la influencia marítima intensa por el oeste. De Copiapó al norte es de una rigurosa sequedad, en cambio de Copiapó al sur, la inexistencia de la cordillera de la Costa permite alguna forma de efecto marítimo en la humedad sin nubosidad, que atenúa las características desérticas.

¹ Dirección Meteorológica de Chile. www.meteochile.cl

Fuenzalida, H., 1965. Clima. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. Corporación de Fomento de la Producción. Stgo. pp: 99-152.

La amplitud térmica es mucho mayor que en el litoral. La diferencia entre el mes más cálido y el más frío es de 7° a 8° C en Copiapó y Vallenar mientras que se estima inferior a 6° en la zona costera. Mucho mayor es la amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13° a 15° C, lo que es una buena muestra de la continentalidad.

Las zonas con este clima se ubican bajo el nivel de la inversión de temperatura, con temperaturas moderadas y humedad suficiente para permitir la generación de algún tipo de vegetación de estepa en los sectores bajos.

Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. Los totales anuales llegan a 12 mm en Copiapó (291 m.s.n.m.), 19 mm en El Salvador (2.400 m.s.n.m.), 32 mm en Vallenar (470 m.s.n.m.) y 34 mm en Los Loros (948 m.s.n.m.).

5.4.1.2 *Meteorología*

La información recolectada para describir este componente proviene de las dos estaciones meteorológicas, pertenecientes a la Dirección General de Aguas (DGA), cercanas al área del proyecto: Copiapó (precipitación y temperaturas) y Caldera (precipitación).

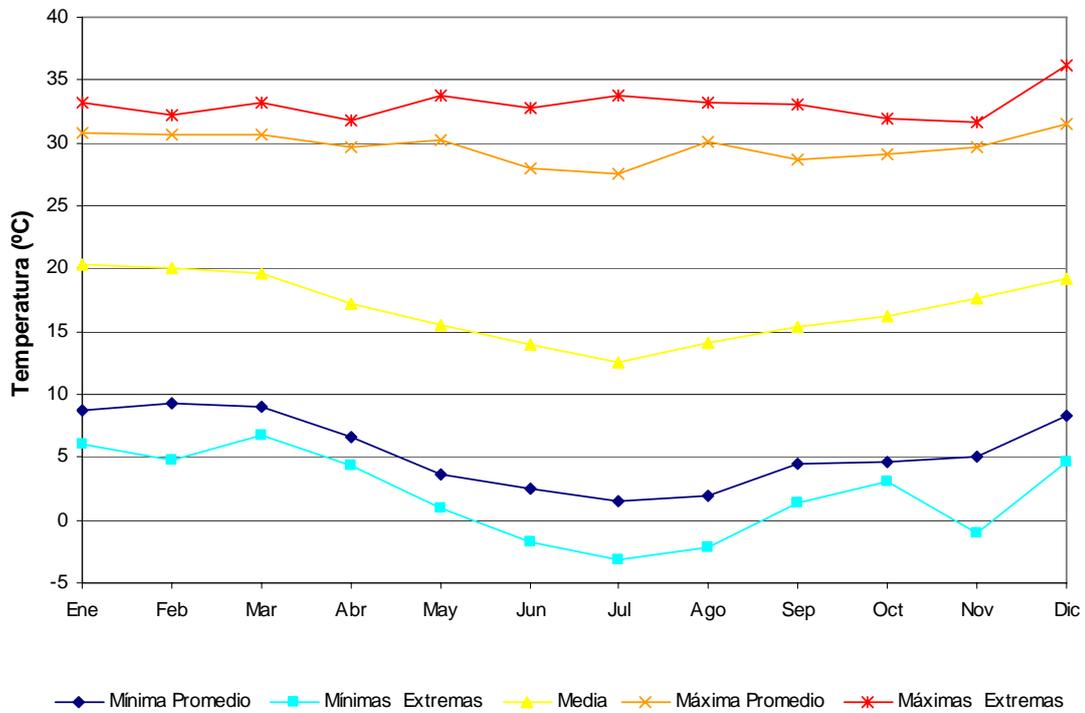
La información disponible ha sido sintetizada para ser incluida en este capítulo. No obstante, en el Anexo 5.1 se presenta la totalidad de las series de información meteorológica existentes y un resumen de los hitos climáticos históricos de la zona.

Entre los días 25 de enero y 25 de abril de 2007 se instaló una estación monitorea que registró la dirección y la velocidad del viento en las cercanías del Sector Cerro Negro Norte. Más información acerca de la metodología utilizada y los resultados obtenidos, se presenta en 5.4.2 Calidad del Aire (más adelante).

5.4.1.2.1 *Temperaturas*

Los registros de temperatura la estación de Copiapó (DGA), se presentan gráficamente en la Figura 5-4.

Figura 5-4: Temperaturas Medias Mensuales, Estación Copiapó



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA (1990-2000)

Se observa que, a pesar de no existir gran variabilidad en las temperaturas medias mensuales, existe una marcada dispersión entre las mínimas y máximas mensuales, lo que expresa una probable amplitud térmica diaria característica de desierto interior, aun cuando ella se modera por la influencia del sistema hídrico del río Copiapó.

Las temperaturas máximas promedio no varían significativamente y superan los 25° C. durante todo el año, por lo que la variación de la temperatura anual está dada principalmente por las variaciones en las mínimas extremas, que incluso bajan hasta los 0° C entre junio y agosto, siendo en los meses de verano de entre 4° y 8° C.

5.4.1.2.2 Precipitaciones

A partir del análisis de la información presentada en la Tabla 5-5 es posible señalar que las precipitaciones en la zona presentan una extrema concentración en los meses de junio y agosto, pasando de nulas a casos extremos de hasta 84 mm caídos en un mes.

Tabla 5-5: Precipitación Mensual, Estaciones Copiapó y Caldera

Mes	Estación Copiapó		Estación Caldera	
	Pp. Media (mm)	Pp. Máxima (mm)	Pp. Media (mm)	Pp. Máxima (mm)
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	0,00	0,00	0,00	0,00
Marzo	1,87	23,00	0,78	9,60
Abril	0,11	1,50	0,12	1,50
Mayo	1,89	25,80	1,62	18,00
Junio	9,81	76,70	6,96	48,50
Julio	0,99	9,50	0,00	0,00
Agosto	5,51	72,20	7,57	84,00
Septiembre	0,05	0,80	0,00	0,00
Octubre	0,07	1,00	0,00	0,00
Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00
Diciembre	0,21	3,10	0,00	0,00
Anual	20,49	-	17,04	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA (1990-2000)

Por otro lado, se ha observado que la distribución anual de las precipitaciones no es regular (Anexo 5.1), presentándose un año lluvioso, con precipitaciones promedio de alrededor de 20 mm anuales, intercalado por un par de años secos.

No obstante, esta distribución presenta excepciones, presumiblemente asociadas al fenómeno del Niño, como fue el caso de 1997, en que cayeron 149 y 133 mm en las estaciones de Copiapó y Caldera, respectivamente. No obstante, la precipitación de dicho año, no varió su distribución mensual respecto de un año de precipitaciones normales, descargándose todo el volumen solamente en los meses de junio y agosto.

5.4.2 Calidad del Aire

Dado que no se identifican receptores sensibles al componente ambiental Calidad del Aire, no corresponde definir un área de influencia directa e indirecta.

No obstante, en el Sector Cerro Negro fue realizado un monitoreo de calidad de aire y meteorología de tres meses de medición, de forma previa a toda actividad de construcción con el propósito de determinar la condición basal de calidad de aire, considerando que en este sector se realizarán las mayores intervenciones del terreno.

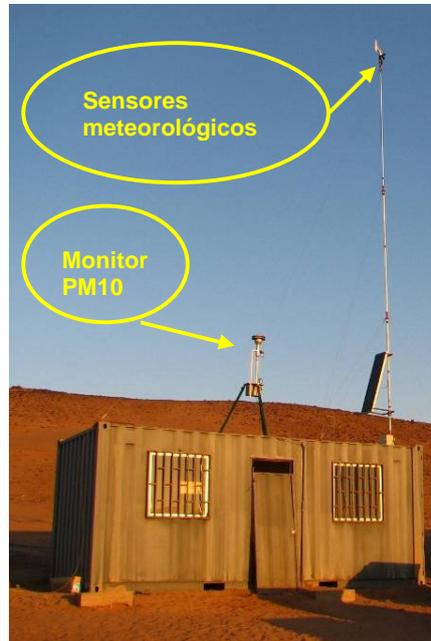
A continuación se detallan las actividades realizadas para la línea de base:

5.4.2.1 *Metodología*

Se instaló una estación de monitoreo de calidad del aire y meteorología en las cercanías donde será desarrollada el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte, específicamente en el Campamento Chamo, propiedad de CMP que cuenta con el abastecimiento eléctrico necesario (paneles solares) para los equipos de medición.

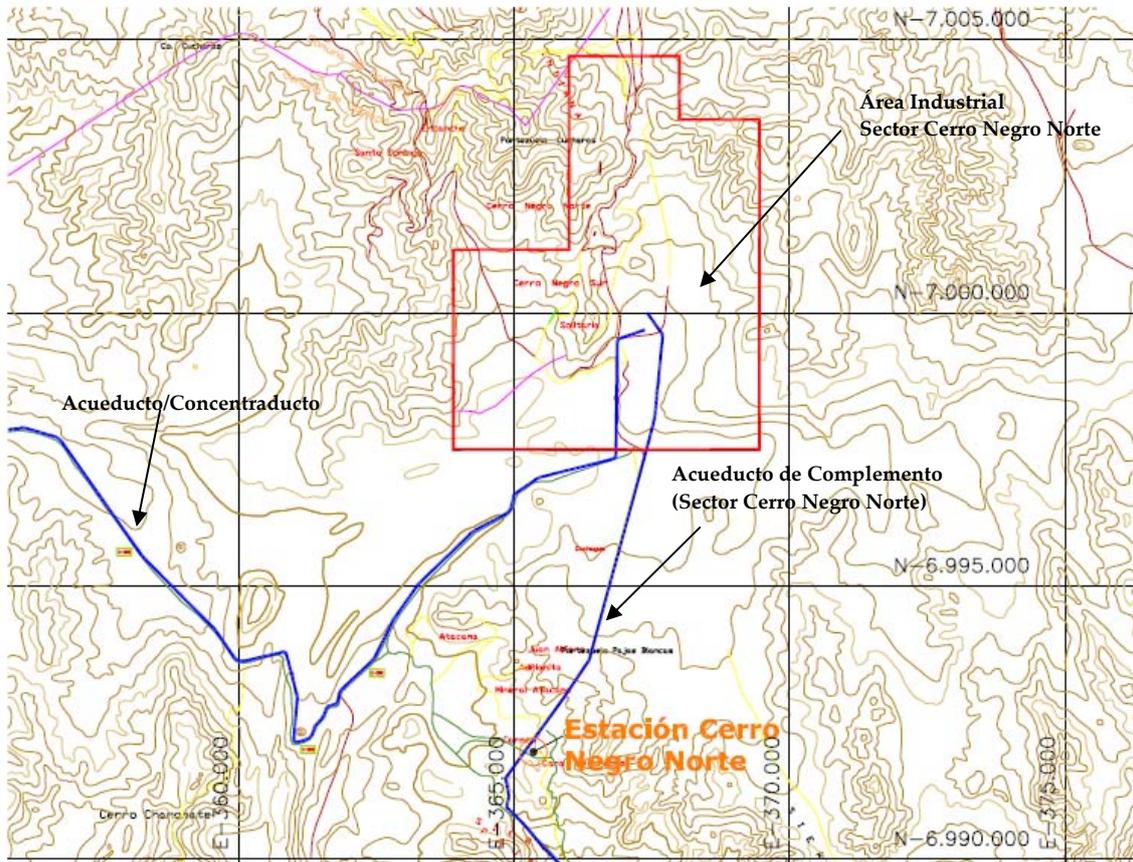
La estación monitorea registró mediciones entre los días 25 de enero de 2007 y 25 de abril de 2007. Fueron registradas las variables de calidad de aire PM10, y la dirección y velocidad del viento como información meteorológica. Esta estación fue denominada Estación Cerro Negro Norte (Figura 5-5).

Figura 5-5: Estación Cerro Negro Norte



La ubicación geográfica de la estación monitora Cerro Negro Norte se presenta en la Figura 5-6.

Figura 5-6: Ubicación Estación Cerro Negro Norte



Coordenadas UTM 6.991.965 N, 365.351 E (Datum PSAD56). Fuente: Elaboración propia

El equipamiento de la estación monitora Cerro Negro Norte fue el que se señala en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6: Equipamiento de Estación Cerro Negro Norte

Variable	Equipo	Principio de Medición
Dirección y velocidad del viento	R. M. Young. Serie 75745	Generación de pulso / potenciométrico
PM10	BGI Incorporated. PQ100. Low - Vol	Gravimetría, de control de flujo másico
Sistema de almacenamiento de datos	Campbell CR510	Datalogger

Cabe destacar que tanto el monitor de PM10 como los de meteorología que operaron en Cerro Negro Norte, se alimentaron de energía eléctrica de panel solar.

El Monitor de PM10 es reconocido por EPA como método equivalente, y los monitores de dirección y velocidad del viento son los recomendados por la Organización Meteorológica Mundial, OMM, para estudios de calidad del aire.

5.4.2.2 Medición de Material Particulado Respirable (PM10)

Los resultados de 3 meses de medición de material particulado respirable PM10, registrados con una frecuencia de monitoreo de una vez cada tres días, se muestran la Tabla 5-7.

**Tabla 5-7: Concentración de PM10 Estación Cerro Negro Norte.
Período 25 de enero a 25 de abril de 2007**

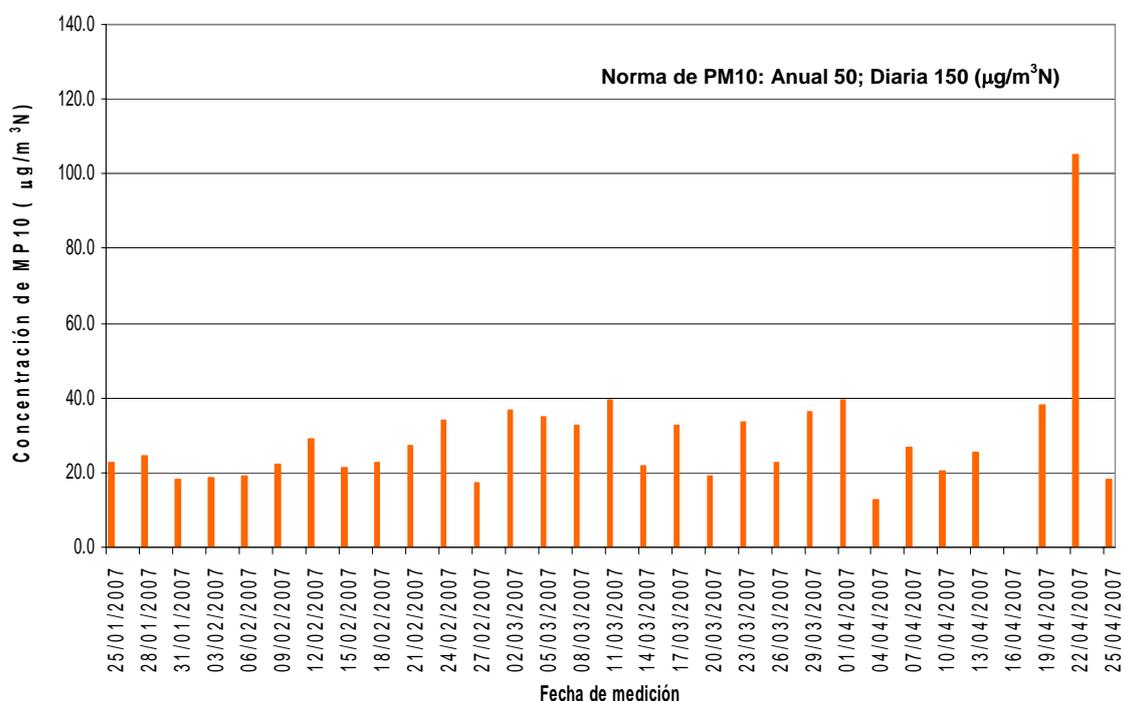
Fecha	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
25/01/2007	22.8
28/01/2007	24.4
31/01/2007	18.3
Promedio Enero	21.8
03/02/2007	18.4
06/02/2007	18.9
09/02/2007	22.4
12/02/2007	29.1
15/02/2007	21.5
18/02/2007	22.8
21/02/2007	27.0
24/02/2007	33.9
27/02/2007	17.4
Promedio febrero	23.5
02/03/2007	36.8
05/03/2007	34.8
08/03/2007	32.5
11/03/2007	39.6
14/03/2007	21.7
17/03/2007	32.7
20/03/2007	18.9
23/03/2007	33.6
26/03/2007	22.6
29/03/2007	36.4
Promedio Marzo	31.0
01/04/2007	39.2
04/04/2007	12.6
07/04/2007	26.6
10/04/2007	20.5
13/04/2007	25.5
13/04/2007	SI
19/04/2007	38.2
22/04/2007	105.3
25/04/2007	18
Promedio Abril	35.7
Promedio período	29.1
Máximo	105.3
Mínimo	12.6
n	30

SI: Sin información por problema operacional del monitor

A la luz de los resultados, se observa que la calidad del aire en términos de PM10, en el sector en que se encuentra Campamento Chamo en Cerro Negro Norte, es buena, y el promedio del período con $29 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ es equivalente al 58% del valor de la norma anual proyectada. El máximo diario es un 70 % del valor de la norma diaria de PM10 vigente en el país.

En la Figura 5-7, se muestra el comportamiento de las PM10, en el período de medición, comprendido entre el 25 de enero y el 25 de abril de 2007.

Figura 5-7: Comportamiento de PM10 medidas en Estación Cerro Negro Norte



En el Anexo 5.3, se entregan los parámetros para determinar la concentración de PM10 medida por Estación Cerro Negro Norte

5.4.2.3 Medición de Viento

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados de las mediciones de las variables meteorológicas dirección y velocidad del viento, realizadas por la estación monitora Cerro Negro Norte, durante el período comprendido entre el 25 de enero y el 25 de abril de 2007. Estas variables fueron medidas con equipo de monitoreo continuo, obteniéndose resultados horarios para las 24 horas del día y treinta días del mes.

Tabla 5-8: Valores Mensuales de las Variables Meteorológicas Medidas en Estación Cerro Negro Norte. Período 25 de Enero a 25 de Abril de 2007

Variable		Valor			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Velocidad del Viento (m/s)	Promedio período	2,7	2,5	2,4	2,3
	Valor máximo	5,6	6,2	5,5	5,6
	Valor mínimo	0,5	0,5	0,5	0,5
	Porcentaje de calmas	0,0	0,1	0,3	0,0
Dirección del Viento	Dirección predominante diurna	S	S	SSE	SSE
	Dirección predominante nocturna	SE	SE	SE	SE

El valor máximo de velocidad del viento se presenta a las 16 horas del 17 de febrero de 2007 y la velocidad promedio de los tres meses de medición es 2.4 m/s.

Los datos meteorológicos de la estación monitorea Cerro Negro Norte, se adjuntan en el Anexo 5.3.

En la Figura 5-8 y Figura 5-9, se presentan las rosas de viento acumulada del período, diurna y nocturna medida entre el 25 de enero y el 25 abril de 2007.

Cabe destacar, que las componentes de dirección predominante del viento para el período completo son en un 63% del cuadrante 2 y en 16% del cuadrante 4.

Las componentes de dirección del viento para el período diurno son en 86% del cuadrante 2 y 10% del cuadrante 3. En cambio, para el nocturno el cuadrante 2 aporta un 52 % y el 4 un 22 %, el porcentaje restante es de los cuadrantes 1 y 3.

Figura 5-8: Rosa de Viento en Cerro Negro Norte. Período Enero a Abril de 2007

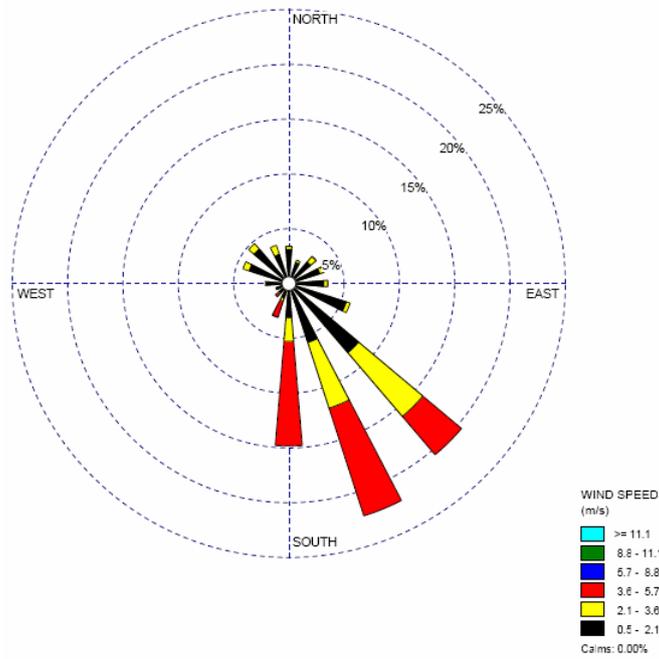
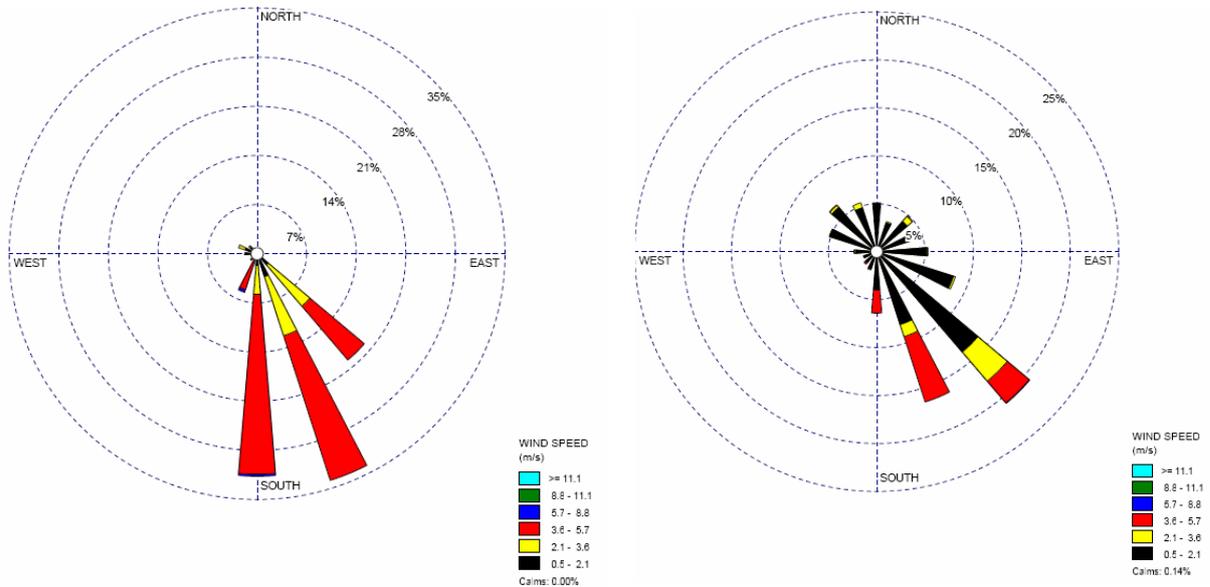


Figura 5-9: Rosas de Viento Diurna y Nocturna en Cerro Negro Norte. Período Enero a Abril de 2007



Rosa de viento diurna CNN. (11 a 18 horas)

Rosa de viento nocturna CNN. (19 a 10 horas)

5.4.2.4 Discusión de los Resultados de las Mediciones

Para una mejor comprensión de los resultados, se desarrolla la discusión de ellos por separado para PM10 y luego la correspondiente a los parámetros meteorológicos.

5.4.2.4.1 *Material Particulado Respirable, PM10*

Cabe destacar que el máximo de 105 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de PM10 del 22-04-2007 corresponde a un valor que supera en un factor 2.7 al segundo valor más alto medido durante los tres meses. Por este motivo, se consideró un valor outlayer y se descartó como valor real, ya que el filtro de ese monitoreo mostraba un marcado color café, indicativo de la presencia de levantamiento de polvo desde el suelo debido a la actividad antrópica del entorno, que generó una carga de PM10 fuera de lo común en el filtro. Ello quedó respaldado en el despliegue gráfico presentado en Figura 5-7.

Si bien, se podría aceptar que la velocidad media diaria del viento del día 22-04-2007 correspondiente a 2.8 m/s, la más alta del mes, con el mayor valor horario de 5.6 m/s, podría ser la causa del máximo valor de PM10; el día 01 de abril mostró máxima velocidad horaria de 5.1 m/s con una concentración de PM10 de 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, por lo que la presencia de viento de alta velocidad no justificaría, en forma categórica, la concentración de 105 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Al descartar el valor 105 del cálculo del promedio anual, este arrojó un valor de 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, el que es equivalente al 52% del monto indicado por la norma anual.

El máximo diario fue de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 27% del valor de la norma diaria de PM10 vigente en el país.

En consecuencia, los valores promedio anual y máximo diario a considerar como nivel base de PM10 en la zona de Campamento Chamo, fueron de 26 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente.

Considerando que para la correcta aplicación de la norma diaria y anual de PM10 se debe disponer de valores de monitoreo de un año para la norma diaria, y de tres años para la norma anual, los resultados del monitoreo realizado fueron analizados reconociendo el máximo valor diario medido sin aplicar percentil 98, y proyectando el promedio de los tres meses de medición para el período anual.

5.4.2.4.2 *Dirección y Velocidad del Viento*

De acuerdo a registrado, los vientos mantuvieron la dirección predominante para el período de medición comprendido entre el 25 de enero y el 25 de abril de 2007; presentando una velocidad media de 2.4 m/s con 0% de porcentaje de calmas, lo que indica que en la zona hay capacidad de dispersar los elementos liberados al ambiente.

El máximo valor registrado de velocidad del viento, fue 6.2 m/s, que corresponde a un valor medianamente alto para esta variable, y se presentó el 17 de febrero de 2007 a las 16 horas. Ello concuerda con la insolación presente a esa hora dando lugar a valores de temperatura ambiente mayores, produciendo térmicas muy marcadas.

Es destacable el hecho de que el viento tenga dirección predominante del SSE y SE para el período completo, lo que se justificaría por la forma del relieve.

Conforme a los resultados de distribución de frecuencia de la dirección del viento para tres meses de medición, llama la atención que para el período diurno haya un aporte del 86% de componente SSE, S y SE, en orden decreciente de participación, el que es causado por las condiciones del relieve de la zona en que se midió viento, como se indicó anteriormente.

5.4.2.5 Conclusiones del Monitoreo de Material Particulado y Meteorología

De acuerdo a los resultados de tres meses de monitoreo se puede concluir lo siguiente:

- El aire de la zona cumple holgadamente con la normativa de calidad de aire de PM10 diaria y anual proyectada.
- La zona en que fue emplazada la estación monitorea Cerro Negro Norte muestra buena calidad del aire por material particulado respirable (PM10).
- El viento del sector presentó velocidades medias adecuadas para la dispersión de emisiones y ausencia de calmas durante los tres meses de medición.
- La componente de dirección predominante del viento fue SSE, SE y S.

5.4.3 Geología

El AID de este componente ambiental incluye las áreas correspondientes a los rajos mineros en el Sector Cerro Negro Norte. El AII considera una faja de 500 m alrededor de los rajos mineros.

5.4.3.1 Sector Cerro Negro Norte

La descripción geológica del Sector Cerro Negro Norte se basa en una descripción geología a nivel distrital, para luego detallar las distintas áreas que componen este sector del proyecto (i.e., Área Industrial: embalse de relaves, planta de concentración, área de rajos y áreas de botaderos; y Acueducto de Complemento) (Figura 5-10).

5.4.3.1.1 *Marco Geológico Distrital*

El yacimiento de hierro Cerro Negro Norte se ubica en la llamada franja ferrífera chilena, definida por un cinturón mineralizado de aproximadamente 600 Km de longitud y unos 30 Km de ancho; de orientación N a NNE, donde se ubican más de medio centenar de depósitos ferríferos.

La franja coincide con la línea de emplazamiento de rocas intrusivas abisales e hipabisales de la fase intrusiva del Cretácico Superior y con estructuras regionales antiguas (Mega Falla de Atacama) que probablemente controlan las intrusiones y la consecuente metalización.

En el área afloran rocas intrusivas del Cretácico Superior que intruyen y producen fenómenos metamórficos e hidrotermales en una secuencia de lavas, brechas y sedimentos pertenecientes a la formación Bandurrias del Cretácico Inferior. Como consecuencia de lo anterior, las rocas estratificadas se presentan como una faja de metamorfismo de contacto alargada (25 Km) y con un ancho de 5 Km que hospeda la mineralización de hierro.

El plutón intrusivo presenta diferenciaciones entre las rocas del núcleo y las marginales, las rocas de núcleo generalmente corresponden a granodioritas y tonalitas, mientras que las rocas marginales se presentan como dioritas, grabro dioritas y migmatitas y generalmente presentan inclusiones de rocas metamórficas y fenómenos de alteración.

Varias fallas y fracturas de tendencia N y NNE se ubican paralelos a las estructuras regionales y se constituyen en el lugar propicio para el relleno y comienzo del metasomatismo de la metalización de hierro y de mineralización penetrativa de ganga.

5.4.3.1.2 Geología del Área Industrial

5.4.3.1.2.1 Embalse de Relaves

El embalse de relaves se emplaza en una planicie aluvial de orientación NS, esta planicie se ha generado por el proceso de sedimentación de material aluvial y la erosión de las rocas de basamento (365.357 E, 6.999.948 N UTM PSAD56).

En el sector del embalse se reconocen unidades volcánicas metandesíticas, rocas intrusivas granodioríticas, sedimentos aluviales, zonas de coluvio y depósitos eólicos.

Rocas Volcánicas: Afloran al noreste de la zona del embalse, corresponde a un paquete volcánico de color verde, grano fino con actinolita, clorita, feldespato y sílice. Esta unidad corresponde a una facie del metamorfismo de contacto presente en el área del yacimiento, son rocas de color gris verdoso con textura granoblásticas a porfiroblásticas y están constituidas principalmente por actinolita y /o tremolita y feldespato.

Rocas Intrusivas: Corresponden a rocas granodiorítica a dioríticas, es de color gris verdoso de grano medio, cerca del contacto con las rocas metamórficas se presenta ligeramente blanqueada con parcial destrucción de su textura, se presenta con alteración cuarzo feldespática y vetillas de anfibola.

Zonas Aluviales: Corresponde a extensas planicies generadas por la acción erosiva de las rocas preexistentes. Son sedimentos del tipo arenoso limos y sectores de gravas finas, se reconocen principalmente en la zona de cauces antiguos de líneas de drenaje fluvial.

Zonas de Coluvio: En general se encuentran cerca de las unidades aflorantes, tienen muy poco transporte, generalmente constituidas por gravas mal seleccionadas, algunas zonas de arenas y clastos angulosos de tamaño hasta 20 cm.

Sedimentos Eólicos: Se reconocen al sur de la zona, corresponden a sedimentos arenosos transportados por la acción eólica, son de grano fino color amarillo y con gran cantidad de sílice y feldespatos.

Cabe señalar que en el área del embalse se perforaron dos sondajes geotécnicos de 45 m de profundidad, en los que no se reconocieron acuíferos y la litología corresponde a una secuencia formada por gravas, arenas, arcillas y aglomerados.

5.4.3.1.2.2 Área de Rajos

El área donde se realizará la explotación minera corresponde principalmente a una formación volcánica y algunos cuerpos intrusivos, principalmente diques y pequeños stocks correspondientes a cuerpos mayores (366.912 E, 7.000.128 N UTM PSAD56).

La secuencia volcánica se encuentra constituida por lavas y brechas córneas con porfiroblastos de piroxeno, anfíbola y plagioclasa y ocasionalmente actinolita y epidota.

5.4.3.1.2.3 Área de Botaderos y Planta Concentradora

En la sección norte del sector Cerro Negro Norte, correspondiente a la ubicación de los botaderos N°1 y N°2, se desarrolla una serie de microgranitos y aplitas que afloran en el Portezuelo Cucharas (367.885 E, 7.001.593 N UTM PSAD56).

La planta concentradora y los botadero N°3, N°4 y N°5 se emplazarán sobre una planicie aluvial de orientación NS. Esta planicie, al igual que en el embalse de relaves, se ha generado por el proceso de sedimentación de material aluvial y la erosión de las rocas de basamento (367.825 E, 6.999.978 N UTM PSAD56).

En este sector se reconocen unidades volcánicas metandesíticas, brechas de turmalina, rocas intrusivas granodioríticas, sedimentos aluviales, zonas de coluvio y depósitos eólicos.

Rocas Volcánicas: Afloran al oeste del sector, corresponden a rocas corneas de anfibolitas y feldespato. Esta unidad corresponde a una de las facies de metamorfismo de contacto presente en el área del yacimiento, son rocas de color gris verdoso con textura granoblásticas a porfiroblásticas y están constituidas principalmente por actinolita y/o tremolita y feldespato.

Brechas de Turmalina: Afloran al norte del sector, corresponden a brechas de fragmentos intrusivos con matriz de turmalina. Esta unidad corresponde a una facie marginal del intrusivo tonalítico, son rocas de color gris, con turmalina en guías y como relleno de fracturas, es una brecha ígnea posiblemente generada por la inclusión de turmalina en la roca intrusiva, no tiene un desarrollo importante como las demás unidades y se restringe al sector central del yacimiento.

Rocas Intrusivas: Se ubican al este del sector, corresponden a granodioritas y tonalitas, son de color gris rosado de grano medio, la facie granodiorítica está formada por ortoclasa, plagioclasas y cuarzo y la facie de tonalita esta formada por plagioclasa y cuarzo.

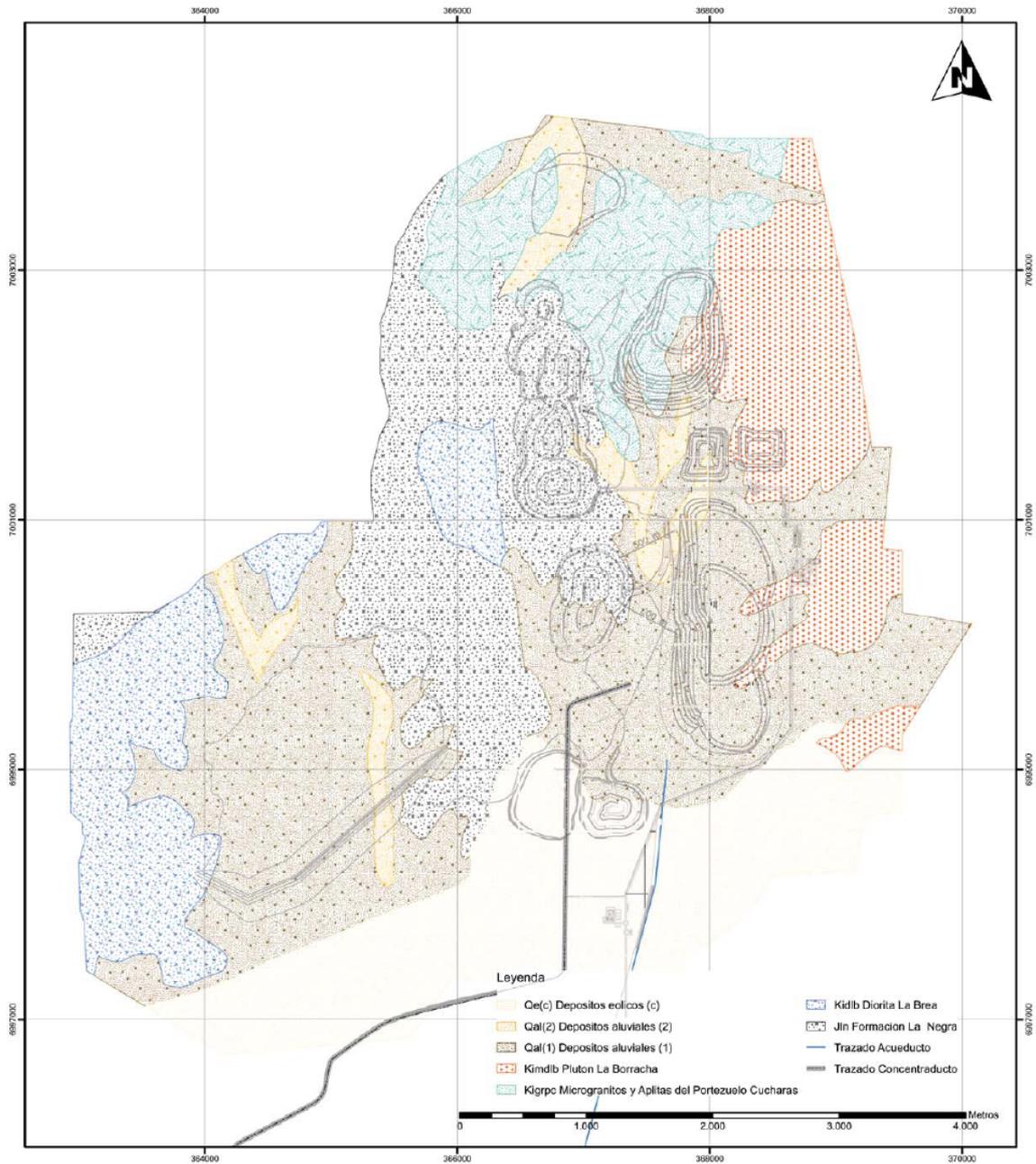
Zonas Aluviales: Corresponde a extensa planicies generadas por la acción erosiva de las rocas preexistentes, son sedimentos del tipo arenoso limos y sectores de gravas finas, se reconocen principalmente en la zona de cauces antiguos de líneas de drenaje fluvial.

Zonas de Coluvio: En general se encuentran cerca de las unidades aflorantes, tienen muy poco transporte, generalmente constituidas por gravas mal seleccionadas, algunas zonas de arenas y clastos angulosos de tamaño hasta 5 cm.

Sedimentos Eólicos: Se reconocen al sur del sector. Corresponden a sedimentos arenosos transportados por la acción eólica, son de grano fino color amarillo y con gran cantidad de sílice y feldespatos.

En el área de la planta se perforaron tres sondajes, con profundidades de hasta 200 m, no se reconocieron acuíferos y la roca basal corresponde a metandesitas e intrusivos tonalíticos y aplitas de hornblenda y biotita escasas.

Figura 5-10: Geología del Área Industrial (Sector Cerro Negro Norte)



Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

5.4.3.1.3 Geología del Acueducto de Complemento

La descripción geológica del acueducto se presenta de sur a norte, desde su aducción en pozos en el área de Toledo, hasta el Sector Cerro Negro Norte. Al igual que la descripción del concentraducto, esta se realizará por tramos representativos, dentro de una faja de 1 Km.

A (357.608 E, 6.979.944 N – 360.195 E, 6.980.874 N UTM PSAD56): El trazado del acueducto inicia en un llano de depósitos fluviales cuaternarios del Río Copiapó, con presencia de rípios de bolones, gravas y arenas bien seleccionadas.

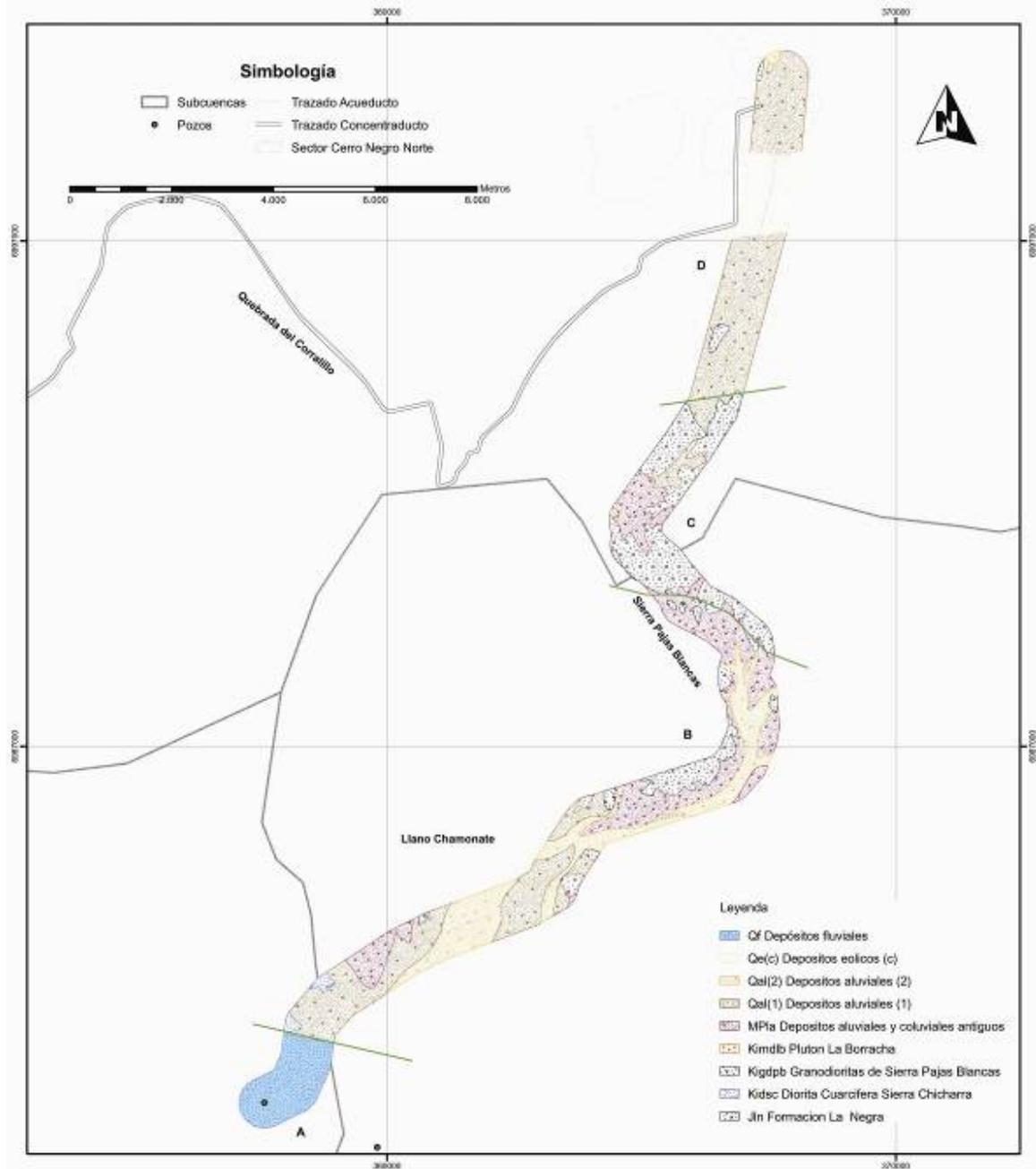
B (360.195 E, 6.980.874 N – 368.119 E, 6.988.596 N UTM PSAD56): Siguiendo en sentido norte, el trazado, atraviesa una extensa llanura aluvial, con materiales recientemente depositados (Cuaternario) como cubiertas sobre planicies extensas. Esta posee también sectores de depósitos coluviales, los que corresponden a gravas y rípios sueltos, de escasa selección, los que se restringen a conos y faldeos en taludes de quebradas y cerros, esta extensa formación tiene su límite norte en el Llano Chamonate.

C (368.119 E, 6.988.596 N – 367.109 E, 6.993.933 N UTM PSAD56): Una vez internados en la sierra de Pajas Blancas, el trazado del acueducto se interna en un sector de gravas y rípios de escasa consolidación y clasificación, los que constituyen depósitos remanentes del Mioceno, los que aparecen muy disectados por los actuales cursos. Estructuralmente, esta formación posee bloques mayores de litología variable (plutónicos, volcánicos y sedimentarios) en una matriz de arena, limo y arcilla. Esta formación incluye localmente, lentes de gravas, arenas y limos bien estratificados.

Dentro de la formación descrita anteriormente, emergen intrusivos subvolcánicos del cretácico superior, en forma de stocks irregulares y apófisis de escaso desarrollo (1 a 8 Km² de superficie), compuestos por granodioritas de anfíbola y biotita de colores gris claro a blanquecino de grano fino a grueso.

D (367.109 E, 6.993.933 N – 367.796 E, 7.000.765 N UTM PSAD56): Finalmente, en la sección norte del trazado, se desarrollan claramente una serie de rípios, gravas y en menor proporción, arenas y limos no consolidados y mal clasificados correspondientes al cuaternario, los que se encuentran disectados por una depositación eólica de tipo parabólica, con materiales tales como arenas cuarzo-feldespáticas, bien seleccionadas, no cohesivas, de grano grueso a fino y de buena madurez.

Figura 5-11: Geología del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)



Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

5.4.3.2 Sector Acueducto/Concentraducto

La descripción del Acueducto/Concentraducto se presenta desde su salida del Sector Cerro Negro Norte, hasta su llegada en el puerto de embarque en Punta Totoralillo. Por sus características lineales, la descripción geológica se desarrollará por tramos, en una faja de 1 Km (500 m a cada lado del trazado del ducto) (Figura 5-12).

A (368.166 E, 6.998.381 N – 360.913 E, 6.994.834 N UTM PSAD56): El trazado del Acueducto/Concentraducto se inicia al este del proyecto Cerro Negro Norte, en su desarrollo hacia el suroeste, éste surca un sector de depósitos aluviales y coluviales, correspondiente en este caso al dominio de las sub cuencas costeras, las formaciones de tipo aluvial acompañarán el trazado del proyecto en todo su desarrollo, superponiéndose de aquí en adelante a depósitos litorales pliocénicos y eólicos del cuaternario, cubriendo o engranando a estos últimos.

B (360.913 E, 6.994.834 N – 347.597 E, 6.995.416 N UTM PSAD56): Continuando hacia el oeste, el trazado intercepta un depósito eólico de arenas, de buena selección en general, que forma parte de depósitos dunarios parabólicos. Estas arenas corresponden a materiales cuarzo-feldespáticas, en parte bioclásticas, los cuales cubren sedimentos cuaternarios y secuencias miocénicas por efecto del avance eólico.

C (347.597 E, 6.995.416 N – 334.307 E, 7.004.576 N UTM PSAD56): Una formación intrusiva surge hacia el oeste de las formaciones cuaternarias deposicionales, esta corresponde a una secuencia de dioritas cuarcíferas de coloración gris oscura y textura granular. Las rocas, dado su naturaleza, se presentan con buena dureza. Se reconocen en este sector cuerpos vetiformes de Cu (Mina San José), con mineralización de malaquita, crisocola, atacamita, azurita, calcopirita, entre otros.

En esta misma sección la formación descrita precedentemente se intercala con depósitos aluviales no cohesivos a moderadamente consolidados de gravas y bloques y, en menor proporción, arenas y limos que forman abanicos aluviales, las cuales coalescen con llanuras aluviales ricas en maicillo. Estos sedimentos se encuentran constituidos por gravas clastosoportadas en laminas de arenas y limos, normalmente constituidos por clastos angulosos y mal seleccionados. Su composición litológica, normalmente de arrastre de materiales intrusivos, se encuentra influenciada por el área de drenaje.

Luego de una etapa de transición, el trazado cruza una sucesión de depósitos aluviales inactivos, alternando con depósitos eólicos lineales. Los depósitos aluviales hallados en este sector constituyen principalmente gravas y bloques, los que alternan con las zonas de dominancia eólica donde predominan las arenas y limos.

D (334.307 E, 7.004.576 N – 332.480 E, 7.005.556 N UTM PSAD56): El trazado en su desarrollo atraviesa un sector en particular denominado “Plutón Sierra El Roble” el cual se encuentra constituido por diorita, diorita cuarcífera y gabro de olivina

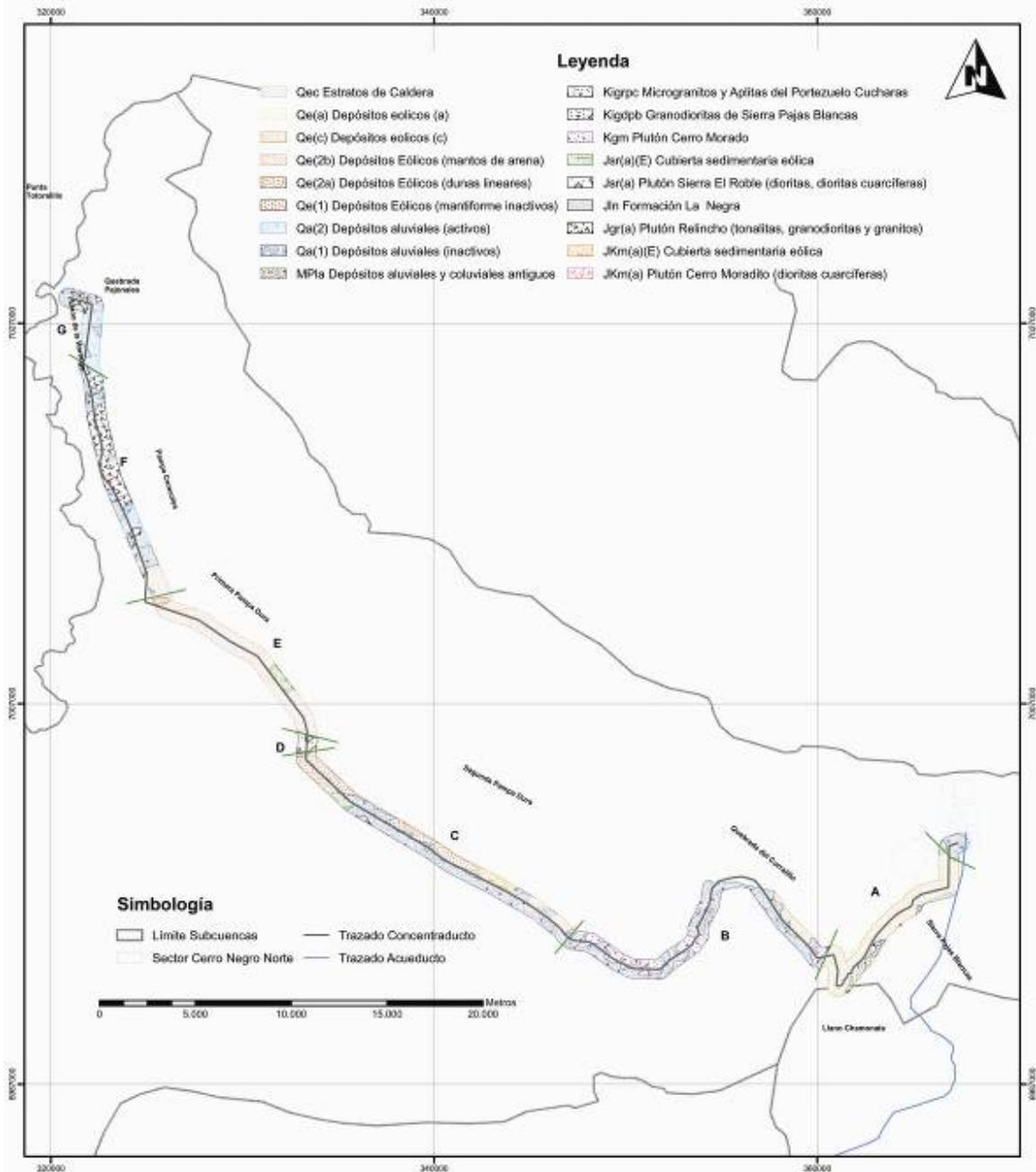
E (332.480 E, 7.005.556 N – 326.762 E, 7.012.942 N UTM PSAD56) A continuación, el concentraducto en su desarrollo surca una secuencia sedimentaria marina – litoral, compuesta por sedimentos clásticos carbonatados, morfológicamente constituyen un conjunto de terrazas de abrasión marina con depósitos asociados, distribuidos a lo largo de la costa. En el límite noreste de este sector, el trazado surca paralelo al ducto de distribución de agua, por la margen oeste de la Pampa Caracoles, creada por superposición eólica de arenas, las que se han semi consolidado, adoptando una expresión en forma de manto.

En la margen norte de esta sección, el manto de arenas descrito precedentemente se encuentra disectado por una formación de depósitos eólicos activos (dunas lineales).

F (326.762 E, 7.012.942 N – 321.123 E, 7.025.252 N UTM PSAD56): Continuando hacia el norte, el trazado se interna en una zona donde existen arenas eólicas semiconsolidadas y remanentes de secuencias sedimentarias marinas, ambas del cuaternario, todo ello sobre un intrusivo granodiorítico que aflora en sectores, fuertemente erosionados por la acción marina.

G (321.123 E, 7.025.252 N – 319.429 E, 7.028.879 N UTM PSAD56): El último sector del trazado se desarrolla sobre sedimentos aluviales y aluvio coluviales, arrastrados por la quebrada del Lechero Amarrado y la Quebrada de Pajonales (llamada también La Brea). Los sedimentos aluviales, están formados por arenas, limos, y bolones de mayor tamaño, no presentando estratigrafía clara. Los del tipo aluvio – coluvio, estos se encuentran mas asentados, conformando una semiplanicie.

Figura 5-12: Geología del Sector Acueducto/Concentraducto



Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

5.4.3.3 Conclusiones

Al observar en general los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento, podemos concluir que este se ha desarrollado en su mayor parte sobre sustratos sedimentarios del cuaternario, utilizando las sendas ya labradas por fenómenos de disposición fluvial, lo que favorecerá el labrado de zanjas para los ductos, dado la escasa dureza de los materiales.

Una vez sobrepasada la influencia del Río Copiapó, el trayecto del Acueducto alterna secciones de estratos de sedimentación con fenómenos de acumulación eólica con distintos grados de asentamiento y actividad, que debido a la escasa cohesividad de los materiales, y por ende a la generación de fenómenos de erosión, es necesario señalar que deberán adoptarse en estas secciones las obras y acciones de seguimiento necesarias para asegurar la protección del sustrato, además de la integridad del ducto.

En su sección costera (frente a la ciudad de Caldera), el trazado del Acueducto/Concentraducto, se interna en una zona dominada por fenómenos de disposición marina, disectados por pampas y dunas lineales de disposición eólica. Al final de su trayecto, el trazado del Acueducto/Concentraducto corta perpendicularmente una serie de quebradas aún activas de depositación aluvial, en las cuales se recomiendan obras de ingeniería y una vigilancia permanente, sobre todo durante fenómenos de mal tiempo.

Respecto del Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte, con la excepción de las áreas de minado, es posible señalar que el proyecto se desarrolla sobre depósitos aluviales, limitando hacia el sur con una gran zona de depósitos eólicos en formación dunar parabólica.

5.4.4 Geomorfología

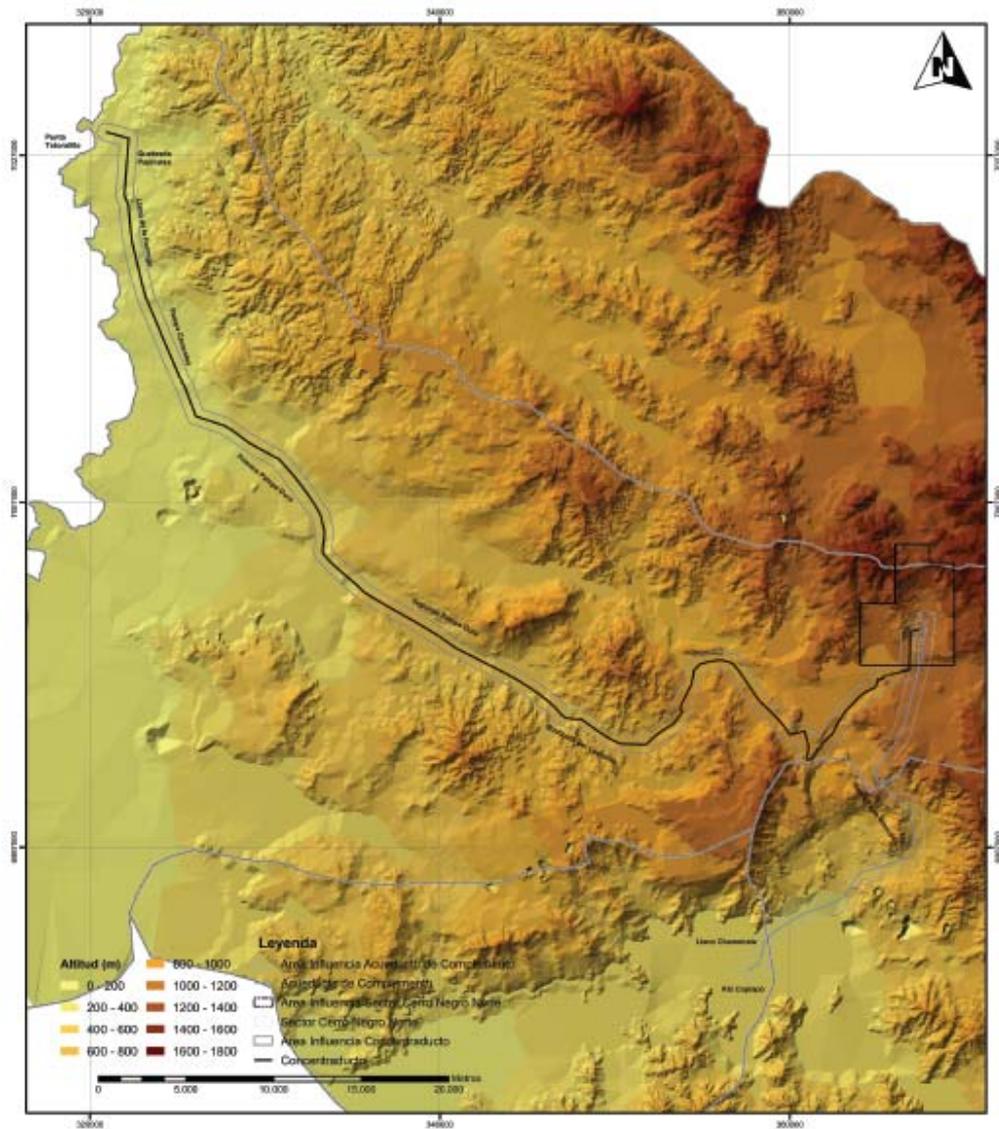
El AID de este componente ambiental incluye el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación). El AII corresponde a los 500 m adyacentes al Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y 100 m a cada lado de las fajas del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.4.4.1 Indicadores Morfológicos

5.4.4.1.1 *Altitud*

El desarrollo de los fenómenos altitudinales en el área de influencia del proyecto se presenta en la Figura 5-13.

Figura 5-13: Altitud Proyecto Cerro Negro Norte



Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

5.4.4.1.1.1 Sector Cerro Negro Norte

Área Industrial

Figura 5-14: Modelo Digital de Terreno del Área industrial (Sector Cerro Negro Norte)



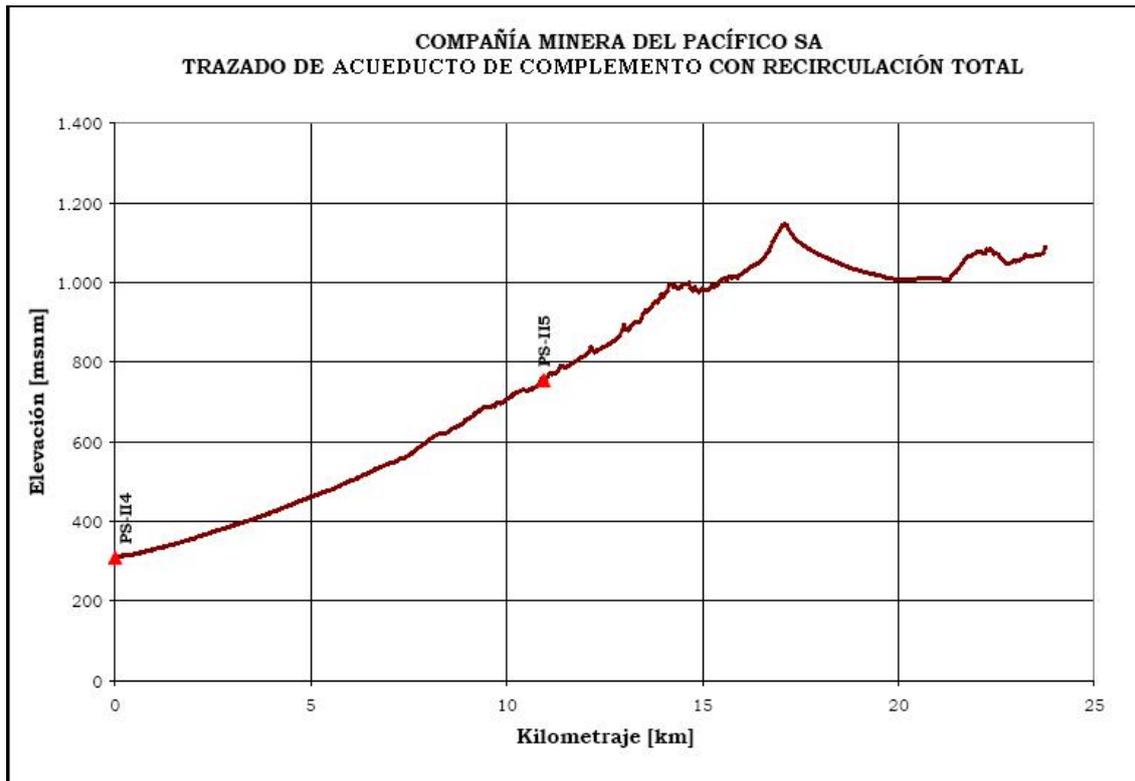
Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

Como se observa en la Figura 5-14, el área industrial se desarrolla entre dos microcuencas de disposición fluvial separadas por un cordón mineralizado de aproximadamente 1400 m de altitud, donde se ubican las áreas de minado. La primera cuenca al sur oeste de la ilustración corresponde al área del tranque de relaves, la que se desarrolla entre los 1000 y los 1100 m, mientras que la segunda cuenca, de mayor extensión que la anterior corresponde al área de la mina, desarrollándose entre los 1100 y los 1400 m de altitud.

Acueducto de Complemento

El perfil longitudinal del Acueducto de Complemento se muestra a continuación:

Figura 5-15: Perfil Longitudinal Acueducto de Complemento



PS-II4: Estación de bombeo ubicada en el km 0,0 del acueducto de complemento.

PS-II5: Estación de bombeo ubicada en el km 10,9 del acueducto de complemento.

El acueducto se iniciará en el sector de Toledo, dentro del valle del Río Copiapó, un sector de desarrollo agrícola y extensión urbana de la ciudad de Copiapó.

Esta área se encuentra constituida principalmente por sedimentos de arrastre fluvial, con influencia directa del Río Copiapó y su dinámica (en este sector nos encontramos en el curso medio del Río Copiapó).

La cuenca del Copiapó limita al norte con una unidad basculada en el sentido de esta, y bajo la denominación de "Llano Chamonate" conforma una llanura aluvial que marca el fin de la influencia directa del Río Copiapó dentro del trazado del proyecto.

Este acueducto, ya por sobre los 1000 m de altitud, atravesará sectores de deposición fluvia y eólica, para rematar cercano a los 1100m en el Sector de Cerro Negro Norte.

5.4.4.1.1.2 Sector Acueducto/Concentraducto

Considerando el trazado del Acueducto/Concentraducto, a continuación se muestra su perfil longitudinal.

Figura 5-16: Perfil Longitudinal del trazado del Acueducto/Concentraducto



PS-III1: Estación de bombeo 1. PS-II2: Estación de bombeo 2. PS-II3: Estación de bombeo 3

La Sierra Pajas Blancas, aledaña al inicio del concentraducto, constituye una formación mixta de lavas y brechas por el sur de esta, rematando en una serie de granodioritas que conforman un macizo que delimita la cuenca del Copiapó con las sub cuencas costeras hacia el norte de este sector. Cruza este sector una serie de depósitos eólicos de arenas remanentes del campo dunario de Los Corralillos, al norte de esta formación, siendo esta la sexta unidad descrita.

Continuando el desarrollo del concentraducto, en sentido noroeste ingresamos a una serie de unidades deposicionales que constituyen la Primera y Segunda Pampa Dura, una serie de depósitos aluviales, conformada por bloques de gravas, arenas y limos, las que se desarrollan en sentido este – oeste del trazado, rematando en las cercanías de la ciudad de Caldera con planicies de abrasión marina.

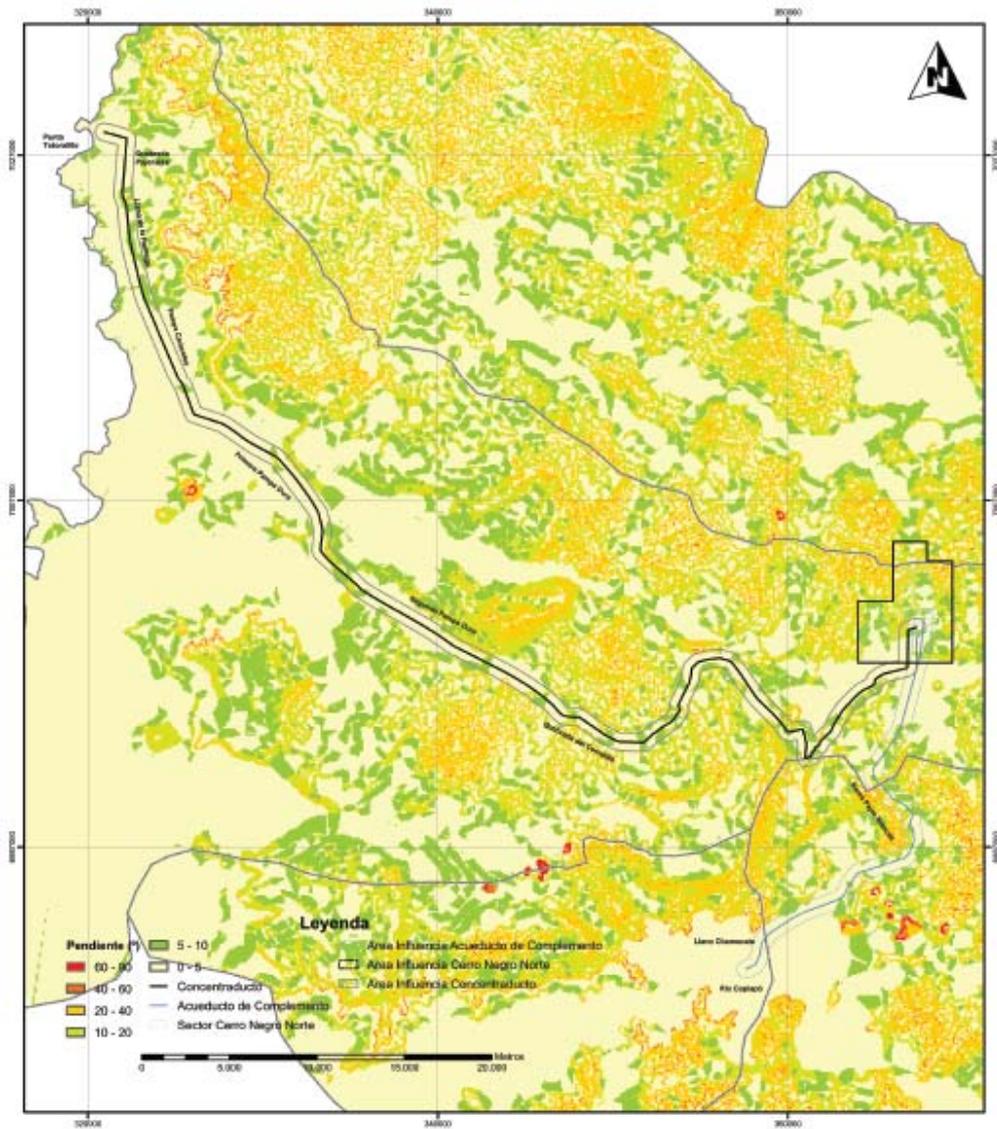
El recorrido del trazado retoma su sentido norte – sur paralelo al trazado del acueducto de Caldera, atravesando la Pampa Caracoles, formación eólica semiactiva, altamente intervenida, rematando en un tren de dunas activas.

El recorrido final del proyecto se desarrolla por el Llano La Hormiga, un semiplano, provisto formaciones graníticas modeladas por abrasión marina, el que se encuentra interceptado por una serie de quebradas como la del Churque, Lechero Amarrado y Pajonales, vecina a Punta Totalillo, lugar de asentamiento del puerto de embarque del mineral transportado por el Concentraducto.

5.4.4.1.2 *Pendientes*

El desarrollo de las pendientes en el área de influencia del proyecto se puede observar en la Figura 5-17.

Figura 5-17: Pendientes Proyecto Cerro Negro Norte



Coordenadas UTM, Datum PSAD56. Dibujo: A. Picart. Fuente: Levantamiento SIG de Atacama

5.4.4.1.2.1 Sector Cerro Negro Norte

Área Industrial

El área se encuentra caracterizada por la presencia de dos microcuencas y una divisoria, en la que se encuentran las mayores pendientes, correspondiendo esta al área de minado.

Acueducto de Complemento

Al igual que en el caso anterior, el Acueducto se desarrolla en planicies basculada de entre 0° y 20°, principalmente en las área de la Sierra Pajas Blancas y la bajada al Llano Chamonate.

5.4.4.1.2.2 Sector Acueducto/Concentraducto

En la Figura 5-17 se observa que el ducto se desarrollará en general entre planos basculados de pendientes máximas de 20°, las que se registran principalmente en el sector de Quebrada Corralillo y Primera y Segunda Pampa Dura, respectivamente.

5.4.4.1.3 Morfología Asociada

Apoyándose en un modelo propuesto por Marsh en 1978 podemos definir ciertas características geomorfológicas del área de influencia, en función de la pendiente asociada, lo que muestra la Tabla 5-9.

Tabla 5-9: Relaciones Grado de Pendiente / Geomorfología (Según Marsh 1978)

Pendiente (Grados)	Proceso (Erosión / Deposición)	Textura del Suelo	Tipo Geomorfológico
0° – 5°	Depósito fluvial	Arcillas, limos, arenas con partículas mayores	Llanura de inundación
5° – 10°	Escorrentía, depósito de rocas	Gruesa, con mezcla de arena, limo y arcilla	Pie de ladera o terraza
10° – 20°	Transicional		
20° – 40°	Depósitos de rocas	Muy gruesa	Taludes y conos de desmoronamiento

Pendiente (Grados)	Proceso (Erosión / Depositación)	Textura del Suelo	Tipo Geomorfológico
40° – 60°	Transicional		
60° – 90°	Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos)	Ninguna (roca madre compacta y/o alterada)	Escarpe, cuesta, risco

En función de la aplicación de la Tabla 5-9 al análisis de la Figura 5-17, podemos señalar que el desarrollo del proyecto, en sentido sur – norte se presenta de la siguiente forma:

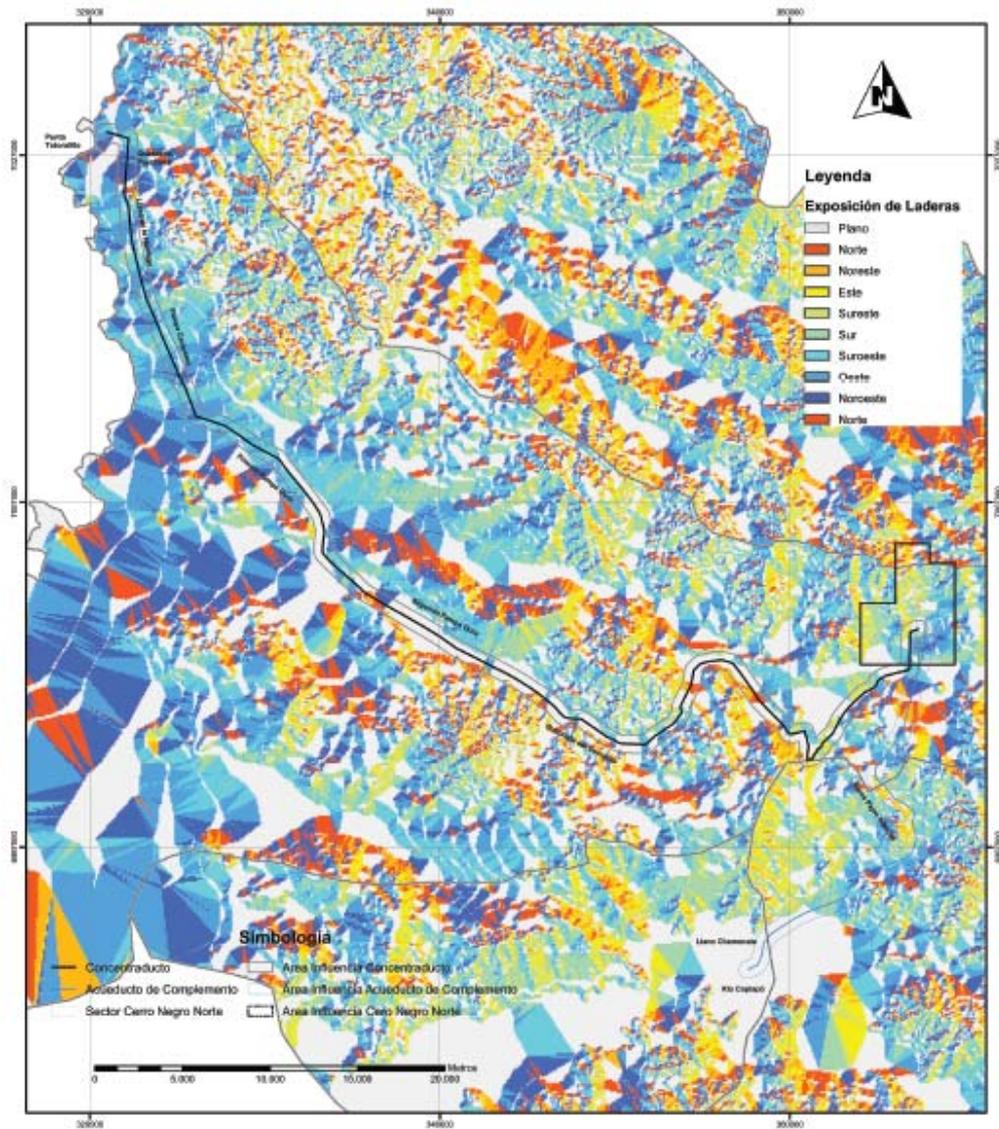
- El proyecto comienza con el desarrollo del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) dentro del área de influencia de las planicies del Copiapó, correspondientes a las de un depósito fluvial. Esta área se extiende hasta entrada en la Sierra Pajas Blancas, donde manifiestan pendientes más abruptas, de tipo transicional (10° - 20°).
- El desarrollo del Acueducto/Concentraducto se realizará por unas semiplanicies de disposición de material fino, correspondientes a una zona de escorrentía (5° - 10°), la que adopta posteriormente características de planicie.

5.4.4.1.4 Exposición de Laderas

Al analizar la Figura 5-18, se observa que:

- El trazado del Acueducto/Concentraducto se desarrolla por una serie de cajones de diversas orientaciones para finalmente desembocar en una planicie basculada en sentido poniente (oeste), en lo que denominamos las planicies costeras.
- Se continúa en este mismo régimen, interrumpido ocasionalmente por quebradas, hasta llegar a Punta Totalillo, sitio de localización del puerto de embarque del mineral.

Figura 5-18: Orientación de Laderas Proyecto Cerro Negro Norte



Coordenadas UTM, Datum PSAD56

5.4.4.2 Geomorfología Descriptiva

La cartografía geomorfológica señalada en el Sistema de Información Geográfica de la Región de Atacama (Figura 5-13 más atrás), indica que el trazado de los ductos surcará las siguientes unidades morfológicas:

- El Acueducto de Complemento se inicia en las terrazas fluviales del río Copiapó, surcando el llano Chamonate en dirección norte hacia sectores de serranías, aumentando su altitud hasta llegar al Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte.
- El Acueducto/Concentraducto sigue una orientación este-oeste, atravesando la cordillera de la costa.
- Finalmente llega a un sector de planicies litorales, sobre las cuales retoma la orientación norte hasta llegar a Punta Totalillo.

5.4.4.3 Conclusiones Geomorfológicas del Área del Proyecto

El sistema morfológico por el cual se desarrolla el trazado de los ductos analizados corresponden en general al dominio del semiárido, con remanentes de cordones transversales y presencia de una cordillera de la costa disectada por una serie de valles y pampas de origen aluvial y fluvial, finalmente, el sector costero presenta una clara influencia marina, surcando planicies de abrasión marina y depositación eólica.

5.4.5 Hidrología e Hidrogeología

El AID de este componente ambiental incluye el acuífero que será interceptado por los rajos mineros (Área Industrial Sector Cerro Negro Norte). El AII corresponde a los recursos hidrogeológicos que subyacen el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte.

El yacimiento de Cerro Negro Norte, corresponde a un yacimiento vetiforme que aflora en superficie con una longitud de 3.000 m y una potencia de 200 m, constituyendo un recurso de más de 260 millones de toneladas entre recursos magnéticos y no magnéticos.

5.4.5.1 *Descripción de la Cuenca Hidrográfica*

El Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte se ubica fuera de la cuenca hidrográfica del Río Copiapó. La sub-cuenca hidrográfica que encierra el yacimiento tiene una superficie de aproximadamente 20 Km² y esta formada superficialmente por lomajes suaves rodeado por cerros apuntados. El terreno muestra evidencia de aluviones, productos de lluvias torrenciales en el pasado, sin embargo, en la actualidad, no existe escorrentía superficial.

5.4.5.2 *Datos Meteorológicos*

La Tabla 5-10 resume los datos pluviométricos obtenidos en las estaciones meteorológicas de Caldera (10 m.s.n.m) y Copiapó (380 m.s.n.m).

Se observan condiciones desérticas con una tasa de precipitación media anual de aproximadamente 20 mm/año. Sin embargo, cuando se presenta el evento del Niño (tal como ocurrió en 1982, 1987, 1992 y 1997) se registran precipitaciones muy superiores a la media. A su vez, también es común la ocurrencia de años sin registro de precipitaciones o con valores especialmente bajos (precipitación anual inferior a 10 mm) (Golder 2006).

Tabla 5-10: Datos Pluviométricos Regionales

Estación	Altura (msnm)	Años Registros	Promedio (mm/año)	PE 10% (mm/año)	PE 50% (mm/año)	PE 85% (mm/año)
Caldera	10	9 (1992-2000)	23,1	95,5	8,4	0,3
Copiapó	380	30 (1971-2000)	19,6	133,5	0,5	0,0

Fuente: Golder 2006

Se asume que la evaporación potencial anual varía entre 1.400 y 1.900 mm/año (Golder 2006, Artois 2006). Bajo estas condiciones climáticas, se produce una recarga de agua subterránea poco sostenida y muy limitada.

5.4.5.3 *Descripción y Análisis de Datos*

A través de una interpretación y análisis de los datos existentes, se presenta un modelo hidrogeológico conceptual. El modelo conceptual permite simplificar las condiciones naturales pues identifica solamente los aspectos más importantes que controlan el régimen hidrogeológico.

El modelo conceptual es una hipótesis que representa la mejor interpretación de las condiciones hidrogeológicas, en base de los datos recopilados hasta el momento. Datos adicionales obtenidos a través de pruebas *in situ* y monitoreo pueden mejorar la interpretación sucesivamente.

5.4.5.4 *Marco Geológico*

El yacimiento Cerro Negro Norte forma parte de la franja ferrífera chilena, un cinturón mineralizado de aproximadamente 600 Km de longitud y unos 30 Km de ancho que se ubica en la Cordillera de la Costa de las Regiones de Atacama y Coquimbo. La franja coincide con la línea de emplazamiento de las rocas intrusivas (Cretácico Superior) y estructuras regionales antiguas (Mega Falla de Atacama).

En la zona de contactos con las rocas estratificadas (lavas, brechas y sedimentos del Cretácico Inferior) se produce una faja metamórfica de contacto la cual hospede la mineralización de hierro (CMP 2006).

Fallas y fracturas de tendencia N, S y NNE se ubican paralelos a las estructuras regionales y se constituyen en el lugar propicio para el relleno y la depositación de la mineralización de hierro. Adicionalmente, se identifican estructuras de rumbo WNW produciendo una

serie de bloques con movimientos de desplazamiento horizontal y vertical. En este modelo estructural se reconocen los distintos bloques de Cerro Negro Norte hasta Cerro Negro Sur y especialmente la gran falla Emplantillado que mueve el primer depósito con respecto al segundo en aproximadamente 300 m (CMP 2006).

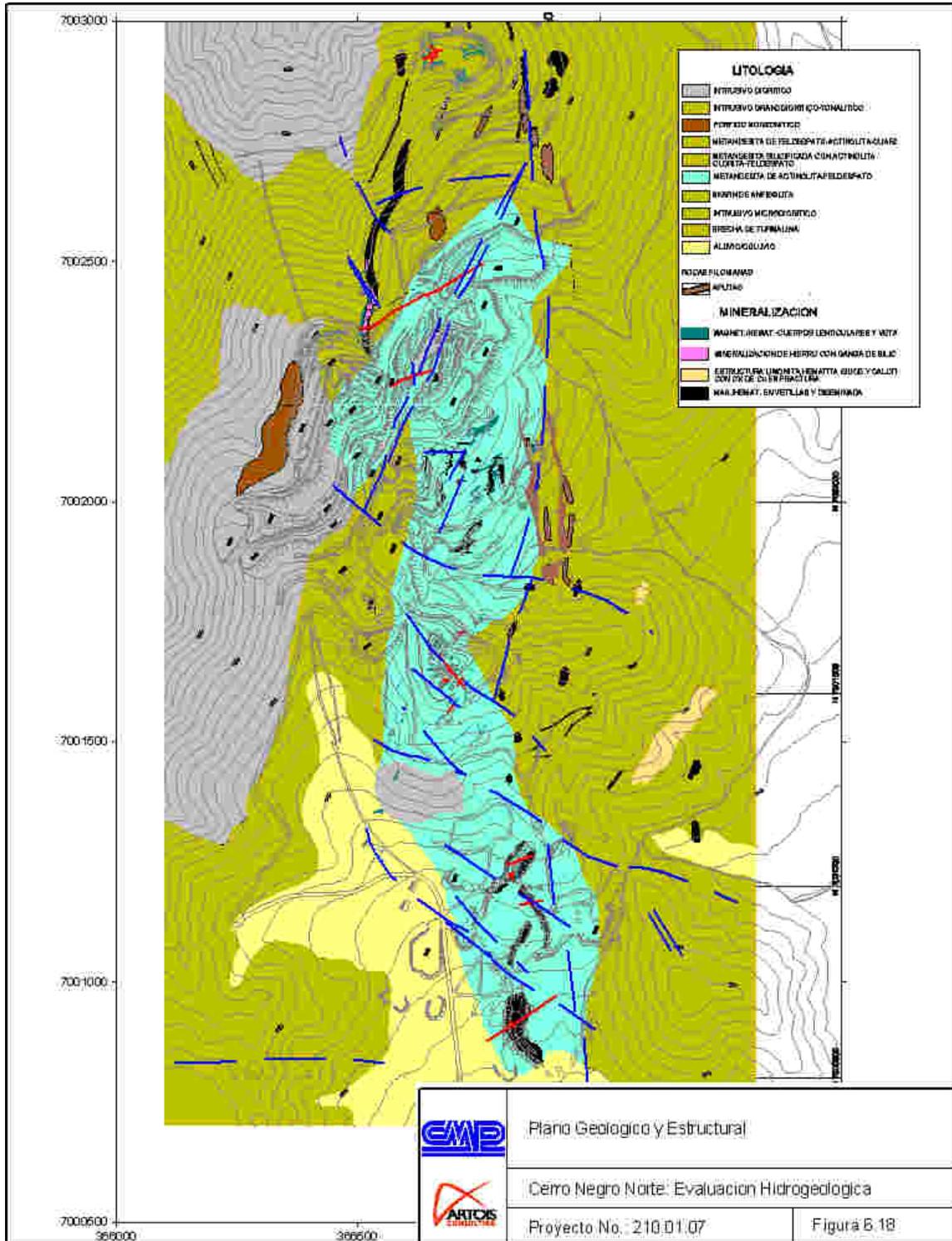
5.4.5.4.1 *Geología Local y Estructural*

La Figura 5-19 presenta la geología local y las estructuras principales en el área del yacimiento. Actualmente, se está realizando una campaña de sondajes geotécnicos en las afueras del cuerpo mineralizado para definir las unidades y estructuras periféricas.

Aparte de los depósitos superficiales (aluvio y coluvio) al sur y este del área minera, pueden distinguirse 4 tipos de litología, 3 tipos de mineralización y 4 lineamientos estructurales importantes, siendo estos:

- **Litología:** Las unidades geológicas comprenden los cuerpos intrusivos (tal como diorita, microdiorita, granodiorita y pórfido monzonítico), meta-andesita (con actinolita), skarn (con anfibola) y brechas (de turmalina). La meta-andesita, la cual forma el cuerpo mineralizado más voluminoso, tiene una orientación N-S;
- **Mineralización:** La mineralización se presenta como hierro masivo en la meta-andesita, magnetita y hematita (en cuerpos lenticulares, vetas, vetillas y diseminado), y relleno en fracturas (junto con óxidos de Cu, calcita y clorita);
- **Estructuras:** Las familias de estructuras sub-verticales principales son N-S, NE y (W)NW. También se reconoce un set sub-horizontal con rumbo NW y manto SW.

Figura 5-19: Plano Geológico y Estructural



Para fines de identificación, el área del yacimiento está subdividido en 5 sectores (Beduino, Augusta, Abanderada, Veta Central y Cata Alfaro). En base del mapeo superficial (Ingeroc 2006) y los sondajes de exploración (CMP 2004-2006), se resumen la litología y análisis estructural por cada sector en la siguiente Tabla.

Tabla 5-11: Resumen de la Litología y Análisis Estructural

Sector	Litología	RQD ⁽¹⁾	FF ⁽¹⁾ (m ⁻¹)	K ⁽¹⁾⁽²⁾ (m/s)
Beduino	Meta-Andesita	84 (56-100)	4 (0-8)	2x10 ⁻⁷ (3x10 ⁻¹² - 5x10 ⁻⁵)
	Meta-Andesita con Fe masivo	76 (23-97)	6 (2-14)	4x10 ⁻⁵ (2x10 ⁻⁶ - 2x10 ⁻⁴)
Augusta	Meta-Andesita ⁽³⁾	87 -	3 -	2x10 ⁻⁵ -
	Meta-Andesita con Fe masivo	87 (49-100)	4 (0-10)	3x10 ⁻⁵ (2x10 ⁻⁶ - 7x10 ⁻⁴)
Abanderada	Meta-Andes. con Fe masivo ⁽³⁾	85 -	3 -	2x10 ⁻⁶ -
	Fe masivo	91 (85-99)	4 (3-5)	7x10 ⁻⁶ (3x10 ⁻⁷ - 3x10 ⁻³)
	Diorita	77 (66-89)	4 (3-4)	3x10 ⁻⁶ (3x10 ⁻⁷ - 3x10 ⁻⁵)
Veta Central	-	-	-	-
Cata Alfaro	Skarn con Fe masivo	71 (62-89)	3 (2-5)	1x10 ⁻⁶ (5x10 ⁻⁷ - 2x10 ⁻⁶)

1. La tabla muestra los valores promedios con los rangos entre paréntesis. Todos los valores sin decimales;
2. Valor K calculado en base de la frecuencia de fracturas y apertura (ver Anexo A);
3. En base de un solo dato.

La calidad de la roca ígnea-metamórfica, y su potencial de circular aguas, depende de la alteración, la cantidad y conectividad de las discontinuidades (fracturas, diaclasas, contactos litológicos, etc.). Para el análisis hidrogeológico, se destacan principalmente la intensidad de las fracturas, la apertura y su respectivo tipo de relleno (Hoek et.al. 1981).

De lo anterior, es posible concluir lo siguiente respecto al marco Geológico:

- La meta-andesita con hierro masivo demuestra el más amplio rango de calidad, con un valor de RQD variando entre 23 a 100. La frecuencia de fracturas mide desde 0 hasta 14/m, la cual se traduce en un extenso rango de permeabilidad (10^{-6} a 10^{-4} m/s).
- La meta-andesita sin mineralización es generalmente menos fracturada, la cual se demuestra en su valor de RQD (56-100) y una frecuencia de fracturas de 0 a 8/m. En base de estos datos, se asume que fuera de las zonas mineralizadas la roca es impermeable (10^{-12} a 10^{-8} m/s) aumentando su permeabilidad solamente a lo largo de fracturas (10^{-7} - 10^{-5} m/s).
- Las rocas de caja (tales como diorita y skarn) son generalmente de moderada a buena calidad (62-89) con una frecuencia de fractura no superior a 5/m. La permeabilidad varía entre 10^{-7} a 10^{-5} m/s.
- Hierro masivo: Generalmente, demuestra un alto valor de RQD (85-99). Sin embargo, se presentan fracturas con una apertura suficiente para elevar la permeabilidad a valores entre 10^{-7} a 10^{-3} m/s.

Los cálculos para convertir los datos geotécnicos en una estimación de permeabilidad se presentan en el Anexo 5.2. Cabe mencionar que el mapeo de celdas geotécnicas fue realizado específicamente para registrar zonas de fracturas y diaclasas. Por lo tanto, los valores de permeabilidad no son representativos por el macizo rocoso sino por estas zonas aisladas con fracturamiento.

5.4.5.5 *Niveles de Agua en Sondajes de Exploración*

El en Anexo 5.2 se presentan todos los niveles de agua medidos en los sondajes de exploración durante su perforación. En la Figura 5-20 se presenta un plano con los sondajes con registros de existencia de agua. La Tabla 5-12 presenta un resumen de los resultados por sector.

Figura 5-20: Sondajes con/sin Registros de Agua

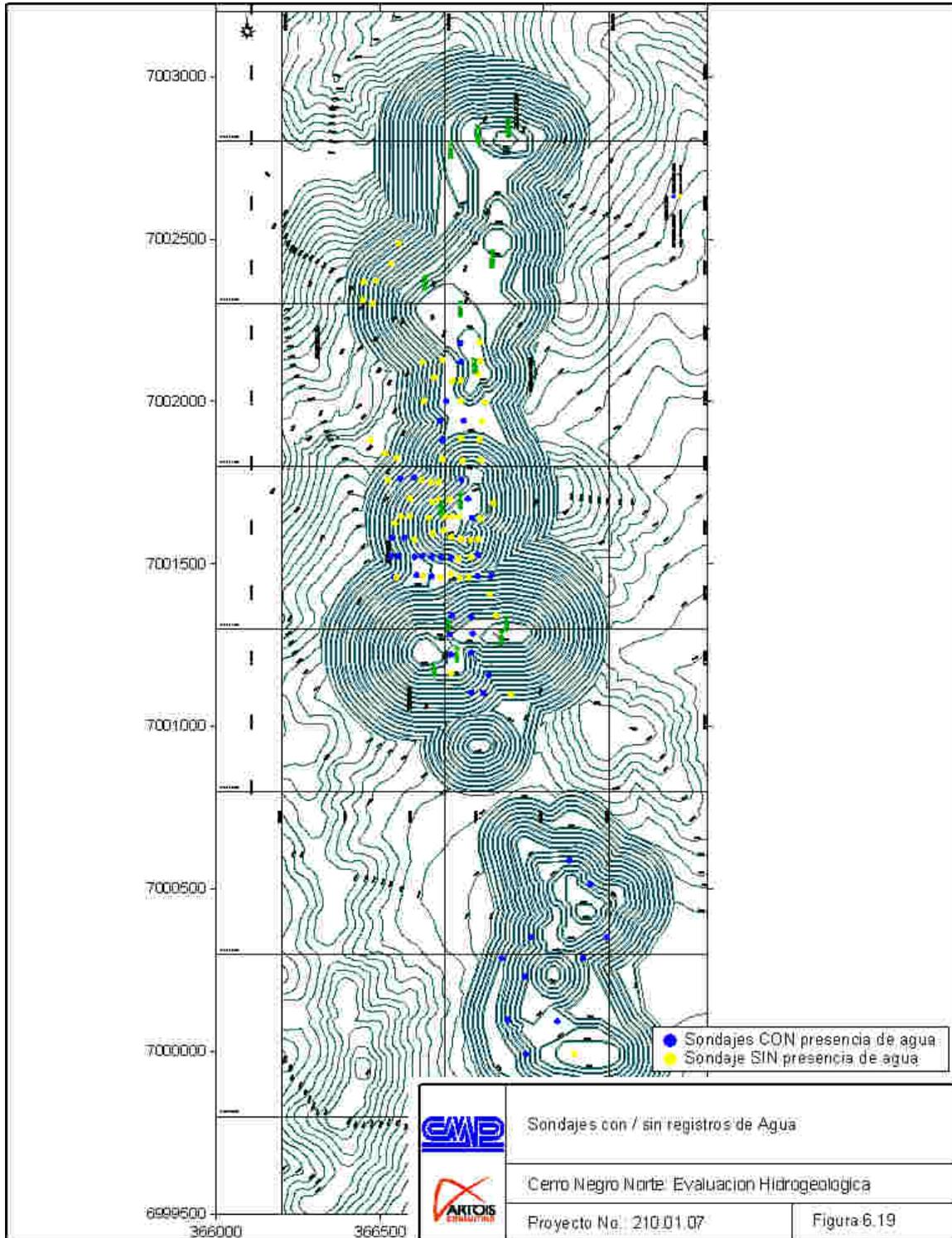


Tabla 5-12 Resumen de los Niveles de Agua Subterránea por Sector

Sector	Nivel de Agua Subterránea			
	Min. (m.s.n.m) ⁽¹⁾	Máx. (m.s.n.m)	Promedio (m.s.n.m)	Promedio (mbs) ⁽²⁾
Beduino	1.009	1.123	1.077	102
Augusta	1.103	1.211	1.137	113
Veta Central	1.138	1.238	1.193	88
Abanderada ⁽³⁾	-	-	1.175	192
Cata Alfaro	-	-	-	-

1. m.s.n.m: metros sobre nivel del mar;

2. metros bajo superficie;

3. Nivel de agua en el sector Abanderara en base de un sondaje de 192 m.

Los datos indican que el nivel de agua subterránea se encuentra generalmente entre 80 y 115 m bajo la superficie (mbs). En el sector Abanderada, en áreas que coinciden con una mayor elevación topográfica, aumenta la profundidad hasta 192 m.

En cuanto a la elevación piezométrica (medida en m.s.n.m), se aprecia una gradual disminución de los niveles hacia el sur con valores promedios bajando desde 1.193 m.s.n.m (Veta Central) hacia 1.077 m.s.n.m (sector sur). Este descenso genera un flujo de agua subterránea hacia el sur / sur-este, a un gradiente hidráulica de 0.1 (o 10%).

5.4.5.6 *Interpretación y Análisis de Datos*

A través de una interpretación y análisis de los datos existentes, se presenta un modelo hidrogeológico conceptual. El modelo conceptual permite simplificar las condiciones naturales pues identifica solamente los aspectos más importantes que controlan el régimen hidrogeológico.

El modelo conceptual es una hipótesis que representa la mejor interpretación de las condiciones hidrogeológicas, en base de los datos recopilados.

5.4.5.7 Balance de Agua Subterránea

Los recursos de agua subterránea en la sub-cuenca son creados por la infiltración de precipitaciones, la infiltración de la escorrentía y la percolación de agua subterránea a través de lineamientos estructurales.

La alta tasa de evaporación² (1.400 - 1.900 mm/año o hasta 200 veces la precipitación promedio anual) no permite la generación repetida de escorrentía superficial y subterránea. Solamente durante eventos de precipitación mayor (Ej. evento el Niño con mas de 100 mm/año) se espera una filtración mínima de agua. Sin embargo, este evento, la filtración no superaría el 9% de la tasa de precipitación a largo plazo (Houston 2006).

Bajo estas condiciones asumidas, la cuenca de Cerro Negro Norte (20 Km²) generaría aproximadamente 20.000 a 40.000 m³/año, equivalente a 1 l/s en recarga de agua subterránea³.

5.4.5.8 Análisis de Flujo de Agua Subterránea

- Se presenta una dirección de flujo de agua subterránea hacia el sur y sur-este a través de un gradiente hidráulica de 0.1 (10%). Esta gradiente es relativamente alta, indicando la baja permeabilidad de los estratos;
- Las estructuras WNW parecen inducir un grado de permeabilidad y canalizan el agua subterránea. Este drenaje subterráneo coincide con la orientación de las quebradas visibles en la superficie;
- Aunque menos evidente, las estructuras NE parecen obstruir el drenaje de agua subterránea, formando barreras impermeables.

5.4.5.9 Estimación de Parámetros Hidrogeológicos

Los parámetros hidrogeológicos presentados en la Tabla 5-13 representan órdenes de magnitud que fueron basados en las características geotécnicas y rangos publicados en la literatura técnica (Envirobase 2006).

² Debido a la mínima precipitación y la alta tasa de evaporación, no existe prácticamente vegetación. Por lo tanto, en esta estimación preliminar, no se considera la pérdida debido a la evapo-transpiración.

³ El cálculo se basa en una tasa de infiltración de 1 a 2 mm/año multiplicado por el área de la cuenca.

Todas las unidades se caracterizan por una baja permeabilidad (menor a 10^{-7} m/s), la cual aumenta debido a la frecuencia y apertura de fracturas (10^{-7} a 10^{-5} m/s). Consecuentemente, la transmisividad se mantiene en rangos menores de 200 m²/día. Se aprecia el reducido coeficiente de almacenamiento (<1%) típico para rocas fracturadas, el cual puede subir en zonas meteorizadas.

Tabla 5-13 Estimación de Parámetros Hidrogeológicos

Unidad Geológica	Valor K ⁽¹⁾ (m/s)	Espesor Sat. ⁽²⁾ (m)	Valor T ⁽³⁾ (m ² /d)	Valor S ⁽⁴⁾ (%)
Roca Ígnea-Metamórfica Sin Fracturas	10^{-12} - 10^{-8}	200	≤0.1	0.001-0.1
Meta-Andesita Fracturada	10^{-7} - 10^{-5}	200	2-200	0.01-1
Meta-Andesita Meteorizada	10^{-7} - 10^{-5}	10	0.1-10	0.1-10
Meta-Andesita con Fe ⁽⁵⁾	10^{-6} - 10^{-5}	200	20-200	0.01-1
Rocas de Caja (Diorita, Skarn)	10^{-7} - 10^{-5}	200	2-200	0.01-1

1. Valor K: valor de conductividad hidráulica saturada;
2. Espesor saturada representa el espesor entre el nivel piezométrico y el fondo del rajo final;
3. Valor T: valor de transmisividad;
4. Valor S representa el coeficiente de almacenamiento;
5. Valores mayor de 10^{-5} m/s fueron eliminados porque no coinciden con el rango habitual presentado en la literatura técnica para estos tipos de rocas.

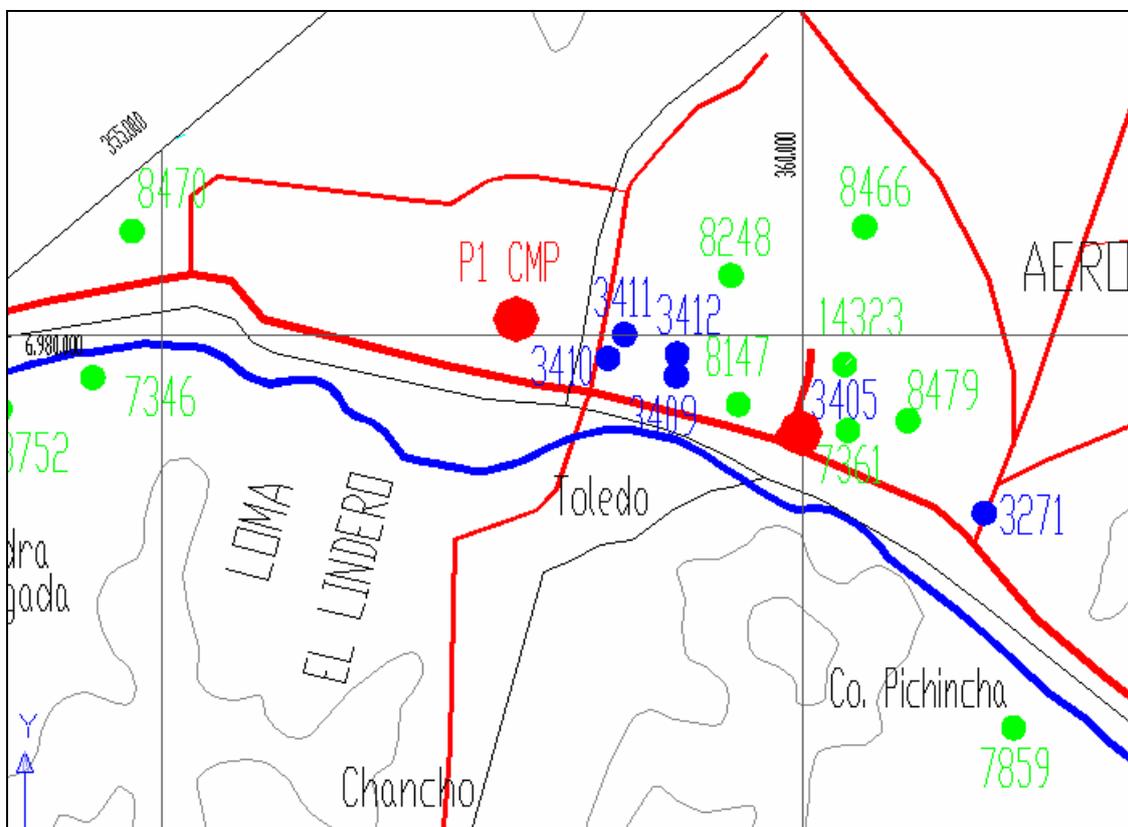
5.4.5.10 Conclusiones del Modelo Conceptual

1. El área del yacimiento se caracteriza por unidades geológicas poco permeables, constituyendo formaciones ígneas y metamórficas. Sin embargo, las fracturas y diaclasas, especialmente aquellas sin relleno de arcilla, permiten la filtración y la circulación de agua subterránea a profundidades mayores de 100 m.
2. Por lo tanto, bajo 100 m de profundidad (es decir: 1000 a 1200 m.s.n.m), el desarrollo minero se podrá ver afectado por la presencia de agua subterránea. Considerando un rajo de 300 m de profundidad, se estima que alrededor de 30 a 50% de los recursos de hierro se encuentra actualmente bajo el nivel piezométrico de agua.
3. La alta tasa de evaporación y la actividad minera (retiro del mineral saturado) actuarán reduciendo el posible impacto de la presencia de agua en el rajo.

5.4.5.11 Acueducto de Complemento

Los derechos de agua para el proyecto se obtendrán de tres pozos existentes en el sector Toledo de la Parcelación Piedra Colgada, en la comuna de Copiapó (Figura 5-21). El Pozo 1 se ubica en la Parcela N°32 y tiene derechos de aprovechamiento consuntivo de aguas subterráneas, de ejercicio permanente y continuo, por un caudal de 60 l/s. Los pozos se encuentran en el 2° distrito de aguas subterráneas de la cuenca del río Copiapó y suman un caudal de 150 l/s.

Figura 5-21: Ubicación Pozos



- Pozos Cerro Negro Norte
- Derechos subterráneos otorgados
- Solicitudes de aguas subterráneas

5.4.6 Suelos

El AID de este componente incluye el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación). El AII corresponde a una faja adicional adyacente de 20 m a cada lado de los trazados y vías de acceso al Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.4.6.1 *Suelos a Nivel Regional*

La multiplicidad de geoformas presentes en la región condiciona la distribución espacial de las temperaturas y precipitaciones, lo que a su vez determina la formación y distribución de suelos en la región. A nivel regional, los tipos de suelo se distribuyen de la siguiente manera (Rovira, A., 1983):

1. La Zona Noroeste de la región (que forma parte de las cuencas altiplánicas) se caracteriza por presentar suelos del orden de los Histosoles y Litosuelos, los primeros corresponden a suelos orgánicos que tienen su origen en la producción de materia orgánica en forma más rápida que su mineralización, debido a que están en condiciones de saturación de agua casi continua y se desarrollan en cotas relativamente deprimidas; los segundos, son suelos delgados, influidos por el tipo de roca madre debido a poca evolución temporal o a su desarrollo en grandes pendientes.
2. Una franja de Xerosoles Cálcidos y Litosuelos recorre de norte a sur la zona de cuencas altiplánicas y las zonas de la Cordillera de Domeyko y de los Andes. Los Xerosoles son suelos propios de climas áridos y se caracterizan por ser suelos profundos, de textura de migajón arcillosa, de color amarillento o rojizo; se derivan de rocas arcillosas y calcáreas y su estructura es en forma de bloques. Los Xerosoles Cálcidos presentan movimientos de carbonato dentro del perfil. Por otra parte, están los Litosuelos, los cuales, además, se limitan a una porción de Sierras Transversales al sur-este de la región.
3. Entre los 69° y 70° de longitud W y desde el límite norte de la región hasta aproximadamente los 28° de latitud S, se emplazan los Regosoles con costras salinas. Esta zona comprende la precordillera de Domeyko y el sector norte de la Pampa Ondulada. Estos son suelos de tipo azonales inmaduros o brutos, con horizontes mal desarrollados sobre depósitos muy recientes como aluviones, arenas y dunas.

4. La Pampa Ondulada Austral y parte de la Cordillera de la Costa, al norte del valle del río Copiapó y la Pampa Transicional al sur y noroeste del río Huasco se caracterizan por presentar suelos del orden de los Cambrisoles Ocritos. Por otra parte, en el límite regional, al norte de éstos, en una pequeña porción, se encuentran los Protosuelos con costras salinas. Los Cambrisoles son suelos con un color y estructura distinta al material originario con translocación de carbonatos. Los Protosuelos no presentan un horizonte A diferenciado, aparecen en las etapas finales de degradación de suelos pardos o “rankers” o bien en etapas iniciales de otros suelos sobre zonas rocosas.
5. En la franja comprendida por la Pampa Transicional, entre el valle del río Copiapó y el valle del río Huasco, los suelos son del tipo Xerosoles Cálcidos.
6. Las zonas comprendidas por los valles del río Copiapó y Huasco, presentan suelos del tipo Fluviosoles. Éstos son suelos poco evolucionados a partir de materiales fluviales recientes. En la zona litoral, en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa, los suelos son principalmente Aridisoles. Debido a la presencia de neblinas costeras y su consecuente aporte de humedad se favorece el desarrollo de procesos pedogenéticos y la presencia de cubierta vegetal de relativa importancia (IGM, 1983). Los Aridisoles se distribuyen por la franja costera desde Iquique al sur de la ciudad de La Serena. Éstos son suelos formados en regiones áridas, que permanecen secos y desprovistos de vegetación y donde las partículas finas son arrastradas por el viento. El perfil característico de estos suelos presenta un horizonte A de 5 a 20 cm de espesor, de color pardo claro a rosado con contenido muy bajo de materia orgánica. El horizonte B manifiesta mayor espesor, su tonalidad es más rojiza, de textura más fina y con un mayor contenido de materia orgánica. El horizonte subyacente presenta mayor contenido de calcio y en algunas ocasiones aparece como un horizonte cementado con cal y sílice, pasando a ser parte del suborden orthids.

De acuerdo a la clasificación de la UNESCO- FAO (1970), los suelos presentes en la zona norte del litoral de la Tercera Región de Atacama, corresponden a Yermosoles Cálcidos, que corresponden a suelos característicos de los climas áridos y típicos de las planicies costeras desérticas, de baja concentración salina (Zamora, 1973). Actualmente, a este tipo de suelos se les conoce como Calcisoles (antes xerosoles y yermosoles; FAO, 1970) y se describen como suelos propios de zonas áridas y semiáridas en donde la deficiencia de humedad impide el lavado de sustancias solubles (como sales y carbonatos). Esta limitante impide que se desarrollen suelos profundos y hace que los aportes de materiales orgánicos sean mínimos. Presentan acumulaciones, en mayor o menor grado, de carbonatos, especialmente de calcio en su perfil. El potencial agrícola de estos suelos puede llegar a ser alto si se cuenta con infraestructura de riego; aunque en este caso, se potencia su susceptibilidad a la salinización y encostramiento superficial, dado que el arrastre de sales

se presenta preferentemente hacia la superficie del suelo por los altos índices de evaporación. También se usan para pastoreo extensivo (Sommer y Cram).

5.4.6.2 *Suelos en el Área del Proyecto*

Los suelos de en el área del proyecto corresponden a suelos cambisoles, Fluviosoles, Yermo Cálxico y Xero Calcico como se observa en la Figura 5-22.

5.4.6.2.1 *Cambisoles-Ócricos*

Formación edáfica coincidente con las arcillas de descalcificación que se desarrollan en zonas de pendientes más favorables, coincidentes en la mayoría de los casos con las grandes zonas aplanadas de los cerros.

Se trata de suelos arcillosos, descarbonatados, de intenso color rojo y de características en superficie móllicas u ocrícas en función de sus contenidos de materia orgánica.

Son suelos ricos óxidos de hierro.

5.4.6.2.2 *Fluviosoles*

Constituyen formaciones relacionadas con los depósitos recientes asociados a los actuales cursos fluviales que discurren por la zona de estudio.

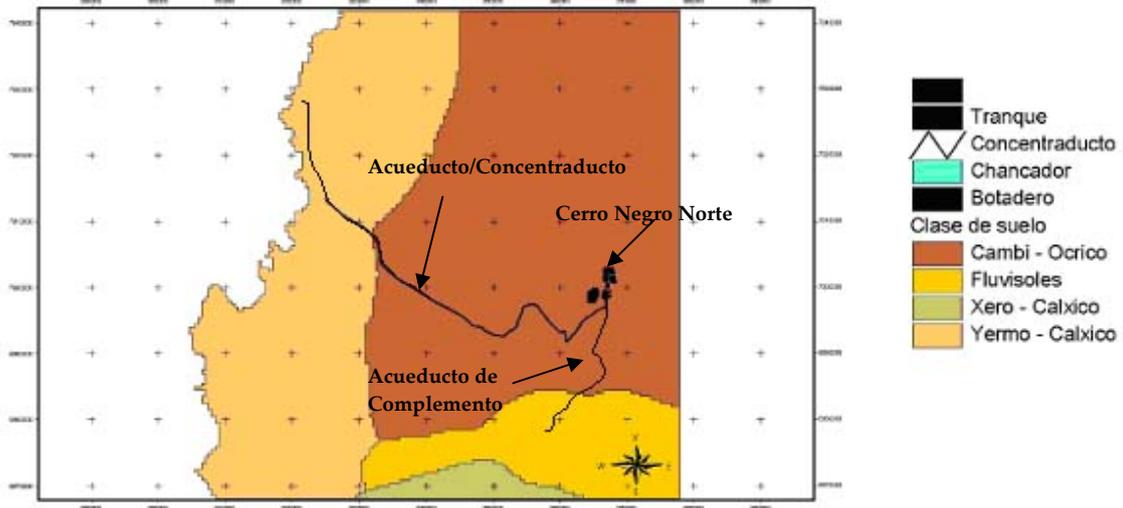
5.4.6.2.3 *Yermo cálxico*

Son suelos yermos con horizontes cálxicos en superficie.

5.4.6.2.4 *Xero-cálxico*

Constituyen suelos con horizontes cálxicos a los 125 cm de profundidad superficial del perfil y ausencia de horizontes argílicos sobre el horizonte cálxico

Figura 5-22: Suelos en el Área del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

5.4.7 Ruido

En los sectores del proyecto no se identifican receptores sensibles al ruido que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento de la normativa aplicable. Por lo tanto, no se ha considerado necesario establecer una línea de base de ruido ni definir áreas de influencia.

5.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO TERRESTRE

5.5.1 Vegetación

El AID de este componente ambiental incluye el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación). El AII corresponde a una faja adicional adyacente de 20 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.5.1.1 Antecedentes Bibliográficos

Según la clasificación de Gajardo⁴, el área del proyecto se inserta dentro de la *Región del Desierto* que se extiende desde el extremo norte de Chile, en el límite internacional, hasta el Valle del Elqui en la IV Región. Aunque limita al oeste con la costa oceánica es, principalmente, un desierto interior que abarca desde los acantilados y roqueríos costeros hasta las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes, incluyendo las serranías de la Cordillera de la Costa y las grandes depresiones interiores.

Dada su gran extensión y sus características geográficas que condicionan variaciones locales del medio, esta región se subdivide en cuatro Sub-regiones. El área del proyecto se inserta en tres de ellas pues el extremo occidental del trazado del concentrado se ubica en la Subregión del *Desierto Costero* mientras que el tramo más oriental de este trazado y el área de la mina se ubican en la zona de transición entre la *Subregión del Desierto Absoluto* y la *Subregión del Desierto Florido*.

Cada una de estas subregiones se divide en diferentes formaciones que corresponden a la manifestación de la vegetación frente a las variaciones locales del ambiente dadas, principalmente, por la topografía y la influencia de elementos geomorfológicos importantes que, a su vez, condicionan el comportamiento de variables como la temperatura, la humedad y el suelo.

⁴ Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.

Para el área del proyecto se describen tres formaciones vegetales, una de cada subregión. Estas son:

- *Desierto Estepario de las Sierras Costeras* (Subregión del Desierto Absoluto), condicionado por la existencia de macizos montañosos que se encuentran situados en posición costera por lo que reciben influencia favorables para el desarrollo de vida vegetal;
- *Desierto Costero de Tal-Tal* (Subregión del Desierto Costero), que presenta vegetación, a menudo abundante, que se localiza principalmente en laderas con influencia de neblinas y en quebradas y aguadas; y
- *Desierto Florido de Los Llanos* (Subregión del Desierto Florido), que se ubica en extensas llanuras arenosas y se caracteriza por una cobertura rala de arbustos bajos pero que incluyen numerosas plantas neófitas y efímeras que surgen cuando ocurren precipitaciones.

Para las formaciones vegetales indicadas para el área, Gajardo describe diferentes asociaciones típicas que se enumeran en la Tabla 5-14.

Tabla 5-14: Asociaciones Vegetales Características del Área (Potenciales) según Gajardo

Sub Región	Formación	Asociaciones Características
Del Desierto Absoluto	Desierto Estepario de las Sierras Costeras	<i>Atriplex deserticola - Lycium minutifolium</i>
		<i>Nolana baccata - Cryptantha parviflora</i>
		<i>Nolana crassulifolia</i>
		<i>Skytanthus acutus - Hippeastrum ananuca</i>
Del Desierto Costero	Desierto Costero de Tal-Tal	<i>Nolana crassulifolia</i>
		<i>Nolana sedifolia</i>
		<i>Mathewsia incana</i>
		<i>Skytanthus acutus</i>
		<i>Sarcocornia fruticosa - Juncus acutus</i>
		<i>Encelia tomentosa - Nolana paradoxa</i>
		<i>Acacia caven - Atriplex repanda</i>
Del Desierto Florido	Desierto Florido de los Llanos	<i>Skytanthus acutus - Hippeastrum ananuca</i>
		<i>Skytanthus acutus</i>
		<i>Encelia tomentosa - Nolana paradoxa</i>
		<i>Nolana baccata - Cryptantha parviflora</i>

Por otra parte, Luebert y Pliscoff⁵ localizan el área en tres pisos vegetacionales (Tabla 5-15):

- *Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Euphorbia lactiflua – Eulychnia saint-pieana*: caracterizado como un matorral con suculentas columnares, cuya ubicación está fuertemente determinada por la influencia de neblinas costeras que compensan, parcialmente, el déficit hídrico;
- *Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Heliotropium floridum – Atriplex clivicola*: caracterizado por ser un matorral abierto dominado por las especies mencionadas y otras especies que, en años lluviosos pueden llegar a ser muy abundantes;
- *Matorral Desértico Mediterráneo Interior de Skytanthus acutus – Atriplex deserticola*: caracterizado por ser un matorral abierto dominado por las especies mencionadas y otras especies que, en años lluviosos, pueden llegar a ser muy abundantes.

Tabla 5-15: Comunidades Vegetales Características del Área (Potenciales), según Luebert y Pliscoff

Piso Vegetacional	Comunidades Zonales en intrazonales
Matorral Desértico Mediterráneo Costero <i>Euphorbia lactiflua – Eulychnia saint-pieana</i>	<i>Eulychnia saint-pieana – Euphorbia lactiflua</i>
	<i>Euphorbia lactiflua</i>
Matorral Desértico Mediterráneo Costero de <i>Heliotropium floridum – Atriplex clivicola</i>	<i>Nolana baccata- Tetragonia maritima</i>
	<i>Frankenia chilensis</i>
	<i>Eulychnia breviflora – Oxalis gigantea</i>
	<i>Nolana spp - Skytanthus acutus</i>
	<i>Skytanthus acutus</i>
Matorral Desértico Mediterráneo Interior de <i>Skytanthus acutus Atriplex deserticola</i>	<i>Acacia cavendishii – Atriplex repanda</i>
	<i>Skytanthus acutus – Hippeastrum ananuca</i>
	<i>Skytanthus acutus – Alona rostrata – Atriplex spp.</i>
	<i>Atriplex deserticola – Suaeda divaricata</i>
	<i>Atriplex clivicola – Skytanthus acutus</i>
	<i>Skytanthus acutus – Hippeastrum ananuca</i>
	<i>Skytanthus acutus</i>
	<i>Encelia tomentosa – Nolana paradoxa</i>
<i>Nolana baccata – Cryptantha parviflora</i>	
<i>Acacia cavendishii – Atriplex repanda</i>	

⁵ Luebert, F. y P. Pliscoff, 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Serie Biodiversidad. Editorial Universitaria. Stgo, Chile. 316 p.

No obstante estas clasificaciones, y como se verá más adelante, la vegetación del área por su condición de transición presenta elementos de las diferentes formaciones y pisos, en ocasiones en mezclas que no necesariamente coinciden con lo especificado en la bibliografía pues, a menudo, forman comunidades de pequeño tamaño por lo que no pueden ser individualizadas en cartografías de escala pequeña.

5.5.1.2 Vegetación del Área del Proyecto

5.5.1.2.1 *Metodología*

A efectos de realizar la descripción de la vegetación, se realizó la interpretación de una imagen Landsat Pancromática de la región, en la que se segregaron, de acuerdo a patrones morfológicos y de textura, diferentes áreas y unidades reconocibles.

Posteriormente, en terreno, se revisaron estas áreas corrigiendo la clasificación y – en la medida posible – revisando los límites espaciales de ellas. Simultáneamente, estas unidades de uso del suelo se describieron –en términos de formación vegetal, grado de cobertura y especies dominantes- en función de la metodología, corrientemente utilizada, del Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger, del CNRS de Montpellier, Francia (Carta de Ocupación de Tierras), adaptada al caso chileno por Etienne y Prado⁶ y posteriormente modificado por el equipo ejecutor del proyecto conocido como Catastro de Bosque Nativo⁷.

No obstante, y con el objeto de reconocer y representar la ocurrencia de formaciones que, naturalmente y por efectos de sitios muy restrictivos generados por la elevada altitud, a esta metodología se le ha introducido una modificación, disminuyendo el porcentaje de cobertura mínimo de las formaciones muy abiertas, quedando, entonces las diferentes formas de cobertura del suelo definidas en la forma en que se presentan en la Tabla 5-16.

Posteriormente, las unidades reconocidas en la imagen y la información colectada en terreno fueron traspasadas a planos topográficos generando, un plano de cobertura actual del suelo o plano de vegetación.

⁶ Etienne, M. y C. Prado. 1982. Descripción de la Vegetación Mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras. Conceptos y Manual de Uso Práctico. Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Ciencias Agrícolas N° 10. 120 p.

⁷ CONAF-CONAMA-BIRF. 1997. *Manual de Cartografía. Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.*

Tabla 5-16: Criterios de Clasificación de la Vegetación (Uso actual del suelo)

Cobertura del Suelo (Uso Actual)	Cobertura por Tipo Biológico (%)				
	Densidad	Arboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Urbano, Industrial	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Agrícola	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Praderas	n.a.	<5%	<5%	5 – 100%	<10%
Matorral	Muy Abierto	<5%	5 a 25%	0 – 100%	<10%
	Abierto	<5%	25 a 50%	0 – 100%	<10%
	Semidenso	<5%	50 a 75%	0 – 100%	<10%
	Denso	<5%	75 a 100%	0 – 100%	<10%
Matorral con Suculentas	Muy Abierto	<5%	5 a 25%	0 – 100%	>10%
	Abierto	<5%	25 a 50%	0 – 100%	>10%
	Semidenso	<5%	50 a 75%	0 – 100%	>10%
	Denso	<5%	75 a 100%	0 – 100%	>10%
Formación de Suculentas	n.a.	<5%	<5%	<5%	>10%
Plantación Forestal	n.a.	>25%	0 a 100%	0 a 100%	-
Plantación de Arbustos		<5%	>25%	0 a 100%	-
Bosque Nativo	Muy Abierto	5 a 25%	0 – 100%	0 – 100%	-
	Abierto	25 a 50%	0 – 100%	0 – 100%	-
	Semidenso	50 a 75%	0 – 100%	0 – 100%	-
	Denso	75 a 100%	0 – 100%	0 – 100%	-
Sin Vegetación		<5%	<5%	<5%	<5%

Fuente: Modificado de CONAF-CONAMA-BIRF.

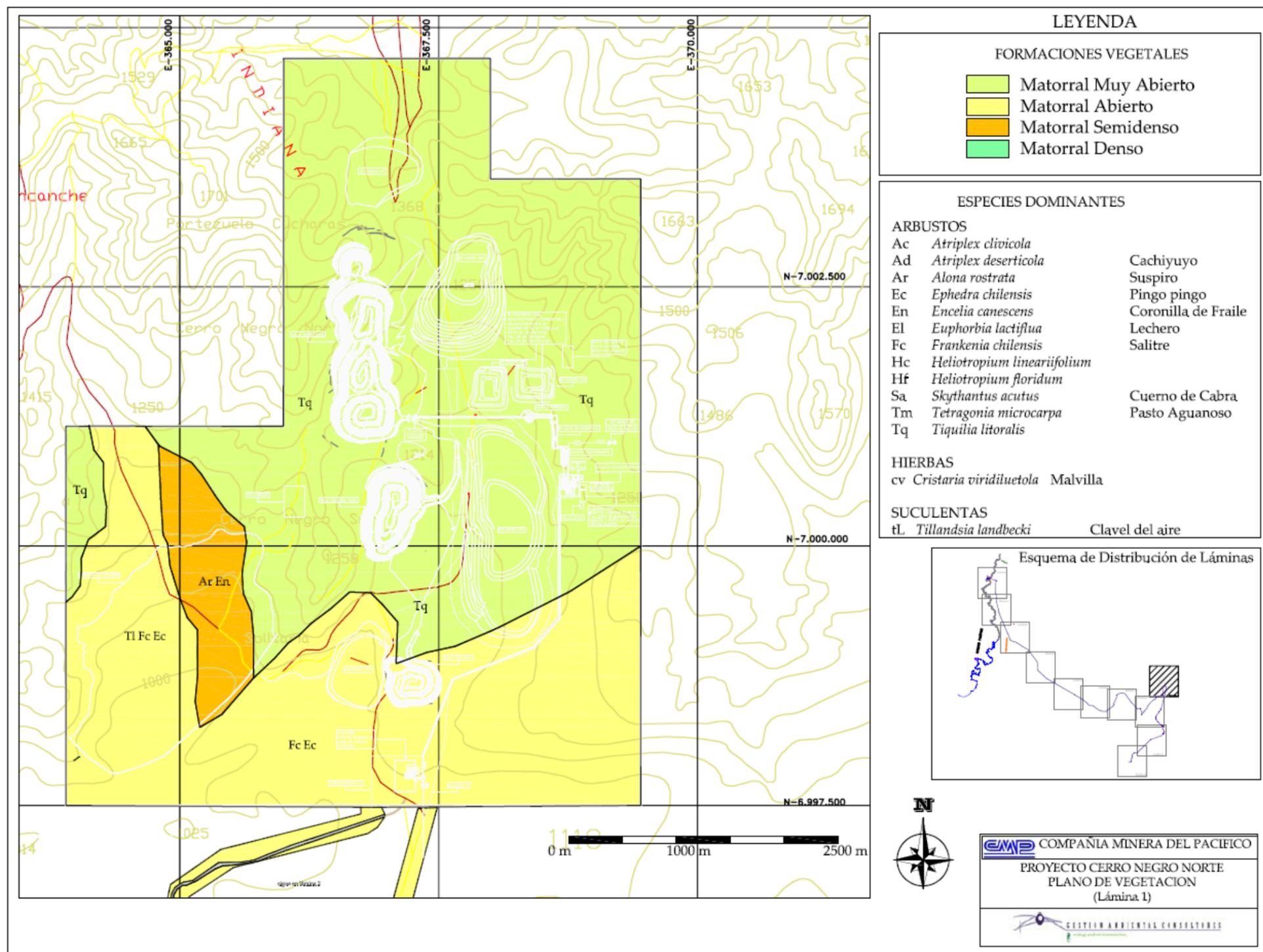
5.5.1.2.2 Vegetación del Área del Proyecto

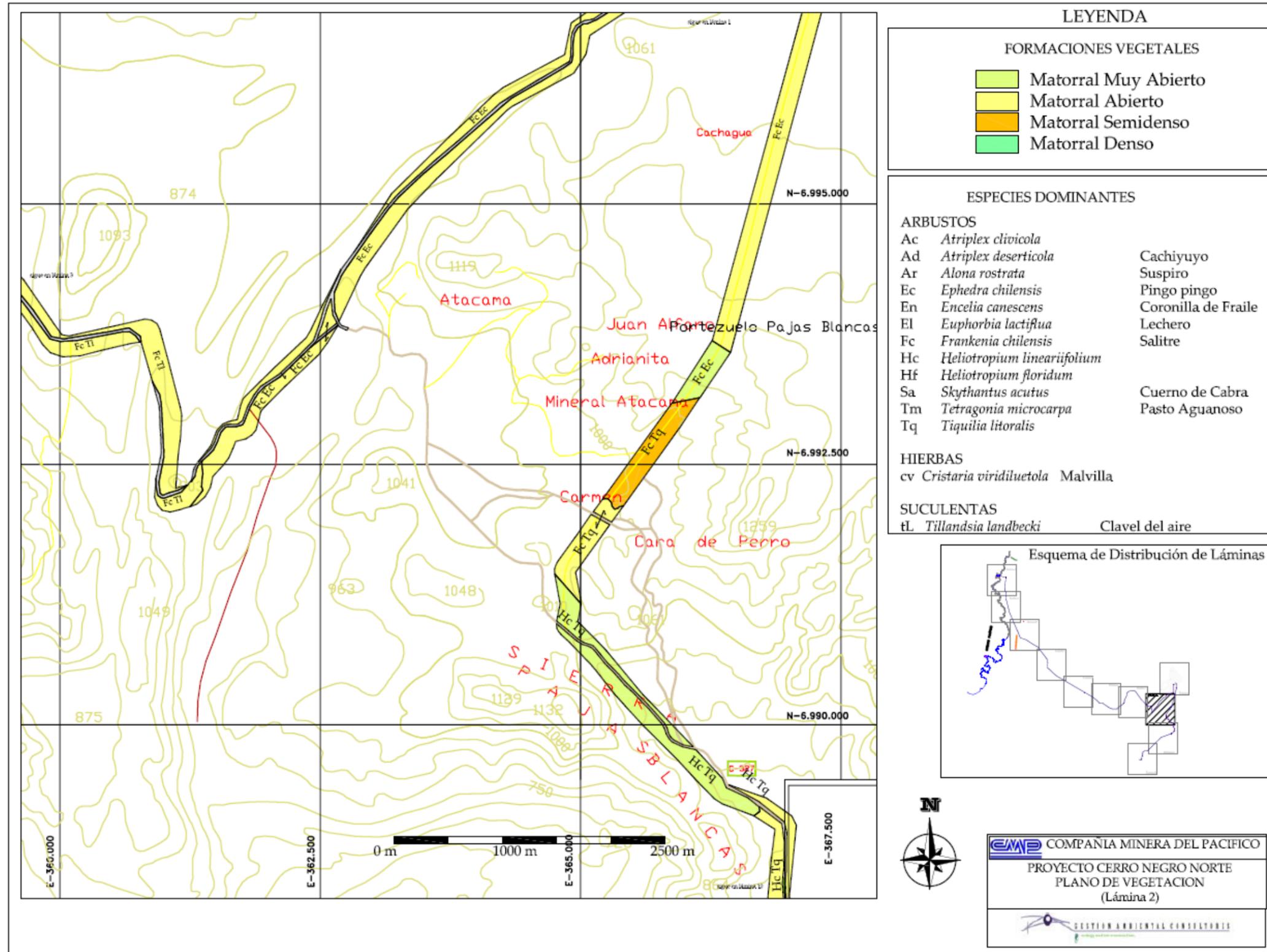
En Figura 5-23 (Láminas 1 a 11) se presenta el plano de Vegetación del área del proyecto. En la Tabla 5-17 se presenta la superficie por tipo de uso actual del suelo en el área del proyecto. En ellas se observa que, con excepción de las fajas de caminos y una pequeña fracción destinada al uso agrícola (principalmente horticultura) en las cercanías de Copiapó, casi la totalidad del área (96%) se encuentra cubierta por matorrales, lo que corresponde a una estructura vegetacional muy propia de la zona árida de Chile.

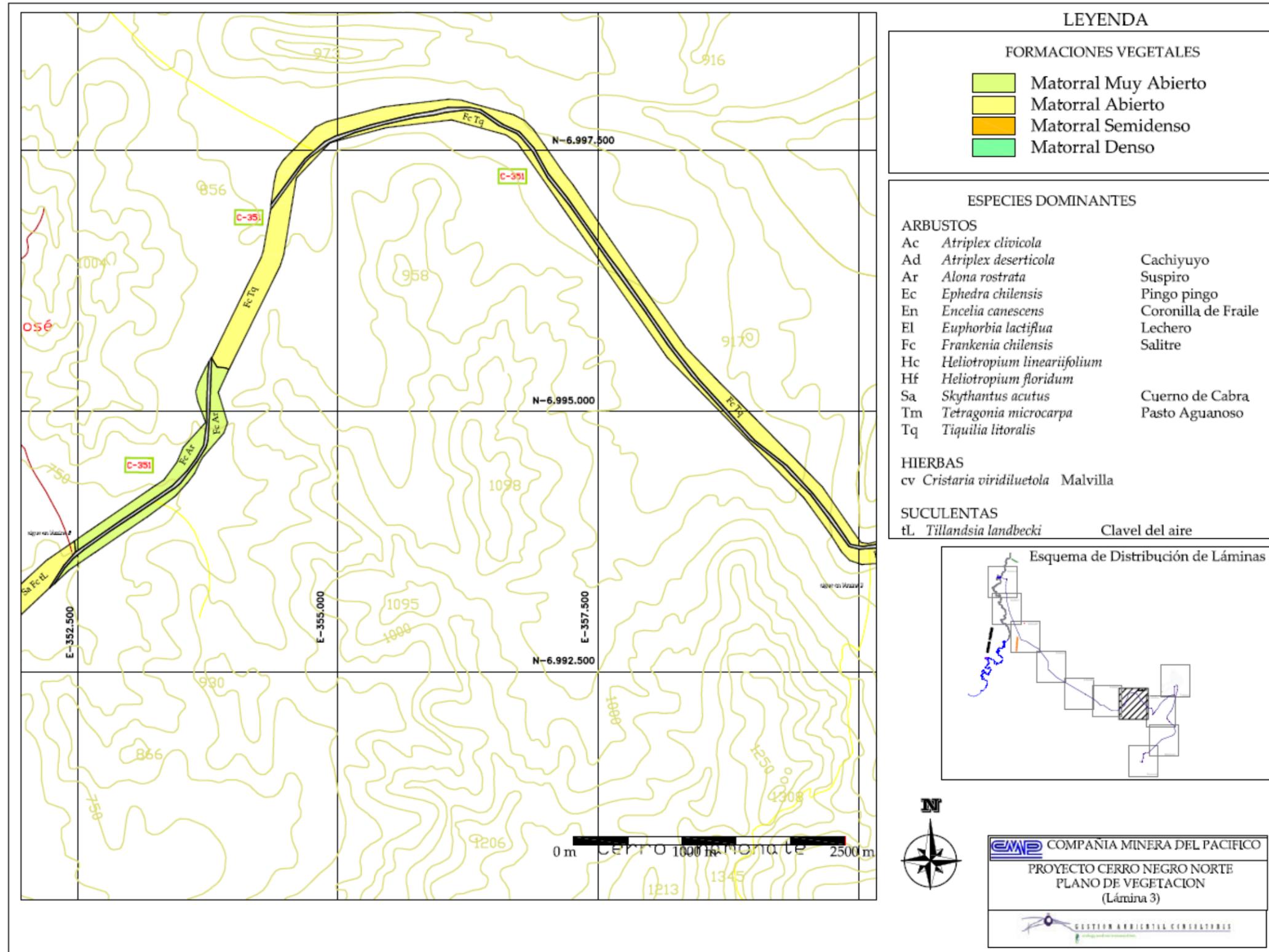
Tabla 5-17: Superficie por Uso Actual del Suelo

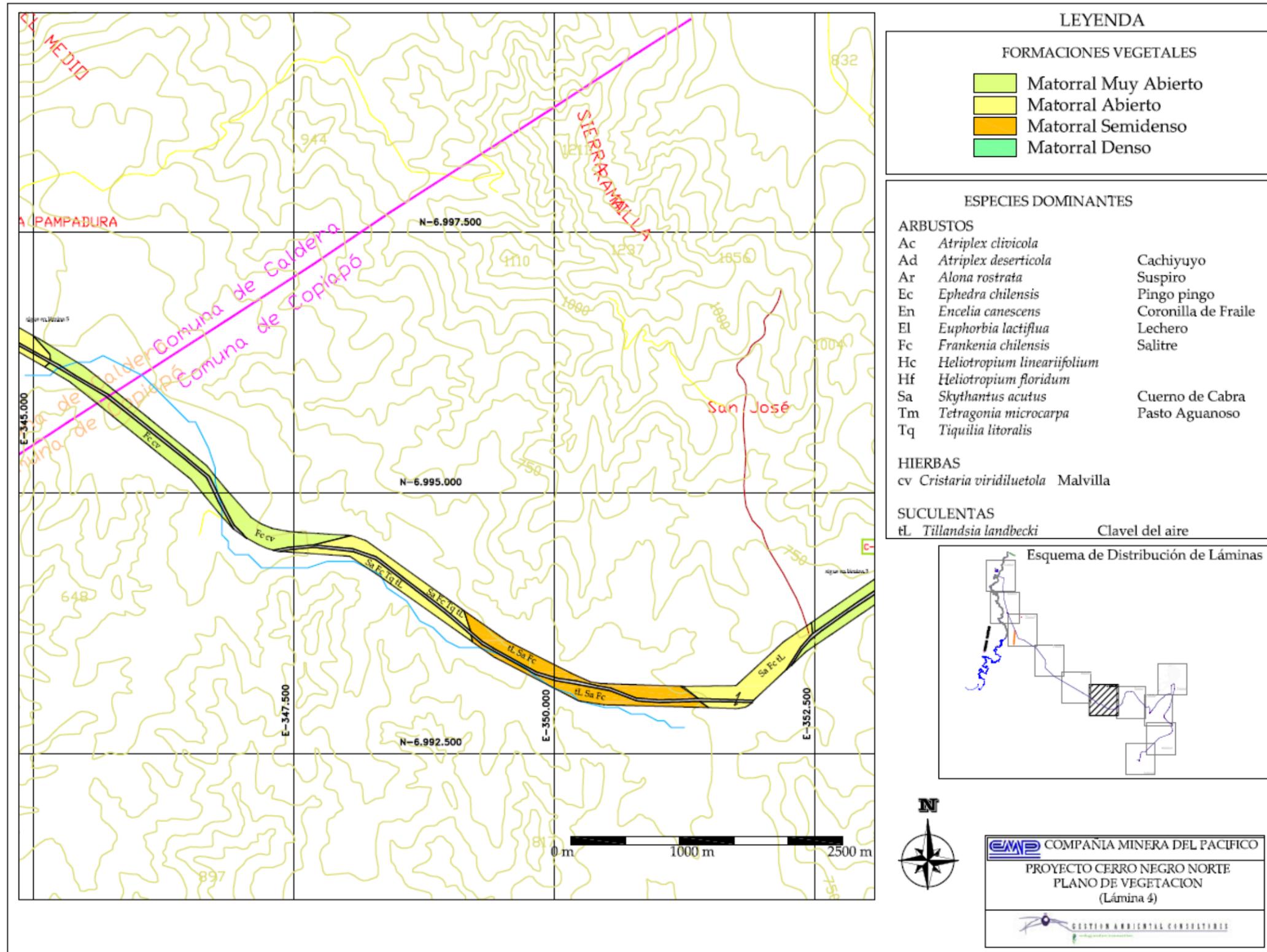
Uso Actual	Sector Proyecto			Total
	Cerro Negro Norte	Acueducto/Concentraducto		
		Concentraducto	Acueducto	
Agrícola			52,5	52,5
Matorral	2.810,3	1.426,6	424,9	4.661,8
Caminos		92,2	19,4	111,6
Total	2.810,3	1.518,8	496,8	4.825,9

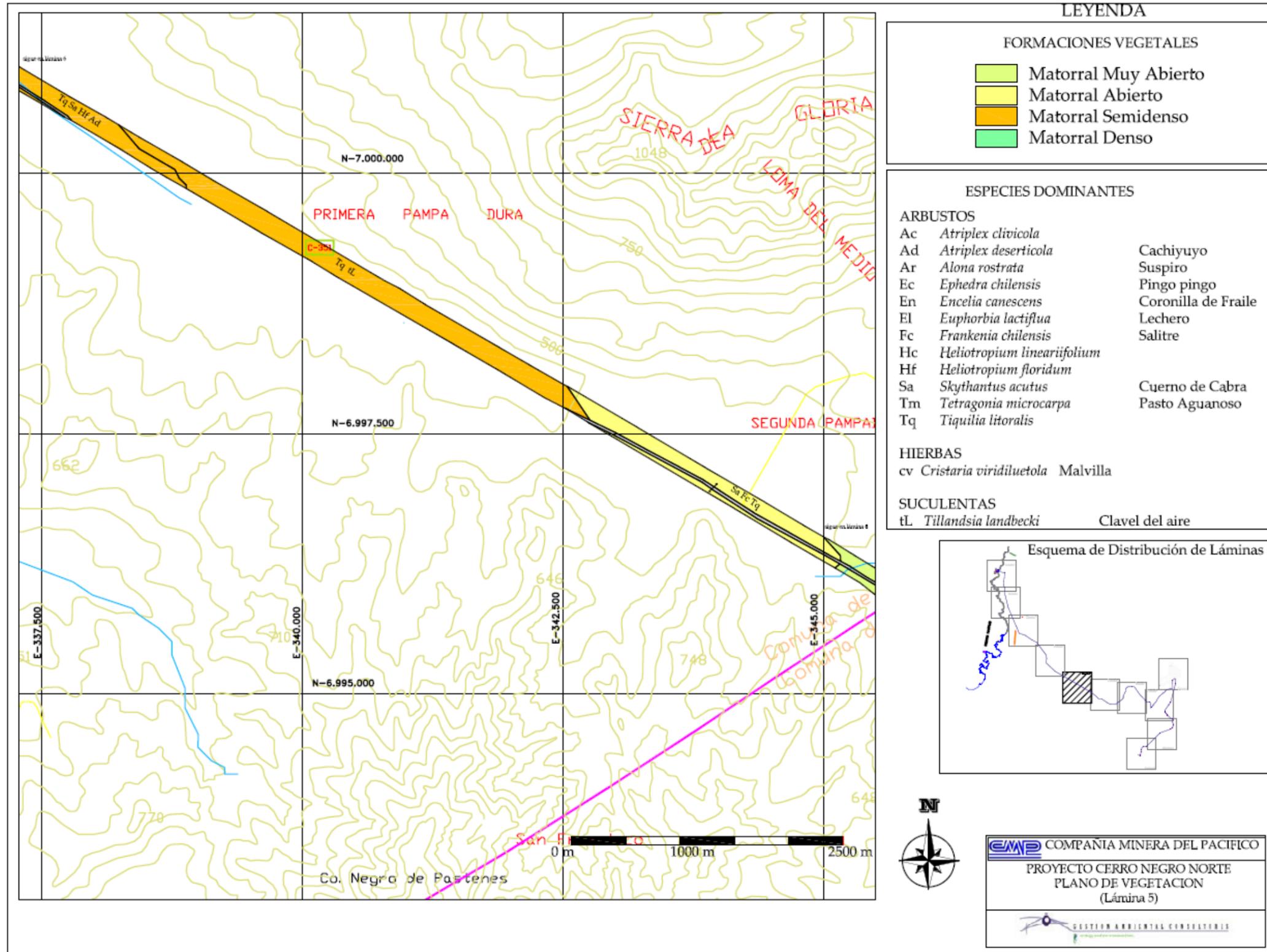
Figura 5-23: Plano de Vegetación (Láminas 1 a 11)

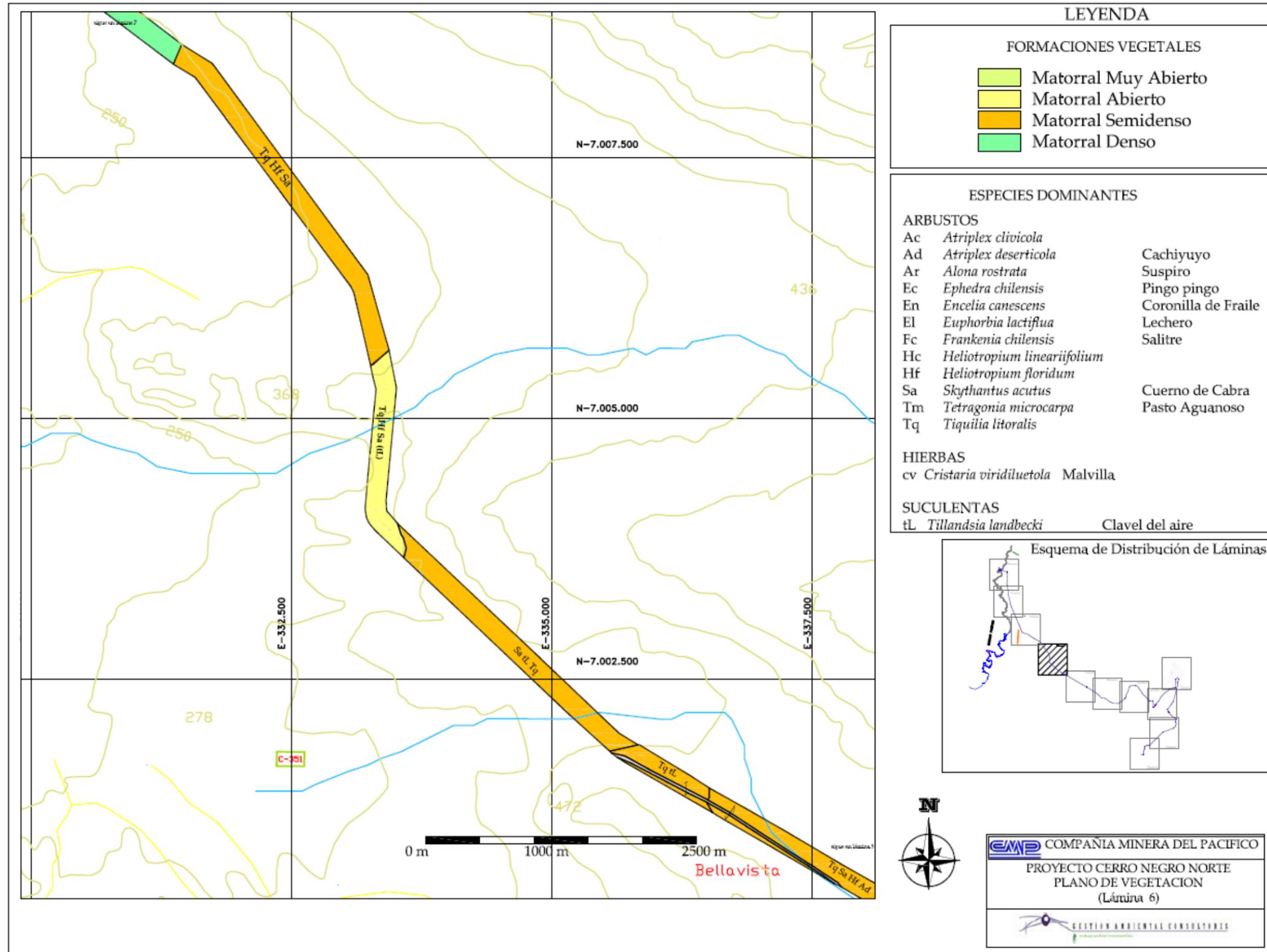


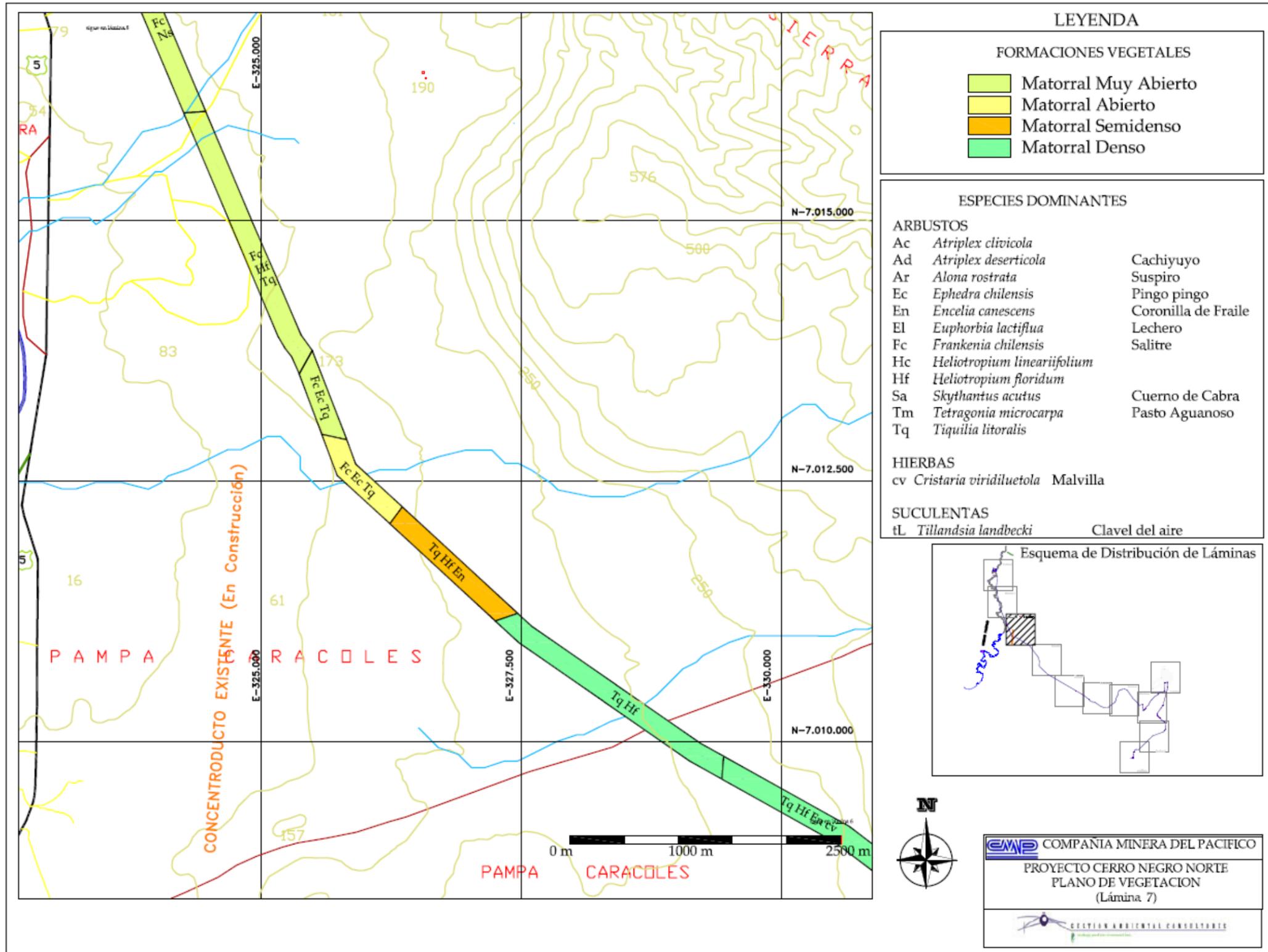


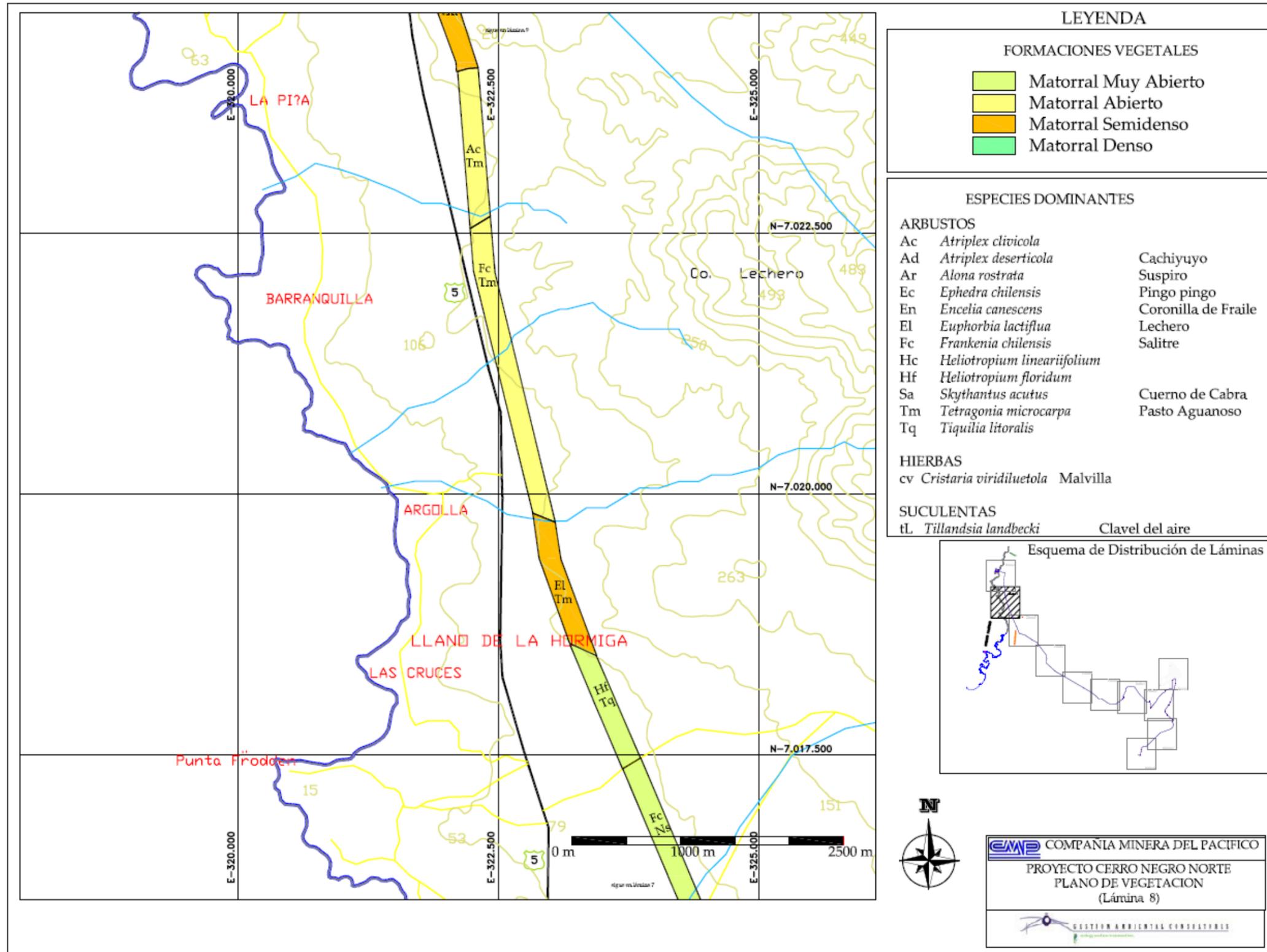


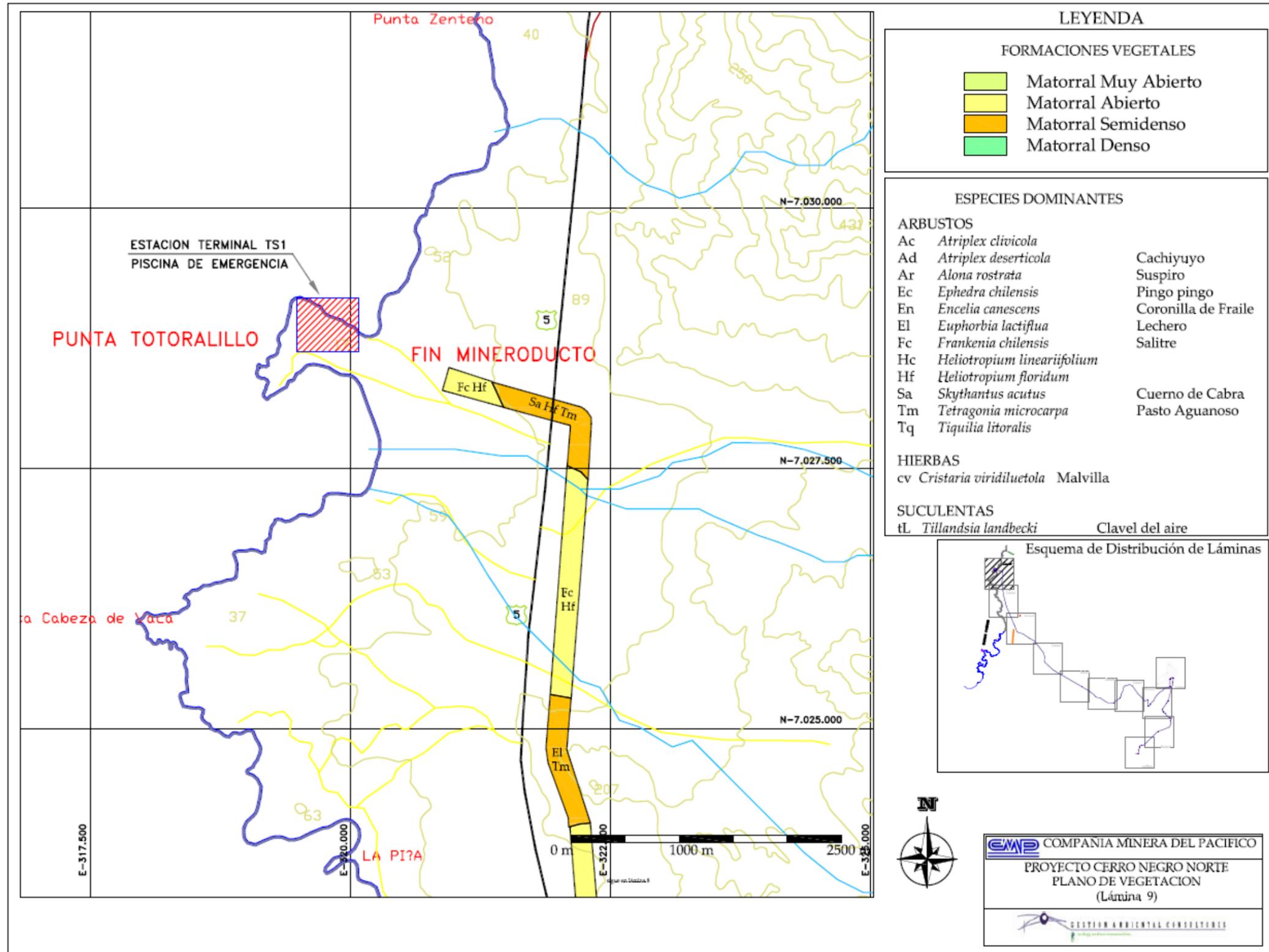


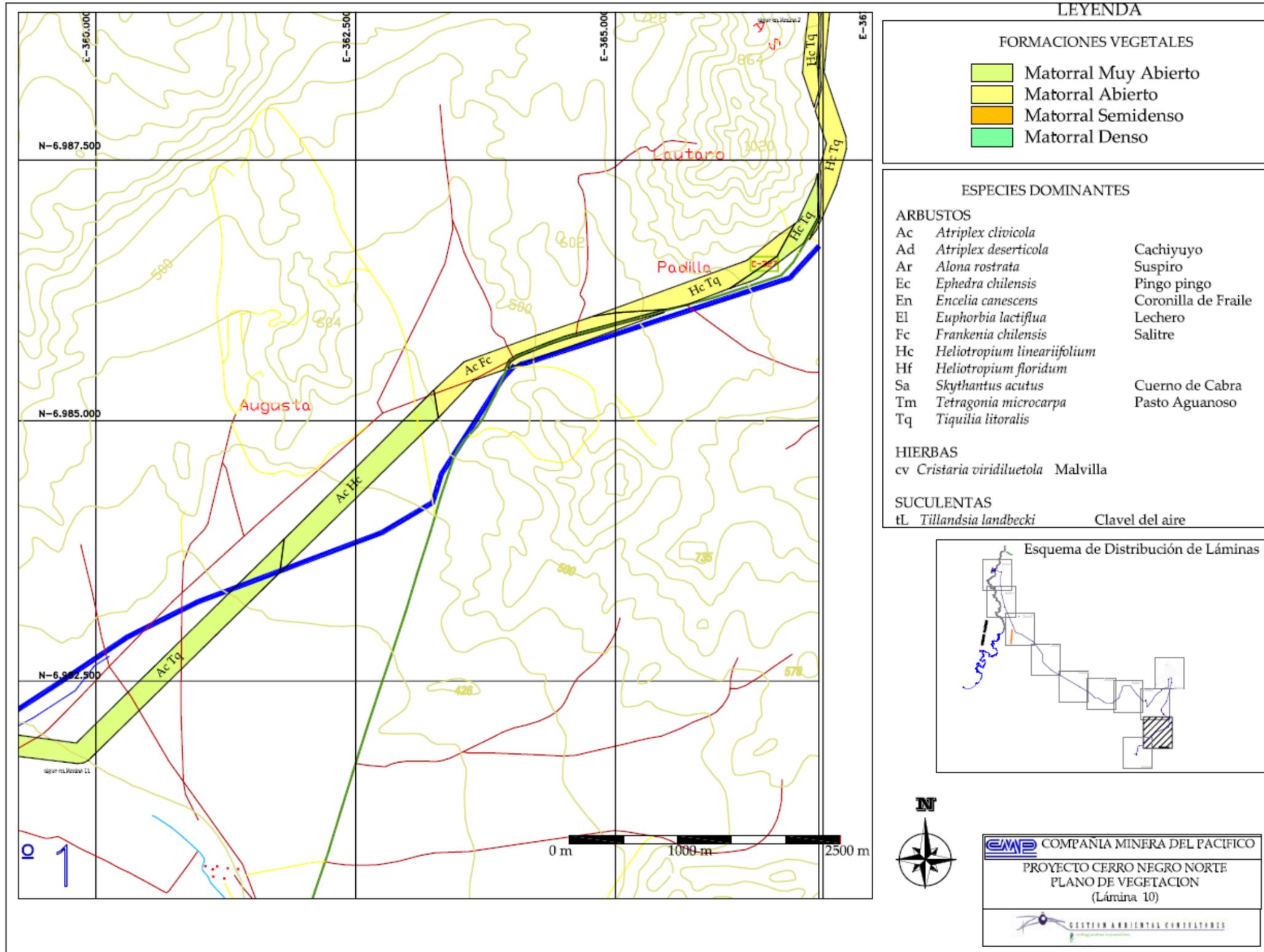


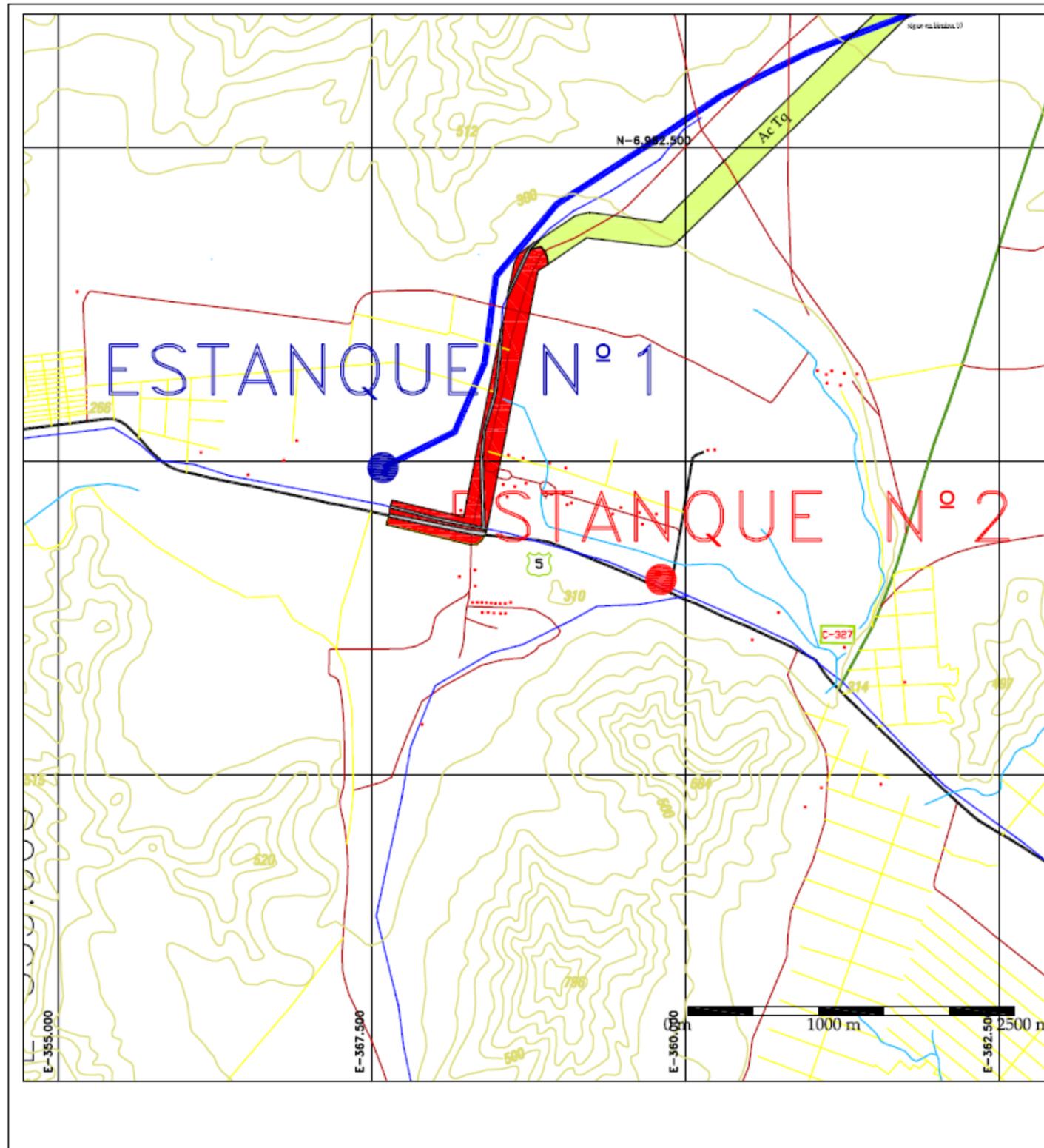












LEYENDA

FORMACIONES VEGETALES

	Matorral Muy Abierto
	Matorral Abierto
	Matorral Semidenso
	Matorral Denso

ESPECIES DOMINANTES

ARBUSTOS

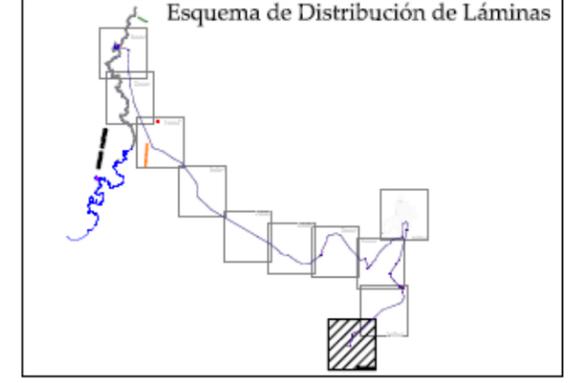
Ac	<i>Atriplex clivicola</i>	Cachiyuyo
Ad	<i>Atriplex deserticola</i>	Suspiro
Ar	<i>Alona rostrata</i>	Pingo pingo
Ec	<i>Ephedra chilensis</i>	Coronilla de Fraile
En	<i>Encelia canescens</i>	Lechero
El	<i>Euphorbia lactiflua</i>	Salitre
Fc	<i>Frankenia chilensis</i>	
Hc	<i>Heliotropium lineariifolium</i>	
Hf	<i>Heliotropium floridum</i>	
Sa	<i>Skythantus acutus</i>	Cuerno de Cabra
Tm	<i>Tetragonia microcarpa</i>	Pasto Aguanoso
Tq	<i>Tiquilia litoralis</i>	

HIERBAS

cv *Cristaria viridiluetola* Malvilla

SUCULENTAS

tL *Tillandsia landbecki* Clavel del aire



EMP COMPANÍA MINERA DEL PACÍFICO
PROYECTO CERRO NEGRO NORTE
PLANO DE VEGETACION
(Lámina 11)

GESTION AMBIENTAL CONSULTORES

Para los matorrales presentes en el área se reconocen diferentes variaciones de cobertura y composición, que, aunque no difieren mucho entre ellas, esto es que las especies componentes son comunes a casi todas las unidades, pueden agruparse en función de la especie más frecuente en relación a la posición de la unidad vegetacional en términos de ambientes (Tabla 5-18).

Con todo, las principales variaciones en composición se presentan en función de la posición de los sectores del proyecto en el marco geomorfológico del área pudiendo diferenciarse algunas unidades fisionómico-vegetacionales que, para efectos de esta descripción, han sido denominados: Cerro Negro Norte Área Industrial y Acueducto de Complemento, y Acueducto/Concentraducto Valle y Costa.

Tabla 5-18: Superficie por Composición y Cobertura de Matorral

Especies Dominante	Cerro Negro Norte		Acueducto/Concentraducto		Total
	Área Industrial	Acueducto de Complemento	Valle	Costa	
<i>Alona rostrata</i>	143,8	-	-	-	143,8
<i>Atriplex clivicola</i>	-	158,2	-	29,7	187,9
<i>Euphorbia lactiflua</i>	-	-	-	52,0	52,0
<i>Frankenia chilensis</i>	944,9	130,6	461,3	233,8	1770,6
<i>Heliotropium chenopodiaceum</i>	-	136,2	-	-	136,2
<i>Heliotropium floridum</i>	-	-	-	23,5	23,5
<i>Skythantus acutus</i>	-	-	161,8	27,0	188,8
<i>Tillandsia landbeckii</i>	-	-	41,0	-	41,0
<i>Tiquilia litoralis</i>	1.721,6	-	396,3	-	2.117,9
Total	2.810,3	425	1.060,4	366	4.661,7

5.5.2 Flora

El AID de este componente ambiental incluye el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación). El AII corresponde a una faja adicional adyacente de 20 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.5.2.1 Metodología

Para determinar las especies de flora presentes en la zona del proyecto, durante la campaña de terreno, y en forma paralela al levantamiento de vegetación, se recorrió el área reconociendo, registrando y colectando – en herbario – muestras de las diferentes especies presentes.

Posteriormente, y en gabinete se trabajó en la identificación de las muestras y registros en base a claves taxonómicas apropiadas.

Finalmente, y a partir de toda la información recolectada se elaboró un catálogo florístico del área del estudio, indicando nombre científico y su clasificación taxonómica –para lo cual se sigue la nomenclatura utilizada en Marticorena *et al.*⁸ – su forma de crecimiento y su estado de conservación. Par la definición del estado de conservación se utilizó a Benoit⁹, con excepción del caso de Cactáceas y Geófitas en cuyo caso se utilizó la clasificación de Belmonte *et al.*¹⁰ y de Ravenna *et al.*¹¹, respectivamente.

5.5.2.2 Flora del Área del Proyecto (AID)

El resultado de los estudios de terreno indica que en el área se encuentran 28 especies de flora vascular, cuyos nombres, clasificación taxonómica, origen y forma de vida se presentan en la Tabla 5-20.

⁸ Marticorena, C et al. 1998. op. cit. (véase cita 9)

⁹ Benoit, I. (1989.) Red list of Chilean terrestrial flora. Corporación Nacional Forestal, Chile.

¹⁰ Belmonte, E.; L. Faúndez; J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz y S. Teillier. 1998, Estado de Conservación de Cactáceas Nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89

¹¹ Ravenna, P., Teillier, S., Macaya, J., Rodríguez, R., Zöllner, O. 1998. Categorías de conservación de las plantas bulbosas (Angiospermas—Monocotiledóneas, geófitas y con perigonio corolino) de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47-68.

Por otro lado –y como se aprecia en la Tabla 5-19– del total de estas especies, el 98% son nativas, con un alto grado de endemismos (70%) lo que es una situación clara de ambientes desérticos que determinan un aislamiento geográfico de las poblaciones que generan marcados procesos de adaptación y especiación.

Tabla 5-19: Número de Especies presentes en el área según origen y forma biológica

Origen	Forma Biológica				Total	
	Arbusto	Sufrútice	Hierba			Suculenta
			Anual	Perenne		
Advena	1				1	
Endémica	13	6	10	7	2	38
Nativa no endémica	4	3	1	5	2	15
Total	18	9	11	12	4	54

Tabla 5-20: Flora Vascular presente en el Área del Proyecto

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica
Gymnospermae		Ephedraceae	<i>Ephedra chilensis</i> K. Presl.	Pingo pingo	Nativa	Arbusto
Angiospermae	Dicotyledoneae	Aizoaceae	<i>Tetragonia anfastifolia</i> Barnéoud	Aguanosa	Endémica	Arbusto
			<i>Tetragonia microcarpa</i> Phil.	Pasto aguanoso	Endémica	Hierba Anual
			<i>Tetragonia ovata</i> Phil.	Aguanosa	Endémica	Sufrútice
		Apocynaceae	<i>Skytanthus acutus</i> Meyen	Cuerno de Cabra	Endémica	Arbusto
		Asteraceae	<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.	Chamiza	Endémica	Arbusto
			<i>Chuquiraga ulicina</i> (H. et A.) H. et A.	Hierba Blanca	Endémica	Arbusto
			<i>Encelia canescens</i> Lam.	Corona de Fraile	Nativa	Arbusto
			<i>Helenium atacamense</i> Cabrera	Manzanilla	Endémica	Hierba anual
			<i>Polyachirus poeppigii</i> (Kunze ex Less.) Less.	Borlón de Alforja	Endémica	Sufrútice
			<i>Senecio myriophyllus</i> Phil.		Endémica	Sufrútice
		Bignonaceae	<i>Argyria radiata</i> (L.) D.Don	Terciopelo	Nativa	Hierba Anual
		Boraginaceae	<i>Heliotropium floridum</i> (DC) Clos		Endémica	Arbusto
			<i>Tiquilia litoralis</i> (Phil.) A.T. Richardson		Nativa	Sufrútice
			<i>Cryptantha chaetocalyx</i> (Phil.) I.M. Johnst	Ortiguilla	Endémica	Hierba Anual
			<i>Heliotropium linariifolium</i> Phil.		Endémica	Sufrútice
Cactaceae	<i>Opuntia berterii</i> (Colla) A.E. Hoffm.	Chuchampe	Nativa	Suculenta		
	<i>Copiapoa calderana</i> F. Ritter	Copiapoa	Endémica	Suculenta		
	<i>Eulychnia breviflora</i> var. <i>tenuis</i> F. Ritter	Copao	Endémica	Suculenta		

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica
Angiospermae	Dicotyledoneae	Chenopodiaceae	<i>Atriplex deserticola</i> Phil.	Cachiyuyo	Nativa	Arbusto
			<i>Atriplex clivicola</i> Johnst.	Atriplex	Nativa	Arbusto
			<i>Suaeda foliosa</i> Moq.	Soza	Nativa	Hierba Perenne
			<i>Suaeda multiflora</i> Phil.	Soza	Nativa	Hierba Perenne
		Cruciferae	<i>Schizopetalon tenuifolium</i> Phil.		Endémica	Hierba Anual
		Euphorbiaceae	<i>Euphorbia copiapina</i> Phil.	Pichoga	Endémica	Hierba Perenne
			<i>Euphorbia lactiflua</i> Phil.	Lechero	Endémica	Arbusto
		Fabaceae	<i>Adesmia argentea</i> Meyen	Varilla	Endémica	Arbusto
		Frankeniceae	<i>Frankenia chilensis</i> K. Presl.	Hierba del Salitre	Nativa	Sufrútice
		Malpighiaceae	<i>Dinemandra ericoides</i> Andr. Juss.	Papacucha	Endémica	Arbusto
		Malvaceae	<i>Cristaria aspera</i> Gay	Malvilla	Endémica	Hierba perenne
			<i>Cristaria molinae</i> Gay	Malvilla	Endémica	Hierba anual
			<i>Cristaria viridiluteola</i> Gay	Malvilla	Nativa	Hierba perenne
		Nolanaceae	<i>Alona rostrata</i> Miers. ex Dunal	Suspiro	Endémica	Arbusto
			<i>Nolana mollis</i> (Phil.) I.M. Johnst.	Suspiro	Endémica	Sufrútice
			<i>Nolana salsoloides</i> (Lindl.) I.M. Johnst.	Suspiro	Endémica	Arbusto
			<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaud.) I.M. Johnst	Suspiro	Endémica	Hierba Anual
			<i>Nolana divaricata</i> (Lindl.) I.M. Johnst.	Suspiro	Endémica	Arbusto
		Onagraceae	<i>Nolana rupicola</i> Gaud.	Suspiro	Endémica	Hierba Perenne
			<i>Oenothera coquimbensis</i> Gay	Don Diego de la noche	Endémica	Hierba Anual

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica
Angiospermae	Dicotyledoneae	Papilionaceae	<i>Adesmia eremophila</i> Phil.	Adesmia	Endémica	Hierba Anual
			<i>Adesmia pungens</i> Clos.	Espinillo	Endémica	Arbusto
		Plumbaginaceae	<i>Bakerolimon plumosum</i> (Phil.) Lincz.		Endémica	Hierba perenne
		Portulacaceae	<i>Calandrinia longiscapa</i> Barn.	Pata de guanaco	Endémica	Hierba Anual
			<i>Philippiamra celosoides</i> (Phil.) O.K.		Endémica	Hierba Anual
		Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Natre	Advena	Arbusto
			<i>Nicotiana solanifolia</i> Walp.	Tabaco cimarrón	Endémica	Hierba perenne
			<i>Solanum remyanum</i> Phil.		Endémica	Sufrútice
		Umbelliferae	<i>Gymnophyton robustum</i> Clos	Bio bio	Endémica	Arbusto
	Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. et Arn.	Hualputilla	Nativa	Sufrútice	
	Monocotyledoneae	Amaryllidaceae	<i>Rhodophiala bagnoldii</i> (Herb.) Traub	Añañuca amarilla	Endémica	Hierba perenne
		Bromeliaceae	<i>Tillandsia landbeckii</i> Phil.	Clavel del Aire	Nativa	Suculenta
		Dioscoraceae	<i>Dioscorea fastigiata</i> Gay	Papa cimarrona	Endémica	Hierba Perenne
		Gramineae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	Gramma salada	Nativa	Hierba Perenne
		Hyacinthaceae	<i>Oziroë biflora</i> (R. et P.) Rav.	Lágrimas de la virgen	Nativa	Hierba Perenne

Los arbustos y sufrútices son la forma biológica más común de la flora del área, lo que es aspecto natural en zonas dominadas por estructuras de matorral.

Respecto de las herbáceas, debe tenerse en consideración que la proporción (así como el número absoluto) de especies herbáceas puede ser mayor si se revisa la flora del área en épocas posteriores la ocurrencia de precipitaciones.

Por otro lado, y aun cuando hay agrupaciones de especies que devienen en formaciones más o menos características –y dado que el área del proyecto se localiza sobre un continuo geomorfológico y con una muy baja amplitud latitudinal– es que las especies de flora encontradas en general se distribuyen entre las distintas áreas del proyecto, esto es que no hay localizaciones específicas o nichos de especies.

Finalmente, y en relación con el estado de conservación, en el área del proyecto se encuentran 4 especies categorizadas como con problemas de conservación (Tabla 5-20).

Tabla 5-21: Flora Vascular presente en el Área del Proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Estado de Conservación
Boraginaceae	<i>Cryptantha chaetocalyx</i>	Ortiguilla	Insuficientemente Conocida
Cactaceae	<i>Copiapoa calderana</i>	Copiapoa	Vulnerable
Cactaceae	<i>Eulychnia breviflora var. tenuis</i>	Copao	Rara
Dioscoraceae	<i>Dioscorea fastigiata</i>	Papa cimarrona	Insuficientemente Conocida

Adicionalmente, existe presencia (a veces dominante) de *Tillandsia landbeckii* (clavel del aire, Bromeliaceae), especie que es, prácticamente, la única cuya distribución se restringe a un sector del proyecto, en el tramo intermedio del trazado del mineroducto, sector valle.

Esta especie, es catalogada como vulnerable solamente en los apéndices del Libro Rojo de la Flora de Chile y no en el cuerpo oficial, por lo que su estatus de conservación real siempre ha sido muy discutido, por lo que su ocurrencia es un elemento a tener en consideración.

5.5.3 Fauna

El AID de este componente ambiental incluye el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y las fajas del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte) y del Acueducto/Concentraducto (20 m durante la construcción y 10 m durante la operación). El AII corresponde a una faja adicional adyacente de 100 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.5.3.1 *Metodología*

En el área de estudio se realizó un registro de la fauna de vertebrados presentes tanto de forma directa como indirecta. La presencia de mamíferos fue detectada por medio de la búsqueda de evidencias directas (avistamientos) e indirectas tales como, fecas, restos óseos, huellas y madrigueras.

Los micromamíferos, fueron registrados mediante trampas de captura viva Sherman, para permitir la liberación de los individuos retenidos, y por evidencias indirectas tales como fecas y restos óseos.

Para determinar la riqueza de la avifauna en el área de estudio se realizaron observaciones directas, a través del uso de prismáticos de aumento, e indirectas (canto, plumas, nidos, etc.).

La riqueza específica de reptiles y anfibios se determinó mediante la búsqueda activa de individuos adultos y larvas. Se consideraron también las conversaciones con lugareños que entregaron información acerca de la presencia de especies no avistadas en la visita. De este modo se complementó la información sobre la riqueza de especies. A lo anterior, se sumó la búsqueda y análisis de las egagrópilas¹² halladas en los distintos sectores, las cuales entregan importante información complementaria relacionada con la fauna presente.

La presencia de especies ubicadas en alguna categoría de conservación, fue identificada según lo propuesto por la Ley N° 19.473 de Caza, Captura, Vedas y otras disposiciones relacionadas de 1996, y aquello señalado por CONAF en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993).

¹² Egagrópilas: regurgitación en forma de bola, de pelos y huesos que no son digeridos por las aves rapaces. Útiles para el análisis de dieta y entregan información acerca de la fauna de un lugar determinado.

Las categorías de conservación son las siguientes:

- **En Peligro de extinción (P):** Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.
- **Vulnerables (V):** Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.
- **Raras (R):** Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente En Peligro, ni son Vulnerables pero que están sujetas a cierto riesgo.
- **Inadecuadamente Conocida (I):** Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

Durante este estudio se puso especial énfasis en reconocer la existencia de hábitats de importancia para la fauna.

Los objetivos específicos de este estudio, fueron:

- Determinar la riqueza de la fauna de vertebrados del área del proyecto.
- Reconocer la presencia de especies de fauna en categoría de conservación.
- Determinar la presencia de especies claves, raras, y/o endémicas.
- Reconocer la existencia de hábitats o sitios de importancia para la fauna.

Se confeccionó una lista que contiene las especies potenciales que habitan el área, la que fue corroborada con las campañas de terreno realizadas.

Con el fin de sistematizar y facilitar la comprensión de los antecedentes recopilados en las campañas, se han separado los resultados obtenidos según el sitio de observación, de este modo, se distinguen los Sectores Cerro Negro Norte y Acueducto/Concentraducto.

Los resultados obtenidos fueron corroborados y se ajustó la nomenclatura científica aplicada según literatura especializada (Según Jaramillo 2003¹³; Campos 1996¹⁴; Mella 2005¹⁵).

¹³ Jaramillo A, Burke P & Beadle D (2003) Birds of Chile. Cristopher Helm, A & C Black Publisher Ltd. Soho Square, London. 240 Pp.

¹⁴ Campos H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 222 Pp.

¹⁵ Mella J (2005) Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.). Ediciones del centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 páginas + xii.

5.5.3.2 Registros y Resultados

El área en estudio, presenta en general condiciones de tipo desérticas las cuales se acentúan a medida que se avanza hacia el oriente, para finalmente conformarse como una zona de tipo Desértica Absoluta. El área en estudio permitió registrar, tanto de modo directo como indirecto, la presencia de fauna a lo largo de casi todo el recorrido, entre las cuales se encuentran algunas especies con problemas de conservación.

5.5.3.2.1 *Sector Cerro Negro Norte*

5.5.3.2.1.1 Área Industrial

Corresponde a una zona abierta con pendientes moderadas, de textura arenosa y guijarros en superficie, en su mayoría desprovista de vegetación y sin agua superficial, conformándose como una zona desértica absoluta (Figura 5-24).

Figura 5-24: Vista del Área Proyectada para el Tranque de Relaves



En el área existen escasas comunidades animales y vegetales, por lo que las poblaciones que las conforman cobran una relevancia aún mayor, dado que el sistema funciona con un mínimo de factores, siendo cada uno de ellos de gran relevancia en los procesos que en él ocurren.

El Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte se encuentra en un sector de transición ecológica (Ecotono), lo que permite la existencia de las poblaciones registradas en éste sector.

La fauna presente en el área está representada por un total de seis especies pertenecientes a cinco familias ubicadas en cinco órdenes. Del total de especies registradas en este sector, cuatro se encuentran ubicadas en alguna categoría de conservación, de las cuales una se encuentra categorizada como En Peligro para esta zona del país.

De acuerdo a lo observado en terreno y dentro de lo señalado como Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte, el área proyectada para el tranque de relaves es la que presenta una mayor importancia en términos de biodiversidad.

En efecto el registro de fauna en el área del embalse de relaves está dado por la observación de seis especies las cuales corresponden a:

1. *Pseudalopex griseus* (Zorro gris), catalogado como Inadecuadamente conocido;
2. *Lama guanicoe* (Guanaco), en categoría En Peligro;
3. Los reptiles *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha) y *Liolaemus bisignatus* (Lagartija de dos manchas), en categoría Vulnerable y Rara respectivamente;
4. Las aves *Thinocorus rumicivorus* (Perdicita) y *Geositta cunicularia* (Minero), ambas sin categoría de conservación.

Los registros fuera del área de emplazamiento del embalse de relaves correspondieron sólo a la observación de las aves *Thinocorus rumicivorus* (Perdicita) y *Geositta cunicularia* (Minero).

En la Tabla 5-22, se detalla el registro de las especies y su categoría de conservación.

Tabla 5-22: Fauna registrada en el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro gris	I
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	P
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	*
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	V
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	R

P: En Peligro, V: Vulnerable, I: Inadecuadamente Conocido, *: Sin Categoría de Conservación.

Figura 5-25: Minero en Área del Embalse de Relaves



5.5.3.2.1.2 Acueducto de Complemento

Para registrar la fauna presente en el Acueducto de Complemento, se realizó un completo recorrido a través de la franja, aplicando la metodología antes descrita.

El registro de fauna para este sector, incluye además las especies observadas en los Pozos N° 1 (357.836 E; 6.979.633 N UTM PSAD56) y N° 2 (359.753 E; 6.979.303 N UTM PSAD56).

La fauna presente en el sector de Acueducto está representada por un total de 18 especies pertenecientes a 13 familias ubicadas en cinco órdenes. Del total de especies registradas, dos se encuentran clasificadas como Inadecuadamente conocidas para esta zona del país.

En la Tabla 6.20, se detalla el registro de las especies y su categoría de conservación.

Tabla 5.20: Fauna Registrada en el Acueducto de Complemento

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro gris	I
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	I
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja	*
Falconiformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	*
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	*
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	*

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus var. simonsi</i>	Pidén	*
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	*
Passeriformes	Trochilidae	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis livida</i>	Mero	*
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	*
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	*
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	*

I: Inadecuadamente conocido. *: Sin categoría de conservación.

5.5.3.2.2 Sector Acueducto/Concentraducto

Para registrar la fauna presente en el Acueducto/Concentraducto, se realizó un completo recorrido a través de la franja, aplicando la metodología antes descrita.

La fauna presente en el área está representada por un total de 13 especies pertenecientes a 10 familias ubicadas en siete órdenes. Del total de especies registradas, seis se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, de las cuales una corresponde a la categoría En Peligro, para esta zona del país.

En la Tabla 5-23, se detalla el registro de las especies y su categoría de conservación.

Tabla 5-23: Fauna Registrada en el Acueducto/Concentraducto

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro gris	I
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	I
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón orejudo	*
Ciconiformes	Thereskionithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	P
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja	*
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	*
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumincivorus</i>	Perdicita	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	*
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	*
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	V
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	R
Reptilia	Teiidae	<i>Callopistes palluma</i>	Iguana	V

P: En Peligro, V: Vulnerable, R: Rara, I: Inadecuadamente Conocido, *: Sin Categoría de Conservación.

5.5.3.3 Conclusiones

La distribución de todas las especies de fauna avistadas en los diferentes sectores del proyecto se presenta en la Tabla 5-24.

Tabla 5-24: Fauna en los Distintos Sectores del Proyecto

Nombre Científico	Nombre Común	Sector del Proyecto			
		Cerro Negro Norte		Acueducto/Concentraducto	
		Embalse de Relaves	Otras Áreas	Concentraducto	Acueducto
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	*			
<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro gris	*		*	*
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	*	*	*	*
<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón orejudo		*		
<i>Agriornis livida</i>	Mero				*
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico			*	
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho			*	
<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero				*
<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja			*	*
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete				*
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana				*
<i>Diuca diuca</i>	Diuca				*

Nombre Científico	Nombre Común	Sector del Proyecto			
		Cerro Negro Norte		Acueducto/Concentraducto	
		Embalse de Relaves	Otras Áreas	Concentraducto	Acueducto
<i>Thinocorus rumincivorus</i>	Perdicitita	*	*	*	
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	*	*	*	*
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria			*	
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero				*
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo				*
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral				*
<i>Mimus thenca</i>	Tenca				*
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco				*
<i>Pardirallus sanguinolentus var. simonsi</i>	Pidén				*
<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico				*
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena				*
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión			*	*

Nombre Científico	Nombre Común	Sector del Proyecto			
		Cerro Negro Norte		Acueducto/Concentraducto	
		Embalse de Relaves	Otras Áreas	Concentraducto	Acueducto
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	*	*	*	
<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	*	*	*	
<i>Callopistes palluma</i>	Iguana		*	*	

De acuerdo a lo señalado en la Ley 19.473 y al Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, siete de las 14 especies registradas se encuentran clasificadas en alguna de las categorías de conservación. De éstas, dos se encuentran En Peligro de Extinción, dos en estado Vulnerable, una es considerada Rara, y dos se consideran como Inadecuadamente Conocidas.

En la Tabla 5-25 se detallan las especies registradas que presentan categoría de conservación.

Tabla 5-25: Fauna Registrada en Categoría de Conservación

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro gris	I
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	I
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	P
Ciconiformes	Thereskionithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	P
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	V
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	R
Reptilia	Teiidae	<i>Callopistes palluma</i>	Iguana	V

P: En Peligro. V: Vulnerable. R: Rara. I: Inadecuadamente Conocido. *: Sin Categoría de Conservación.

A continuación se realiza una descripción de las especies con problemas de conservación registradas en la zona:

***Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla):** Especie más pequeña que los culpeos. Tienen planos blanquecinos y negros que cubren el dorso y por debajo son blancos con puntas negras. Las piernas son de color café pálido con franjas oscuras o blanquecinas. La cola es mezcla de café pálido y negro. Se distribuye desde Tarapacá (I Región) al Estrecho de Magallanes, introducido en Tierra del Fuego (XII Región), desde el nivel del mar hasta 3.000 msnm. La Chilla es andariega y solitaria hasta formar parejas a fines de invierno y principios de primavera. La hembra preñada cava un túnel de tres a cuatro metros de largo a 50 cm. de profundidad. Es un buen cazador de todo tipo de mamíferos pequeños, aves, reptiles e insectos. También complementa su dieta con frutos.

Figura 5-26: Zorro Chilla (*Pseudalopex griseus*) en el Área del Proyecto



***Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo):** Es el zorro más grande de Chile, con cerca de 48 cm. de alzada y 48 cm. de largo. Es de color gris en el dorso, rojizo en las patas traseras y se distingue por el color marmóreo de su mentón. Tiene una larga cola. Se distribuye desde Tarapacá (I Región) a Isla Navarino (XII Región), desde el nivel del mar hasta los 4.500 msnm. En general es un animal solitario en las épocas no reproductivas. Tiene su propio territorio que es bastante amplio donde obtiene su alimento y se reproduce. Realiza una activa caza, acechando durante la noche el paso de pequeños mamíferos, especialmente liebres, ratones, vizcachas y otros.

Figura 5-27: Zorro Culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) en el Sector Cerro Negro Norte



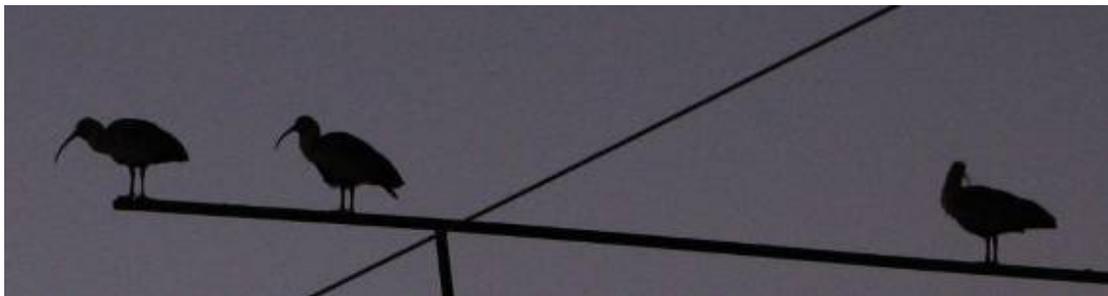
***Lama guanicoe* (Guanaco):** Camélido más grande de Chile. Presenta un cuerpo promedio de 185 cm. de largo, altura a los hombros entre 110 a 115 cm., cola de aproximadamente 27 cm., peso entre 100 a 120 kilogramos y 8 a 15 kilogramos los recién nacidos. Presenta un color canela uniforme con la parte ventral blanca y cabeza de color gris a negro. Se distribuye las regiones de Tarapacá (I Región), Antofagasta (II Región), Atacama (III Región), Coquimbo (IV Región), La Ligua (V Región), Santiago (RM Región), Rancagua (VI Región), Aysén (XI Región) y Magallanes (XII Región). Antiguamente la distribución era muy amplia. En la actualidad se encuentran pequeñas poblaciones aisladas excepto en el altiplano y la patagonia. El guanaco se encuentra también en Argentina (con las mayores poblaciones actuales), Perú y Bolivia. Se distribuye desde el nivel del mar hasta los 4.250 msnm (Campos 1996).

Figura 5-28: Huellas Frescas de Guanaco (*Lama guanicoe*) en Área del Tranque de Relaves



***Theristicus melanopis* (Bandurria):** Ave grande, robusta y de alas anchas. Posee un largo de 75 cm. Es de color grisáceo, cabeza y cuello acanelados, negra por debajo y patas de un rosa vivo. La piel facial es negra con ojos rojos. Se distribuye desde la región de Atacama (III Región) hasta la Magallanes (XII Región). Altitudinalmente se distribuye desde los 0 a los 5.000 msnm. Anida en árboles grande o acantilados, se alimenta en praderas, campos y normalmente se presenta en bandadas (Jaramillo 2003).

Figura 5-29: Bandurrias (*Theristicus melanopis*) en el Acueducto/Concentraducto



***Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha):** Lagartija de tamaño grande (LE¹⁶ = 101 mm) y aspecto robusto. Se distribuye desde Playa Negra (Caldera III Región) a Fría Jorge (Limarí, IV Región). Escamas dorsales romboidales, imbricadas, con quillas prominentes. Color general café grisáceo claro, con cabeza negra. En el centro del dorso dos líneas café negruzcas, angostas, parcialmente bordeadas de claro. Una banda negra antes del inicio de la extremidad anterior. Vientre blanco grisáceo. Habita en matorrales costeros con dominancia de ambientes rocosos o dunarios.

Figura 5-30: Lagartija de Mancha (*Liolaemus nigromaculatus*) en el Acueducto/Concentraducto



¹⁶ LE (Longitud Estándar): Distancia hocico – cloaca.

***Liolaemus bisignatus* (Lagartija de dos manchas):** Lagartija de tamaño grande y aspecto moderadamente robusto. Se distribuye en los sectores preferentemente costeros entre el sur de Chañaral (III Región) y Huasco (III Región), siendo común en Caldera (III Región) y Copiapó (III Región). Posee un tono general grisáceo claro o grisáceo amarillento, con una manchita oscura sobre cada escama del dorso. Existe una característica mancha antehumeral negra, muy definida y contrastante, alargada verticalmente, con forma de reloj de arena. Esta especie es propia de los ecosistemas costeros e interiores de los desiertos atacameños. Se le encuentra en arenales, donde se oculta ágilmente gracias a sus hábitos cavadores (Pincheira-Donoso & Núñez 2005¹⁷).

Figura 5-31: Lagartija de Dos Manchas (*Liolaemus bisignatus*) en el Acueducto/Concentraducto



¹⁷ Pincheira-Donoso, D. y Núñez, H. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia natural, Chile N°59: 7-486.

***Callopistes palluma* (Iguana):** Saurio de tamaño grande (LE = 173 mm), siendo el lagarto de mayor longitud en Chile (pudiendo alcanzar los 50 cm. de longitud total). Aspecto vigoroso, cuello fuertemente plegado a los lados, y cabeza alargada, piramidal. Cola larga redondeada. Escamas del dorso pequeñas y granuladas. Se distribuye desde paposo (cerca de Taltal, II Región) a Cauquenes (VII Región). Altitudinalmente desde los 0 a los 2.200 msnm. Presenta un color general café oliváceo y región anterior lateral anaranjada. Sobre el dorso se disponen cuatro hileras longitudinales de manchas negras bordeadas de blanco, las dos centrales con 15 manchas y las dos laterales con 8 manchas. Extremidades largas, fuertes, con dibujos similares a las manchas del leopardo.

Figura 5-32: Iguana (*Callopistes palluma*) en el Acueducto/Concentraducto



5.6 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO CONSTRUIDO

El AID de este componente ambiental considera los elementos construidos ubicados en los sectores del proyecto más las vías de acceso a las obras del proyecto. El AII considera los elementos construidos ubicados en las zonas adyacentes a los sectores del proyecto más una faja de 100 m a cada lado de los trazados.

A partir del análisis de planos de ingeniería y topográficos, así como de información recopilada en los registros de las autoridades competentes, y antecedentes recogidos durante las campañas de terreno, se ha determinaron los elementos del medio construido que interactuarán con el diseño del proyecto (Tabla 5-26).

En la siguiente figura se muestra la ubicación geográfica de los elementos del medio construido en el área de influencia directa del proyecto.

Tabla 5-26: Medio Construido en el Área del Proyecto

Registro	Coordenadas		Descripción	Sector del Proyecto	Área de Influencia
	Este	Norte			
C-327	366.862	6.997.974	Camino de Ripio Bifurcación Ruta 5- Mina Galleguillos	Área Industrial Cerro Negro Norte	Directa
C-471	366.750	6.999.500	Camino de Tierra Bifurcación C327- Mina Indiana	Área Industrial Cerro Negro Norte	Directa
Mina Juana	365.943	7.006.112	Mina de Cobre	Área Industrial Cerro Negro Norte	Directa
C-327	366.897 362.677	6.997372 6.993.841	Camino de Ripio Bifurcación Ruta 5- Mina Galleguillos	Acueducto / Concentraducto	Directa
C-351	366.897 362.677 354.363 354.268 353.758 353.628 335.153	6.997.372 6.993.841 6.996.941 6.996.583 6.995.207 6.994.515 7.001.782	Camino de Ripio Cruce Ruta 5-Mina Adrianita	Acueducto / Concentraducto	Directa

Registro	Coordenadas		Descripción	Sector del Proyecto	Área de Influencia
	Este	Norte			
Línea de Transmisión Eléctrica	335.514	7.001.393	Línea de Transmisión Eléctrica	Acueducto / Concentraducto	Directa
Acueducto	329.236	7.010.321	Acueducto Copiapó-Caldera	Acueducto / Concentraducto	Directa
Concentraducto Hierro Atacama	324.981	7.013.365	Concentraducto Hierro Atacama Fase I (CMP)	Acueducto / Concentraducto	Directa
C-327	365.995 362.249 363.910	6.989.792 6.989.668 6.985.398	Camino de Ripio Bifurcación Ruta 5-Mina Galleguillos	Acueducto de Complemento Cerro Negro Norte	Directa
C-355	360.128	6.982.640	Camino de Ripio Bifurcación Ruta 5-Cerro Imán	Acueducto de Complemento Cerro Negro Norte	Directa
C-357	360.337	6.982.353	Camino de Ripio Bifurcación C327-Mina Cerro Imán	Acueducto de Complemento Cerro Negro Norte	Directa
Mina Galleguillos	368.133	7.009.702	Mina	Área Industrial Cerro Negro Norte	Indirecta
Mina Adrianita	363.587	6.994.097	Mina de hierro	Acueducto / Concentraducto	Indirecta
Ruta 5	322.936	7.013.712	Camino de Pavimento Longitudinal Norte	Acueducto / Concentraducto	Indirecta
Mina Augusta	361.218	6.984.599	Mina	Acueducto de Complemento Cerro Negro Norte	Indirecta
Ruta 5	357.493	6.979.599	Camino de Pavimento Longitudinal Norte	Acueducto de Complemento Cerro Negro Norte	Indirecta

Fuente: Elaboración propia. www.mapas.mop.cl. Coordenadas UTM, Huso 19, PSAD56

5.6.1 Red Vial

La Tabla 5-27 muestra los caminos públicos existentes en el área del proyecto. Estos caminos se observan en la Figura 5-33.

Tabla 5-27: Caminos Existentes en el Área del Proyecto

Camino	Nombre	Carpeta
Ruta 5	Longitudinal Norte	Pavimento
C-327	Bifurcación Ruta 5-Mina Galleguillos	Ripio
C-471	Bifurcación C327-Mina Indiana	Tierra
C-351	Cruce Ruta 5-Mina Adrianita	Ripio
C-355	Bifurcación Ruta 5-Cerro Imán	Ripio
C-357	Bifurcación C327-Mina Cerro Imán	Ripio

Fuente: www.mapas.mop.cl

Figura 5-33: Caminos Existentes en el Área del Proyecto



Fuente: Elaboración propia en base a información de www.mapas.mop.cl. Google Earth

Las rutas C-327 y C-471 serán afectadas por el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte (Figura 5-34). Específicamente, la ruta C-327 será intervenida por los rajos mineros, mientras que la ruta C-471 lo será por el embalse de relaves.

5.7 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO HUMANO

El AID de este componente ambiental considera el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte y una faja de 100 m a ambos lados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte), comprendiendo los espacios o instalaciones ocupadas por los equipos y trabajadores en la fase de construcción. Sin embargo, al considerar el flujo de mano de obra que puede arribar en las etapas de construcción y operación de este proyecto, se debe considerar a la ciudad y a la comuna de Copiapó cómo parte del AID, dado que concentra el mayor número de habitantes y servicios (de la provincia y región) a disposición de la población que puede arribar para trabajar en el proyecto. El AII del proyecto corresponde a la comuna de Caldera.

5.7.1.1 Antecedentes Generales Área de Influencia Indirecta

5.7.1.2 Dimensión Geográfica

Las comunas de Copiapó y Caldera forman parte de la Provincia de Copiapó¹⁸, una de las tres provincias que conforman la Región de Atacama, siendo ésta la que posee la mayor superficie regional (43,3%).

Tabla 5-28: Superficie y Densidad Poblacional en la Provincia de Copiapó

Superficie de la Provincia de Copiapó (Km ²) ¹⁹	Densidad Poblacional de la Provincia de Copiapó (Habitantes por Km ²)
32.538,5	4,8

Fuente: Censo 2002, INE

¹⁸ Tierra Amarilla es la comuna restante que conforma la provincia.

¹⁹ Comprende a la comuna de Tierra Amarilla.

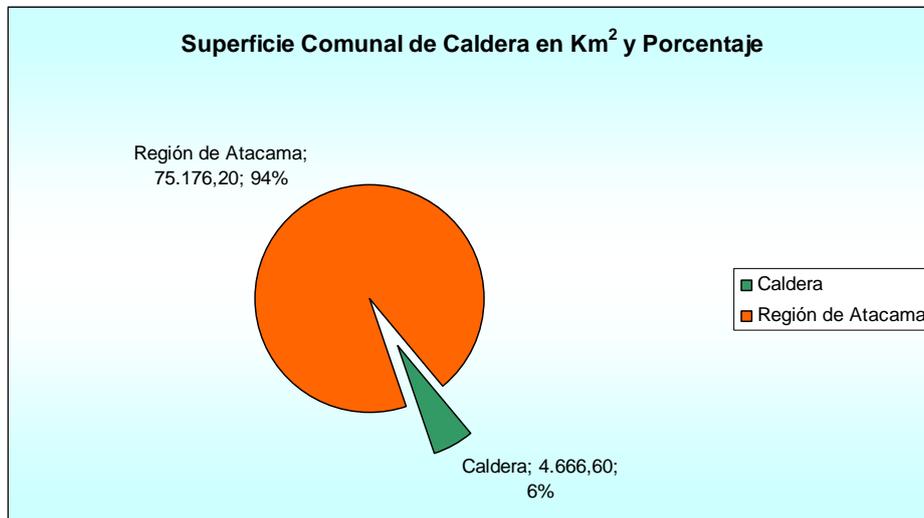
Figura 5-35: División Político Administrativa Región de Atacama



Fuente: www.goreatacama.cl

La comuna de Caldera se ubica en el extremo occidental de la provincia, limitando por el este con la comuna de Copiapó, por el oeste con el océano Pacífico, por el norte con la comuna de Chañaral y por el sur con la comuna de Huasco. La superficie comunal de Caldera representa el 6% del territorio regional.

Figura 5-36: Superficie Comunal de Caldera



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

El principal eje de conexión de la comuna es la ruta 5 norte, la cual conecta además con el aeropuerto Desierto de Atacama, el que en el año 2005 tuvo un flujo de pasajeros de 87.771 personas.

5.7.1.3 Dimensión Demográfica

La Provincia de Copiapó tiene, según el Censo 2002, un total de 155.713 habitantes. Esta provincia concentra el 61% de la población regional y 63% de la población urbana de Atacama.

La comuna de Caldera, concentra el 5,4% de la población Regional y el 8,8% de la población Provincial. Cabe destacar, que Caldera tiene una población urbana 98,2%.

Tabla 5-29: Población Urbana-Rural de Caldera.

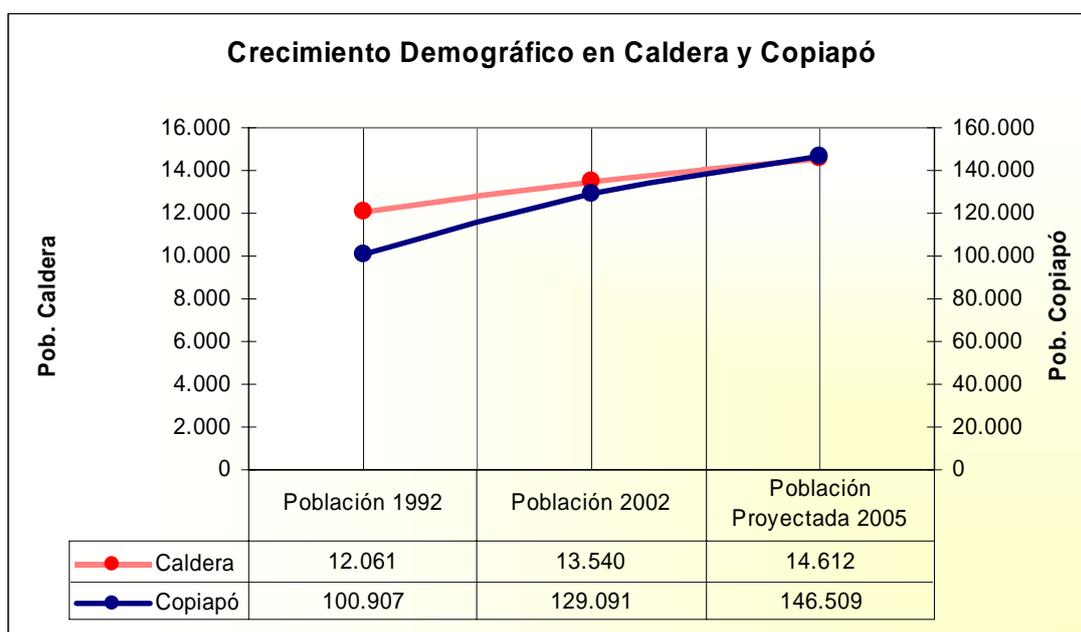
Población de Caldera	Población Urbana	Población Rural
13.784	13.540	194

Fuente: Censo 2002. INE

El crecimiento demográfico de la comuna ha sido constante, la población de Caldera creció en 1.479 personas (13,9%) personas entre el período intercensal 1992-2002.

A modo de comparación la Figura 5-37, muestra el crecimiento de población de la comuna de Caldera entre el período intercensal 1992-2002 y proyección de crecimiento para el año 2005, en relación a la vecina comuna de Copiapó.

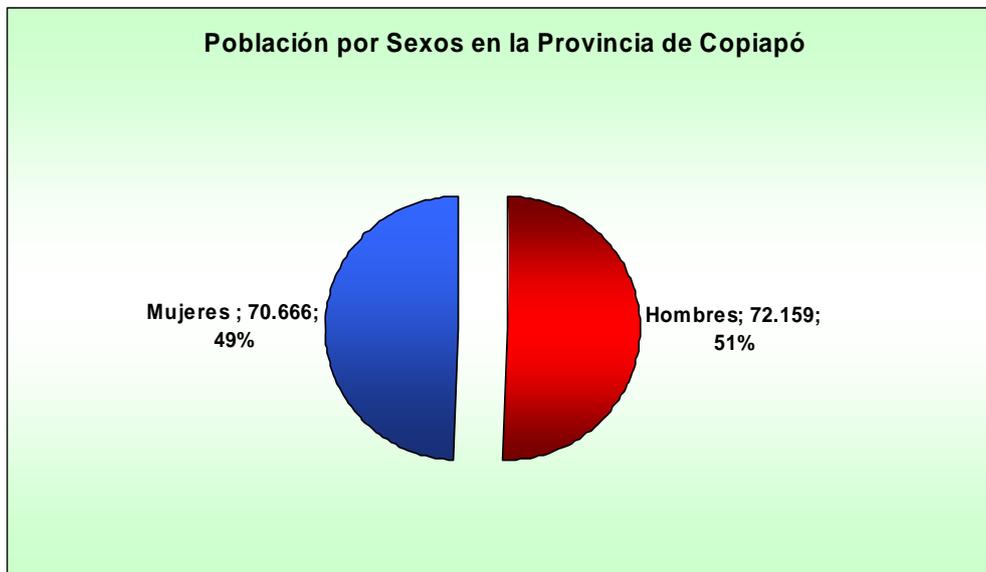
Figura 5-37: Crecimiento Demográfico en las Comunas de Caldera y Copiapó



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

La población por sexos en la Provincia de Copiapó se presenta en la Figura 5-38. En ella se puede apreciar que la población masculina es mayor a la femenina en dos puntos porcentuales. Esto tiene directa relación con el índice de masculinidad existente, no sólo en la provincia, sino también en la región (103,2 hombres por cada 100 mujeres), muy superior al nacional (97,1), lo que puede tener explicación en la economía regional, la cual se orienta a actividades desarrolladas preferentemente por hombres (como la minería o la agricultura).

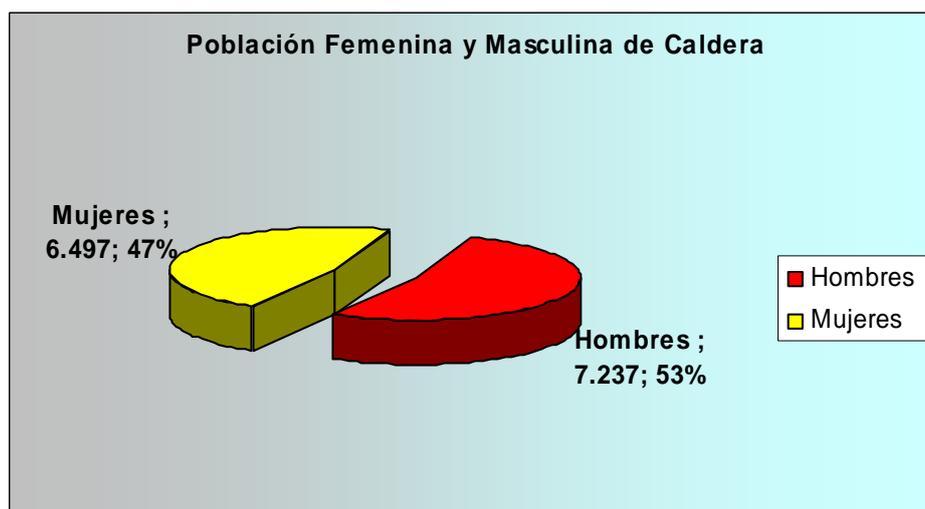
Figura 5-38: Población por Sexos en la Provincia de Copiapó



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

Cómo se puede apreciar en la Figura 5-39, la población masculina de la comuna llega al 53% de la población, mientras que la población femenina es del orden del 47%.

Figura 5-39: Población por Sexos comuna de Caldera



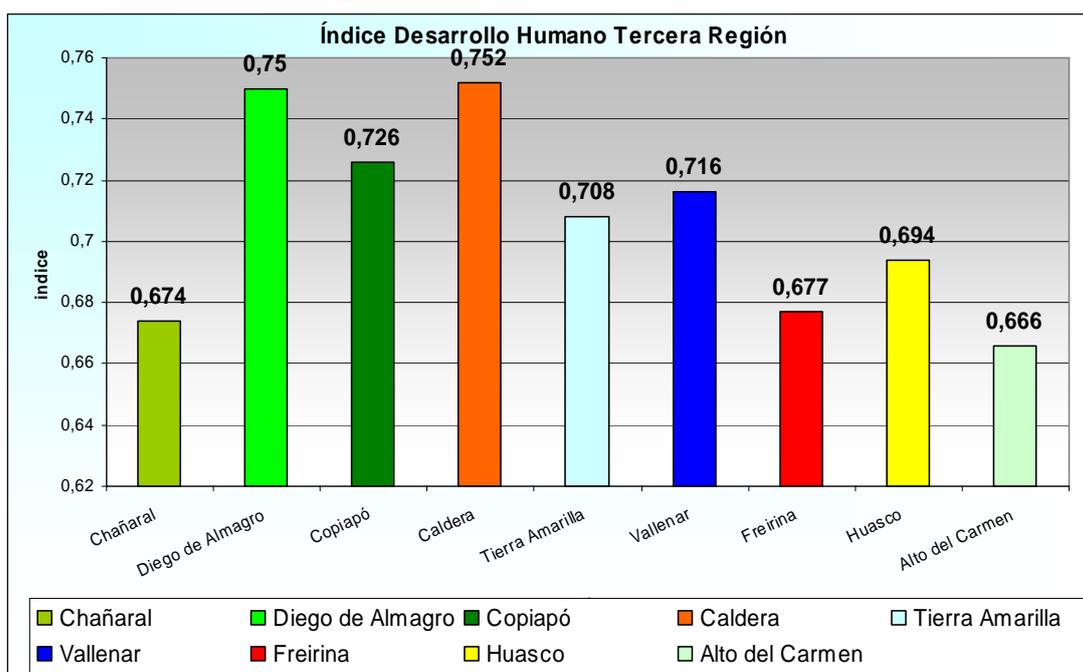
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

5.7.1.4 Desarrollo Humano

En lo que respecta a desarrollo humano, las comunas de Copiapó y Caldera lideran el ranking regional, con sus índices, en los tres componentes del desarrollo humano: salud, educación e ingresos. Ambas comunas son las que presentan una mayor disponibilidad y acceso regional a la salud, la educación, sumado a que su población es la que presenta los ingresos más altos a nivel regional; a ello debemos sumar que ambas comunas presentan, mejor acceso a la información de lo que podría obtener una persona que vive en sectores más aislados de la región, como por ejemplo Alto del Carmen.

Como se puede apreciar en la Figura 5-40, Caldera es la comuna de la región cuyo índice de desarrollo humano es el más alto, le siguen las comunas de Diego de Almagro y Copiapó.

Figura 5-40: Desarrollo Humano en las Comunas de la Región de Atacama, 2005



Fuente: Elaboración propia en base a datos del PNUD, Las Trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile (1994-2003)

5.7.1.5 Dimensión Antropológica

5.7.1.5.1 *Pueblos Originarios*

La población indígena de la Provincia de Copiapó representa el 3,0% de la población total de la Región²⁰. En este sentido, es posible afirmar que la provincia de Copiapó, es uno de los principales sectores de habitación de población indígena de la Región de Atacama. Caldera, concentra el 7,6% del total de población indígena de la provincia. La población que se reconoce como indígena y que habita en Caldera representa el 2,7% de la población total.

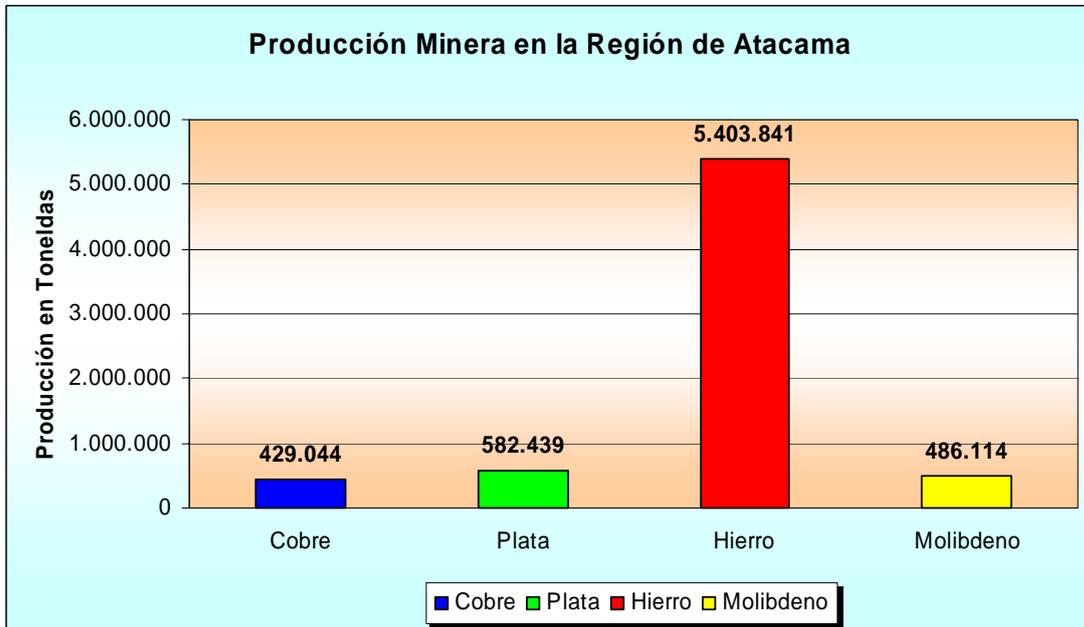
5.7.1.6 Dimensión Socioeconómica

5.7.1.6.1 *Características Económicas*

Según cifras del Banco Central de Chile, la Provincia de Copiapó tiene como principal actividad la minería, particularmente la del hierro. La Provincia aporta el 47% de la producción nacional. El año 2001, la extracción de este mineral registró una producción de 5.403.841 toneladas. Junto con la minería del hierro, el cobre, la plata, el molibdeno y el oro, son las principales actividades mineras de la Provincia y de la Región, representando el 46,07% del PIB regional (Figura 5-41).

²⁰ Población indígena y no indígena. En la III región de Atacama, el 1,1% de la población se declaró perteneciente a una etnia originaria de Chile.

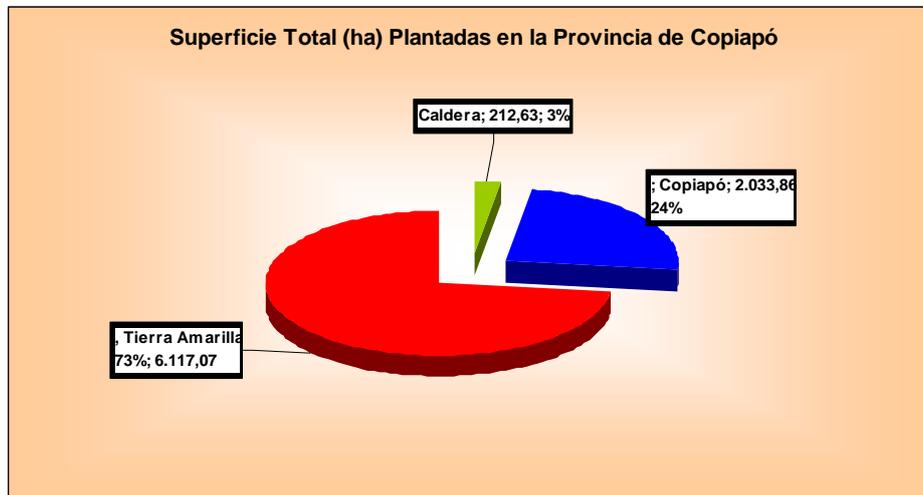
Figura 5-41: Producción Minera en la Región de Atacama y Provincia de Copiapó, 2001



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile, 2005

Respecto de la agricultura, esta representa el 13,98% del PIB regional, siendo el Valle de Copiapó el principal productor regional de uva de mesa de exportación destinada a los mercados del hemisferio norte. Este valle es el que concentra la mayor extensión de hectáreas plantadas de la Región, ubicadas principalmente en la comuna de Tierra Amarilla, donde se encuentra el 73% de las hectáreas plantadas en la actualidad (Figura 5-42).

Figura 5-42: Hectáreas Plantadas en las Comunas de la Provincia de Copiapó, 2005



Fuente: Elaboración propia en base a datos del catastro agrícola 2005, CIREN

La actividad ganadera, especialmente la caprina, en la Provincia y en especial en la comuna de Caldera, tiene un cariz extensivo y de baja productividad, debido a que tiene como característica principal estar en manos de pequeños crianceros en situación de pobreza extrema. Sin embargo, la dotación caprina en la comuna antes mencionada no deja de ser importante, llegando a la cifra de 2.150 cabezas.

El número total de majadas cuantificadas por el SAG, en esta comuna, llega a 23, concentradas en sectores semi-urbanos y rurales del borde costero y la ruta 5 Norte.

La actividad pesquera que se desarrolla en la comuna de Caldera, es otra de las importantes sectores económicos de la comuna. El 93,1% de la extracción se destina a la producción de harina de pescado. Los principales recursos extraídos, son la Anchoveta, Merluza, Jurel y Sardina.

Finalmente la población económicamente activa (PEA) de la Región dividida por ramas de actividad económica es la siguiente:

Tabla 5-30: Rama de Actividad Económica en Población de 15 años o más Ocupada en la Región de Atacama.

Principales ramas de actividad económica	Índice por porcentaje
A) Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	9,5
B) Pesca	2,5
C) Explotación de Minas y Canteras	11,8
D) Industrias Manufactureras	6,14
E) Suministro de Electricidad, Gas y Agua	0,88
F) Construcción	8,3
G) Comercio al por mayor y al por menor; reparación de Vehículos automotores, motocicletas; efectos personales y enseres domésticos	17,46

Fuente: INE, Censo 2002.

5.7.1.6.2 Características Educativas, Indicadores de Escolaridad

Uno de los logros importantes de la Región, en este sentido, es el que dice relación con el nivel educacional promedio de la población. En 1990, cuatro de diez cada habitantes de Atacama, contaba con la educación escolar completa; el año 2003, seis de cada diez habitantes cuenta con la enseñanza media completa.

Los índices de escolaridad y analfabetismo son los siguientes:

Tabla 5-31: Datos Educativos de las Comunas de Caldera

Comuna	Promedio de Escolaridad (Años)	Analfabetismo (%)
Caldera	10,0	2,3
Región de Atacama	9,6	3,8
País	10,2	4,0

Fuente: Casen 2003. Mideplan

Como se aprecia en la Tabla 5-31, ésta presenta indicadores de promedio de escolaridad superiores o iguales a los indicadores regionales, pero aún bajo el promedio nacional. Respecto del analfabetismo, los indicadores son inferiores a los niveles regionales y nacionales.

5.7.1.6.3 Indicadores de Pobreza de la Población

La evolución de la indigencia en la región ha sufrido variaciones a través de los años. En 1998 bajó a su nivel mínimo, alcanzando el 5,5%. Sin embargo, en el año 2003 subió al 7,7% de la población. La pobreza se ha mantenido en un 16,6%, lo que sumado a la población en condición de indigencia representa a un 24,3% de población en condición de pobreza general (Tabla 5-32).

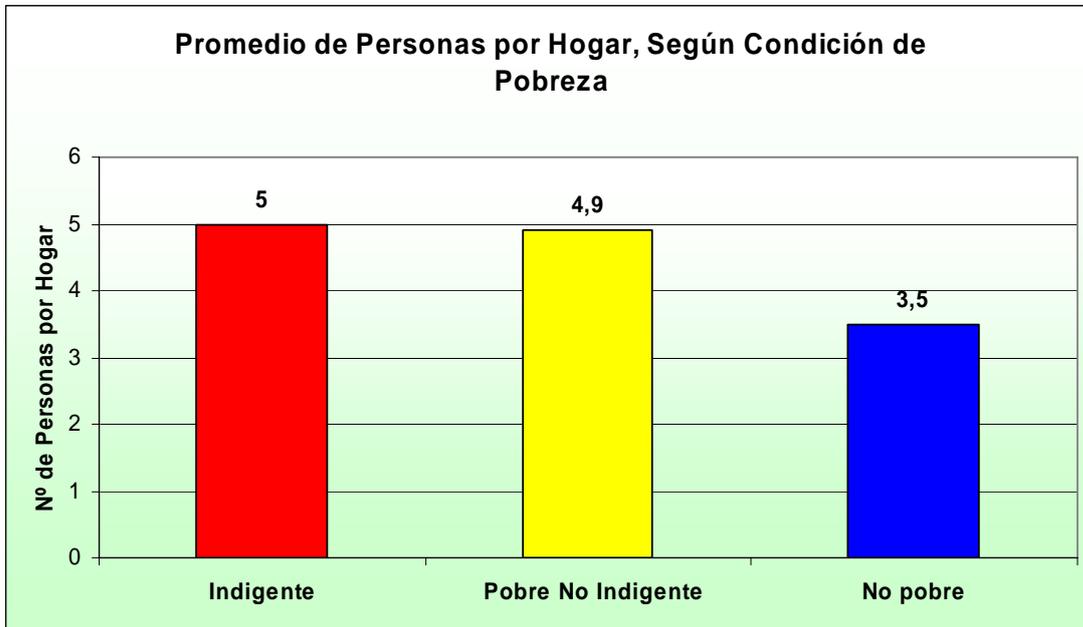
Tabla 5-32: Datos de Pobreza de la Población de las Comunas de Caldera

Comuna	Total Indigentes (%)	Total Pobres (%)
Caldera	1,8%	20,9%
Región de Atacama	7,7%	16,6%
País	4,7%	18,7%

Fuente: Gobernación Regional de Atacama

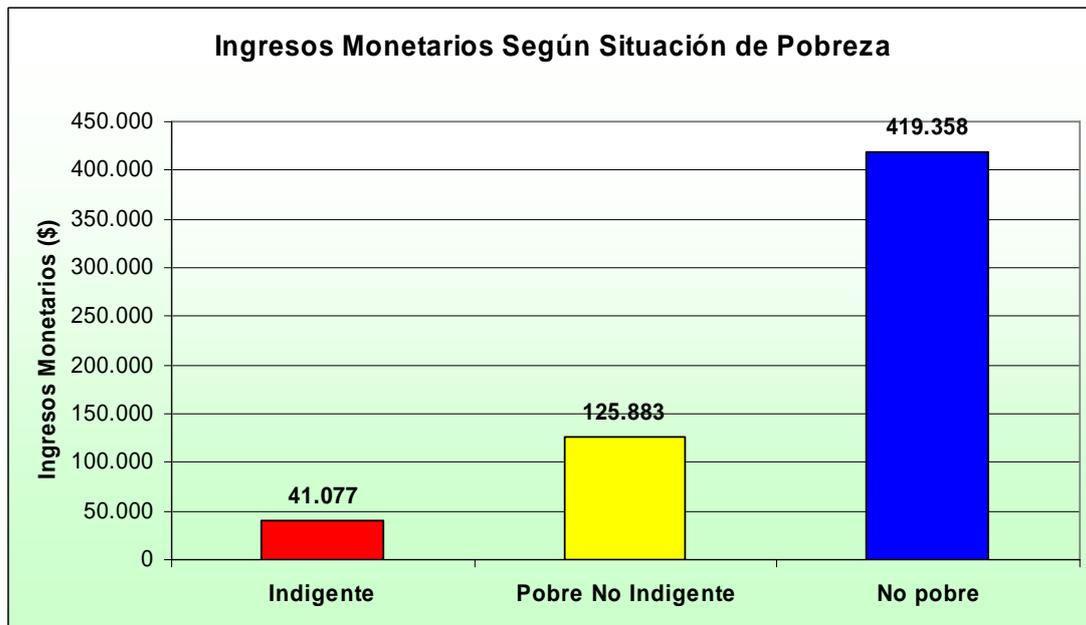
Como se observa en la Tabla 5-32, en lo que se refiere a indigencia está muy por debajo de los indicadores regionales y nacionales. Sin embargo, se encuentra sobre el promedio de población considerada pobre, en comparación con la región y el país.

Figura 5-43: Personas Habitando una Vivienda, según Condición de Pobreza



Fuente: Elaboración propia en base a datos de encuesta Casen 2003, Mideplan

Figura 5-44: Ingresos Según Condición de Pobreza



Fuente: Elaboración propia en base a datos de encuesta Casen 2003, Mideplan

5.7.1.7 Dimensión Bienestar Social Básico

5.7.1.7.1 *Salud y Educación*

En lo que respecta al acceso a infraestructura en educación, la Provincia de Copiapó cuenta con 44 establecimientos educacionales municipales; de éstos 30 se encuentran en la comuna de Copiapó y 5 en Caldera. Es importante considerar que el 97% de la educación que se imparte en los sectores rurales no sólo de la Provincia, sino también de la Región, es subvencionada por el Estado. Sin embargo, en sectores urbanos más del 10% de la educación total está en manos de particulares.

En lo que se refiere a infraestructura en salud, la Provincia cuenta con un Hospital ubicado en Copiapó, el más importante de la región con un total de 266 camas. En cuanto a la atención primaria, la Provincia cuenta 10 consultorios, de los cuales 8 se ubican en la comuna de Copiapó y sólo uno en Caldera.

5.7.2 **Área de Influencia Directa**

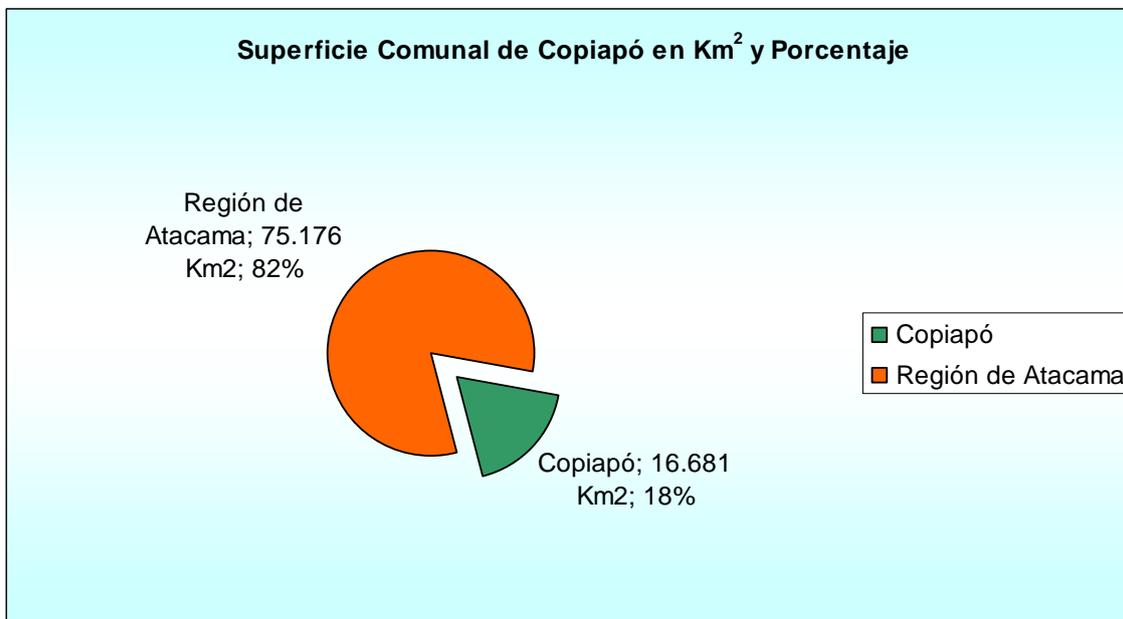
5.7.2.1 Dimensión Geográfica

5.7.2.1.1 *Comuna de Copiapó*

La comuna de Copiapó se emplaza en el centro de la Región de Atacama, limitando con todas las comunas que componen la misma, con excepción de las comunas de Alto del Carmen y Freirina.

Como se muestra en la Figura 5-45 Ésta representa el 18% del territorio regional de Atacama.

Figura 5-45: Superficie de la Comuna de Copiapó



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

El principal eje de conexión de la comuna es la ruta 5 norte, la cual conecta además con el aeropuerto Desierto de Atacama, el que en el año 2005 tuvo un flujo de pasajeros de 87.771 personas.

5.7.2.1.2 Sector Cerro Negro Norte

5.7.2.1.2.1 Área Industrial

No se detectó presencia de asentamientos humanos, villorrios o caseríos, como tampoco grupos humanos que ocupen de forma esporádica este sector. La vía de conectividad principal en este sector aparece descrita en el medio construido (Ruta C-327) y es utilizada por camiones y vehículos ligados a la actividad de la minería en el área.

5.7.2.1.2.2 Acueducto de Complemento

El trazado del Acueducto de Complemento tomando como eje la Ruta 5 Norte, atraviesa un macro sector agrícola distante a 20 Km de la ciudad de Copiapó, compuesto por los caseríos Chamonate - Candelaria (en este sector se emplaza el ex aeródromo de Copiapó, Chamonate), y el caserío de Toledo. Estos caseríos a su vez, tienen como actividad

económica principal la agricultura, dependiendo de la ciudad de Copiapó en todo lo que se refiere a servicios.

Toledo

El sistema de asentamiento humano denominado Toledo, se compone de aproximadamente de 12 localidades o distritos censales según el censo 2002. Toledo se localiza a 20 Km de Copiapó, por la Ruta 5 Norte. Sin embargo, no todos los sectores de este distrito se encuentran dentro del AID del Acueducto de Complemento.

Tabla 5-33: Entidades Pobladas en el distrito Toledo

Distrito	Nombre de Localidad	Pertenencia en el AID
Toledo	Bodega	Fuera AID
	Bellavista	Fuera AID
	Carpa del Cuatro	Fuera AID
	Chamonte	Dentro AID
	Llano Chamonte	Fuera AID
	Llano Chamonte	Fuera AID
	Llano Seco	Fuera AID
	Ojanco Nuevo	Fuera AID
	Ojanco Viejo	Fuera AID
	Quebrada Ojanco	Fuera AID
	Sierra Indiana	Dentro AID
	Toledo	Dentro AID
Rezagados	Fuera AID	

Fuente: INE/Celade. Censo 2002.

Toledo se emplaza a ambos lados de la carretera, por el lado oriente se ubica el sector de La Hacienda, donde habitan 10 familias que son ocupantes de los terrenos. Estos terrenos colindan con la Agrícola Vasangel, que es una extensa propiedad de un solo propietario.

En el sector de Toledo que se ubica al poniente de la carretera, habitan aproximadamente 20 familias, en este sector se emplaza la Villa Candelaria, donde se encuentran las casas de los ejecutivos de la mina candelaria.

La localidad está compuesta por una parcelación de pequeñas propiedades, en permanente subdivisión, cuya tenencia, se estima que es principalmente individual y legalizada.

Figura 5-46: Vista del Sector Toledo y Chamonate



Fuente: Elaboración propia. Google Earth

Flujos de Comunicación y Transporte en Toledo

A Toledo se puede acceder desde la Ruta 5 Norte, por el camino a Chamonate. El camino es de tierra pero se encuentra en buen estado. Este, pero en dirección sur, comunica a Toledo con la Ciudad de Copiapó y en dirección Norte la comunica con Caldera.

La mayor parte de las familias tiene un medio de transporte propio. Además cuentan con un bus que circula por la carretera cada media hora y colectivos que circulan con una alta frecuencia, las tarifas de los medios de transporte varía de \$500 a \$1.000.

Además la proximidad a la carretera les permite acceder a medios de transporte que los comunican con otras ciudades de la región o de otras regiones cercanas.

La población no cuenta con teléfonos fijos, pero la mayoría de las familias exceptuando las que viven en el sector oriente de la carretera cuentan con teléfonos celulares.

Chamonate-Candelaria

La localidad de Chamonate, se ubica a 20 Km de Copiapó, por la carretera que conduce al aeropuerto de Chamonate, la localidad empieza en el cerro y termina en Piedra Colgada.

Al igual que el caserío vecino, Chamonate es una parcelación de pequeños predios con un promedio de 10 ha en los cuales se desarrolla principalmente la horticultura.

Flujos de Comunicación y Transporte en Chamonate

Chamonate comparte iguales características de flujos de comunicación y transporte que el caserío de Toledo.

Sector Sierra Pajas Blancas y Sierra Indiana

Siguiendo el trazado del ducto en dirección Sur-Oeste no se detectó la presencia de asentamientos humanos consolidados o en proceso de consolidación. Sin embargo, existe una ocupación esporádica de determinados sectores ligados a la minería de pequeña y mediana escala.

En la Sierra Pajas Blancas se concentran laboreos mineros. Es posible encontrar la faena de la mina de cobre Cerro Imán (a unos 500 metros al norte del trazado del ducto), La Mina Augusta la cual es trabaja por un solo pirquinero, la mina San Carlos y socavón Salvador, trabajada por tres personas, Mina Chago Mario, donde trabajan 7 personas y mina Sierra Patacones, donde trabajan 4 personas.

Todas ellas se tienen como eje de comunicación principal la Ruta C-355 que conecta con la Ruta 5 Norte, hacia la ciudad de Copiapó o Caldera.

5.7.2.1.3 Sector Acueducto/Concentraducto

A lo largo de los 80 Km. de trazado del concentraducto, no se detectó presencia de grupos humanos que utilizaran el sector, de forma permanente o esporádica.

5.7.2.2 Dimensión Demográfica

5.7.2.2.1 Comuna de Copiapó

La comuna de Copiapó concentra el 50,7% de la población Regional y el 83% de la población Provincial. Cabe destacar, que Copiapó tiene una población urbana del 97,5%.

Tabla 5-34: Población Urbana-Rural de Copiapó

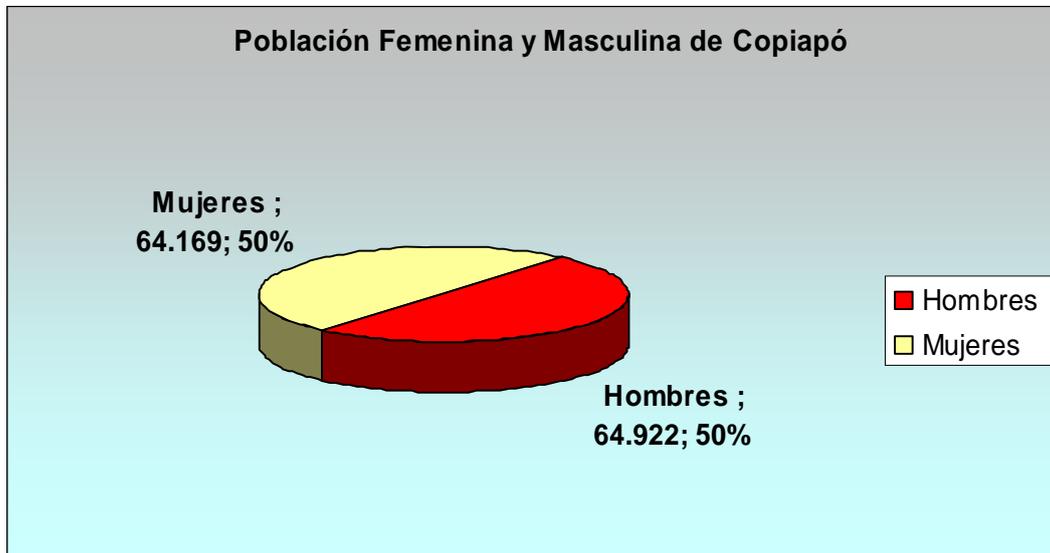
Población de Copiapó	Población Urbana	Población Rural
129.091	125.983	3.108

Fuente: Censo 2002. INE.

El crecimiento demográfico de la comuna ha sido constante, la población de Copiapó creció en 28.184 (29,7%) personas entre el período intercensal 1992-2002.

La ciudad de Copiapó tiene una población de 125.983 personas, según el censo 2002. En la Figura 5-47, se muestra que la división de la población por sexos en la comuna es equitativa.

Figura 5-47: Población por Sexos Comuna de Copiapó



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002, INE

5.7.2.2.2 Sector Cerro Negro Norte

5.7.2.2.2.1 Área Industrial

En este sector no se detectó presencia de grupos humanos agrupados en torno a sectores poblados de forma permanente. Sin embargo, existen vestigios de habitación y ocupación esporádica en el sector identificado como Mina Juana, por lo que se puede inferir que esta ocupación esporádica estaría ligada principalmente a estrategias económicas, habituales entre los pirquineros de la Región de Atacama, que consisten en la utilización económica de diferentes nichos ecológicos, convirtiendo este uso en una práctica de subsistencia. Dichos usos y prácticas hablan de que la forma de utilización del espacio no es sólo habitacional, sino más bien productivo. En este sentido es posible, por ejemplo, encontrar que una misma familia desarrolle actividades ganaderas (crianza de cabras ligada generalmente a las mujeres), agrícolas, mineras e incluso extractivas de los recursos marinos costeros (desarrollados principalmente por los hombres), en tanto que en los centros poblados mayores permanecen los niños, estudiando y acompañados por algún familiar adulto.

Estos sistemas de doble o múltiple residencia, ayudan a comprender el modo de utilización del espacio en áreas de éstas características.

Figura 5-48: Mina Juana y Ruco utilizado por Pirquineros en Sector Cerro Negro Norte



5.7.2.2.2 Acueducto de Complemento

Toledo

La población de Toledo según el censo 2002, es de 143 personas entre adultos y niños, gran parte de la población proviene de otras ciudades, sólo se registran dos familias que son originarias del lugar.

La composición de población por sexo es casi paritaria ya que 72 personas son hombres y 71 mujeres.

Una de las características relevantes del sector en términos de la población es que en determinadas épocas del año, relacionadas con la cosecha y otras actividades agrícolas, la población tiende a crecer por la llegada de trabajadores temporeros. Junto con esto se observa que muchos de los jóvenes de la comunidad migran, principalmente a Copiapó, por razones de trabajo o de estudios.

Figura 5-49: Entrada Sector Toledo



Chamonate

El sector Chamonate es el más poblado según el Censo 2002, en el distrito de Toledo. Su población es de 214 personas, de los cuales 112 son hombres y 102 son mujeres.

Al igual que la entidad de Toledo, Chamonate vive un proceso de recepción de población flotante los meses de cosecha, temporeros que llegan a trabajar al sector pero que generalmente y debido a la cercanía con la ciudad de Copiapó, vuelven a su lugar de habitación permanente.

Sierra Pajas Blancas- Sierra Indiana

Según el censo 2002 en este sector habitaba una persona. Sin embargo, a través del trabajo etnográfico, es posible constatar que existe un sistema de ocupación esporádica de ciertos sectores, ligados a la actividad económica minera, en la cual trabajan un total 14 personas.

5.7.2.2.3 Sector Acueducto/Concentraducto

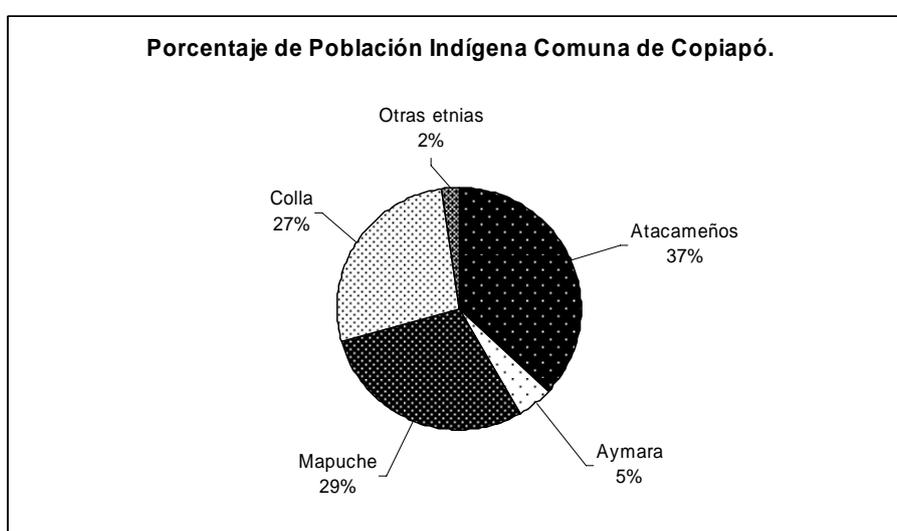
A lo largo del trazado, no se detecto presencia de grupos humanos con habitación permanente o esporádica.

5.7.2.3 Dimensión Antropológica

5.7.2.3.1 Comuna de Copiapó

La comuna de Copiapó concentra el 78,5%²¹ de la población indígena provincial. La población indígena comunal de Copiapó llega al 2,8% de su población total, lo que en cifras absolutas significa que 3.689 personas se declaran indígenas (Figura 5-50).

Figura 5-50: Población por Etnias en la Comuna de Copiapó



Fuente: Censo 2002. INE. Estadísticas Sociales. 2005.

5.7.2.3.1.1 Festividades

Dentro de las festividades que tienen lugar en la comuna de Copiapó, La Candelaria es la más importante congregando a unas 80.000 personas en los días en que se lleva a cabo la fiesta, generalmente el primer domingo de Febrero. La historia de la celebración de esta fiesta religiosa se asocia a que el arriero Mariano Caro Inca descubrió en 1780 una pequeña virgen tallada en piedra, la cual fue conocida en un principio como Virgen de Las Candelas y actualmente como Virgen de La Candelaria. En 1800 se erige la capilla en la cual se inicia el culto a la virgen. En el año 1922 el terremoto que azotó a la ciudad de Copiapó, derrumba la capilla e inmediatamente después comienza la construcción de la

²¹ del 100% de población originaria.

que, hasta el día de hoy, se conoce como la Iglesia de La Candelaria, lugar en el cual se congregan los peregrinos para venerar a la virgen.

De esta forma el primer domingo de febrero se realiza la procesión en donde la imagen es acompañada por un centenar de cofradías y bailes de diversas características. Paralelamente se lleva a cabo una feria que congrega a un importante número de comerciantes provenientes de diferentes lugares de la Región. Este patrón se repite en otros lugares de Atacama, como por ejemplo en la fiesta de Nuestra Señora de El Tránsito, en la Provincia de Huasco.

5.7.2.3.2 Sector Cerro Negro Norte

5.7.2.3.2.1 Área Industrial

En este sector no se detectó la presencia de expresiones culturales, entendidas como manifestaciones “costumbristas”, en los cuales participe la comunidad, ya que como fue explicado anteriormente, no existe un grupo humano que habite permanentemente esta área. Sin embargo, existen una serie de cenotafios²² o “animitas”, en memoria de pirquineros o mineros que perdieron su vida en las faenas (Tabla 5-35).

Tabla 5-35: Cenotafios en Sector Cerro Negro Norte

Cenotafios	Ubicación*
Animita Sin Nombre	E 355.959 / N 6.997.467.
Animita José Araya	E 366.983 / N 6.997.754
Animita Andrés Olivares	E 366.899 / N 7.000.114
Animita Sin Nombre	E 365.849 / N 6.998.683

* Coordenadas UTM, Huso 19, Datum PSAD56

²² Del latín *Cenotaphium* y éste del griego *κενοτάφιον*: sepulcro vacío. Según la Real Academia de la Lengua Española, un cenotafio es un monumento funerario, en el cual no está el cadáver del personaje a quién se dedica.

5.7.2.3.2.2 Acueducto

Toledo y Chamonate

Las principales actividades que se realizan en el sector son las actividades deportivas, específicamente los partidos de fútbol, que se llevan a cabo dos veces al año y en donde los habitantes del lugar tienen la oportunidad de compartir con otras localidades cercanas, como Piedra Colgada y Chamonate.

En época de Fiestas Patrias, la Junta de Vecinos organiza en el sector una ramada, en la sede social, donde participan todas las familias del sector. También es frecuente que cada familia organice en sus predios ramadas en las cuales se comercializan todo tipo de comidas típicas, asociadas con actividades recreativas como la rayuela.

Una de las actividades habituales en la localidad es la misa del domingo, a la cual asisten a la parroquia gran parte de los habitantes de la zona.

Relaciones y Vínculos Comunitarios

Además se debe consignar que existe entre los habitantes de este sector fuertes vínculos de solidaridad, principalmente porque muchos de los habitantes de la zona, provienen de las mismas familias, por lo que hay relaciones de confianza entre vecinos en la que son habituales los préstamos de herramientas, la colaboración para la obtención de electricidad para las viviendas, préstamos de insumos agrícolas, etc.

Un lugar importante para la realización de actividades sociales en la zona es la sede social y la parroquia. Estos lugares articulan la vida comunitaria de las personas que habitan en este sector de Toledo.

Sucesos Históricos Conformadores de Identidad Local

En este sentido, uno de los hechos más importantes y que marcaron a la comunidad fue la reforma agraria, que modificó la vida de muchas familias del sector. La Reforma Agraria, significó una nueva relación entre los inquilinos y la forma de producción de la tierra, que hasta ese entonces practicaban, la que estaba sometida a la producción total del fundo. A contar de la implementación de la Reforma Agraria, se vivió un proceso de parcelación, en la cual los inquilinos fueron propietarios de la tierra en la cual trabajaban. Hasta el día de hoy existe la concepción entre los propietarios, de la importancia para sus vidas de implementación la Reforma Agraria, ya que esta cambió para muchos positivamente su forma de vida.

Finalmente hasta el día de hoy existen proyectos asociativos en la comunidad, herencia según los propios habitantes del proceso de Reforma; los cuales están ligados principalmente a organizaciones de Mujeres.

Figura 5-51: Programas que Operan en Toledo y Chamonate



Organizaciones Presentes

Una parte de la comunidad participa en la Junta de Vecinos, que cuenta con 21 socios activos, que fue constituida en 1997, y cuya misión principal es organizar a la comunidad para poder optar a beneficios sociales y elevar la calidad de vida, para eso se vinculan principalmente con la municipalidad de Copiapó y con otras organizaciones de índole social como el PRODEMU (Fundación para la Promoción y Desarrollo de la Mujer).

Además cuentan con: un comité de vivienda, que es integrado por 30 socios y cuyo objetivo es obtener subsidios que les permitan construir mejores viviendas; un club deportivo, que no tiene personalidad jurídica, cuenta con alrededor de 20 socios y sus objetivos son de tipo recreacionales. Un grupo folclórico que es integrado por 25 socios.

5.7.2.3.3 Sector Acueducto/Concentraducto

A lo largo del trazado del ducto, se emplazan cinco cenotafios. Uno de ellos mantiene una estructura metálica junto a un jardín, el cual es regado por goteo. Existen dos animitas, que datan de 1960 (Tabla 5-36).

Otro hallazgo importante, es un club de niños, ubicado a un costado del trazado; fundado el 8 de octubre del año 2000, el cual consiste en una pieza de madera, con techo de zinc de 3m². En su interior existe un acta de fundación con los nombres y edades de sus 9 socios. La edad de los fundadores va desde los 5 a 9 años. Próximo a la edificación, se erige una

pequeña construcción que venera una imagen del Sagrado Corazón de Jesús. En su interior, se guardan una cantidad considerable de material lítico con valor arqueológico.

Tabla 5-36: Cenotafios en Acueducto/Concentraducto

Cenotafios	Ubicación*
Animita de Luís Alcántara	E 340.314 / N 6.998.544.
Animita de Senón Cruz	E 336.904 / N 7.000.555.
Animita de Cristián Espejo	E 349.982 / N 6.992.731.
Animita sin nombre	E 355.959 / N 6.997.467.
Animita sin nombre	E 341.400 / N 6.997.883.

* Coordenadas UTM, Huso 19, Datum PSAD56

Figura 5-52: Cenotafios en el Acueducto/Concentraducto



5.7.2.4 Dimensión Socioeconómica

5.7.2.4.1 *Comuna de Copiapó*

La comuna de Copiapó cuenta con una fuerza de trabajo de 63.810 personas, de las cuales según el informe sectorial publicado por el INE para el Trimestre Móvil Junio-Agosto 2007, 60.260 personas se encuentran ocupadas y 3.550 desocupados.

De esta manera la Tasa de Desocupación comunal es la siguiente:

Figura 5-53: Fuerza de Trabajo en la Comuna de Copiapó

Total Fuerza de Trabajo	Ocupados	Desocupados	Tasa de Desocupación
63.810	60.260	3.550	5,6

Fuente: INE, Dirección Regional de Atacama. 2007.

Los sectores económicos que evolucionaron positivamente en abril-junio de 2007 según las estadísticas preparadas por el INE de la región, en relación a igual trimestre del año anterior, en orden de mayor a menor variación, fueron: Pesca; Industria Manufacturera; Comercio; Construcción; Electricidad, Gas y Agua; Otros Servicios; Servicios Financieros; Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones; Minería y Propiedad de Vivienda.

Respecto de la agricultura, el Valle de Copiapó el principal productor regional de uva de mesa de exportación destinada a los mercados del hemisferio norte. Este valle es el que concentra la mayor extensión de hectáreas plantadas de la Región, alrededor de 2.000 hectáreas se encuentran plantadas en la comuna, gran parte de ellas orientadas a la fruta, especialmente a la uva de mesa de exportación.

La actividad ganadera, especialmente la caprina, la comuna de Copiapó, tiene un cariz extensivo y de baja productividad, debido a que tiene como característica principal estar en manos de pequeños crianceros en situación de pobreza extrema. Sin embargo, la dotación caprina en las comunas antes mencionadas no deja de ser importante, llegando a la cifra de 6.100 cabezas, la mantención de este ganado complementa otras actividades económicas, generalmente la agricultura e incluso la minería a pequeña escala.

El número total de majadas cuantificadas por el SAG, en esta comuna, llega a 28, concentradas en el sector rural.

5.7.2.4.2 Indicadores de Alfabetismo de la Comuna de Copiapó

Tabla 5-37: Escolaridad y Analfabetismo en la Comuna de Copiapó

Comuna	Promedio de Escolaridad (Años)	Analfabetismo (%)
Copiapó	9,6	3,4
Región de Atacama	9,6	3,8
País	10,2	4,0

Fuente: Casen 2003. MIDEPLAN

Como se aprecia en la Tabla 5-37, ésta presenta indicadores de promedio de escolaridad superiores o iguales a los indicadores regionales, pero aún bajo el promedio nacional. Respecto del analfabetismo, los indicadores son inferiores tanto a nivel regional como nacional, lo que da cuenta del esfuerzo hecho para mejorar las condiciones de cobertura educacional en la Provincia.

5.7.2.4.3 Indicadores de Pobreza de la Comuna de Copiapó.

Tabla 5-38: Indicadores de Pobreza den la Comuna de Copiapó.

Comuna	Total Indigentes (%)	Total Pobres (%)
Copiapó	10,4%	27,5%
Región de Atacama	7,7%	16,6%
País	4,7%	18,7%

Fuente: Casen 2003. MIDEPLAN

Como se puede apreciar en la Tabla 5-38, los indicadores de la comuna tanto en el porcentaje de indigentes y pobres es superior a los niveles regionales y nacionales.

5.7.2.4.4 Sector Cerro Negro Norte

5.7.2.4.4.1 Área Industrial

Tal como se explicó en el ítem Dimensión Demográfica más atrás, la Mina Juana se emplaza en las cercanías del Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte. Esta mina se encuentra sin actividad, por lo que no se dispone de información respecto de los métodos de producción y empleo.

5.7.2.4.4.2 Acueducto de Complemento

Toledo y Chamonate

La principal actividad productiva de la localidad es la agricultura existiendo dos tipos de productores, los parceleros y los empresarios agrícolas, propietarios de viñas y Vasangel que produce aceitunas, limones, chirimoya y uvas. La actividad agrícola está centrada en viñas, otros frutales y horticultura.

La producción de verduras es destinada para venta en mercados de Santiago o Antofagasta. La uva, chirimoya y limones son destinados a la exportación, mientras que el resto de la producción agrícola es comercializada en el mercado interno. Principalmente la ciudad de Copiapó.

Las tierras son regadas con aguas tratadas que vienen de la ciudad de Copiapó. Además existen pozos profundos y norias. Los parceleros se encargan de la mantención de los canales y los insumos agrícolas los adquieren, por la cercanía, en Copiapó.

Figura 5-54: Horticultura en Parcelas de Chamonate



Los pozos de los que el titular obtendrá los derechos de agua para el proyecto se ubican en este sector.

El Pozo 1 se ubica dentro de la Parcela 32, la que es trabajada por los Hermanos Cid de Copiapó (Figura 5-55: Ubicación Pozo 1 Dentro del Predio de los Hermanos Cid). En esta parcela de 18 ha trabajan 4 personas de forma permanente, las cuales se dedican al trabajo en los parrones y tomates, éstos últimos se encuentran dentro de los invernaderos (Figura 5-56: Pozo N° 1 e Invernaderos en la Parcela N° 32 de los Hermanos Cid). En época de poda el número de trabajadores puede ascender a 50 personas. El riego es por goteo y el agua la obtienen de pozos.

Figura 5-55: Ubicación Pozo 1 Dentro del Predio de los Hermanos Cid

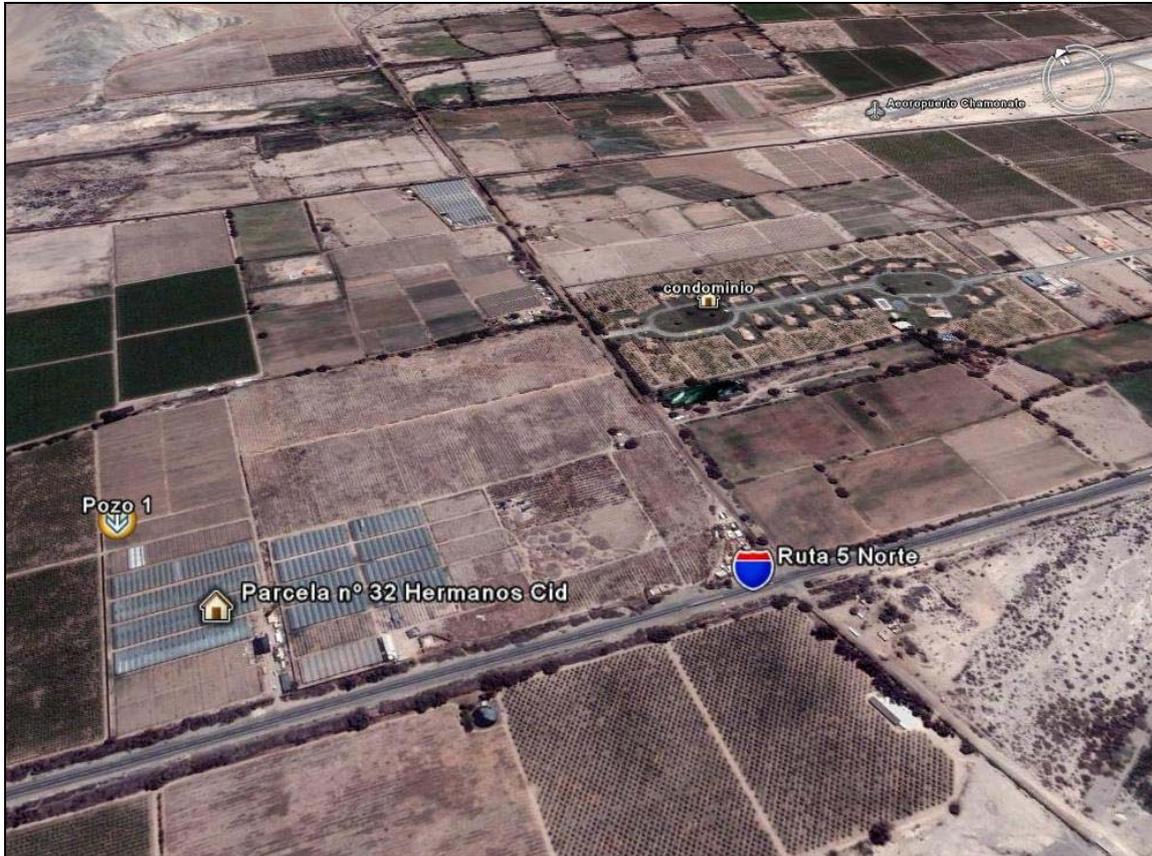


Figura 5-56: Pozo N° 1 e Invernaderos en la Parcela N° 32 de los Hermanos Cid



Figura 5-57: Zona agrícola de Chamonate



Figura 5-58: Pozos típicos del sector para uso agrícola y minero.



a. Pozo para uso agrícola



b. Pozo para uso minero

Sierra Pajas Blancas-Sierra Indiana

La actividad minera es importante en este sector, en donde existen 4 piques mineros más la Mina Cerro Imán.

Minera Cerro Imán es un importante yacimiento de hierro de propiedad de la Sociedad Contractual Minera Reconquista, la cual se constituyó el 8 de Mayo de 1954. Cerro Imán se ubica a 12 Km al oeste de la ciudad de Copiapó.

Minera Cerro Imán es dirigida por un directorio, que consta de un presidente, un gerente y tres directores.

Anteriormente este yacimiento fue explotado por Minera Santa Fe y posteriormente por la Compañía de Acero del Pacífico, desde 1954 a 1979. En ese tiempo, los minerales de hierro, eran exportados en bruto por el Puerto de Caldera, en colpas y granzas.

El yacimiento abarca una extensión de más de 300 hectáreas debidamente inscritas en el Conservador de Minas de Copiapó y amparadas por el pago al día de sus patentes.

Solamente son explotadas parte de las pertenencias denominadas Don Washington y Don Manuel. La explotación mensual de la mina era entre 50.000 y 100.000 toneladas de hierro por mes.

Las pertenencias mineras que abarcan el yacimiento son:

- Lunar 1 al 2
- Reconquista 14 al 15
- Fierro uno

- Casualidad
- Don Washington
- Don Manuel
- Resguardo 1 al 10
- Protectora 1 al 3
- Reconquista 1 al 43

Figura 5-59: Mina Cerro Imán



En el pique Mina Augusta, trabaja una persona, extrayendo cobre, este pique es trabajado de forma esporádica y en el momento de realizar el trabajo de campo se encontraba sin trabajadores. Existe un vínculo importante entre los pirquineros de este sector, quienes viven en el lugar del pique con un régimen de 10 días en la mina y 5 en Copiapó. En el socavón levantan un *ruco*, construcción de plástico y madera, en la cual duermen y cocinan. Mina Augusta se encuentra a unos 200 metros de otro pique conocido como pique San Carlos o Socavón Salvador. Esta mina de cobre, es trabajada por tres personas, quienes, extraen *fundante de cobre* el cual es extraído a unos 80 metros de profundidad. Para extraer a dicha profundidad, los pirquineros de mina San Carlos, cuentan con compresor. Luego la producción es transportada en un camión a ENAMI de Copiapó, donde pueden ganar entre \$700.000 a 1.500.000 por 3 toneladas de mineral.

Figura 5-60: Don Willy, pirquinero de Mina San Carlos



Hacia el costado sur de la ruta C-355 y a 700 m aproximadamente del eje del acueducto se emplazan con dos minas de cobre en las que trabajan 11 personas. Son las Minas “Chago Mario” y “Sierra Patacones”.

Figura 5-61: Entrada a Mina Chago Mario



5.7.2.4.5 Sector Acueducto/Concentraducto

A lo largo del trazado del ducto no se encontraron actividades económicas desarrolladas por grupos humanos que habiten en el área.

5.7.2.5 Dimensión Bienestar Social Básico

5.7.2.5.1 *Comuna de Copiapó*

En lo que respecta al acceso a infraestructura en educación, es decir escuelas y liceos municipales; Copiapó cuenta con 30. Es importante considerar que el 97% de la educación que se imparte en los sectores rurales, no sólo de la Provincia sino también de la Región y la comuna, es subvencionada por el Estado. Sin embargo, en sectores urbanos más del 10% de la educación total está en manos de particulares.

En lo que se refiere a infraestructura en salud, la comuna cuenta con un Hospital, el más importante de la región con un total de 266 camas. En cuanto a la atención primaria, la comuna cuenta 8 consultorios.

Según el censo 2002, la cobertura de agua potable y electricidad en la comuna es del orden del 88%; en tanto que la cobertura de alcantarillado para las viviendas de Copiapó es del orden del 86%.

5.7.2.5.2 *Sector Cerro Negro Norte*

5.7.2.5.2.1 *Área Industrial*

No se detectó infraestructura social básica asociada a grupos humanos con habitación permanente o esporádica. El sector de Mina Juana, tampoco cuenta con infraestructura básica.

5.7.2.5.2.2 *Acueducto de Complemento*

Infraestructura Básica en Toledo-Chamonate y Sierra Pajas Blancas e Indiana

Tabla 5-39: Infraestructura Básica en AID

Sectores	Nº de Viviendas	Electricidad vía pública		Agua Potable por Red pública Rural		Alcantarillado	
		Tiene	No Tiene	Tiene	No Tiene	Tiene	No Tiene
Toledo	43	33	6	26	13	9	30
Chamonate	67	43	11	18	36	35	19

Sectores	Nº de Viviendas	Electricidad cía. pública		Agua Potable por Red pública Rural		Alcantarillado	
		Tiene	No Tiene	Tiene	No Tiene	Tiene	No Tiene
Sierra Pajas Blancas e Indiana	5	0	5	0	5	0	5
Total Viviendas	115						
Total viviendas que contestaron la encuesta Censal	98	De éstas, 39 viviendas corresponden a Toledo; 54 a Chamonate y 5 Sierra Pajas Blancas-Indiana.					

Fuente: INE/Celade. Censo 2002.

1. Vivienda: En el Sector Toledo, del total de Viviendas contabilizadas el 67,4% corresponden a casas y el 32,5% a mejoras y medias aguas, de igual manera en Chamonate se mantiene igual proporción de casas, respecto al de mejoras que en Toledo. Finalmente en el sector de Sierra Pajas Blancas-Indiana, las cinco viviendas son rucos.
2. Electricidad: En el sector Toledo 85% de las viviendas cuentan con energía eléctrica a través de la Cía. Emelat. 7,6% de las viviendas se abastecen de luz eléctrica a través de generadores a petróleo y 7,4% de las viviendas no cuentan con energía eléctrica. De igual forma, en el sector Chamonate 80% de las viviendas tienen energía eléctrica suministrada por la empresa Emelat, 9% de las viviendas se abastecen a través de generador a petróleo y 11% de las viviendas no cuentan con energía eléctrica. Finalmente en el sector de Sierra Pajas Blancas e Indiana, la vivienda que cuenta con energía eléctrica lo hace a través de generador a petróleo.
3. Agua Potable: En Toledo un 66% de las viviendas cuentan con agua potable rural, mientras que un 33% de las viviendas se abastecen de agua a través de Pozos de agua. En Chamonate la situación es a la inversa, un 33% de las viviendas cuentan con agua potable rural, mientras que un 66% lo hace a través de pozos de agua, los cuales son financiados por las mismas personas sin ningún tipo de subsidio. Finalmente en Sierra Pajas Blancas- Indiana el agua es llevada por los mismos pirquineros a sus lugares de trabajo en tambores de 1.000 litros.
4. Alcantarillado Rural: Este indicador de bienestar es el que tiene menores índices de cobertura. En Toledo el 23% de las viviendas cuenta con conexión al alcantarillado rural, el 72% cuenta con pozo negro o conexión a fosa séptica y un

5% de las viviendas no cuenta con ningún tipo de sistema de eliminación de excretas. En Chamonate un 65% de las viviendas cuenta con conexión a alcantarillado, (cifra en la que se representa la Villa Candelaria), y un 33% de las viviendas, cuenta con pozo negro o fosa séptica; un 3,7% no cuenta con ningún tipo de sistema de eliminación de excretas. Finalmente en el sector Sierra Pajas Blancas-Indiana, los rucos no cuentan con ningún sistema de eliminación de excretas.

Infraestructura de Uso Público

Respecto de la infraestructura de uso público, la comunidad cuenta con la Sede de la Junta de Vecinos que se encuentra en buen estado de conservación, además cuentan con una cancha de fútbol.

Dentro de la localidad no existe ningún centro de salud, en la localidad de San Pedro, que queda a 20 minutos de Toledo, cuentan con ronda médica dos veces al mes. Parte de la población se atiende a través de la ronda médica y otros van al consultorio de Copiapó, éste entrega atención primaria consistente en primeros auxilios, atención pediátrica y adulta.

Los niños de la localidad asisten a la escuela Básica de San Pedro, donde se imparten cursos desde pre kinder hasta 8º básico, a ella asisten los niños de San Pedro, Piedra Colgada, Chamonate y Toledo, la escuela cuenta con una matrícula de 239 alumnos.

La enseñanza media la realizan en Copiapó, en el Liceo Técnico, lo que indica que habría un flujo importante de niños estudiando fuera de la localidad. La municipalidad provee de transporte a los niños de Chamonate y Toledo, para asistir a la escuela Básica, para que los jóvenes asisten al Liceo, los padres deben financiar la locomoción.

5.7.2.5.3 Sector Acueducto/Concentraducto

No se detectó infraestructura social básica asociada a grupos humanos con habitación permanente o esporádica a lo largo del trazado del ducto.

5.7.3 Conclusiones

Área de Influencia Directa	
Dimensión	Conclusiones
Geográfica	Las diferentes acciones del proyecto no modifican sustancialmente las áreas geográficas con interés para el medio humano. Sin embargo, el acueducto en su etapa de construcción se presenta como de importancia para el sector de Toledo y Chamonate, ya que pasará por estos sectores, eminentemente agrícolas.
Demográfica	Sólo en el sector de Toledo y Chamonate se detectó presencia de asentamientos humanos consolidados. La población total en este sector es de 270 personas aproximadamente, excluyendo a Copiapó, ciudad que podría ver incrementada su población dado el arribo de mano que puede llegar una vez comenzada la construcción del proyecto.
Antropológica	Existe una variada gama de expresiones culturales en las diferentes partes del proyecto, tales como "animitas", parroquias, juntas de vecinos y una actividad pirquinera arraigada en las personas que habitan en el sector de Toledo, Chamonate y Sierra Indiana. Sin embargo, las acciones del proyecto no pondrían en situación de riesgo social a los habitantes que las practican.
Socioeconómica	Las únicas actividades económicas que se detectaron se realizan en el sector de Toledo-Chamonate y Sierra Indiana, las cuales están ligadas a la agricultura y la minería de mediana y pequeña escala.
Bienestar Social Básico	Sólo el sector de Toledo-Chamonate y Sierra Indiana, presenta infraestructura básica, la cual en todas sus variables presenta importantes índices de cobertura. La ciudad de Copiapó al ser la ciudad primada de la región por su condición de capital regional, es la que posee la mejor cobertura en infraestructura social.

5.8 USO DEL SUELO

El AID de este componente ambiental considera las áreas del proyecto reguladas por el Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama (PRICOST) actualmente vigente. Se considera también el Plan Regulador Intercomunal Provincia de Copiapó (PRICOP) en trámite de aprobación. No se definió un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

5.8.1 Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama (PRICOST)

De acuerdo a las consideraciones y exigencias del PRICOST que aplican directamente al desarrollo del proyecto, a continuación se exponen en detalle cada una de ellas y se precisa el área del proyecto a la que corresponden (Tabla 5-40):

Zona de Protección de Dunas, Zona ZPI 6: Corresponde a campos dunarios marcados en la Figura 5-62. En el PRICOST se indica: “Corresponde a campos dunarios. Los planes reguladores comunales deberán precisar el área que ellos cubren. En los casos en los que esta zona corresponda a zonas urbanas y de extensión urbana, no se permitirá edificación de ningún tipo con el fin de destinarlas a actividades recreativas y científicas.”

Zona de Protección Ecológica, Zona ZPI 2: Corresponde a terrenos graficados en Figura 5-63. Son zonas de alto valor ecológico necesarios para mantener el equilibrio y calidad del medio ambiente. En esta Zona no se permiten edificaciones. Sólo se admiten las instalaciones vinculadas a usos compatibles con sus características propias, tales como paseos, miradores, senderos peatonales y otros de similar naturaleza. Las instalaciones asociadas a proyectos de protección ecológica y acceso de visitantes, deberán considerar, entre otras, las siguientes normas complementarias:

1. Ley N°18.362 del Ministerio de Agricultura, sobre áreas silvestres protegidas.
2. D.S. N°4.363 (Tierras) de 1931, texto actualizado Ley de Bosques sobre protección de quebradas, laderas, manantiales, etc.
3. D.S. N°366 (Tierras) de 1944, sobre especies protegidas y su explotación.
4. D.S. N°527 (BBNN) de 1985.
5. D.S. N°946 (BBNN) de 1994.
6. D.S. N°947 (BBNN) de 1994.
7. Res. N°440 de 1990 de la Dirección Ejecutiva de CONAF.
8. Res. N°39 de 1997 de la Dirección Ejecutiva de CONAF.

Zona de Apoyo a los Centros Poblados, ZUI 7: Corresponde a terrenos costeros, reservados para futuras extensiones de los centros poblados y para infraestructura complementaria a los asentamientos humanos (Figura 5-64). Los planes reguladores

comunales deberán incorporarlas al área urbana sólo cuando las zonas urbanas y las restantes de extensión urbana del presente plan, como son ZUI5 y ZUI6, se hagan escasas para el crecimiento poblacional. Deberán detallar en su interior limitantes de riesgo y protección y fijar disposiciones que cautelen los terrenos en los cuales se produce con especial intensidad el fenómeno del desierto florido, las dunas y quebradas, las singularidades paisajísticas que requieren ser preservadas y los sitios de interés paleontológico.

Se destinará preferentemente a:

- Infraestructura complementaria para el desarrollo urbano, necesaria para la producción de energía y proyectos de saneamiento ambiental.
- Instalaciones extractivas, industriales o de equipamiento que, por razones de la localización del recurso, requieran obligatoriamente ubicarse en esa área.
- Actividades recreativas y deportivas que requieran grandes extensiones.
- Preservación de lugares de interés paisajístico y científico.
- Cautelar una apropiada relación entre los centros urbanos y el paisaje.

Zona Rural, Zona ZRI: Esta zona está destinada a la explotación de los recursos naturales, como los silvoagropecuarios, mineros, pesqueros, y las instalaciones industriales o de equipamiento que, por razones de la localización del recurso, requieran obligatoriamente ubicarse en esa área (Figura 5-65). En el área rural se deberá cumplir las disposiciones establecidas en el artículo 55° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (D.F.L. N°458 de 1975) y toda la legislación vigente para el área rural.

Zona de Protección de Infraestructura Aeronáutica: Corresponde a los terrenos de protección aledaños a los aeródromos y aeropuertos, las que se regirán por las disposiciones técnicas de los servicios competentes y las siguientes disposiciones (Figura 5-66):

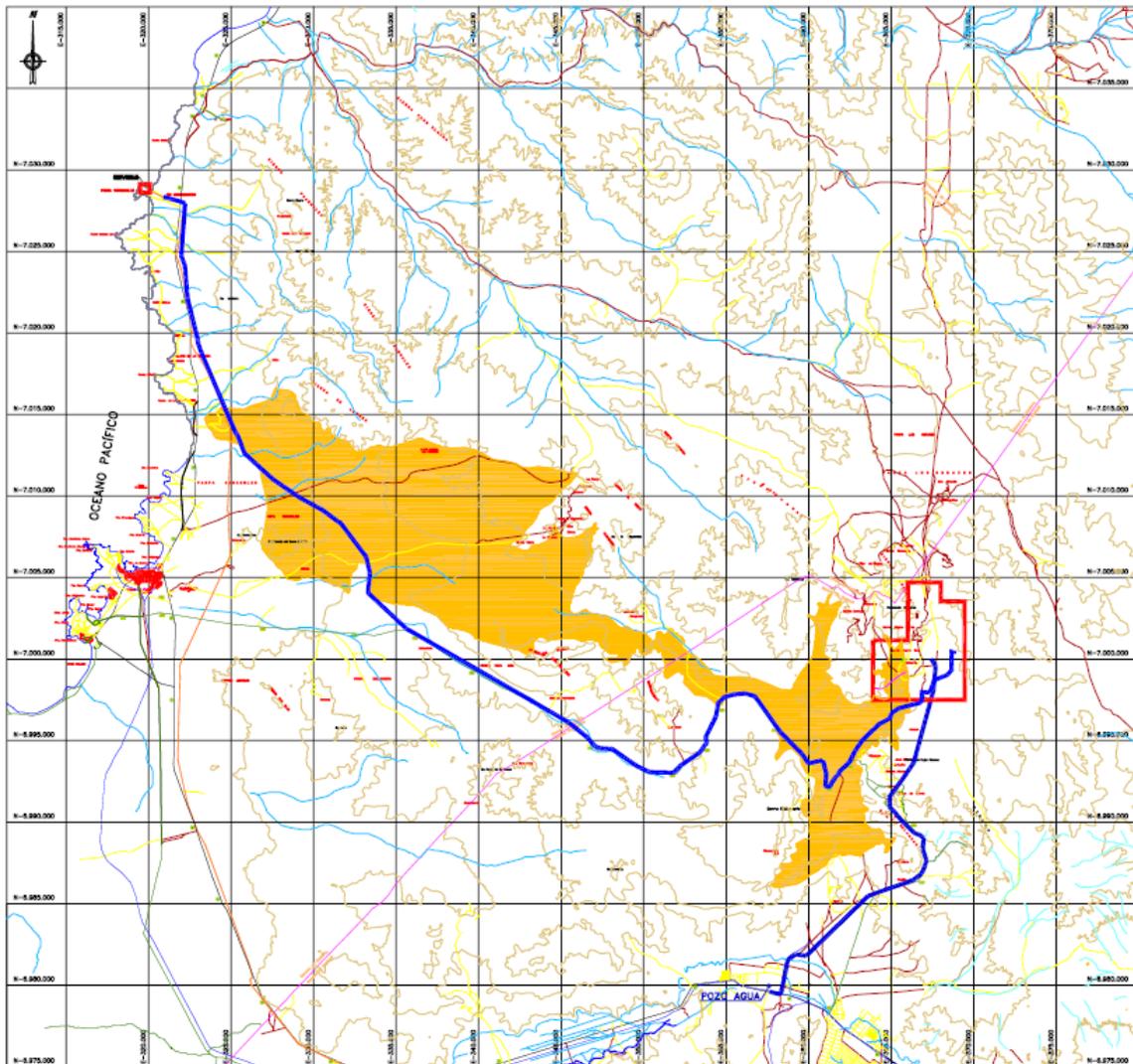
- Ley N°18.916, Código Aeronáutico.
- Ley N°16.752, sobre la Dirección de Aeronáutica
- D.S. N°43 (Defensa) de 1996, que aprueba plano que determina las zonas de protección para el aeródromo Chamonate (Plano de Protección del Aeródromo Chamonate N°PP-95-04 confeccionado por la Dirección General de Aeronáutica Civil).

A continuación se presenta una tabla resumen con las zonificaciones del PRICOST que las distintas áreas donde se emplazará el proyecto. En la página siguiente se anexan las figuras de éstas zonificaciones.

Tabla 5-40: Zonificaciones PRICOST

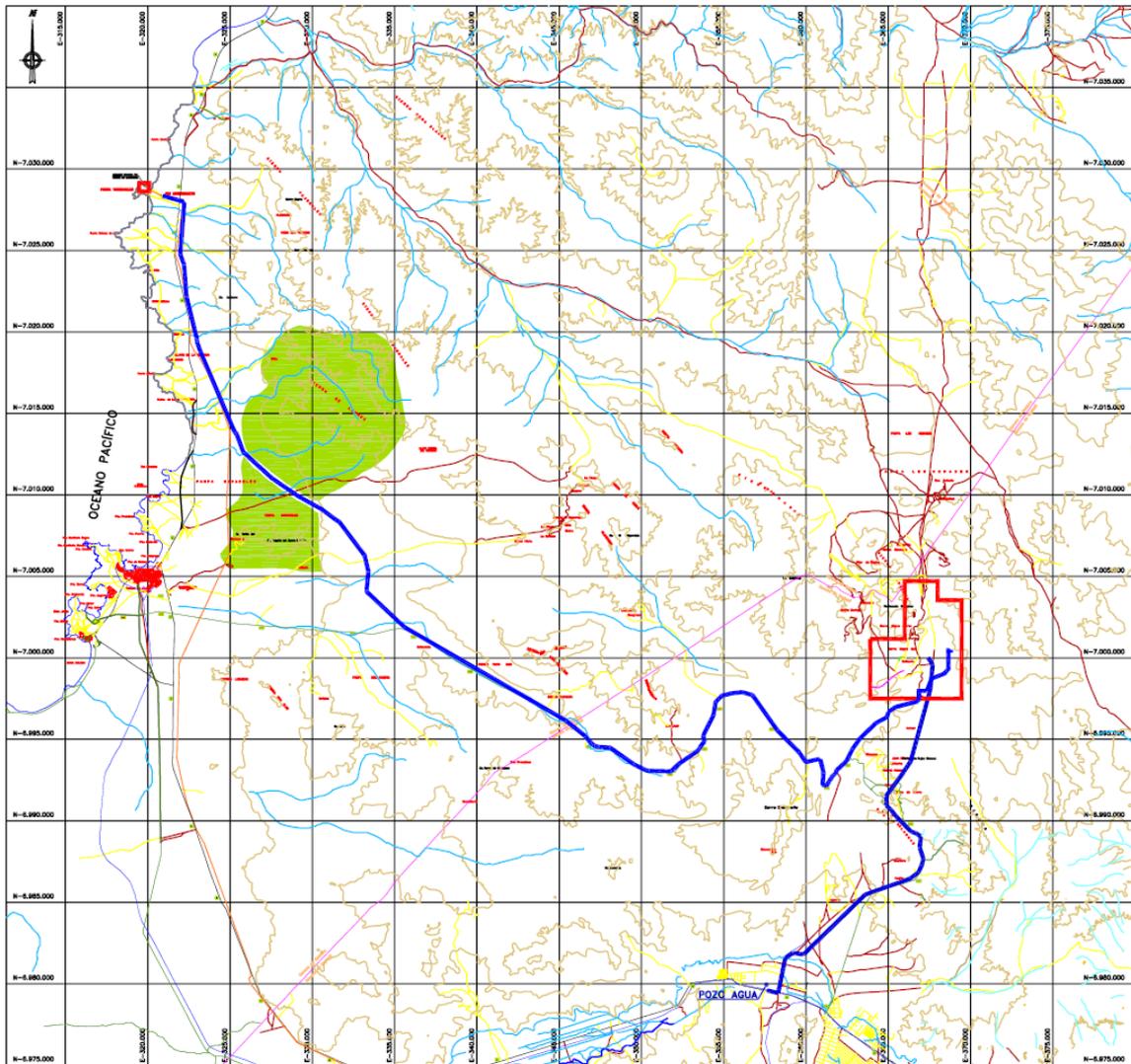
Zonificación	Área del Proyecto
ZPI-6 – Protección de dunas	Embalse de Relaves (Sector Cerro Negro Norte) y porción poniente del Acueducto/Concentraducto
ZPI 2 – Protección ecológica	Acueducto/Concentraducto
ZUI-7 – Zona de apoyo a centros poblados	Acueducto/Concentraducto
ZRI – Zona Rural	Sector Cerro Negro Norte, Sector Acueducto/Concentraducto
ZI 8- Zona de protección infraestructura aeronáutica	Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte)

Figura 5-62: Zona de Protección de Dunas



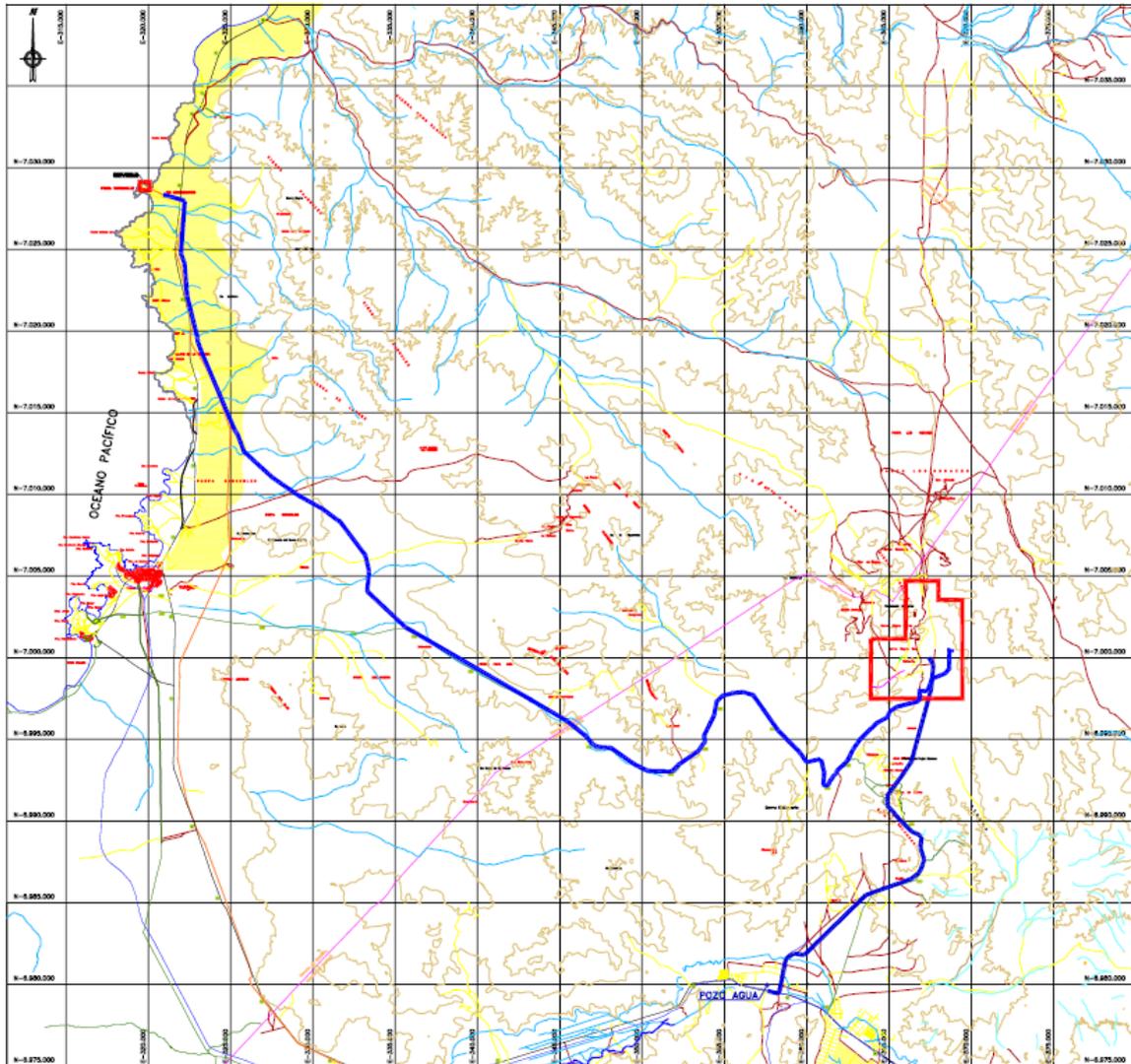
Fuente: Elaboración propia en base a zonificación PRICOST

Figura 5-63: Zona de Protección Ecológica



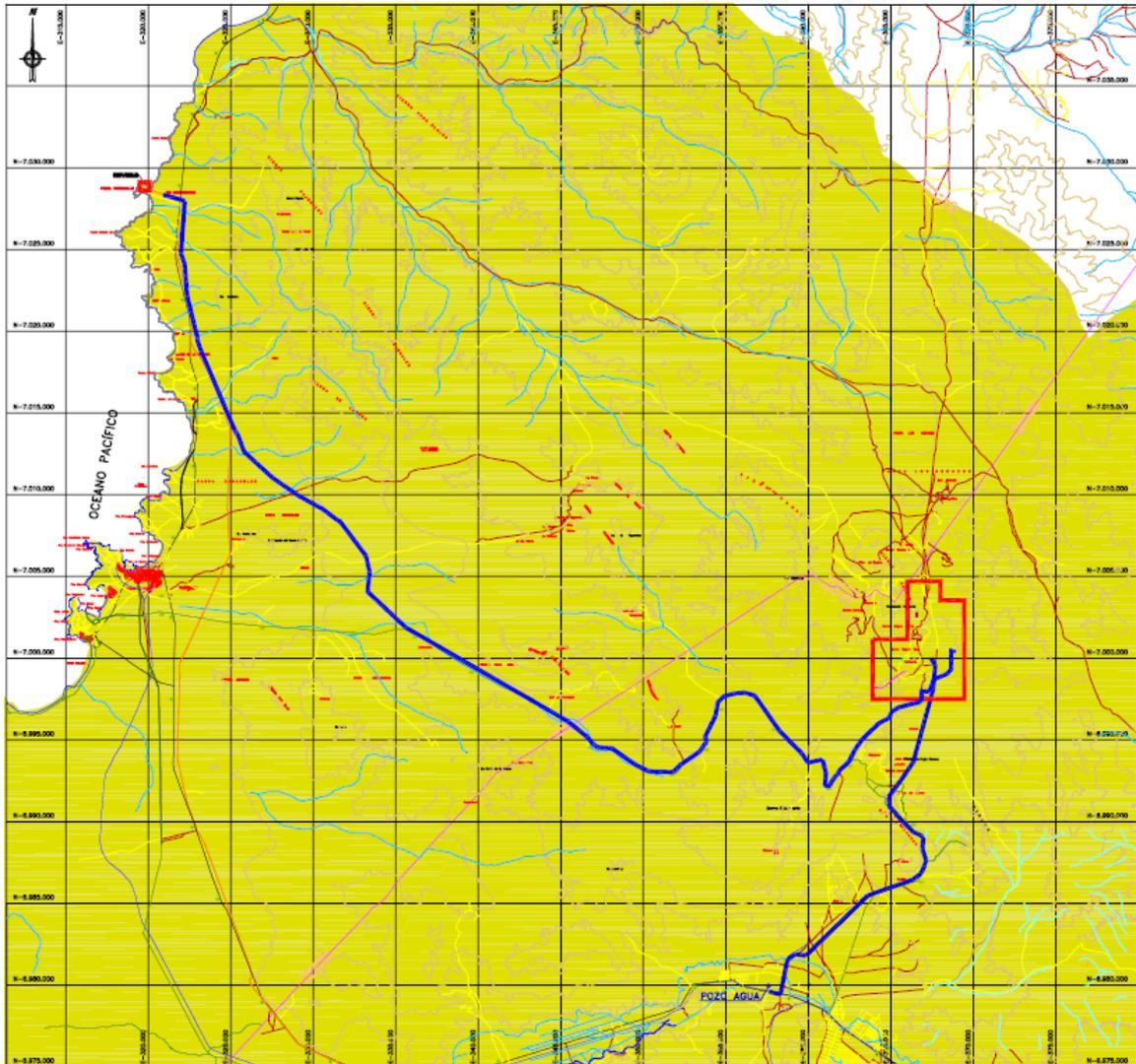
Fuente: Elaboración propia en base a zonificación PRICOST

Figura 5-64: Zona de Apoyo a los Centros Poblados



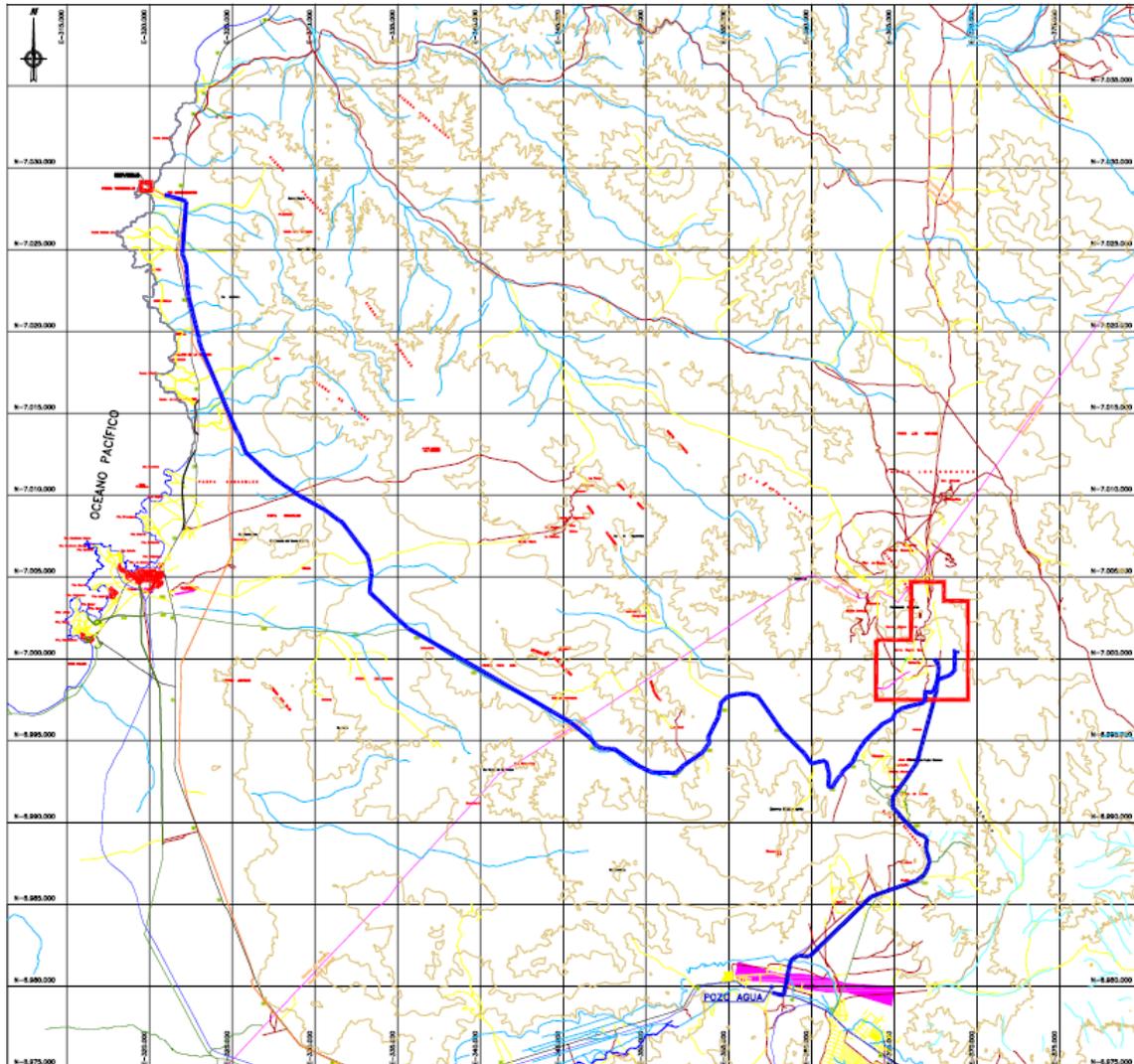
Fuente: Elaboración propia en base a zonificación PRICOST

Figura 5-65: Zona Rural



Fuente: Elaboración propia en base a zonificación PRICOST

Figura 5-66: Zona de Protección Infraestructura Aeronáutica



Fuente: Elaboración propia en base a zonificación PRICOST

5.8.2 Plan Regulador Intercomunal – Provincia de Copiapó (PRICOP)

El PRICOP, actualmente en proceso de aprobación, regulará y orientará el proceso de desarrollo físico del territorio de las comunas de Caldera, Copiapó y Tierra Amarilla. Áreas importantes para el proyecto zonificadas por este instrumento corresponden a:

Zona de Apoyo a los Centros Poblados, ZIEU-4: Corresponde a terrenos costeros reservados para infraestructura complementaria a los asentamientos humanos. Se destina preferentemente a:

- Infraestructura complementaria para el desarrollo urbano, necesaria para la producción de energía y proyectos de saneamiento ambiental.
- Instalaciones extractivas, industriales o de equipamiento que requieran obligatoriamente ubicarse en esa área, por razones de la localización del recurso o de ubicación de áreas destinadas a la acuicultura.
- Actividades turísticas, recreativas y deportivas que requieran grandes extensiones.
- Instalaciones complementarias para los atractivos turísticos, tales como muelles, miradores, o similares.

En los sectores de esta área en que se colinde con zonas de protección de cualquier tipo (ZIP), el área deberá actuar como amortiguación entre la zona de protección y el resto de la zona urbana, en una franja de 1.000 m, evitando la localización de infraestructura, actividades productivas y equipamientos que puedan afectar los valores protegidos (Áreas Silvestres Protegidas, Biodiversidad, paisaje, recursos naturales, patrimonio cultural, etc.)

Zona de Actividades Silvoagropecuarias, ZIDP-2: Esta zona corresponde a los suelos agrícolas del valle del Río Copiapó, En estos suelos se busca fomentar y apoyar la actividad agrícola predominante, por su importancia económica y ecológica. En estas zonas se permite el desarrollo de agroindustria y de explotaciones agrícolas, así como instalaciones y servicios complementarios a esta actividad. Además se permite el desarrollo de actividades de agroturismo.

Del mismo modo, se permite el uso residencial, sólo para la edificación de vivienda para propietarios y cuidador, en conformidad a lo señalado al Art.55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y la aplicación del Decreto N° 3.516 de Subdivisión de Predios Rústicos.

También se permite la localización de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, las cuales deberán obtener un informe favorable de las instituciones que corresponde, sin perjuicio del cumplimiento de lo establecido en la Ley N° 19.300.

Expresamente se prohíbe en esta zona, la disposición final y transitoria de residuos sólidos, el bodegaje y almacenamiento de sustancias peligrosas, y todos los usos no señalados como permitidos.

Zona de Protección Ambiental asociada a Patrimonio Natural, ZIP-2: Son las zonas que tienen un alto valor ambiental, ya sea por la biodiversidad que agrupa, por la calidad paisajística que aporta o por la importancia que tiene dentro del funcionamiento del medio ambiente, y que por estas razones son reconocidas como parte del patrimonio natural de la Intercomuna. Corresponde a los Campos Dunarios costeros y la Paleoduna de Copiapó. En esta Zona se permitirán actividades que aseguren la evolución de estos sistemas geomorfológicos. Se prohíbe cualquier instalación que obstruya la libre circulación de las arenas, su extracción, compactación y/o remoción.

5.9 ARQUEOLOGÍA, ANTROPOLOGÍA Y RECURSOS HISTÓRICOS

El AID de este componente ambiental incluye las áreas con valor patrimonial ubicadas en los sectores donde se emplazarán las obras físicas del proyecto, tanto en el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte como en los trazados del Acueducto/Concentraducto y del Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

El AII corresponde a las áreas con valor patrimonial ubicadas en una franja de 50 m alrededor de los polígonos donde se emplazarán las obras del Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte más una faja de 20 m a cada lado de los trazados del Acueducto/Concentraducto y Acueducto de Complemento (Sector Cerro Negro Norte).

5.9.1 Metodología

Antes de iniciada la inspección se hizo una revisión bibliográfica de los estudios arqueológicos existentes en la Región y en la localidad y sectores más próximos al emplazamiento del proyecto, a fin de evaluar anticipadamente las características arqueológicas y la posible existencia de sitios y/o hallazgos patrimoniales en su área de influencia.

Durante las visitas a terreno, tres arqueólogos recorrieron a pie el área de cobertura del proyecto. El estudio comprendió una inspección arqueológica superficial, intensiva y sistemática, con técnicas no invasivas, de cobertura total mediante un barrido a pie, referida a aquellos rasgos detectables sobre la superficie y los perfiles expuestos por cortes naturales, zonas erosionadas, en toda el área del proyecto.

5.9.2 Patrimonio Cultural

Los hallazgos de patrimonio cultural encontrados en el área de influencia del proyecto se presentan en la Tabla 5-41. Los hallazgos de patrimonio cultural que se ubican en el área de influencia directa del proyecto suman 31 elementos: 18 en el Sector Acueducto/Concentraducto, 12 en el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte (5 en el área del rajo central y 7 en el área del embalse de relaves) y 1 en el sector del puerto. Los hallazgos de patrimonio cultural en el área de influencia indirecta suman 5 elementos: 4 en el Sector Acueducto/Concentraducto y 1 en el Sector Cerro Negro Norte, específicamente, en el Acueducto de Complemento.

La ubicación de los hallazgos patrimoniales en el área del proyecto se presentan desde la Figura 5-67 a la Figura 5-74. En el Anexo 5.4 se presenta una descripción detallada de cada uno de los hallazgos (30 en el área de influencia directa, 5 en el área de influencia indirecta

y 20 fuera del área de influencia del proyecto), una relación del contexto histórico patrimonial del área del proyecto y planos de ubicación de los hallazgos.

Tabla 5-41: Hallazgos de Patrimonio Cultural en el Área de Influencia del Proyecto

#	Descripción	UTM E	UTM N	Altitud msnm	Tipo	Adscripción Cultural	Localización Sector	Área de Influencia
Hallazgo N° 1	Lasca primaria	366522	7002711	1300	Hallazgo Aislado	Prehispánico	Rajo Mina	Directa
Hallazgo N° 2	Instalaciones mineras	366488	7001842	1289	Sitio Subactual	Subactual	Rajo Mina	Directa
Hallazgo N° 3	Estructura pircada pretil	367082	7001273	1170	Sitio Subactual	Subactual	Rajo Mina	Directa
Hallazgo N° 4	Pirca	367134	7001218	1159	Sitio Subactual	Subactual	Rajo Mina	Directa
Hallazgo N° 5	Pirca	367064	7001124	1164	Sitio Subactual	Subactual	Rajo Mina	Directa
Hallazgo N° 7	Restos óseos animales	365724	6998432	989	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 8	Locus de desbaste	365413	6998292	980	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 9	Locus de desbaste	365326	6998230	977	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 10	Restos líticos	365092	6998091	971	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 11	Concentración de material cultural	364914	6997966	973	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 12	Desecho líticos	364873	6997934	970	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa
Hallazgo N° 13	Concentración de huesos animales	364651	6997937	972	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Embalse Relaves	Directa

#	Descripción	UTM E	UTM N	Altitud msnm	Tipo	Adscripción Cultural	Localización Sector	Área de Influencia
Hallazgo N° 14	Materiales arqueológicos	354837	6997642	794	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 15	Estructura aislada	353101	6994030	729	Sitio Subactual	Subactual	Acueducto/ Concentraducto	Indirecta
Hallazgo N° 16	Animita Andrés Espejo Araya	350186	6993066	609	Sitio Conmemorativo	Subactual	Acueducto/ Concentraducto	Indirecta
Hallazgo N° 24	Quebrada Leones 1	324559	7015562	96	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 25	Quebrada Leones 2	324509	7015692	94	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 26	Quebrada Leones 3	324374	7016010	90	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 27	Estructura cuadrangular	324160	7016602	94	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 28	-	323752	7017499	95	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 29	-	323603	7017803	80	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 30	-	323559	7017983	93	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 31	-	323484	7018167	88	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 32	Llano de la Hormiga	323289	7018530	100	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 33	-	322470	7021777	107	Sitio Subactual	Subactual	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 34	-	322318	7023307	102	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa

#	Descripción	UTM E	UTM N	Altitud msnm	Tipo	Adscripción Cultural	Localización Sector	Área de Influencia
Hallazgo N° 35	Lechero 6	322163	7024198	118	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 36	Lechero 5	322125	7024294	117	Concentración Arqueológica	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 37	Lechero 4	321991	7024697	130	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 38	Lechero 3	322045	7024996	117	Sitio Arqueológico	Prehispánico/ Alfarero	Acueducto/ Concentraducto	Indirecta
Hallazgo N° 43	Quebrada Pajonales 8	322246	7027681	71	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 44	Quebrada Pajonales 7	322238	7027790	70	Sitio Arqueológico	Prehispánico/ Histórico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 45	Quebrada Pajonales 6	322259	7027850	70	Sitio Arqueológico	Prehispánico/ Alfarero	Acueducto/ Concentraducto	Indirecta
Hallazgo N° 46	Quebrada Pajonales 5	322241	7027945	75	Sitio Arqueológico	Prehispánico	Acueducto/ Concentraducto	Directa
Hallazgo N° 53	Luis Orlando Cortez Barrera	358702	6981512	284	Hallazgo Aislado	Prehispánico/ Alfarero	Acueducto complemento	Indirecta
Hallazgo N° 56	-	319769	7028330	22	Sitio Arqueológico	Arcaico y agroalfarero	Instalaciones en Puerto Punta Totoralillo	Directa

Coordenadas UTM, Datum PSAD56

Figura 5-67: Ubicación Hallazgos Patrimoniales

Patrimonio Cultural

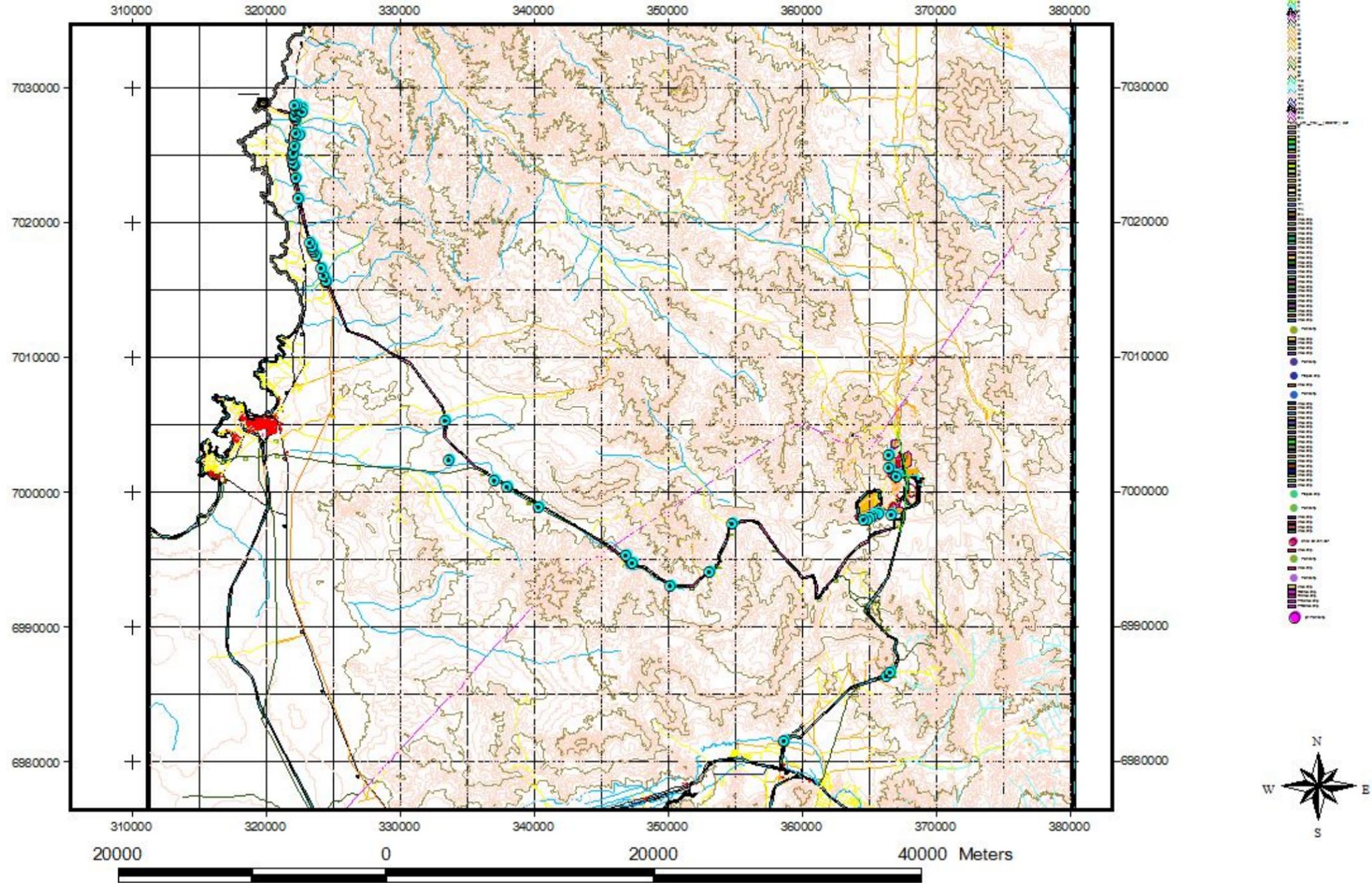


Figura 5-68: Ubicación Hallazgos Patrimoniales 1 a 13

HALLAZGOS PATRIMONIO CULTURAL 1 AL 13 SECTOR RAJO MINA Y EMBALSE RELAVES

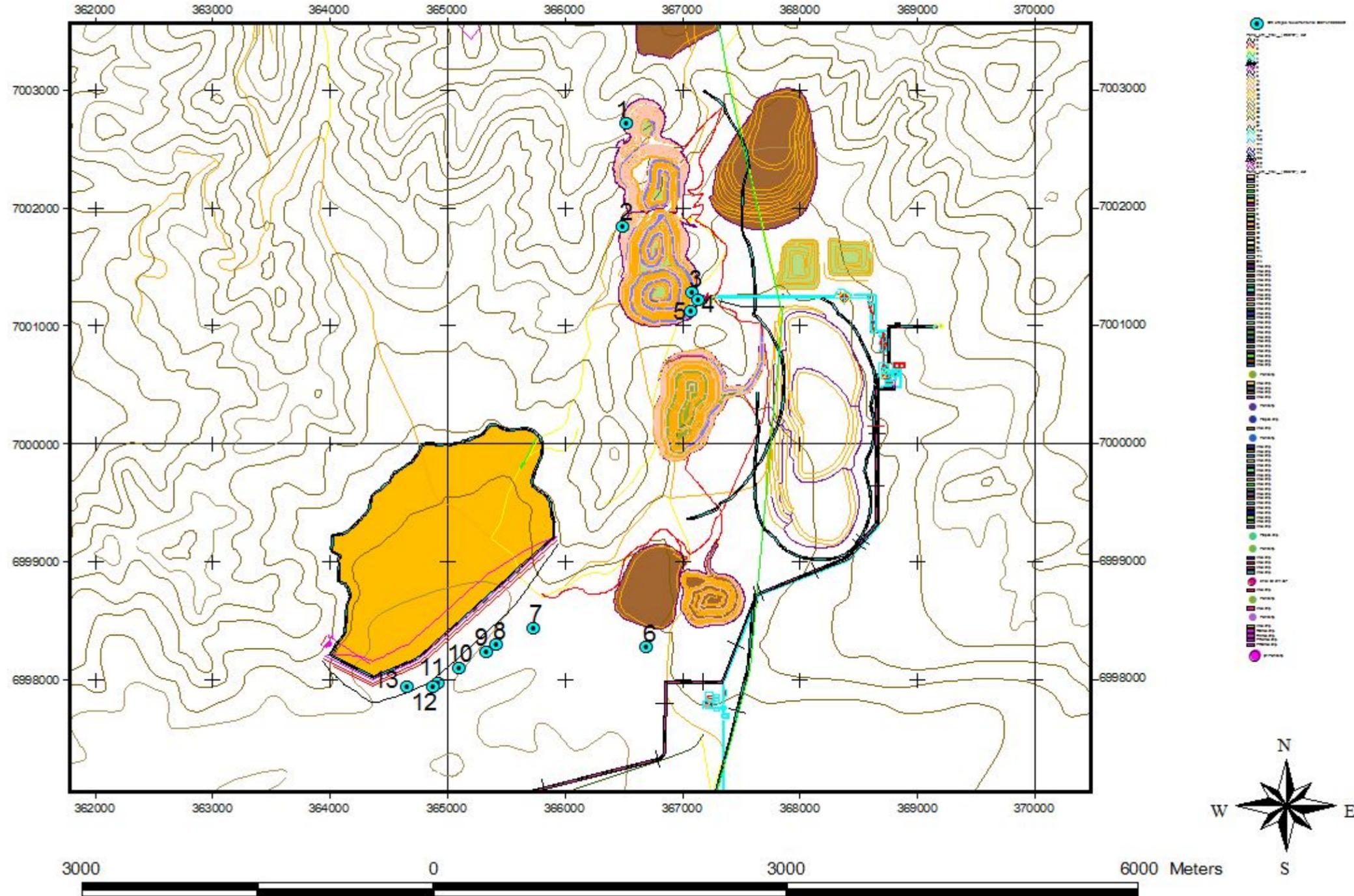


Figura 5-69: Hallazgos Patrimoniales 14 a 18

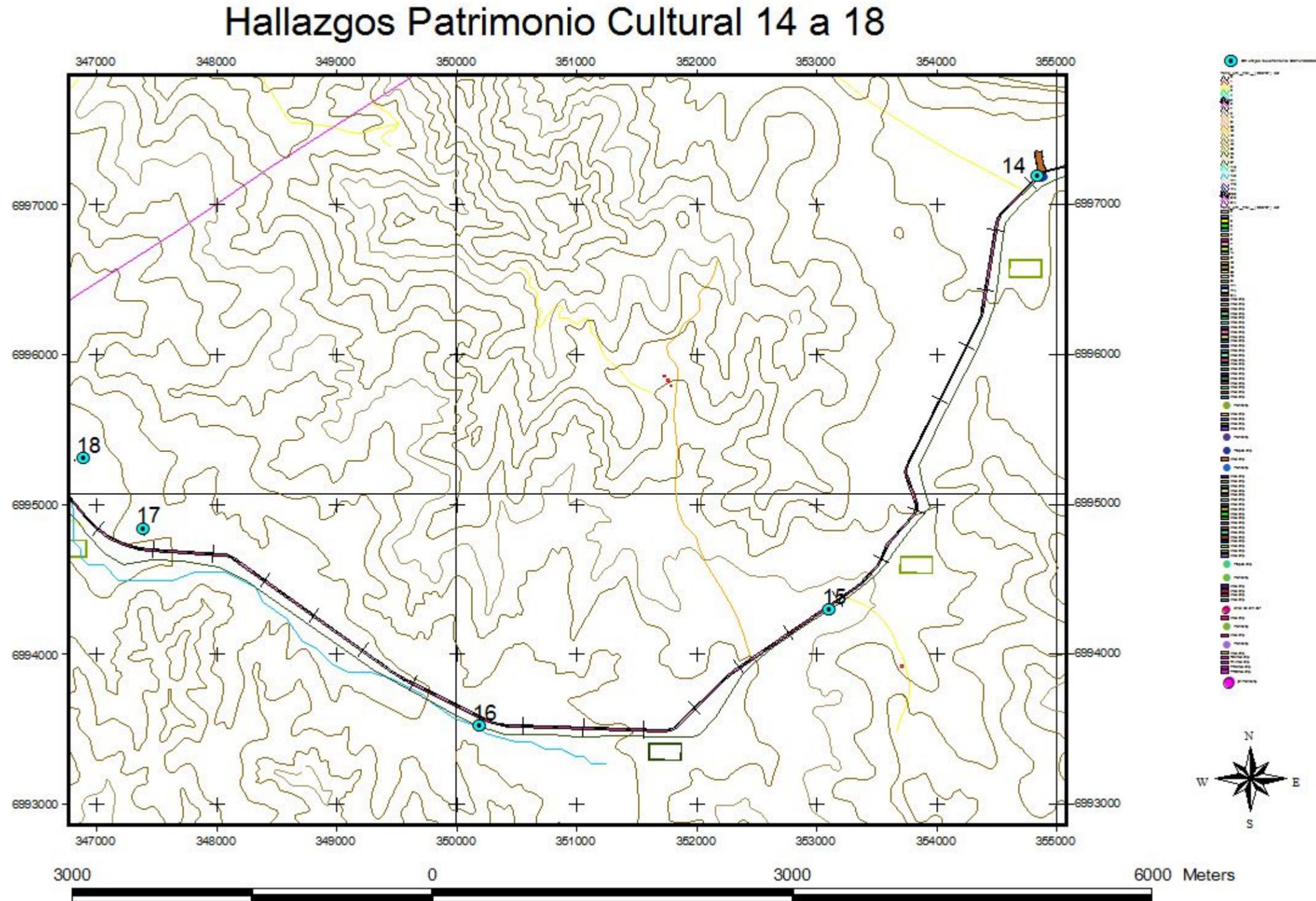


Figura 5-70: Hallazgos Patrimoniales 19 a 23

Hallazgos Patrimonio Cultural 19 a 23

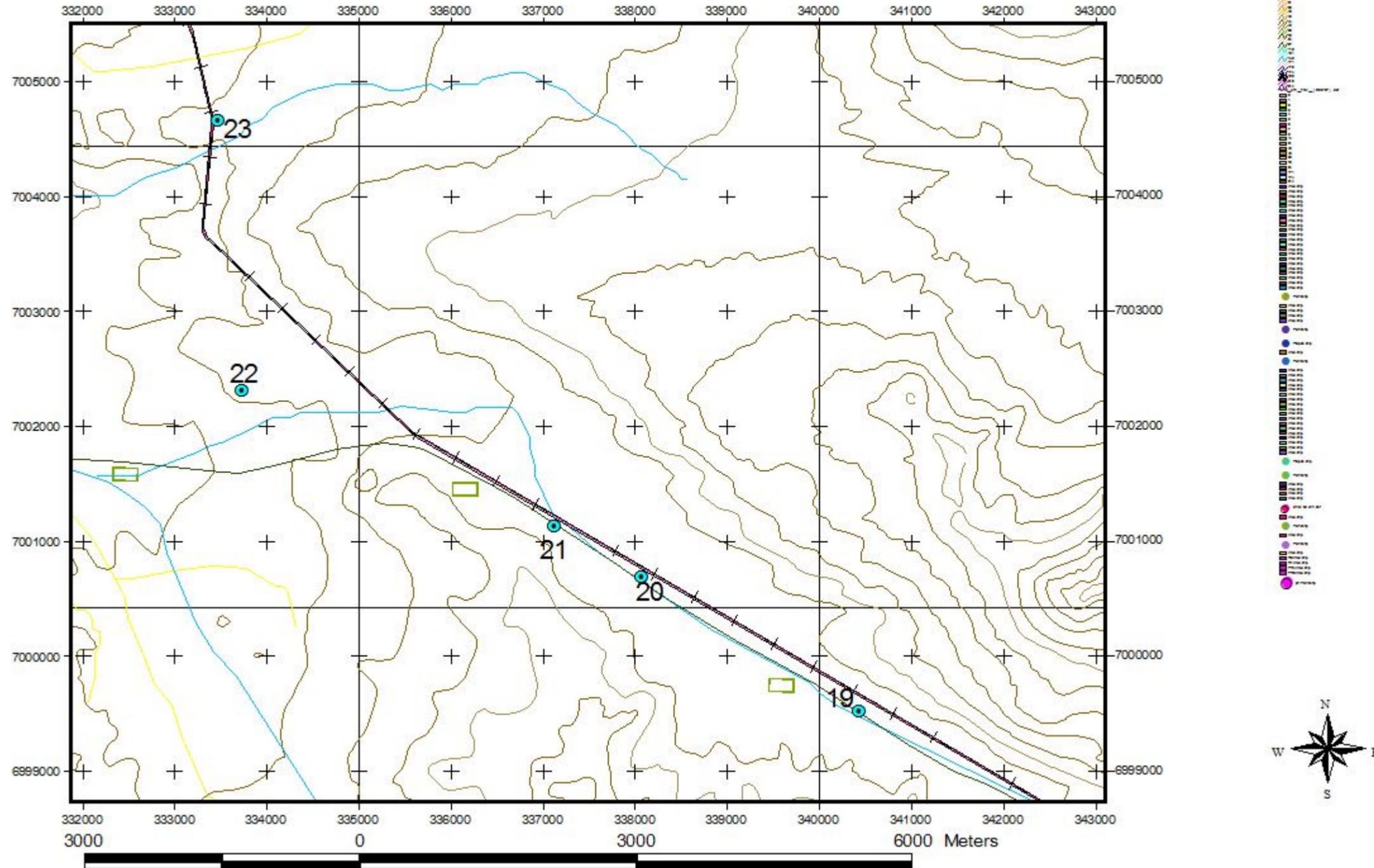


Figura 5-71: Hallazgos Patrimoniales 24 a 32

Hallazgos Patrimonio Cultural 24 a 32

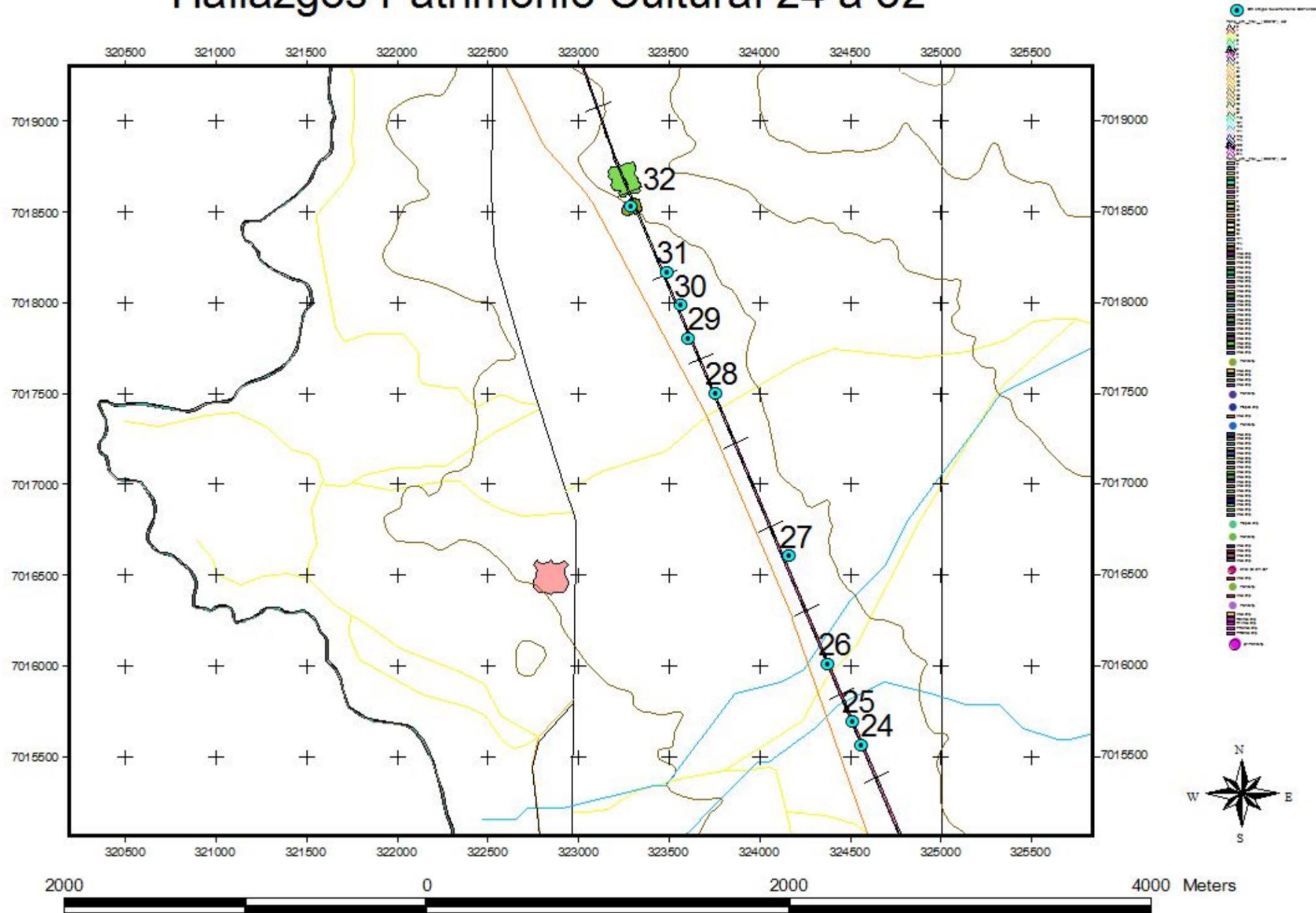


Figura 5-72: Hallazgos Patrimoniales 33 a 42

Hallazgos Patrimonio Cultural 33 a 42

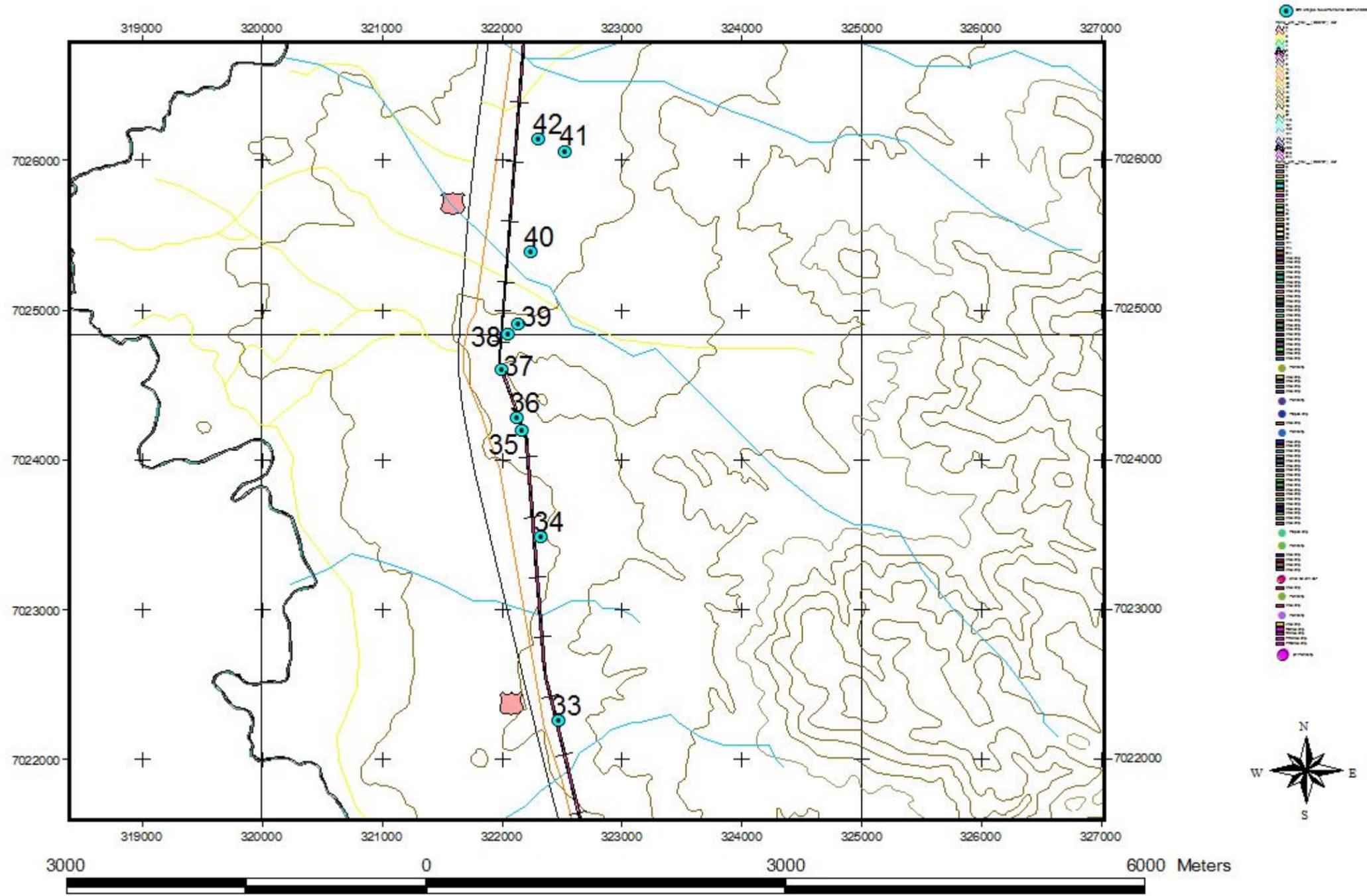


Figura 5-74: Hallazgos Patrimoniales 53 a 55

Hallazgos Patrimonio Cultural 53 a 55

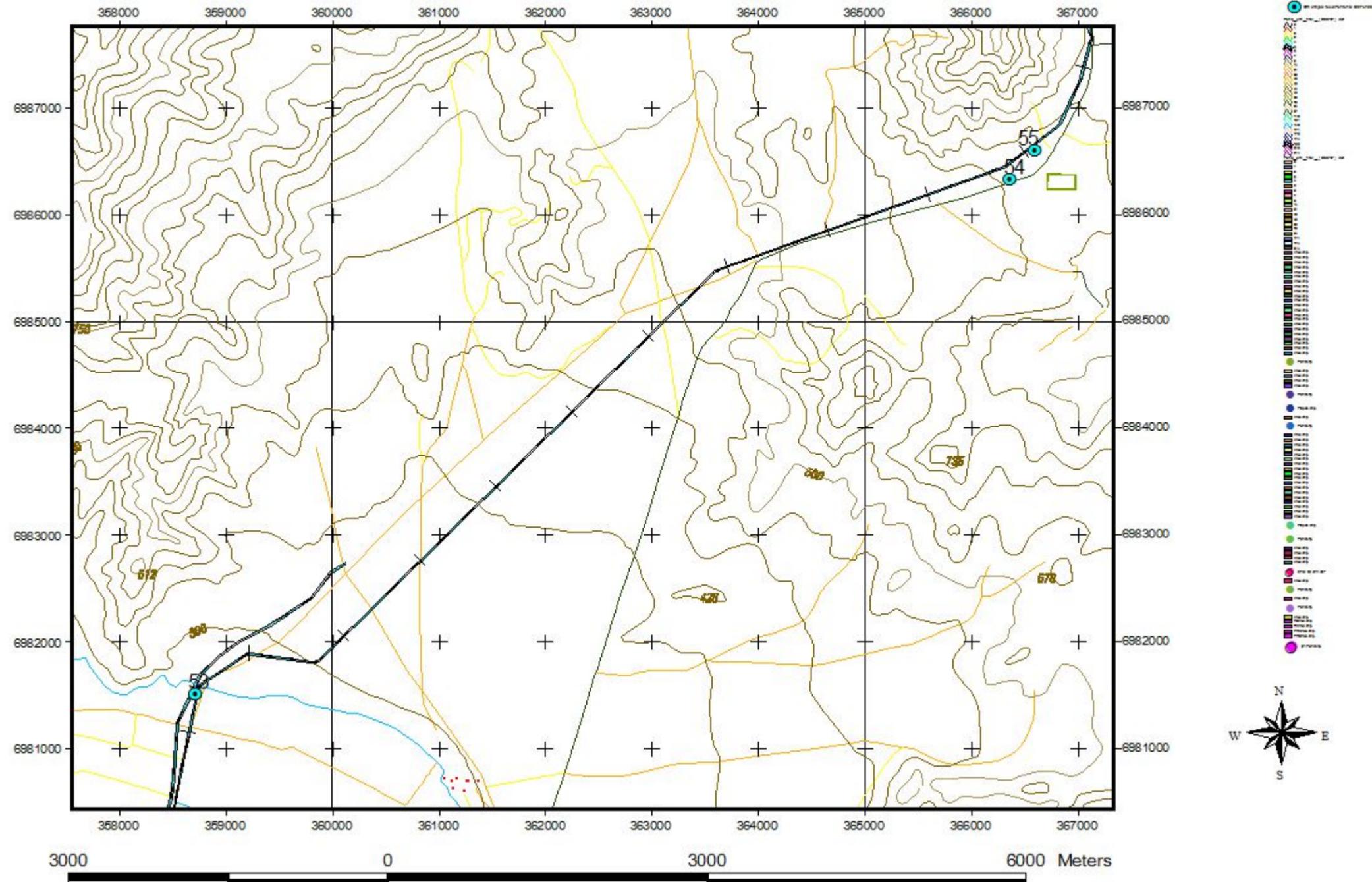
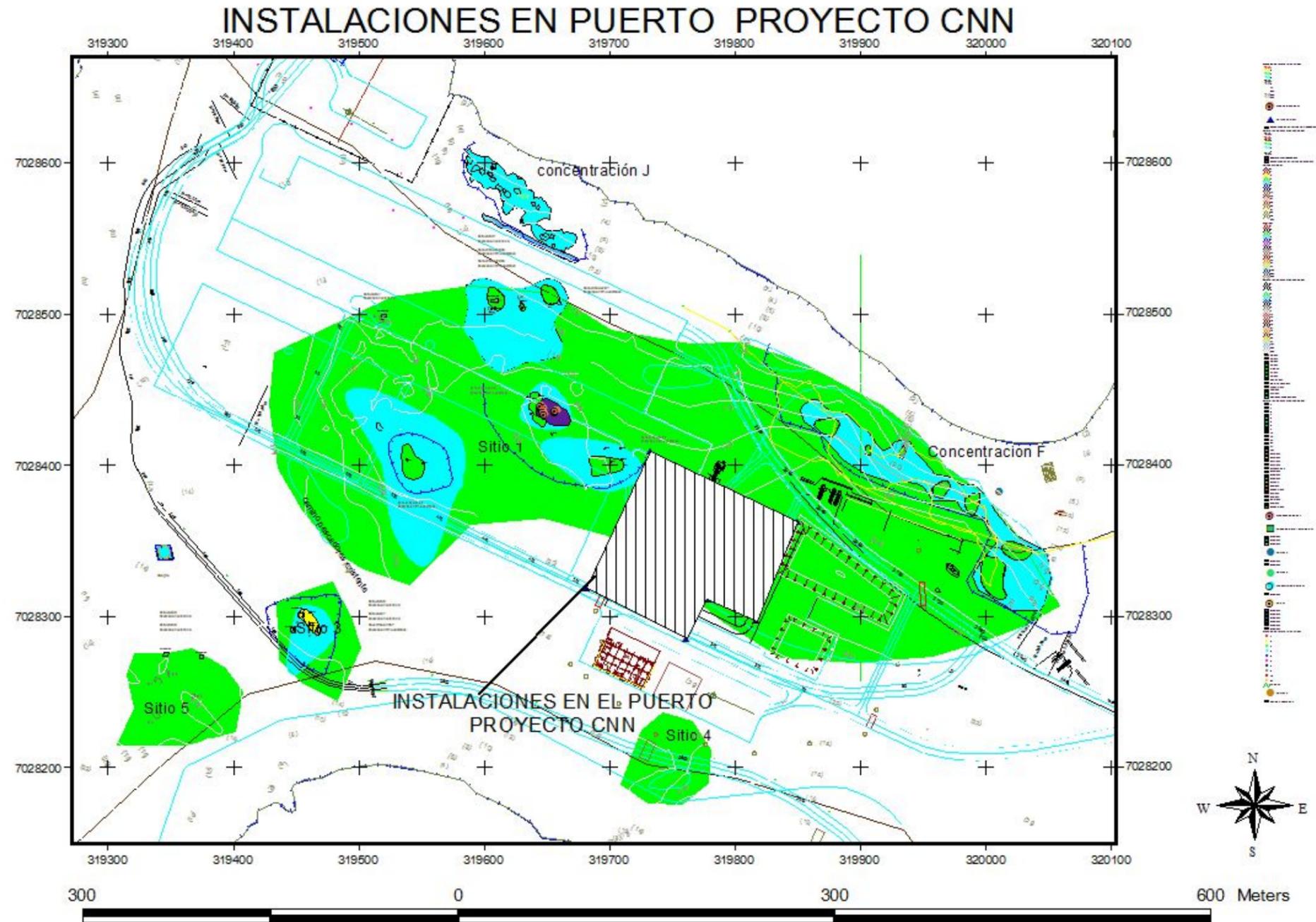


Figura 5-75: Hallazgos Patrimoniales en Puerto



5.10 PAISAJE

El AID de este componente ambiental incluye las cuencas visuales donde tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el paisaje, contemplando factores biofísicos, sociales y territoriales. No se define un AII ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

5.10.1 Descripción General del Área del Proyecto

El recorrido completo desde el Área Industrial del Sector Cerro Negro Norte hasta Puerto en Punta Totoralillo tiene una gradiente altitudinal que va desde los 1.100 m.s.n.m hasta los 28 m.s.n.m.

La gran variación de pisos altitudinales, así como las condiciones climáticas, son un factor determinante en la variación de paisajes que es posible apreciar en el recorrido del proyecto.

El clima entremezcla condiciones de desierto de altura, con poca influencia, y condiciones de desierto subtropical marino que constituye la condición dominante.

La dominancia del paisaje del Sector Cerro Negro Norte esta marcada por un cordón dunario transversal y valles de sedimentación coluvial y aluvial. Estos factores geomorfológicos condicionan la presencia de paisajes distintos entre la zona más alta del proyecto y la que atraviesa la cordillera de la costa.

Una segunda unidad se identifica en el sector de trazado del Acueducto/Concentraducto, donde el tránsito entre el cordón dunario y las formaciones más características de cordillera de la costa, está marcada por la aparición de pequeñas quebradas intermitentes.

Por último el recorrido final del proyecto, en el Sector de Puerto en Punta Totoralillo, se desarrolla sobre la planicie litoral, en un semiplano modelado por la abrasión marina, el que se encuentra interceptado por una serie de quebradas.

5.10.2 Metodología

Para la evaluación del paisaje se siguió la metodología tradicional basada en Factores de Visualización, Inventario de Recursos Visuales y Riqueza del Paisaje.²³

²³ Ver Anexo 5.5 Paisaje

5.10.3 Resultados

Para llevar a cabo un análisis detallado del paisaje del área de influencia directa del proyecto, se estudiaron los siguientes parámetros:

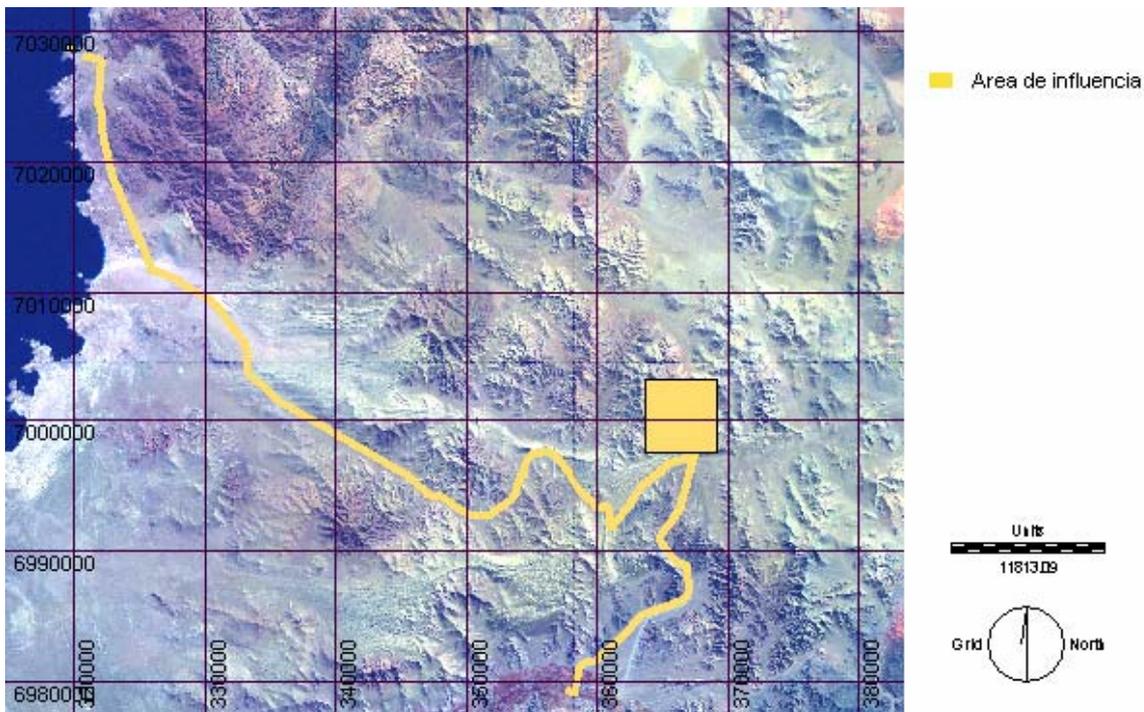
1. Análisis de Visibilidad
2. Fragilidad Visual del Paisaje
3. Análisis de Calidad Visual del Paisaje

5.10.3.1 Área de Influencia Directa

El AID para el Sector Cerro Negro Norte, corresponde al polígono que se presenta en la Figura 5-76 y a una franja de 2 Km paralela al trazado del Acueducto de Complemento.

El AID para el Sector Acueducto/Concentraducto, corresponde a una franja de 2 Km paralela al trazado.

Figura 5-76: Área de Influencia Directa Paisaje



Fuente: Elaboración propia

5.10.3.1.1 Elementos Estructurantes del AID

Estructuralmente existen cuatro elementos básicos en el área de estudio:

1. Planicies litorales
2. Llanos de sedimentación aluvial/coluvial
3. Cordón dunario.
4. Área mina

5.10.3.1.1.1 Planicies Litorales

Estas planicies fueron formadas a partir de las regresiones y abrasiones marinas. Conforman una franja de hasta 300 m.s.n.m, que culmina al sur por la disección del río Copiapó y el surgimiento de las terrazas fluviales del valle.

En estos lugares la vegetación es escasa debido a la erosión eólica, pudiéndose presenciar dunas lineales activas y otras en vías de estabilización. Los sedimentos eólicos han conformado suelos pobres y de infiltración rápida a moderada, lo que sumado a la alta salinidad de los suelos dificulta cualquier uso agrícola en el lugar.

Las pendientes en el lugar son poco modeladas lo que permite acceder a grandes cuencas visuales. No obstante lo anterior existen pocos puntos de interés escénicos, constituyendo el paisaje un *continuum* característico de las zonas desérticas costeras.

Hitos importantes a nivel paisajístico, lo constituyen el contraste de colores entre dunas activas y semiactivas con el color ocre y de granulometría pequeña de los suelos del sector, y la presencia de restos de *helix.sp*, especie relacionada con los lugares donde se produce el fenómeno del desierto florido.

Figura 5-77: Paisaje típico de las planicies litorales (arriba). Panorámica del Sector (abajo)



5.10.3.1.1.2 Llanos de Sedimentación Aluvial/Coluvial

Topográficamente, esta zona corresponde a llanos de sedimentación aluvial rodeados por cerros de baja pendientes, con presencia de campos de coluvios con aportes de arenas.

Es una zona de relieve ondulado moderado a fuerte, con un abundante microrelieve.

Los suelos de esta zona son de mal drenaje, de pH alcalino y de alta salinidad. La textura de ellos, es moderada a ligeramente fina debido a que su material procede de depósitos coluviales y aluviones. Los colores presentes varían desde los ocres hasta los rojos.

Hitos paisajísticos relevantes son la presencia de restos de *Helix sp* especie asociada al desierto florido y la presencia de basura movilizada por el viento.

Figura 5-78: Llanos de Sedimentación Aluvial/Coluvial



5.10.3.1.1.3 Cordón Dunario

Este paisaje se genera a partir de la deposición eólica de grandes cantidades de material fino, que se fue acumulando durante los últimos miles de años conformando estructuras geológicas de gran singularidad como lo son las dunas transversales. Por otra parte, las fuerzas eólicas provocan una ondulación en los sedimentos dando origen a una pequeña separación de los granos de acuerdo a los diferentes tamaños y pesos de las partículas.

Los principales flujos de este sector están dados por el viento y existen escasas comunidades animales y vegetales en la zona.

Figura 5-79: Cordón Dunario



5.10.3.1.1.4 Área Mina

Corresponde a un llano de sedimentación aluvial/coluvial, que se intersecta al norte con el punto final del cordón dunario. Este llano se encuentra rodeado de cordones montañosos de baja pendiente.

El sector no supera los 1200 m.s.n.m y posee una cobertura vegetal muy escasa. Es posible apreciar en múltiples piques mineros inactivos y algunas minas en funcionamiento.

Figura 5-80: Mina Cerro Negro Norte



5.10.3.1.2 Elementos Antrópicos del AID

No existe una dominancia de intervenciones antrópicas en el área de influencia directa. Los elementos antrópicos posibles de visualizar se encuentran aislados en el paisaje y constituyen en gran medida explotaciones mineras (en uso y abandonadas), caminos y tendidos eléctricos.

Los caminos principales existentes en la zona son las ruta C-351 y C-327.

Figura 5-81: Vista de la Ruta C-351



5.10.3.1.3 *Elementos Visuales del AID*

La visibilidad es reducida y de cuencas visuales cerradas, debido a lo ondulado del paisaje y a la ausencia de intervenciones antrópicas. Dichas características permiten al observador llegar a una gran amplitud de su capacidad visual.

La textura del lugar corresponde a una arena fina de color ocre y rojizo que se engruesa a medida que se asciende en altura

Los principales contrastes están dados por el azul del cielo y la arena de color rojiza. Así como los producidos por los cambios entre los materiales provenientes de la erosión eólica y los sedimentarios.

5.10.3.1.4 Áreas Singulares del AID

Se presentan como áreas singulares:

1. Las zonas de desierto florido
2. Las zonas del cordón dunario transversal

5.10.3.2 Análisis de Visibilidad

El análisis de visibilidad da cuenta de la porción territorial y espacial que es posible apreciar ocularmente, en función de los sectores visibles o “cuencas visuales”, los factores dominantes, y la distancia del observador a los fenómenos observados.

Para el análisis de visibilidad fueron considerados 6 puntos de observación hacia el AID, los cuales se grafican en la Figura 4 del Anexo 5.5.

A partir de la elección de los puntos de observación, y el apoyo de cartografía IGM escala 1:50.000, se definieron las cuencas visuales o áreas posibles de apreciar ocularmente desde estos sectores. Los puntos de observación con sus respectivas cuencas visuales se identifican en la siguiente tabla:

Tabla 5-42: Puntos de Observación de Cuencas Visuales

Punto	Este	Norte	Sector
Punto 1	360.771	6.992.941	Dunas
Punto 2	355.977	6.998.264	Dunas
Punto 3	344.778	6.996.192	Llanos de sedimentación
Punto 4	334.612	7.002.146	Llanos de sedimentación
Punto 5	366.318	7.002.056	Sector Cerro Negro Norte
Punto 6	364.795	6.999.382	Sector Cerro Negro Norte

Coordenadas UTM, Huso 19, Datum PSAD56

5.10.3.2.1 Puntos 1 y 2 – Sector Dunas

Los sectores posibles de visualizar se grafican en la Figura 5 del Anexo 5.5.

La Cuenca Visual del Punto 1 resulta más extensa, mientras la Cuenca Visual del Punto 2, constituye el paisaje ocultado a la primera (Cuenca Visual 1), a través de la morfología del sector.

En ella es posible distinguir visualmente:

- Una porción del cordón dunario transversal que va en dirección suroriente a norponiente
- Una porción de la sierra amarilla
- Elemento dominante dunas

5.10.3.2.2 Puntos 3 y 4 – Sector Llanos de Sedimentación

Las Cuencas Visuales de los Puntos 3 y 4 se grafican en la Figura 7 del Anexo 5.5.

La Cuenca Visual del Punto 3 es una cuenca reducida y cercada por los cerros dominantes del sector, que hacen parecer al observador sumergido en un hoyo.

La Cuenca Visual del Punto 4 es la continuación visual de la anterior, aquí el paisaje se amplía hacia el norponiente.

Desde este punto es posible visualizar lo siguiente: El Cerro San José, el Cerro Chamonate, la Sierra Gloria, la Segunda Pampa Dura y la Pampa Bellavista.

5.10.3.2.3 Puntos 5 y 6 – Sector Cerro Negro Norte

Las Cuencas Visuales de los Puntos 5 y 6 se grafican en la Figura 8 del Anexo 5.5.

Desde este punto es posible tener una visión panorámica de los siguientes sectores:

- Área de emplazamiento del embalse de relaves,
- Ruta C-351
- Portezuelo de Pajas Blancas.

5.10.3.3 *Fragilidad Visual*

La fragilidad visual del paisaje evalúa el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Los factores utilizados para poder evaluar este grado de fragilidad o vulnerabilidad territorial son los siguientes:

Tabla 5-43: Factores de Evaluación de Fragilidad Visual

Elementos	Factores de Evaluación
Biofísico	Pendiente
	Vegetación (Densidad)
	Vegetación (Contraste)
	Vegetación (Altura)
Accesibilidad	Visual
Complejidad	Tamaño de la Cuenca
	Forma de la Cuenca
	Compacidad
Singularidad	Unicidad del paisaje

Dadas las variantes observadas en el paisaje desde distintos puntos, se optó por subdividirlo en unidades homogéneas equivalentes a las unidades estructurantes antes precisadas.

Las Unidades Homogéneas de Análisis de Fragilidad Visual se encuentran graficadas en la Figura 13 del Anexo 5.5.

- U.H.1 (Unidad Homogénea 1): Incluye la planicie litoral
- U.H.2 (Unidad Homogénea 2): Incluye el cordón dunario
- U.H.3 (Unidad Homogénea 3): Incluye los llanos de sedimentación
- U.H.4 (Unidad Homogénea 4): Incluye el sector de la mina

Donde:

Fragilidad asociada a vegetación: se define como el inverso de la capacidad de esta para ocultar una actividad que se realice en el territorio. Por tanto se consideran de menor fragilidad las formaciones vegetacionales de mayor altura y cobertura.

Fragilidad asociada a pendientes: considera que a mayor pendiente del terreno, existe una mayor fragilidad, debido a una mayor exposición de las acciones e instalaciones que en ella se realicen. Para esto se ha recurrido a la categorización propuesta por Hebbletwaite en 1973²⁴ para la definición de las áreas de pendiente.

Fragilidad asociada a la complejidad: Se considera que ante una mayor complejidad de las formas dentro de las unidades de paisaje, existe una menor fragilidad de estas, ya que las cuencas visuales con mayor complejidad morfológica tienen menos dificultad para ocultar visualmente las instalaciones. Para la valoración de esta variable se ha recurrido a la metodología propuesta por R. Montoya²⁵, adaptándola al área de influencia del proyecto.

Fragilidad asociada a la accesibilidad visual: Se considera en función de dos variables, la presencia potencial de observadores que puedan apreciar el paisaje y las características morfológicas que juegan un papel determinante en la cantidad de puntos de observación desde donde es posible apreciar el paisaje.

Fragilidad asociada a la singularidad: Esta dada por la capacidad del paisaje de generar atracción y polos de observación desde distintas unidades de este. Es la apreciación más subjetiva del paisaje y depende tanto de la riqueza visual como de la carga semiológica de éste.

Para el cálculo de la Fragilidad Visual Total, se ponderaron las variables mencionadas con sus respectivos rangos) hasta obtener una cifra final, la cual se clasificó según se expone en la Tabla 5-44

²⁴ Hebbletwaite, R. "Landscape Assesments and Clasification Techniques". Lovejoy (Ed.), Pags. 19 – 50. 1973

²⁵ Montoya, R., "Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México)". Boletín de la A.G.E.N. N°35 – 2003, Págs. 123 - 136

Tabla 5-44: Índices de Fragilidad Total del Paisaje

Índice de Fragilidad	Fragilidad Total de Paisaje
1-7	Baja
7.1-13	Media
Mayor que 13	Alta

A continuación, en base a los criterios mencionados, se llevó a cabo una evaluación de la Fragilidad Visual para las Unidades Homogéneas de Análisis. La evaluación se presenta en la Tabla 5-45.

Tabla 5-45: Matriz de Cálculo de la Fragilidad Visual

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT ²⁶	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total
Vegetación y Usos de Suelo	Sin vegetación		3	100%	2	2	100%	3	3	100%	3	3	100%	3	3
	Matorral disperso		2												
	Matorral denso		1												
Pendiente	0-6°	Semiplano	1	100%	2	2	100%	2	2	100%	2	2	100%	3	3
	6,1-11°	Medio	2												
	11,1-89°	Abrupto	3												
Singularidad		Muy Alta	4	100%	2	2	100%	4	4	100%	3	3	100%	2	2
		Alta	3												
		Media	2												
		Baja	1												

²⁶ Factor de distribución territorial

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT ²⁶	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total	FDT	Subtotal	Total
Complejidad	Simple	Alta	3	100%	3	3	100%	3	3	100%	2	2	100%	1	1
	Medio	Media	2												
	Complejo	Baja	1												
Accesibilidad Visual	Distancia a red vial y población 0-200 m	Alta	3	100%	3	3	100%	2	2	100%	3	3	100%	3	3
	Distancia a red vial y población 200-800 m	Media	2												
	Distancia a red vial y población 800-2600 m	Baja	1												
Síntesis de la Fragilidad Visual del Paisaje		Alta	> 13			12			14			13			12
		Media	7.1-13												
		Baja	1-7												

Como conclusión de este apartado, es posible señalar que la Fragilidad Visual para las Unidades Homogéneas, resuelta mediante la metodología expuesta, resultó ser Media para todas las unidades homogéneas 1, 3 y 4. La ausencia de vegetación, la baja complejidad y pendiente del sector hace que cualquier interferencia en el paisaje sea de gran notoriedad. Por otra parte la unidad homogénea 2, correspondiente al cordón dunario, obtuvo en la evaluación, una fragilidad alta a los impactos, debido mayormente a su singularidad y la ausencia de vegetación en ella.

5.10.3.4 Calidad Visual del Paisaje

La calidad visual de un paisaje se determina a través de la evaluación de los valores estéticos que posee, se determina en función de la calidad visual intrínseca, las vistas que se divisan y las alteraciones que se observan.

En la aplicación del modelo de calidad, se emplean variables como la morfología, la vegetación, la presencia de cursos de agua, la intervisibilidad, y la altitud.

Para este análisis se utilizaron las mismas unidades homogéneas definidas anteriormente.

El cálculo de la Calidad Visual se realiza de acuerdo a la siguiente ponderación:

Calidad Visual del Paisaje = Calidad Intrínseca del Paisaje – Grado de Humanización

Donde:

- Calidad Intrínseca del Paisaje = Elementos biofísicos + Accesibilidad + Visualización Presencia de Agua + Singularidad
- Grado de Humanización = Presencia de Carreteras + Presencia de Población + Presencia de Basura + Presencia de industrias + Presencia de puertos.

Cada una de las variables tratadas en este método fue evaluada para las cuatro Unidades Homogéneas de análisis utilizadas para el estudio de la Calidad del Paisaje.

5.10.3.4.1 Calidad Intrínseca del Paisaje

Se explica de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 5-46: Factores de Evaluación de Calidad Intrínseca del Paisaje

Elementos	Factores de Evaluación
Biofísico	Pendiente
	Vegetación (Densidad)
	Vegetación (Contraste)
	Vegetación (Altura)
Accesibilidad	Visual
Visualización	Tamaño de la Cuenca
	Forma de la Cuenca
	Compacidad
Singularidad	Unicidad del paisaje
	Contraste con el fondo escénico
Interacción y dominancia	Presencia de cursos de agua

5.10.3.4.1.1 Elementos Biofísicos

La vegetación es un factor fundamental para evaluar la calidad de las unidades de paisaje. Para el análisis se debe tener en cuenta tanto la densidad o cobertura visual, el contraste con el fondo escénico, como la altura de esta.

Se asigna una mayor calidad a unidades que en contraste con el fondo escénico presentan mayor diversidad visual de las formaciones vegetacionales así como la cobertura de ésta, frente a unidades con menor diversidad y cobertura vegetal. La valoración de estas zonas se realiza por observación directa en terreno, de acuerdo a la metodología presentada por R. Montoya

Se valora además la calidad de la vegetación en función del volumen ocupado por esta, el aspecto saludable de la vegetación y su frondosidad si procede.

5.10.3.4.1.2 Accesibilidad

Corresponde a la visión que proporcionan las distintas cuencas visuales que se tienen en diversos puntos de observación seleccionados, así como al número potencial de observadores que puedan acceder al paisaje.

5.10.3.4.1.3 Visualización

La visualización del paisaje se valora en función del tamaño, forma y compacidad de la cuenca visual. Este criterio pretende asignar una mayor calidad visual a unidades más abruptas y con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos, planos y dominados por formas llanas.

5.10.3.4.1.4 Singularidad

En la singularidad del paisaje, se valora por un lado la unicidad de éste, es decir, si es poco corriente o muy raro en la región y dada estas características posea fauna y vegetación excepcional, y por otro lado el fondo escénico que posee la unidad, lo que se traduce en la capacidad del paisaje circundante de potenciar la calidad visual.

5.10.3.4.2 *Interacción y Dominancia*

La presencia de flujos entre las unidades de paisaje constituye un elemento de gran valor paisajístico, tanto en términos funcionales como visuales. En términos funcionales los flujos de energía y nutrientes permiten la constitución y sobrevivencia de los diversos ecosistemas presentes. Por otra parte, la presencia de estos lugares de flujo constituye una unidad dominante del paisaje visual.

5.10.3.5 Grado de Humanización

La presencia en las unidades de paisaje de elementos y estructuras artificiales (antrópicas) supone una disminución de la calidad del mismo. Para la evaluación del Grado de Humanización del Paisaje, se ponderaron los siguientes criterios.

Presencia de carreteras: para la valoración de esta variable se consignó la presencia de caminos y/o carreteras dentro de la unidad de paisaje.

Presencia de población: con relación a esta variable se procedió a valorar la presencia de población en las unidades de paisaje

Presencia de basura: la presencia de basura en las unidades de paisaje constituye un elemento de deterioro de estas mismas. Para la valoración de esta variable dentro de las unidades, no solo se ha consignado la presencia de ésta, si no que se ha asignado un mayor peso a las unidades de paisaje en las que se detectaron microbasurales.

Presencia de industrias o actividades productivas: con relación a esta variable se procedió a valorar la presencia de grandes industrias en las unidades de paisaje

5.10.3.6 *Síntesis de la Calidad del Paisaje*

La resta de los elementos intrínsecos de calidad del paisaje por las alteraciones generadas por el grado de humanización, dieron por resultado la Calidad Visual del Paisaje para cada Unidad Homogénea delimitada. El resultado de esta operación fue clasificado en 3 subdivisiones que dan cuenta de la calidad visual del paisaje

Tabla 5-47: Índices de Calidad del Paisaje

Índice de Calidad*	Calidad de Paisaje
1-8	Baja
8.1-16	Media
Mayor que 16	Alta

*Índice de Calidad = Calidad Intrínseca del Paisaje – Grado de Humanización

Tabla 5-48: Matriz de Cálculo de Calidad Visual

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT	Subtotal	Total									
Densidad Vegetación	Sin vegetación		1												
	Matorral disperso		2	100%	2	2	100%	1	1	100%	2	2	100%	1	1
	Matorral denso		3												
Contraste Vegetación	Diversidad Alta	Alto	3												
	Diversidad Media	Medio	2	100%	1	1	100%	1	1	100%	1	1	100%	1	1
	Diversidad Baja	Bajo	1												
Altura Vegetación	Rastreras	Baja	1												
	Arbustos	Media	2	100%	2	2	100%	1	1	100%	1	1	100%	1	1
	Árboles	Alta	3												
Pendiente	0-6°	Semiplano	1												
	6,1-11°	Medio	2	100%	2	2	100%	2	2	100%	2	2	100%	3	3
	11,1-89°	Abrupto	3												

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT	Subtotal	Total									
Singularidad	Unicidad del Paisaje	Muy Alta	4	100%	3	3	100%	3	3	100%	4	4	100%	2	2
		Alta	3												
		Media	2												
		Baja	1												
Singularidad	Contraste Fondo escénico	Muy Alta	4	100%	1	1	100%	3	3	100%	4	4	100%	3	3
		Alta	3												
		Media	2												
		Baja	1												
Visualización	Simple	Alta	3	100%	2	2	100%	2	2	100%	2	2	100%	2	2
	Medio	Media	2												
	Complejo	Baja	1												

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT	Subtotal	Total									
Accesibilidad Visual	Distancia a red vial y población 0-200 m	Alta	3												
	Distancia a red vial y población 200-800 m	Media	2	100%	3	3	100%	2	2	100%	2	2	100%	3	3
	Distancia a red vial y población 800-2600 m	Baja	1												
Interacción y dominancia		Baja	1												
		Media	2	100%	2	2	100%	3	3	100%	2	2	100%	1	1
		Alta	3												
Presencia carretera	Presencia		2												
	Ausencia		1	100%	2	2	100%	1	1	100%	2	2	100%	2	2
Presencia Población	Presencia		2												
	Ausencia		1	100%	2	1	100%	1	1	100%	1	1	100%	1	1

Factor	Características	Valores	Pesos	U.H.1			U.H.2			U.H.3			U.H.4		
				FDT	Subtotal	Total									
Presencia de Basura	Presencia		2	100%	2	1	100%	1	1	100%	2	2	100%	1	1
	Ausencia		1												
Presencia de Industrias	Presencia		2	100%	2	1	100%	1	1	100%	2	2	100%	2	2
	Ausencia		1												
Total Calidad Visual del Paisaje		Alta	>16			13			17			13			11
		Media	8.1-16												
		Baja	1-8												

Como conclusión de este apartado, la Calidad Visual del Paisaje para las Unidades, resuelta mediante la metodología expuesta, fue calificada como Alta para el paisaje del cordón dunario U.H.2. Esto debido principalmente, a su singularidad y al contraste con el fondo escénico que se genera.

Cabe destacar que la mayoría de dunas de la región de Copiapó ya no son alimentadas por arenas frescas, su fuente de abastecimiento se agotó, por lo que su masa arenosa representa una herencia. Sin embargo, los vientos siguen modelando su topografía, restringiéndose principalmente a mantener vivas las formas más que a trasladarlas. La ausencia en el sector de acantilados costeros continuos y la existencia de corredores topográficos transversales permiten la migración de las arenas eólicas hacia el este, los vientos predominantes en dirección y frecuencia son del oeste-suroeste²⁷.

Las condiciones descritas anteriormente hacen que, alrededor de las zonas de dunas, se produzca un área de influencia caracterizada por el depósito de una capa de arena continua, que no constituye una duna propiamente tal y que se encuentra sobre suelos de origen aluviales y coluviales. Este caso se presenta principalmente al sur y sureste de las dunas.

Las unidades homogéneas 1 y 3 poseen una calidad visual media. Estas son zonas singulares, ya que poseen zonas de desierto florido. Sin embargo son lugares de accesibilidad baja de observadores.

Por último el sector de la mina, presentó una calidad visual baja. Es un sector muy asociado a la minería y presenta variados lugares con intervenciones de ese tipo.

Finalmente es importante destacar que pese a que la zona posee una afluencia de observadores baja, existen ciertas fechas en que las unidades homogéneas 1, 2 y 3 presentan una presión turística, debida principalmente a los *rallys* que se realizan en la zona. La ruta de estos torneos es variable y no se encuentra definida previamente.

²⁷ Paskoff, R., Cuitino, L. y Manriquez, H. Origen de las arenas dunares de la región de Copiapó, Desierto de Atacama, Chile. Rev. geol. Chile, dic. 2003, vol.30, no.2, p.355-361.

5.11 RIESGOS NATURALES

5.11.1 Vulnerabilidad

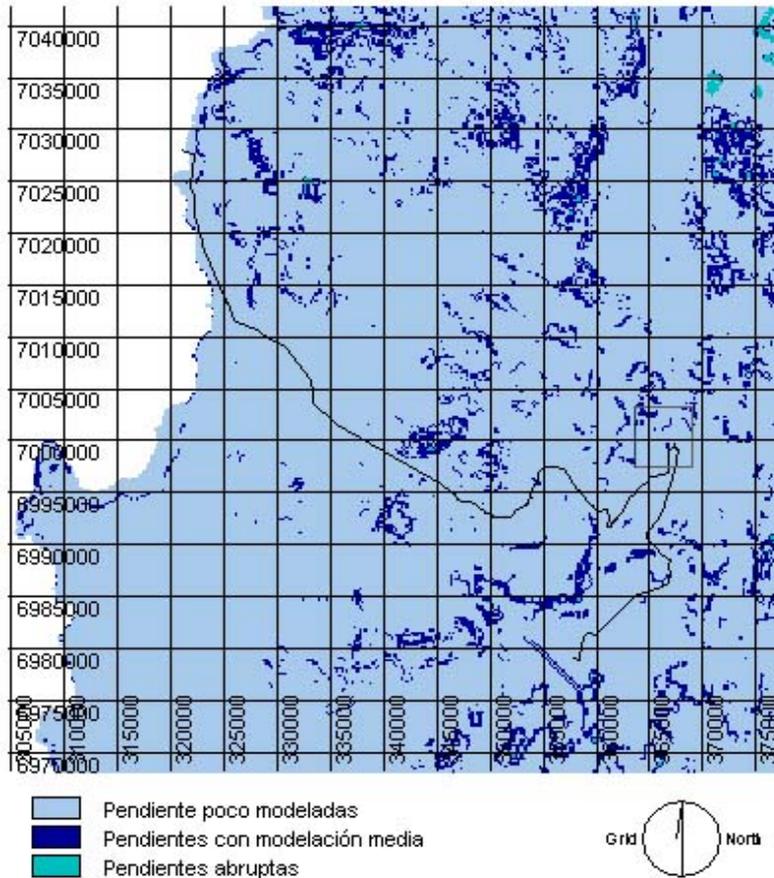
“La vulnerabilidad se define como cualquier condición de susceptibilidad a impactos externos que pudieran amenazar las vidas y estilos de vida de las personas, los recursos naturales, las propiedades e infraestructura, la productividad económica y la prosperidad de una región. En este contexto, una amenaza es la probabilidad de que se produzca un fenómeno de origen natural o humano. Un desastre es la manifestación de vulnerabilidad de una amenaza con un impacto superior al mecanismo de la población afectada para tolerarlo²⁸”.

²⁸ Reducción de la Vulnerabilidad ante amenazas Naturales: Lecciones aprendidas del Huracán Mitch Documento Estratégico Sobre Gestión Ambiental. Stockholm, Sweden 25-28 May 1999.

5.11.1.1 *Caracterización de Amenaza en el Área de Influencia Directa del Proyecto*

5.11.1.1.1 *Riesgos por Pendientes*

Figura 5-82: Mapa de Pendientes para la Evaluación de Riesgo

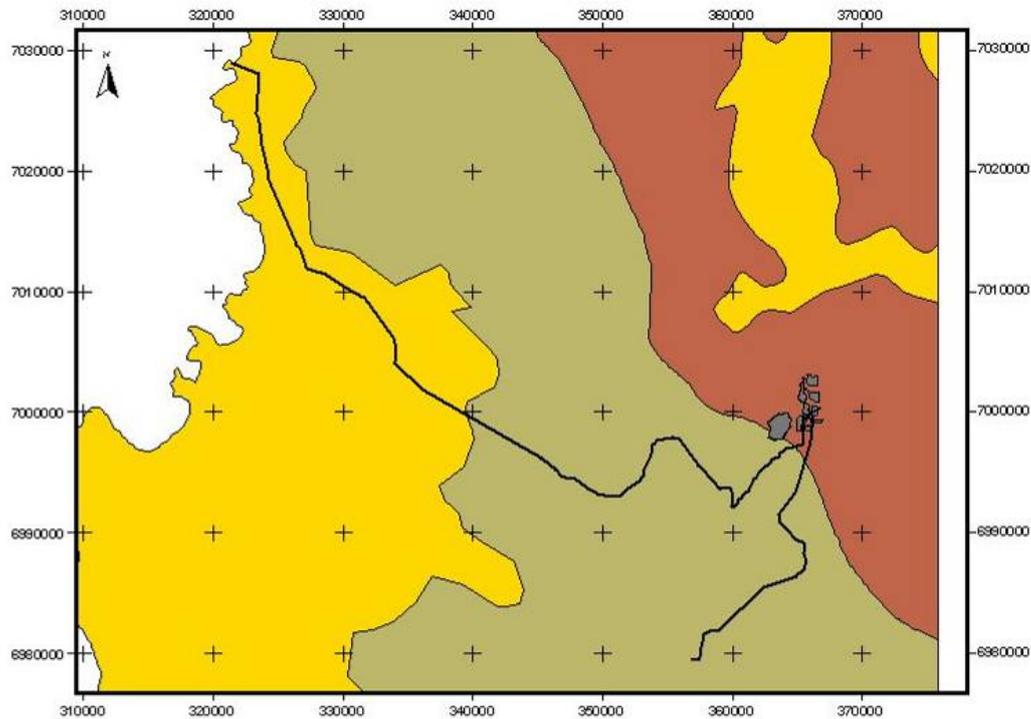


Fuente: Elaboración propia

El área de influencia para la evaluación de amenazas naturales, muestra que el sector posee pendientes muy suaves en la mayoría de su extensión, variando a pequeñas zonas de modelación media hacia el Sector Cerro Negro Norte. Tales condiciones demuestran que no existe peligro de derrumbes ni de deslizamiento de tierras por inestabilidad de laderas.

5.11.1.1.2 Riesgos por Erodabilidad

Figura 5-83: Mapa de Erodabilidad y Quebradas de la Zona



La erodabilidad ha sido definida como una propiedad intrínseca del suelo, que expresa la susceptibilidad del suelo a la erosión.

La erodabilidad en combinación con fenómenos hidrometeorológicos extremos constituye un factor determinante para crecidas aluvionales.

No obstante la aridez de la zona el riesgo más importante esta constituido por las crecidas aluvionales.

El mayor riesgo para el proyecto, se encuentra en el sector medio del trazado del Acueducto/Concentraducto, donde se entremezcla una erodabilidad media con la presencia de quebradas intermitentes que van paralelas en un inicio a la quebrada y luego la cruzan.

5.11.1.1.3 *Riesgos Aluvionales*

Del análisis de la cartografía regular del IGM, se procedió identificar los sectores de antiguos aluviones producidos dentro del área de influencia del trazado, obteniéndose como conclusión de ello que:

- La bajada del cordón montañoso “Sierra Pajas Blancas”, por la Primera y Segunda Pampa Dura, se realiza de manera longitudinal al escurrimiento del potencial aluvional, que no constituye un riesgo natural mayor.
- Al norte de Pampa Caracoles, emerge una formación dunaria no consolidada.
- El trazado del Acueducto/Concentraducto por las planicies litorales deberá cortar transversalmente las quebradas de: Leones, El Churque, Lechero Amarrado, Pajonales y La Brea, lo que implica un riesgo moderado para el ducto.

Anexo 5.1 Meteorología

Anexo 5.2 Hidrogeología

Anexo 5.3 Mediciones de Calidad del Aire y Viento

Anexo 5.4 Arqueología

Anexo 5.5 Paisaje