

# **Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca**

Líneas Bases  
Flora y Vegetación, Fauna y Suelo





## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1	Objetivos.....	4
<b>2</b>	<b>Área de estudio .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>7</b>
3.1	Área Prospectada. ....	7
3.2	Flora y vegetación .....	8
3.3	Fauna .....	15
3.4	Suelo .....	16
<b>4</b>	<b>Revisión Bibliográfica .....</b>	<b>19</b>
4.1	Antecedentes generales.....	19
4.2	Vegetación.....	19
4.3	Fauna .....	23
4.4	Suelo .....	23
<b>5</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>25</b>
5.1	Flora y vegetación .....	25
5.2	Fauna de Vertebrados Terrestres .....	44
5.3	Suelo .....	48
<b>6</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>55</b>
6.1	Flora y Vegetación .....	55
6.2	Fauna .....	56
6.3	Suelo .....	56
<b>7</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>58</b>
7.1	Flora y Vegetación .....	58
7.2	Fauna .....	59
7.3	Suelo .....	63
<b>8.</b>	<b>Responsable.....</b>	<b>64</b>



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe expone los resultados obtenidos por Centro de Ecología Aplicada Ltda. y GEOBIOTA para la elaboración de la Línea Base de fauna, suelo, vegetación y flora vascular terrestre en el área del Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca. Este estudio permitirá conocer el estado actual de la biota terrestre y las características de suelo en el área del proyecto.

En general el levantamiento de línea base y el análisis de información obtenida para fauna, flora y vegetación permite establecer tanto la presencia de especies importantes, como los potenciales efectos de la perturbación humana sobre ellos. Su contenido comprende las siguientes secciones:

**Sección 1. *Introducción y Objetivos general y específicos***, del estudio de Línea base.

**Sección 2: *Área de Estudio. Definir el área de estudio*** para la elaboración de la línea base.

**Sección 3. *Metodología***. Presenta el enfoque y técnicas utilizadas en la recopilación y análisis de información para la elaboración de la línea base.

**Sección 4. *Revisión Bibliográfica***. Presenta los antecedentes existentes, respecto a las condiciones de medio abiótico, vegetación y fauna potencial, utilizados como referencia en elaboración de la línea base.

**Sección 5. *Resultados***. Expone los resultados obtenidos de acuerdo a las metodologías utilizadas. Para el componente vegetación terrestre, su contenido comprende la identificación y descripción de las formaciones vegetacionales, además de su representación cartográfica. Para el componente flora vascular terrestre, su contenido comprende la identificación y caracterización de la riqueza y distribución de la flora presente en el área del Proyecto y la identificación de especies en alguna categoría de conservación.

Para el componente fauna terrestre (incluidas aves, anfibios, reptiles y mamíferos), su contenido comprende la identificación y caracterización de la riqueza y distribución de la fauna presente en el área del Proyecto y la identificación de especies en alguna categoría de conservación.

Para suelo se establece una descripción entendida desde el punto de vista edafológico. En forma adicional, se analizan algunos aspectos pedológicos como: el origen y la morfología del suelo, la topografía y la cubierta vegetal. Se consideró incluir el análisis de la situación actual respecto a procesos erosivos, los cuales suelen estar presentes en situaciones de baja cobertura.

**Sección 6. *Conclusiones***. Expone las principales conclusiones obtenidas para cada componente analizado.



El objetivo de la presente asesoría es realizar un estudio de caracterización biótica, considerando la Fauna y Flora terrestre en el área de influencia del Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca, considerando el área del proyecto como una franja correspondiente al futuro tendido eléctrico. El área de influencia directa del estudio abarca una unidad fisiográfica, correspondiente a coironales y tolares en un sector de lomajes, y fondos de quebradas, con algunos puntos con roqueríos, bofedales y llaretales.

## **1.1Objetivos**

### 1.1.1Objetivo General

Realizar la línea base de medio biótico terrestre, incluidos flora y fauna para el Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca, con el fin de conocer el estado actual de dichos componentes ambientales en términos de su identificación, distribución y abundancia, con énfasis en aquellas especies en categoría de conservación. Además, realizar la línea base de suelo.

### 1.1.2Objetivo específico

#### ***Flora y vegetación***

- Determinar las formaciones vegetales presentes en el área del Proyecto.
- Establecer la distribución de la vegetación presente en el área del Proyecto.
- Identificar formaciones vegetacionales de interés.
- Determinar la riqueza florística en el área del Proyecto.
- Describir la flora respecto a su origen fitogeográfico, tipo biológico y al estado de conservación de las especies presentes en el área del Proyecto.
- Caracterizar las especies en categoría de conservación respecto de su abundancia y tamaño.
- Identificar las singularidades de la vegetación y la flora del área del Proyecto.

#### ***Fauna***

- Determinar la presencia de fauna de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que habitan en el área de influencia del proyecto.
- Determinar la abundancia de cada grupo de vertebrados terrestres (mediante censos, conteos, etc.) y ubicación (en el marco del proyecto) de las especies presentes.



- Analizar el estado de conservación y endemismo de las especies presentes en el área de estudio.

### **Suelo**

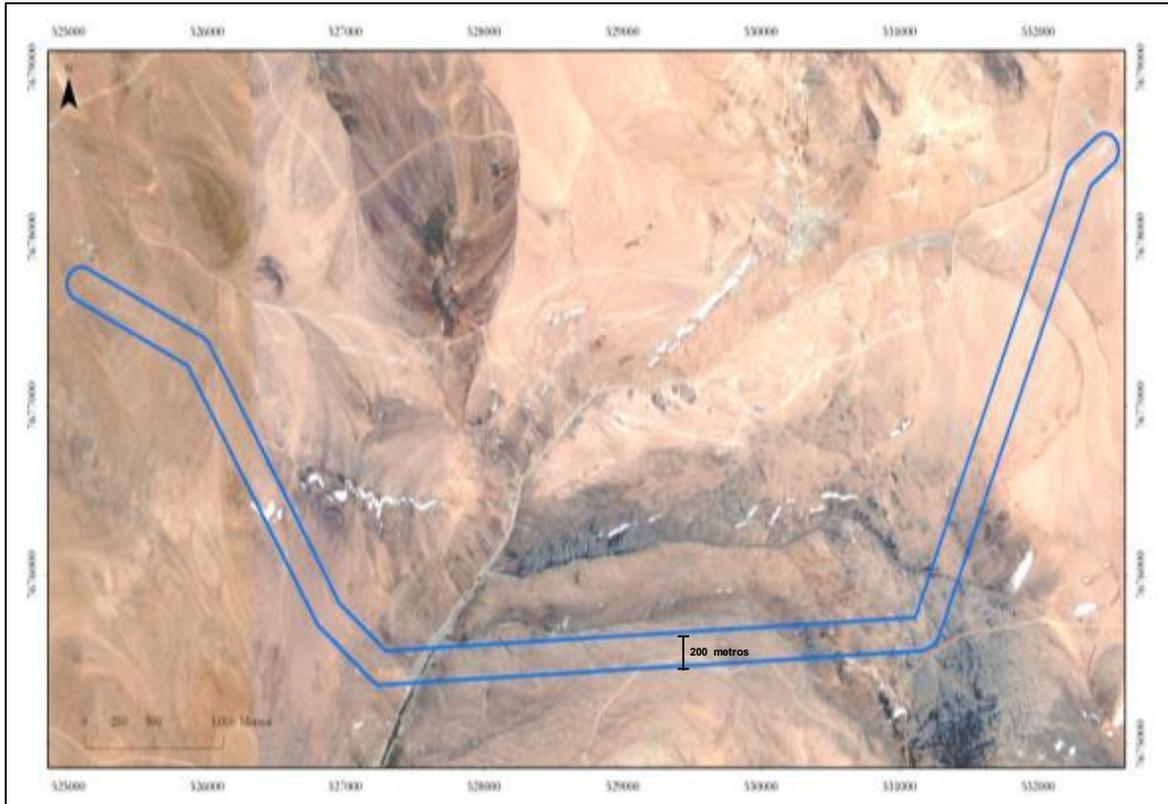
- Caracterizar según las propiedades físicas y morfológicas de los suelos del área del Proyecto.
- Clasificar en unidades homogéneas los suelos del área del Proyecto.
- Clasificar las unidades de suelos identificadas según su Capacidad de Uso, aptitud agrícola o forestal y aptitud para frutales.

## **2ÁREA DE ESTUDIO**

El Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca se ubica en la comuna de Pica, provincia del Tamarugal, región de Tarapacá, específicamente en la zona del altiplano de Chile, cuyo territorio se extiende entre los 18° y 27° S. El Proyecto abarca una superficie aproximada de 210 ha, y corresponde a una franja de tendido eléctrico de Quebrada Blanca (Figura 2.1-1).



**Línea Base de Vegetación y Flora, Fauna y Suelo – Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca**



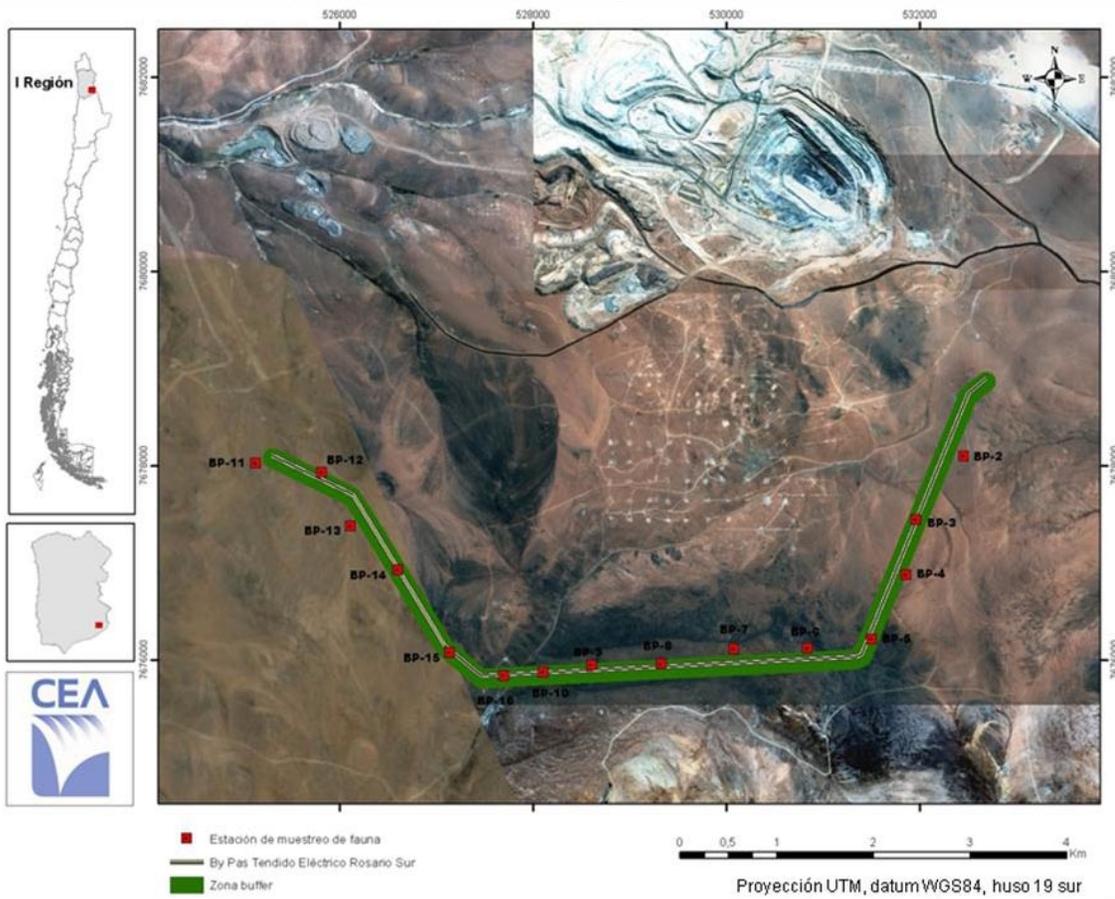
**Figura 2.1-1.** Área de estudio Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca

### 3METODOLOGÍA

#### 3.1Área Prospectada.

La visita a terreno se realizó los días 9 al 12 de marzo de 2011. El área de estudio se ubica al interior de la propiedad de CMDIC, cerca de la Quebrada Chiclla (Figura 3.1-1). Como área de influencia directa se definió un polígono de 200 metros de ancho (100 metros a cada lado de un eje central, por donde pasaría el tendido eléctrico).

El sector de estudio, se dividió en estaciones o recorridos de muestreo. Se seleccionaron 16 estaciones para fauna, flora y vegetación. El grado de intervención antrópica varió de bajo a alto, y está dado principalmente en una gran proporción del sector por áreas de caminos, tendido eléctrico y áreas de prospecciones mineras. La altitud varió entre 4.500 m.s.n.m. y 4.954 m.s.n.m (Tabla 3.1-1). Los antecedentes preliminares indican que el sustrato general es pedregoso y terroso, y el ambiente corresponde a ladera y cima de cerros y a fondo de quebradas. La vegetación varía de zonas sin cobertura vegetal hasta zonas de fondo de quebrada y laderas de cerro, con mayor dominancia de coironales, tolares ralos y parches con bofedales y llaretales.





**Figura 3.1-1.** Estaciones de muestreo de biota terrestre en el área del Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca (las estaciones de muestreo BP-11, BP-13, BP-7, BP-4 y BP-2 están ubicadas levemente fuera del área del Proyecto, sin embargo, son representativas y caracterizan de todas formas la vegetación y la flora que se encuentra dentro del área).

**Tabla 3.1-1.** Estaciones de muestreo

ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADA UTM (WGS 84 HUSO 19)		ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADA UTM (WGS 84 HUSO 19)	
	NORTE	ESTE		NORTE	ESTE
BP-1	532455	7678500	BP-9	528405	7675550
BP-2	532252	7677700	BP-10	527905	7675478
BP-3	531755	7677049	BP-11	524978	7677633
BP-4	531658	7676482	BP-12	525608	7677543
BP-5	531305	7675824	BP-13	525906	7676987
BP-6	530638	7675725	BP-14	526393	7676534
BP-7	529873	7675720	BP-15	526931	7675688
BP-8	529126	7675573	BP-16	527664	7675487

## 3.2 Flora y vegetación

### 3.2.1 Sistemas Zonales

#### 3.2.1.1 *Vegetación*

La metodología utilizada para el levantamiento de la información de vegetación y flora del área del proyecto, ha sido validada a nivel nacional y utilizada para la descripción, caracterización y análisis de estos componentes.

Para describir y representar el componente vegetación la metodología corresponde a la Carta de Ocupación de Tierras (COT) (Godron et al., 1968; Long, 1974; Etienne y Prado, 1982), la cual ha sido documentada por CONAMA (1996) y corresponde a la metodología oficial utilizada en el Catastro de la Vegetación Nativa de Chile en el Proyecto CONAMA/CONAF/BIRF (Cruz et al., 1995). Ésta proporciona una representación estructural de la vegetación en su estado actual y de sus especies dominantes.

La caracterización de la vegetación comprendió las siguientes etapas metodológicas, que a continuación se detalla: Recopilación de información cartográfica, Interpretación de



imágenes satelitales, Descripción en terreno, Clasificación de la vegetación, Atributación y Producción cartográfica digitalizada.

*a) Recopilación de información cartográfica*

Durante esta etapa se recopiló y analizó la siguiente información:

- Cartografía de Vegetación natural de Chile, Clasificación y distribución geográfica (Gajardo, 1994).
- Cartografía de Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (Luebert y Pliscoff, 2006).
- Imágenes QuickBird pancromáticas y multiespectrales adquiridas en abril de 2010

*b) Interpretación imágenes*

Se realizó una interpretación visual de las imágenes, utilizando como criterio de discriminación la textura, tonalidad y estructura.

Durante este proceso se tuvo presente el tamaño de la unidad mínima cartografiable, con el objeto de segregar unidades cartográficas homogéneas adecuadas a la escala de trabajo (1:5.000), sin embargo, se tuvo consideraciones especiales en el caso de la presencia de vegetación azonal hídrica. Al final de esta etapa se obtuvo una cobertura inicial de polígonos correspondiente a unidades homogéneas de vegetación.

*c) Descripción de las unidades de vegetación en terreno*

El levantamiento de la información se efectuó por una cuadrilla compuesta por 2 profesionales: un especialista de vegetación y un especialista de flora vascular terrestre.

La descripción de las unidades de vegetación en terreno se realizó en 16 estaciones de muestreo distribuidas a lo largo del área del Proyecto, abarcando las distintas situaciones topográficas y vegetacionales (distanciamiento promedio entre estaciones de 700 m) identificadas.

En cada estación de muestreo se efectuó una descripción de la vegetación en forma codificada y consideró la formación vegetacional, (estructura, cobertura y altura) y especies dominantes. *Formación vegetacional*. Para cada tipo biológico se estimó su clase de altura y clase de cobertura de copa según los códigos presentados en la Tabla 3.2-1.

**Tabla 3.2-1.** Clases de altura y cobertura para los tipos biológicos utilizadas en la descripción de terreno

CLASES DE ALTURA POR TIPO BIOLÓGICO (m)			CLASES DE COBERTURA	
Árboles	Arbustos	Herbáceas	Cobertura (%)	Código
>32	>2	1-2	1-5	1
26-32	1-2	0,5-1	5-10	2
20-26	0,5-1	0-0,5	10-25	3
16-20	0-0,5		25-50	4
12-16			50-75	5
8-12			>75	6
4-8				
2-4				
<2				

FUENTE: Modificado de Cruz *et al.*, 1995.

- *Especies dominantes.* Corresponde a los taxa que caracterizan las unidades cartográficas. El número de especies dominantes por unidad cartográfica varió entre una y cuatro.

*d) Clasificación de unidades descritas en terreno*

En esta etapa se sintetizó la información detallada de tipos biológicos, cobertura y altura que caracteriza cada unidad de vegetación descrita y asigna un nombre genérico de acuerdo al sistema de clasificación empleado. Esta etapa contempló las actividades que a continuación se indican.

*Simplificación de la cobertura.* Para aquellas unidades cartográficas que presentan varias estratas de un mismo tipo biológico se simplificó la información a fin de obtener un sólo porcentaje de recubrimiento por tipo.

*Simplificación y clasificación de las Formaciones y Tipos vegetacionales.* De acuerdo al porcentaje de recubrimiento de los tipos biológicos presentes en una misma formación, se analizó la proporción de cada uno de éstos y sus especies dominantes, con el fin de determinar las distintas Formaciones y Tipos vegetacionales, en base al sistema de clasificación utilizado.

*e) Atribución de las formaciones*



Los polígonos generados en la etapa de fotointerpretación fueron revisados y modificados según la información de terreno, escala de trabajo adoptada y criterios de similitud de colores, tonos y texturas. Para ello se utilizaron herramientas de Sistemas de Información Geográfica (ARCGIS 9.3), las cuales permitieron generar una cobertura digital que representa los diferentes Tipos vegetacionales definidos.

El proceso de atribución consistió en la creación de una base de datos alfanumérica, asociando los Tipos vegetacionales obtenidos en la etapa anterior con la cobertura gráfica de polígonos.

### *3.2.1.2 Flora Vascular*

Con el propósito de establecer la flora zonal presente en el área del Proyecto, se procedió a una evaluación mediante estaciones de muestreo, en las cuales se realizaron tres parcelas de inventario florístico, de dimensiones 10m x 10m. La selección de las estaciones de muestreo, coincidentes con las estaciones de muestreo de vegetación, se efectuó de manera de cubrir las distintas situaciones topográficas y vegetacionales del área del Proyecto Figura 3.1-1.

En cada parcela de inventario se registró las especies de flora vascular presentes, estimando la participación porcentual de cada una de ellas de acuerdo con un valor de la escala de cubrimiento-abundancia de Braun-Blanquet (1979). En aquellos casos en que la identidad taxonómica de algunos ejemplares no fuese clara, como también en algunos grupos de taxonomía compleja, se colectó muestras para su posterior determinación en laboratorio.

La determinación taxonómica de las muestras de terreno se llevó a cabo en el Herbario EIF de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, a cargo de María Teresa Serra, Profesor de Biología y Ciencias. La nomenclatura taxonómica utilizada para la denominación de las especies registradas sigue principalmente al "Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur" (Zuloaga *et al.*, 2008).

Para el área del Proyecto se caracterizó la flora total registrada en cuanto a riqueza de familias, géneros y especies; proporción de especies endémicas y nativas y proporcionalidad de tipos biológicos.

El estado de conservación de las distintas especies se determinó de acuerdo a los decretos supremos N° 151 de MINSEGPRES del 24 de marzo de 2007, N° 50 de MINSEGPRES del 30 de junio de 2008, el N° 51 de MINSEGPRES del 30 de junio de 2008 y N° 23 de MINSEGPRES del 7 de mayo de 2009, que oficializaron el primer, segundo, tercer y cuarto proceso de clasificación de especies (CONAMA, 2009), respectivamente, dictados según lo establecido en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D.S. 75/2005 de MINSEGPRES), los que se complementan con las conclusiones y anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989). De forma adicional se revisó los listados de especies en categorías presentes en Ravenna *et al.* (1998), Belmonte *et al.* (1998) y Baeza *et al.* (1998), referentes a plantas bulbosas,



cactáceas y helechos, respectivamente. Se revisó además la lista de especies amenazadas de IUCN (2010) como fuente internacional de referencia.

Se cuantificó y dimensionó los individuos de las especies que presenten alguna categoría de conservación de acuerdo a las fuentes mencionadas. En cada parcela de inventario, se midió 2 diámetros de copa de cada individuo de las especies en categoría de conservación. Esto permitió obtener una densidad y tamaños de las especies en categoría de conservación presentes en el área del Proyecto.

### 3.2.2 Sistemas Azonales

#### *3.2.2.1 Vegetación*

La vegetación de los sistemas azonales se clasificó de acuerdo a la metodología aplicada por Ahumada y Faúndez (2009). Esta metodología, basada en 2 componentes de clasificación (arquitectura de crecimiento de las especies dominantes de la formación vegetal y presencia de afloramientos salinos) define 6 tipos vegetacionales azonales:

- Bofedales no salinos
- Bofedales salinos
- Pajonales hídricos no salinos
- Pajonales hídricos salinos
- Vegas no salinas
- Vegas salinas

La identificación de los componentes de clasificación se realizó a través de la caracterización de un patrón visual de la arquitectura y de la presencia o no de salinidad.

Adicionalmente se considera la forma de suministro hídrico de acuerdo la Tabla 3.2-2

**Tabla 3.2-2:** Formas de suministro hídrico en los sistemas vegetacionales hídricos

FORMA DE SUMINISTRO	ELEMENTO APORTANTE
Inundación	Río o vertiente
Ascenso capilar	Napa freática
Infiltración lateral	Cuerpo de agua

FUENTE: Ahumada y Faúndez, 2009



### 3.2.2.2 Flora

La flora de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del área del Proyecto, se determinó de acuerdo al método de intercepto de puntos. Éste consistió en fijar transectos, en donde se registró cada 10 cm la especie que intercepta el transecto.

La longitud y número de transectos fue variable dependiendo de la extensión del sistema vegetacional azonal hídrico evaluado.

Este método permitió determinar la riqueza y abundancia de la flora presente en el sistema estudiado, obteniéndose la cobertura absoluta de una especie, la cobertura absoluta de un transecto y la cobertura absoluta de la unidad de vegetación.

#### **a) Cobertura absoluta de una especie:**

$$CEit = \frac{Eit}{Tot} \times 100$$

Donde:

CEit: Cobertura absoluta de la especie *i* en el transecto *t* (%)

Eit: Número de observaciones de la especie *i* en el transecto *t*

Tot: Número total de observaciones en el transecto *t*

#### **b) Cobertura absoluta de un transecto:**

$$CTt = \sum_{i=1}^n CEit$$

Donde:

CTt: Cobertura absoluta del transecto *t* (%)

CEit: Cobertura de la especie *i* en el transecto *t*

n: número de especies en el transecto *t*

#### **c) Cobertura absoluta de la unidad vegetacional:**

$$CU = \frac{\sum_{i=1}^n CTt}{Tu}$$

Donde:

CU: Cobertura absoluta de la unidad de vegetación

CTt: Cobertura absoluta del transecto *t*

Tu: Número total de transectos en la unidad de vegetación *u*



### 3.2.3 Singularidades de vegetación y flora

Se identificaron sectores con singularidades respecto de la flora y vegetación dentro del área del Proyecto. Para su determinación se analizaron 4 criterios que se describen a continuación: Sistemas vegetacionales Azonales, flora en categoría de conservación, formaciones vegetales Xerofíticas y Particularidades florísticas.

#### 3.2.3.1 *Sistemas azonales*

Se consideró singular todo aquel sector dentro del área del Proyecto que presente sistema azonal hídrico de acuerdo a la clasificación de Ahumada y Faúndez (2009).

#### 3.2.3.2 *Flora en Categoría de Conservación*

Los sectores que presenten alguna especie catalogada en categoría de conservación fueron considerados singulares. Para ello cada estación de muestreo fue evaluada de acuerdo al estado de conservación de la flora registrada, de acuerdo a los listados oficiales y referenciales de la flora en categoría de conservación.

#### 3.2.3.3 *Formaciones vegetales Xerofíticas*

La presencia de formaciones vegetales xerofíticas es considerada una singularidad dentro del área de estudio, por cuanto su intervención implica un procedimiento particular, en términos regulatorios.

De acuerdo a la ley 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, una formación xerofítica es una “formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre la regiones I y VI incluidas la metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las regiones VII y VIII”. Asimismo dicha ley define especie nativa o autóctona, como “especie arbórea o arbustiva originaria del país, que ha sido reconocida oficialmente como tal mediante decreto supremo”.

En el decreto supremo 68/2009, que hace referencia la ley, se establece, aprueba y oficializa la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país.

#### 3.2.3.4 *Determinación de Particularidades florísticas*

Se determinó las estaciones de muestreo con particularidades florísticas en los sistemas de vegetación zonal. Para lo anterior se evaluó la similitud y composición de especies de cada estación de muestreo, para identificar las estaciones con elevado número de taxones y/o que incluyan especies de baja presencia en el área del Proyecto (especies exclusivas o infrecuentes).

El algoritmo para determinar la similitud de cada estación correspondió a un análisis de conglomerados (cluster), el cual permitió la diferenciación de estaciones con elevado número de especies y/o con especies exclusivas o infrecuentes, mediante la gráfica de un



dendrograma de similitudes. El análisis de conglomerados se realizó mediante el software Biodiversity Pro.

### **3.3 Fauna**

#### **3.3.1 Vertebrados Terrestres**

La caracterización del medio se realizó mediante un muestreo cualitativo-cuantitativo en diferentes sectores, abarcando el Área de Influencia del proyecto (tolares, coironales, roqueríos, sectores con escasa o nula vegetación). Este tipo de muestreo permite abarcar una gran superficie (muestreo cualitativo) y recopilar la mayor cantidad de información posible (muestreo cuantitativo).

La unidad del muestreo cuantitativo fueron los sectores o estaciones de muestreo, los cuales se definieron en función de la accesibilidad y homogeneidad del sector estudiado. El muestreo cualitativo estuvo orientado a describir los elementos más conspicuos y representativos del sitio (como las distintas formaciones vegetacionales). En cada estación de muestreo se hizo un recorrido pedestre abarcando un circuito variable (100 a 500 m lineales aproximadamente), dependiendo de la homogeneidad y características del ambiente. Así, en sectores con mediana cobertura vegetal y mayor diversidad de hábitats (roqueríos, bofedales, coironales, quebradas), el recorrido es cercano a los 500 m, mientras que en aquellas estaciones ubicadas en ambientes con escasa o nula vegetación, y baja diversidad de hábitats (laderas de cerros), es suficiente un recorrido de 100 m.

La determinación de la fauna se realizó principalmente mediante observación directa de los individuos. En términos generales, los animales fueron identificados y fotografiados. Se estimó la abundancia relativa para cada clase, así como la proporción entre los individuos contabilizados de la especie y el total de individuos de cada clase.

Se recorrieron las áreas de estudio (en vehículo y a pie) y se evaluó directamente la presencia y abundancia de vertebrados terrestres, anotando su presencia en función de avistamientos, capturas o audiciones, así como registros indirectos (por ejemplo fecas, huellas, egagrópilas y nidos). El muestreo de las distintas clases se efectuó siguiendo las metodologías dispuestas por CONAMA (1996).

El muestreo de anfibios se realizó mediante observación directa en pozas y sectores húmedos (como bofedales, si los hubiere).

La determinación de reptiles se realizó mediante observación directa de los individuos, complementando un muestreo pasivo (recorrido pedestre con observación de ejemplares) y muestreo activo (remoción de piedras y revisión de arbustos). En caso de ser observados, los ejemplares fueron identificados y fotografiados.

En el caso de las aves, se recorrió el área contabilizando los individuos de las diferentes especies con ayuda de binoculares 10 x 50, y registrando los ejemplares avistados o escuchados.



Para el estudio de mamíferos, en el caso de animales mayores (ej. vicuñas, zorros, vizcachas), se buscó evidencias indirectas (huellas y fecas), además de avistamientos directos. Para los micromamíferos (ej. Tuco-tucos) se buscó evidencias indirectas, como cuevas, fecas y huellas.

### 3.3.2 Análisis de la información

Para cada uno de los taxa identificados se analizó su estado de conservación de acuerdo con la Ley N° 19.473 del Ministerio de Agricultura, Ley de Caza y actualizaciones del Diario Oficial (Decreto Supremo N° 5/1998 del Ministerio de Agricultura, Reglamento de la Ley de Caza complementado con los Decretos Supremo N° 151/2006; N° 50/2008, N° 51/2008 y N° 23/2009, todos del MINSEGPRES, los que oficializan la clasificación de especies silvestres según su estado de conservación), así como su endemismo. Específicamente, el estado de conservación es el que corresponde a la zona norte (Regiones de Tarapacá a Atacama).

Las especies censadas fueron comparadas en su abundancia y frecuencia relativas.

Para la identificación de las especies avistadas en terreno, se utilizó las siguientes fuentes bibliográficas (en la medida que se avisten especies de estos grupos de animales):

- **Reptiles y Anfibios:** Cei (1962), Donoso-Barros (1966, 1970), Veloso & Navarro (1988), Núñez & Jaksic (1992) y Veloso *et al.* (1995), Formas (1995), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Mella (2005), Mella & Peñaloza (2005) y Ramírez & Pincheira-Donoso (2005).
- **Aves:** Johnson & Goodall (1965), Cody (1970), Araya & Millie (1996), Araya *et al.* (1995), Araya & Bernal (1995), Rottmann (1995), Pearman (1995), de la Peña & Rumboll (1998), Egli (1998, 2002), Jaramillo (2005), Martínez & González (2005).
- **Mamíferos:** Osgood (1943), Mann (1978), Tamayo & Frassinetti (1980), Miller & Rottmann (1976), Campos (1986, 1996), Reise & Venegas (1987), Redford & Eisenberg (1992), Willson & Reeder (1993), Contreras & Yáñez (1995), Muñoz-Pedreras & Yáñez (2000) e Iriarte (2008).

A modo de complemento general, fueron revisados los estudios de Jaksic (1996), Lazo & Silva (1993), Torres-Mura (1994) y Muñoz *et al.* (1996).

### **3.4 Suelo**

El proceso de levantamiento de información se realizó considerando los factores que influyen en el proceso de formación de los suelos, entendiéndose: material parental, topografía, biota, clima y tiempo. Acorde a la teoría desarrollada por Dokuchaev en el año 1883 y respaldada por una serie de autores con posteridad (Pritchet, 1987; Luzio y



Casanova, 2006; Brady y Weil, 2008), los suelos que se desarrollan a partir de factores similares tienden a desarrollar una estructura suelo similar. Cabe aclarar que el siguiente estudio se realiza para una zona donde el factor climático es equivalente para todas las unidades, motivo que ha permitido excluirlo como factor en el proceso de delimitación de unidades.

A continuación se describen las actividades desarrolladas para el levantamiento de suelos:

#### 3.4.1 Recopilación de información cartográfica y bibliográfica

Durante esta etapa del estudio se recopiló y analizó información para ser utilizada como base para el desarrollo del estudio del área. Entre el material recopilado se cuenta con información geológica y geomorfológica, e información geográfica como modelos digitales de terreno, imágenes 2010 del satélite QuickBird e imágenes 2008 del satélite QuickBird 2 disponibles en la plataforma informática Google Earth®.

#### 3.4.2 Determinación y descripción de las unidades

Previo a la campaña de terreno se realizó una delimitación de unidades en función de los factores de formación observados, con el objetivo de determinar sectores que puedan presentar propiedades similares de suelo. En el proceso de segmentación la geomorfología fue utilizada como el principal criterio de delimitación, definiéndose grandes unidades para ser subdivididas por criterios topográficos y bióticos. En cada grupo de unidades, de propiedades edafológicas similares, se seleccionó un sector representativo para ser descrito de forma íntegra por medio de la confección de una calicata. De forma complementaria se definieron sectores para realizar comprobaciones de las propiedades del perfil, y de este modo, verificar que la descripción represente al grupo de unidades definidas.

Las descripciones de los perfiles de cada unidad se realizaron por medio de la confección de calicatas, excavaciones de aproximadamente 1x1 m de ancho y profundidad variable. Entre las propiedades consideradas para la caracterización del pedón se encuentran la textura, estructura, consistencia, profundidad efectiva, color, drenaje y pedregosidad, entre otras. Los métodos de medición y su escala cualitativa se presentan en el Anexo I - Metodología. Las verificaciones consisten en muestreos realizadas con barrenos agrológicos o descripciones en cortes de camino, que permitan de forma clara, detectar y corroborar propiedades diagnóstico dentro de la unidad. Para la descripción y caracterización de suelos se utilizó la pauta para descripción del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2001), el libro de campo para la descripción de muestreo de suelos (USDA NRCS, 2002) y la metodología propuesta por CIREN en el “Manual de Procedimientos y Normas Técnicas para Reconocimientos Agrológicos” presente en el estudio agrológico de la región Metropolitana (CIREN, 1996).

En total se realizaron dos descripciones y cuatro comprobaciones.

### 3.4.3 Muestreo analítico

Durante el desarrollo de la campaña de terreno, en cada punto de descripción y comprobación de las unidades, se extrajeron muestras desde los horizontes descritos en el perfil para analizarlos con posteridad en laboratorio. Los parámetros de suelo analizados fueron: pH, conductividad eléctrica, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, textura y retención de humedad.

Los resultados de estos análisis permitieron la determinación de la capacidad de uso de la unidad y vislumbrar eventuales factores limitantes para el desarrollo de la vegetación en el lugar.

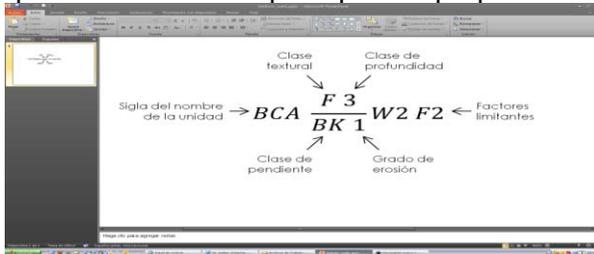
### 3.4.4 Elaboración de informe y cartografía

Posterior a la campaña de terreno donde se describió y verificaron los límites de la unidad, se procedió a actualizar las unidades definidas de forma preliminar generando una cartografía final con las unidades de suelos del área.

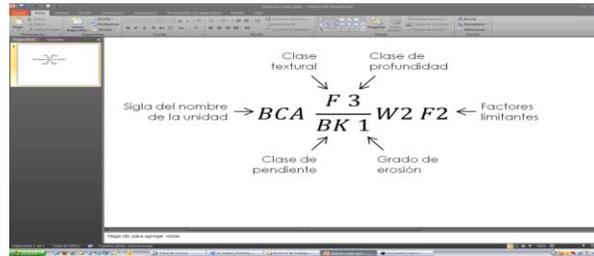
El resultado final del levantamiento de suelos consiste en un informe donde se describen las unidades de suelos representadas en la cartografía del proyecto (). Este informe contiene una revisión bibliográfica de la información disponible para los suelos cercanos al área; mientras que, en los resultados se caracterizan las unidades de suelos en función de los perfiles descritos, se clasifican según clase de capacidad de uso y se describe la ocurrencia de procesos erosivos en el lugar u otra característica de importancia dentro de las unidades.

### 3.4.5 Símbolo Cartográfico

Cada unidad de suelos definida en el mapa es representada por un símbolo cartográfico que resume las principales propiedades y factores limitantes de ésta. En la



se presenta un ejemplo para ilustrar los elementos que componen cada parte de la ecuación. La estructura del símbolo cartográfico comienza con siglas del nombre de la unidad, seguido por una fracción en la que se presentan los códigos de las propiedades de textura superficial, profundidad, pendiente y erosión actual. Por último, el símbolo cartográfico describe la existencia de alguna limitación referida a drenaje (W), pedregosidad (P), inundación (F), salinidad (S) y/o alcalinidad (A). Los códigos utilizados se presentan en el Anexo I – Metodología para la descripción de suelos.



**Figura 3.4.** Símbolo cartográfico

## 4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Antecedentes generales

El clima en este territorio presenta un régimen de tendencia tropical, caracterizado por la existencia de precipitaciones en forma de lluvia principalmente en verano, siendo relativamente elevadas (hasta 400 - 500 mm), confirmando la característica en general tropical de esta región; el hecho de que las precipitaciones se localicen en verano, el llamado “invierno boliviano”, es de gran importancia biológica, pues corresponden al periodo de mayor eficiencia térmica (Di Castri & Hajek, 1976). De acuerdo a la clasificación de Köepen, el área se encuentra bajo la influencia de un clima de estepa de altura (BSh) (Fuenzalida, 1965). Luebert y Plissock (2006), clasifican el área en donde se encuentra el Proyecto dentro de los pisos bioclimáticos orotropical superior y criotropical inferior seco.

El área de estudio presenta rasgos morfológicos que se caracterizan por situarse en la unidad denominada Altiplano, ubicada al Este de la Cordillera de Los Andes. Presenta un relieve típico de meseta elevada de edad terciaria, con una altura promedio de 4.000 m.s.n.m. y un ancho variable de 15 a 40 km.

El Sector donde se ubica el proyecto, corresponde a un ambiente de desierto, donde existen limitados recursos hídricos superficiales permanentes, destacando entre estos las quebradas y bofedales del Cordón Collahuasi..El régimen hídrico es del tipo endorreico, alimentado por precipitaciones estivales y el régimen hidrológico incluye escurrimientos de aguas superficiales y subterráneas que fluyen desde el Cordón Montañoso Precordillerano en dirección oeste y este, y escurrimientos desde la Cordillera de Los Andes que fluyen en dirección oeste.

### 4.2 Vegetación

#### 4.2.1 Vegetación potencial

Con el objeto de reconocer los grandes tipos de vegetación posibles de encontrar en el área del Proyecto, se revisó los trabajos de Gajardo (1994) “Vegetación Natural de Chile”; y de Luebert y Plissock (2006), “Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile”.



El estudio sobre la Vegetación Natural de Chile (Gajardo, 1994), fue desarrollado a partir de criterios biogeográficos y antecedentes de terreno, estableciendo cuatro niveles de agregación; región ecológica, sub-región ecológica, formación vegetal y comunidad tipo. Los tres primeros poseen representación cartográfica y por lo tanto áreas de distribución definidas. El cuarto nivel desagrega las formaciones vegetales sobre la base de criterios de tipo microambiental, nivel de alteración por procesos catastróficos naturales y/o por efectos de influencia antrópica. Para cada una de estas comunidades el sistema entrega una lista de las especies más representativas.

En base a la Vegetación natural de Chile (Gajardo, 1994), el área de estudio abarca una formación vegetal (Tabla 4.2-1)

**Tabla 4.2-1** Ambientes naturales presentes en el área del Proyecto según Gajardo (1994).

REGIÓN ECOLÓGICA	SUB REGIÓN ECOLÓGICA	FORMACIÓN VEGETAL
DE LA ESTEPA ALTO ANDINA	DEL ALTIPLANO Y DE LA PUNA	Estepa Alto-Andina Sub-Desértica

A continuación, se entrega una breve descripción de las formaciones vegetales señaladas para el área de estudio.

a)Estepa Alto-Andina Sub-Desértica

Formación vegetacional heterogénea, que se encuentra ubicada inmediatamente al sur del Altiplano, con el cual comparte muchos de sus elementos florísticos y parcialmente su geomorfología de extensas mesetas, aunque aquí son frecuentes las formas montañosas. La diferencia fundamental que permite delimitarla como unidad propia diferente, está en la menor cantidad de precipitaciones que recibe, lo que provoca una fisonomía vegetal de carácter más árido, llegando a manifestar en ciertos lugares un aspecto de tipo desértico.

Dentro de esta formación se pueden encontrar las siguientes comunidades vegetales dentro del área de estudio:

- Pycnophyllum molle-Oxalis exigua*
- Baccharis incarum-Lampaya medicinalis*
- Festuca chrysophylla-Fabiana bryoides*
- Azorella compacta*
- Polylepis tarapacana*

Por otra parte, la Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile (Luebert y Pliscoff 2006) se elaboró a partir de criterios bioclimáticos (termotipos y ombrotipos, que definen pisos



bioclimáticos) y vegetacionales (formaciones vegetales). La unidad básica de análisis está constituida por el concepto de piso vegetacional, definido como “espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisonomía uniforme, situadas bajo condiciones mesoclimáticas homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica”. Los pisos vegetacionales tienen representación cartográfica, y en general dan cuenta de la vegetación potencial a un nivel de detalle mayor que la clasificación de Gajardo (1994).

En el área de estudio se encontraría dos pisos vegetacionales, indicados en la Tabla 4.2-2 y se describen a continuación:

**Tabla 4.2-2.** Pisos vegetacionales presentes en el área del Proyecto según Luebert y Pliscoff (2006).

FORMACIÓN VEGETAL	PISO VEGETACIONAL
MATORRAL BAJO DE ALTITUD	Matorral bajo tropical andino de <i>Parastrephia lepidophylla</i> y <i>P. quadrangularis</i>
	Matorral bajo tropical de <i>Mulinum crassifolium</i> y <i>Urbania pappigera</i>

a) Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lepidophylla* y *P. quadrangularis*

Matorral bajo dominado por *Parastrephia lepidophylla* y *P. quadrangularis*, con participación importante de *Festuca orthophylla* y *Tetraglochin cristatum*, en el que participan algunas hierbas perennes como *Nototriche turritella*, aunque con bajos valores de constancia. En algunos sectores de coluvios o aluvios pedregosos se observan grandes extensiones dominadas por *Tetraglochin cristatum*, lo que probablemente corresponde a zonas de mayor aridez local o a una fase de degradación producto del sobrepastoreo.

b) Matorral bajo tropical de *Mulinum crassifolium* y *Urbania pappigera*

Matorral bajo dominado por plantas pulvinadas y gramíneas, entre las que destacan *Mulinum crassifolium*, *Urbania pappigera*, *Adesmia caespitosa*, *Stipa frígida* y *Deyeuxia crispa*, también se presentan como especies asociadas *Chaetanthera revoluta*, *Nototriche auricoma* y *Perezia atacamensis*.

#### 4.2.2 Vegetación zonal

El área del Proyecto se encuentra inmersa dentro de la Ecorregión altiplánica, en donde el patrón dominante que determina la presencia de vegetación herbácea y arbustiva responde principalmente a factores zonales, los que presentan un continuo zonal influenciado por agentes forzantes o modeladores del paisaje, como son el nivel de precipitaciones estivales, pendiente, exposición y altitud, principalmente (Ahumada y Faundez, 2009).



De acuerdo a Ahumada y Faúndez (2009), las grandes formaciones vegetacionales que se pueden encontrar en la ecorregión, considerando su forma de vida, patrón de distribución zonal y abundancia son las siguientes:

-Pajonales: corresponden a una formación vegetal compuesta por especies de gramíneas de crecimiento cespitoso “forman una champa tipo coirón” compuesta de pastos muy duros y toscos.

-Tolares: formados por especies arbustivas de crecimiento bajo y de hojas reducidas y resinosas.

También señalan que es posible identificar algunas fisionomías de vegetación menos abundantes, pero de alto valor ecológico como es el caso de formaciones arborescentes de queñoales (*Polylepis tarapacana*) y llaretales (*Azorella compacta*).

#### 4.2.3 Vegetación Azonal

En la ecorregión donde se ubica el Proyecto, destacan formaciones vegetacionales o especies que responden a patrones azonales, es decir, a condiciones locales, las que normalmente están acotadas a características de suelo o sustrato, humedad o a cualquier característica particular que determine su presencia, sin que se observe en ningún caso un patrón continuo de distribución (Ahumada y Faúndez, 2009).

Dentro de la vegetación con patrones de distribución azonal y que se encuentran asociados a un suministro hídrico estable y/o permanente destacan, los Bofedales, los Pajonales húmedos y las Vegas.

Ahumada y Faúndez (2009) clasificaron los sistemas vegetacionales azonales hídricos altoandinos, dicha clasificación se presenta en la Tabla 4.2-3

**Tabla 4.2-3.** Clasificación de los sistemas vegetacionales azonales hídricos altoandinos

CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN			
	Aporte Hídrico	Arquitectura de Crecimiento	Materia Orgánica en el suelos	Afloramiento salino (%)
Bofedal no salino	Lagunas, escurrimientos superficiales, napa freática alta, que mantienen humedad permanente en el sustrato	Principalmente en cojín, no cespitoso. Pastos bajos con crecimiento muy compacto	Sustratos con alto contenido de materia orgánica	< 5%
Bofedal salino	Lagunas, escurrimientos superficiales, napa freática alta.			> 5 %
Pajonal Hídrico no Salino	Lagunas y escurrimientos superficiales. Saturación de sustrato en época estival.	Cespitoso (forma champa). Plantas con altura de crecimiento > a 40 cm.	Sustrato con contenidos medios de materia orgánica.	< 30%
Pajonal Hídrico Salino	Lagunas y escurrimientos superficiales. Saturación de sustrato en época estival, con períodos más restringidos que el anterior			> 30%
Vega no Salina	Lagunas y escurrimientos	Rizomatoso, no	Sustratos con	< 20 %

**Tabla 4.2-3.** Clasificación de los sistemas vegetacionales azonales hídricos altoandinos

CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN			
	Aporte Hídrico	Arquitectura de Crecimiento	Materia Orgánica en el suelos	Afloramiento salino (%)
	superficiales. Sustrato al menos en capacidad de campo en época estival	cespitoso (forma un césped corto). Plantas con altura de crecimiento < a 40 cm.	contenido de materia orgánica muy variable	
Vega Salina	Amplia plasticidad que va de sustratos con saturación baja a completamente saturados			> 20 %

FUENTE: Ahumada y Faúndez, 2009.

### 4.3 Fauna

En términos de la fauna del área, uno de los componentes de mayor importancia dada su categoría de conservación, son los reptiles. En el área se han registrado varias especies de reptiles, como *Liolaemus jamesi*, *L. alticolor*, *L. ornatus*, *L. pantherinus* y *L. stolzmanni*. Algunas de estas especies son endémicas (exclusivas) de Chile y todas se consideran en alguna categoría de amenaza (SAG, 2008).

En general, las especies de reptiles del norte se conocen por estudios específicos sobre la descripción de la especie particular (ej. *Liolaemus foxi*; Núñez et al., 2000) o por antecedentes o revisiones generales, como los descritos hace varias décadas atrás (Donoso-Barros, 1966), y más recientemente, por Pincheira-Donoso & Núñez (2005), para el caso de los *Liolaemus* de Chile, y otros estudios regionales (Ramírez & Pincheira-Donoso, 2005; Ramírez 2009), en los que la mayor parte de la información publicada se concentra en aspectos morfológicos. Para las especies presentes en el sector andino de la Región de Tarapacá se conocen estudios más bien cualitativos sobre algunos aspectos de su historia natural, como alimentación (la mayoría especies insectívoras), reproducción (la mayoría especies ovíparas) y ambientes en que se encuentran (como tolares, coironales, roqueríos).

Para mamíferos es posible encontrar dos especies en categoría de conservación, estas son: Vicuña (*Vicugna vicugna*) y la Vizcacha (*Lagidium viscacia*), ambas consideradas en peligro de extinción. En los sectores de requeríos, además de encontrar Vizcachas, es posible encontrar al menos una especie de roedor (*Phyllotis xanthopygus*). De los mamíferos potenciales de haber observado según muestreos anteriores a zonas próximas, es probable la presencia de Guanaco, Zorro culpeo, yaca de la puna, ratón de vientre blanco y ratón sedoso.

En relación a las aves, es posible encontrar especies como de dormilonas, churretes y chirihues, y otras aves no paseriformes, como aguiluchos, carancho cordillerano y kiulas, entre otros.



#### **4.4 Suelo**

Los suelos del área Collahuasi se incluyen dentro de la zona árida de Chile, aquí se distinguen zonas definidas que van desde suelos de desierto absoluto hasta suelos semidesérticos. De forma frecuente los suelos presentes en ésta zona árida presentan condiciones extremas, referidas a situaciones de alta alcalinidad, salinidad o ambas. En el altiplano existen suelos de desarrollo incipiente o sin desarrollo, caracterizados por presentar texturas gruesas y ser muy delgados; además, se observan suelos derivados de materiales volcánicos de desarrollo incipiente, en los que a causa de las condiciones de temperatura y humedad se ha producido un muy bajo grado de meteorización de los vidrios volcánicos (Luzio, 1990). Otro tipo de suelo altiplánico corresponde al que se presenta en los bofedales, éstos se caracterizan por las estratas de acumulación de materia orgánica (horizontes hísticos) o minerales, muy estratificados, con altos contenidos de materia orgánica y elevada salinidad (Universidad de Chile, 2000). De esta manera, los suelos tienen casi sin alterar las propiedades de los materiales parentales (Soil Survey Staff, 1990).

Las características físicas de estos suelos presentan una gran variación local, dependiendo del origen y modo de formación. Los suelos por lo general son arenosos a arcillo-arenosos, y en la mayoría de los casos son porosos. Esto es un indicador de la moderada a alta permeabilidad, lo que se traduce en un rápido drenaje de la precipitación y agua de escurrimiento superficial al subsuelo.



## 5 RESULTADOS

### 5.1 Flora y vegetación

#### 5.1.1 Vegetación presente en el área del Proyecto

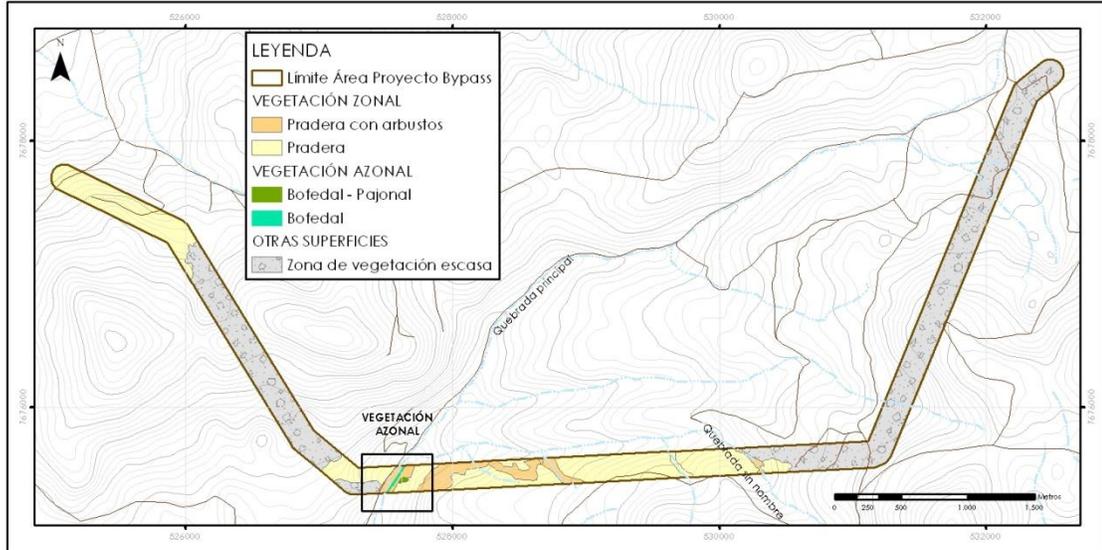
Utilizando la información de terreno y sobre la base de elementos cartográficos, se elaboró el mapa de vegetación, de acuerdo a la metodología utilizada.

El área del proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca abarca una superficie de 210 ha de las cuales el 42% (84,4 ha) está cubierto por vegetación. De ésta, la mayor parte corresponde a la vegetación zonal (99,4%, 87,6 ha) y sólo el 0,6% (0,6 ha) corresponde a vegetación azonal (bofedal y bofedal-pajonal). El resto de la superficie, 122 ha (58% del área del Proyecto) corresponde a zonas de vegetación escasa (Tabla 5.1-1).

**Tabla 5.1-1.** Formaciones vegetacionales presentes en el área del Proyecto

SISTEMA	FORMACIÓN VEGETACIONAL	SUPERFICIE EN ÁREA DEL PROYECTO (ha)	PROPORCIÓN (%)	
			ÁREA DEL PROYECTO	VEGETACIÓN
ZONAL	Pradera con arbustos	13,8	6,6	15,6
	Pradera	74	35,2	83,7
	<b>Total Vegetación Zonal</b>	<b>87,8</b>	<b>41,8</b>	<b>99,3</b>
AZONAL	Bofedal	0,4	0,2	0,5
	Bofedal-Pajonal	0,2	0,1	0,2
	<b>Total Vegetación Azonal</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>
<b>Total Vegetación</b>		<b>88,4</b>	<b>42,1</b>	<b>100</b>
OTRAS SUPERFICIES	Zonas de vegetación escasa	121,6	57,9	-
	<b>Total otras superficies</b>	<b>121,6</b>	<b>57,9</b>	-
<b>TOTAL</b>		<b>210,0</b>	<b>100,0</b>	-

Las formaciones vegetacionales se distribuyen principalmente en el sector medio y poniente del área de estudio, entre los 4.500 y 4.700 m.s.n.m. (Figura 5.1-1).



**Figura 5.1-1:** Distribución de Formaciones vegetacionales en el Área del Proyecto

A continuación se expone el detalle de las formaciones vegetacionales registradas para el área de estudio, descritas a nivel de tipo vegetacional.

### 5.1.2 Vegetación zonal

Conforme al levantamiento de información de terreno efectuado, la vegetación zonal del área del Proyecto se encuentra representada por dos tipos vegetacionales, cuya denominación y superficies se indican en la Tabla 5.1-2.

**Tabla 5.1-2.** Formaciones vegetacionales zonales presentes en el área del Proyecto

SISTEMA	TIPO VEGETACIONAL	SUPERFICIE EN ÁREA DEL PROYECTO (ha)	PROPORCIÓN (%)	
			ÁREA DEL PROYECTO	VEGETACIÓN ZONAL
ZONAL	Pradera con arbustos de <i>Festuca chrysophylla</i>	13,8	6,6	16,0
	Pradera de <i>Festuca chrysophylla</i>	74,0	35,2	84,0
	<b>Total Vegetación Zonal</b>	<b>87,8</b>	<b>41,8</b>	<b>100,0</b>

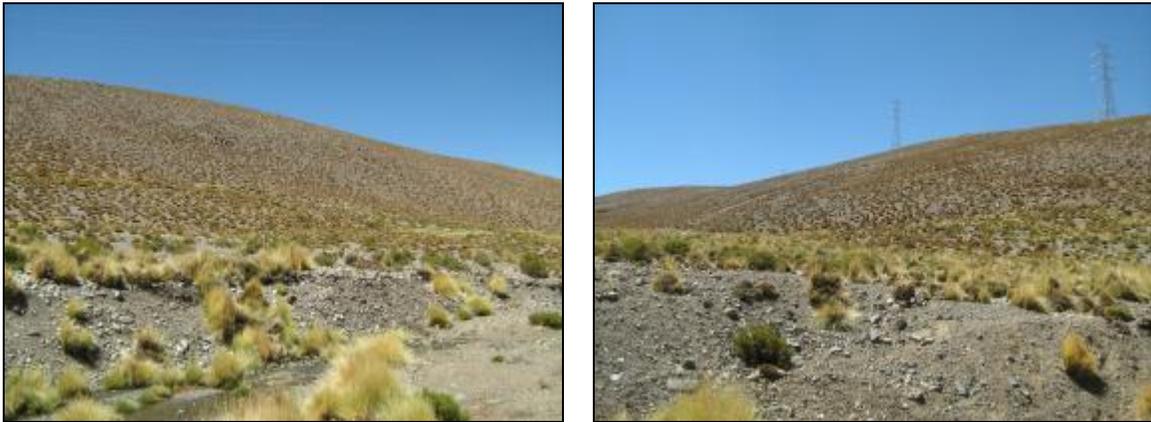
La mayor parte de la superficie cubierta por vegetación zonal corresponde a praderas (tipo coironal), con un total de 74 ha, equivalentes al 35,2% de la superficie total en el área del Proyecto y al 84% de la vegetación zonal. Menos representada se encuentra la

formación pradera con arbustos (tipo coironal-tolar), con 14 ha (6,6% del total y 16% de la vegetación zonal).

A continuación se entrega una descripción los tipos vegetacionales identificados en el área del Proyecto.

a) *Pradera con arbustos de Festuca chrysophylla*

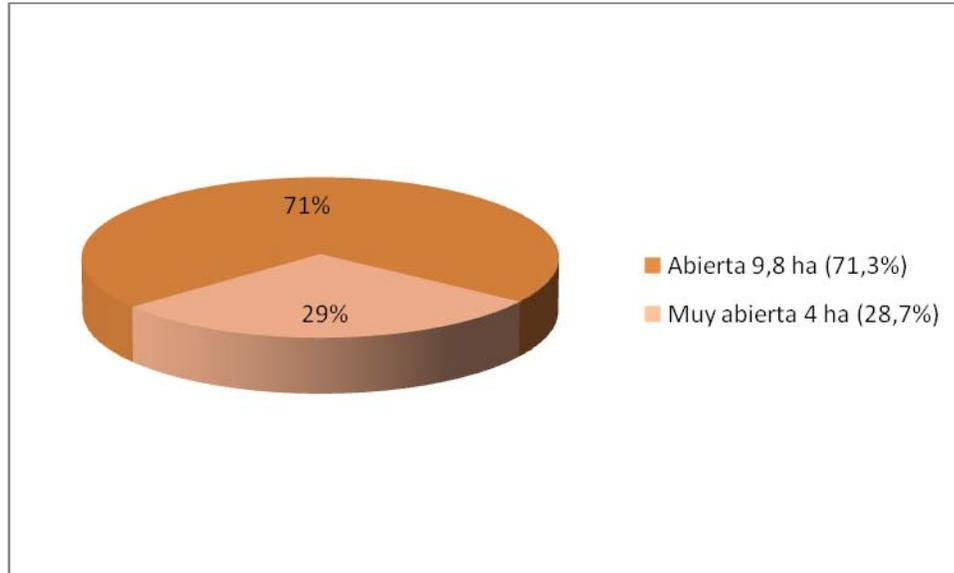
Este tipo vegetacional se compone de especies del tipo biológico herbáceo principalmente, acompañada por individuos del tipo arbustivo, presentando una fisonomía de un coironal-tolar (Figura 5.1-2). Se encuentra dominado por *Festuca chrysophylla* la que se presenta acompañada por individuos de las especies *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola* y *Parastrephia lucida* con coberturas menores al 25% de recubrimiento. Se encuentra en el sector medio del área de estudio, cercano a las quebradas principal y sin nombre, en ambas exposiciones, entre los 4.500 y 4.700 m.s.n.m.



**Figura 5.1-2:** Pradera con arbustos de *Festuca chrysophylla*

En la

Figura 5.1-3 se observa la superficie según cobertura, presente en el tipo pradera con arbustos de *Festuca chrysophylla*.



**Figura 5.1-3.** Superficie según cobertura del tipo pradera con arbustos de *Festuca chrysophylla*

La mayor parte de las praderas con arbustos identificadas en el área del Proyecto presentan cobertura abierta (10-25% de recubrimiento) con una participación de 9,8 ha. En una menor proporción se encuentran las praderas con arbustos muy abierta (5-10% de recubrimiento) con 4,0 ha.

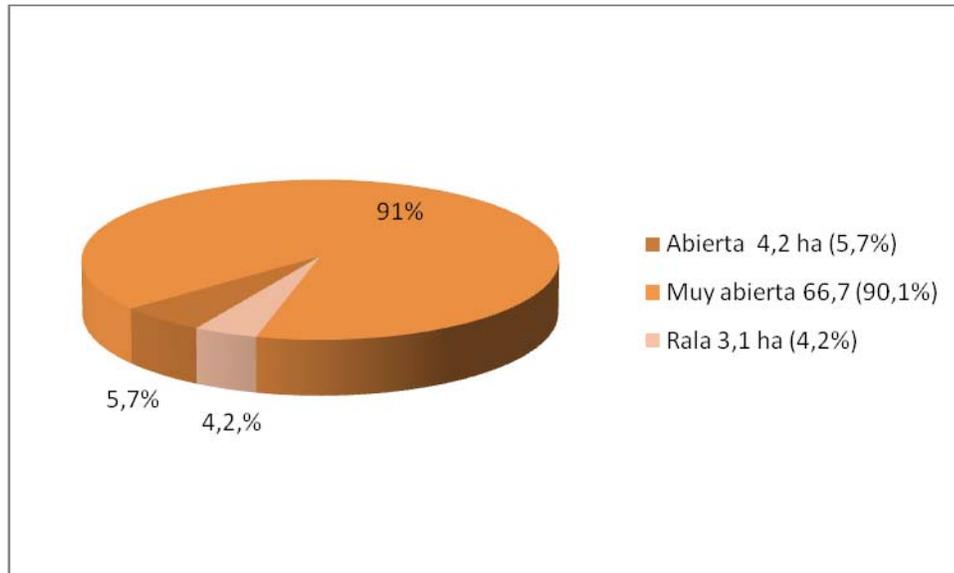
*b) Pradera de Festuca chrysophylla*

Este tipo vegetacional se compone de especies del tipo biológico herbáceo y se encuentra dominado por *Festuca chrysophylla*, con una fisonomía de coironal (Figura 5.1-4). Esta especie puede presentarse en forma pura o acompañado por individuos de las especies *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola* y *Parastrephia lucida*. Dentro de este tipo vegetacional se puede identificar especies en categoría de conservación como *Azorella compacta* la que se desarrolla en un rango de cobertura de 1-5%. El tipo se ubica en el sector medio y poniente del área de estudio por debajo de los 4.800 m.s.n.m.



**Figura 5.1-4: Pradera de *Festuca chrysophylla***

En la Figura 5.1-5 se observa la superficie por tipo de cobertura presente en el tipo pradera de *Festuca chrysophylla*.



**Figura 5.1-5: Superficie según cobertura del tipo pradera de *Festuca chrysophylla***

La mayor parte de las praderas identificadas en el área del Proyecto presentan cobertura muy abierta (5-10% de recubrimiento) con 66,77 ha. En una menor proporción le siguen las con cobertura abierta (10-25% de recubrimiento) y las praderas con arbustos ralas (1-5% de recubrimiento) con 3,1 ha.



### 5.1.3 Vegetación azonal

La vegetación azonal del área del Proyecto se encuentra representada por dos unidades de vegetación, un Bofedal (creado artificialmente) y un Bofedal-Pajonal, cuyas superficies se indican en la Tabla 5.1-3. La vegetación azonal existente el área del Proyecto, abarca un total 0,6 ha en total, representando el 0,3 % de la superficie total del área del Proyecto. Ambas unidades se ubican en quebrada Chiclla.

**Tabla 5.1-3:** Formaciones vegetacionales azonales presentes en el área del Proyecto

SISTEMA	UNIDADES DE VEGETACIÓN AZONAL	SUPERFICIE EN ÁREA DEL PROYECTO (ha)	PROPORCIÓN (%)	
			ÁREA DEL PROYECTO	VEGETACIÓN AZONAL
AZONAL	Bofedal	0,4	0,2	66,3
	Bofedal-Pajonal	0,2	0,1	33,3
	<b>Total Vegetación Azonal</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>100</b>

### 5.1.4 Otras superficies

Corresponden a Zonas de vegetación escasa, que son terrenos que no presentan cubierta vegetal natural o de existir ésta es de exigua cobertura (>5% de recubrimiento). En el área del Proyecto esta situación ocupa la mayor proporción de la superficie (58%) y se encuentra en laderas medias y altas por sobre los 4.700 m.s.n.m.

### 5.1.5 Flora Vascular zonal presente en el área del Proyecto

#### 5.1.5.1 Riqueza de la flora presente en el área del Proyecto

De los resultados obtenidos del muestreo en 16 estaciones y un total de 48 parcelas de inventario, se puede señalar que la flora vascular presente en el área del Proyecto consta de 19 especies, las cuales se agrupan en 7 familias y 13 géneros. Del total de especies presentes para el área del Proyecto, 17 fueron identificadas a nivel específico y 2 a nivel genérico.

En la Tabla 5.1-4 se expone la participación a nivel de clase, en el área del Proyecto.

**Tabla 5.1-4:** Flora vascular presente en el área del Proyecto según división y clase taxonómica.

DIVISIÓN	CLASE	Nº DE ESPECIES ÁREA DEL PROYECTO	PARTICIPACIÓN EN ÁREA DEL PROYECTO (%)	NÚMERO DE ESPECIES EN CHILE CONTINENTAL (MARTICORENA 1990)	PARTICIPACIÓN EN CHILE CONTINENTAL (%)
----------	-------	----------------------------------	--	--	--

**Tabla 5.1-4:** Flora vascular presente en el área del Proyecto según división y clase taxonómica.

DIVISIÓN	CLASE	Nº DE ESPECIES ÁREA DEL PROYECTO	PARTICIPACIÓN EN ÁREA DEL PROYECTO (%)	NÚMERO DE ESPECIES EN CHILE CONTINENTAL (MARTICORENA 1990)	PARTICIPACIÓN EN CHILE CONTINENTAL (%)
Magnoliophyta	Liliopsida	3	15,8	1.069	0,3
	Magnoliopsida	16	84,2	3.906	0,4
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>100</b>	<b>4.975</b>	<b>0,4</b>

De acuerdo a la Tabla 5.1-4 se aprecia que el grupo con mayor presencia en el área del Proyecto corresponde a la clase Magnoliopsida que presenta 16 especies (84,2%). La clase Liliopsida corresponde al 15,8% (3 especies) del total de especies en el área del Proyecto. La representatividad, de las 19 entidades vegetales encontradas en el área del Proyecto, corresponde al 0,4% a nivel nacional.

El listado taxonómico del total de especies identificadas en el área del Proyecto se detalla en la Tabla 5.1-5.

**Tabla 5.1-5:** Listado de Flora vascular presente en el área del Proyecto

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Deyeuxia breviaristata</i> Wedd.
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Azorella compacta</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis santelicensis</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis tola</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Chersodoma candida</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabrera
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Perezia ciliosa</i> (Phil.) Reiche
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Werneria glaberrima</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Werneria</i> sp.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Maihuenopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp <i>ignescens</i> (Vaupel) Faúndez & R. Kiesling



**Tabla 5.1-5:** Listado de Flora vascular presente en el área del Proyecto

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum bryoides</i> (Phil.) Rohrb
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum macropetala</i> Mattf
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Nototriche</i> sp.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Nototriche stipularis</i> (Phil.) A. Martic.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Junellia digitata</i> (Phil.) Moldenke

La representatividad de las familias en el área del Proyecto se indica en la Tabla 5.1-6.

**Tabla 5.1-6:** Número de especies por familia presentes en el área del Proyecto

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	PARTICIPACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO (%)
Apiaceae	1	5,3
Asteraceae	9	47,4
Cactaceae	1	5,3
Caryophyllaceae	2	10,5
Malvaceae	2	10,5
Poaceae	3	15,7
Verbenaceae	1	5,3
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100</b>

En cuanto a las familias presentes en el área del Proyecto, las de mayor presencia son Asteraceae con 47,4% (9 especies); Poaceae con 15,7% (3 especies) y Caryophyllaceae junto con Malvaceae, ambas con 10,5% (2 especies cada una).

Las familias menos representadas fueron aquellas que solo presentaron 1 especie (5,3% del total de especies presentes en el área del Proyecto), a saber: Apiaceae, Cactaceae y Verbenaceae.

#### 5.1.6 Origen Fitogeográfico

Del total de taxones identificados a nivel específico en el área del Proyecto el 73,7% corresponde a especies nativas y el 15,8% corresponde especies endémicas de Chile. El

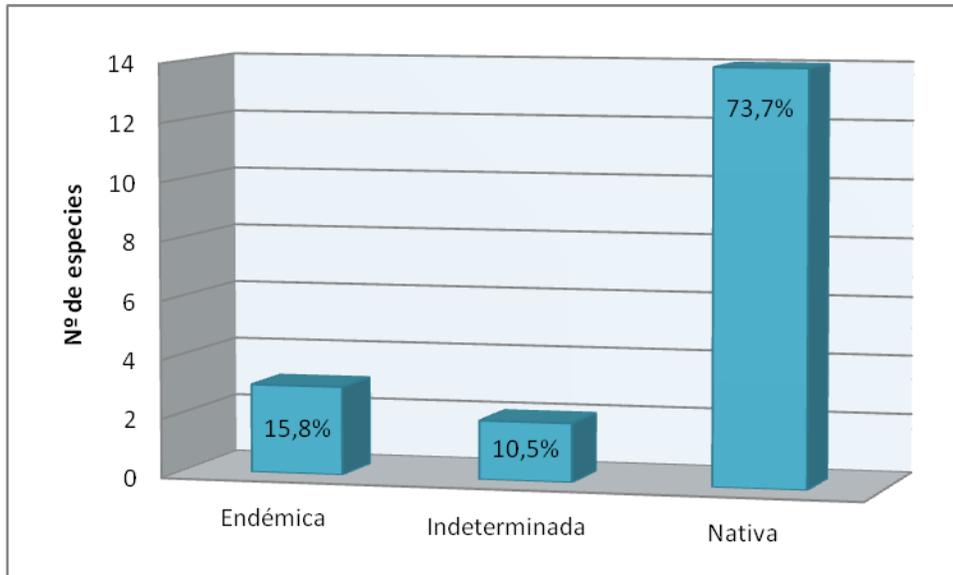


10,5% restante corresponde a especies indeterminadas por encontrarse identificadas a nivel genérico.

El origen fitogeográfico de los taxones vegetales registrados en el área del Proyecto se detallan en la Tabla 5.1-7.

**Tabla 5.1-7:** Origen fitogeográfico de la flora vascular presente en el área del Proyecto

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>ORIGEN FITOGEOGRÁFICO</b>
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Nativa
<i>Baccharis santelicensis</i> Phil.	Nativa
<i>Baccharis tola</i> Phil.	Nativa
<i>Chersodoma candida</i> Phil.	Nativa
<i>Deyeuxia breviaristata</i> Wedd.	Nativa
<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.	Nativa
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.	Nativa
<i>Junellia digitata</i> (Phil.) Moldenke	Nativa
<i>Maihuenopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp <i>ignescens</i> (Vaupel) Faúndez & R. Kiesling	Endémica
<i>Nototriche</i> sp.	Indeterminada
<i>Nototriche stipularis</i> (Phil.) A. Martic.	Endémica
<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabrera	Nativa
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	Nativa
<i>Perezia ciliosa</i> (Phil.) Reiche	Nativa
<i>Pycnophyllum bryoides</i> (Phil.) Rohrb	Nativa
<i>Pycnophyllum macropetala</i> Mattf	Nativa
<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	Nativa
<i>Werneria glaberrima</i> Phil.	Endémica
<i>Werneria</i> sp.	Indeterminada



**Figura 5.1-6:** Origen fitogeográfico de la flora vascular presente en el área del Proyecto  
En la Tabla 5.1-8 se expone el detalle de las especies de flora vascular endémicas presente en el área del Proyecto, con sus frecuencias de colecta.

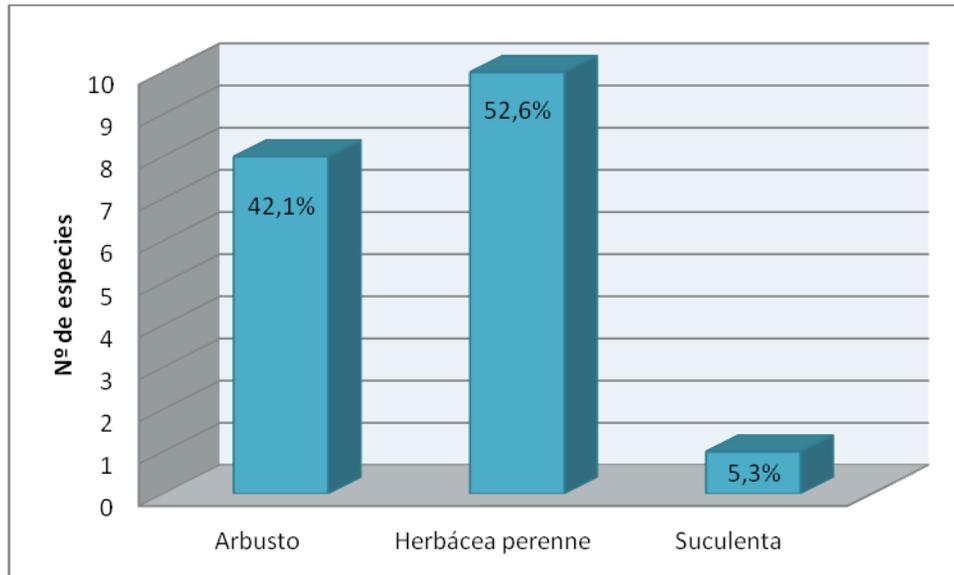
**Tabla 5.1-8.** Especies endémicas de flora vascular presente en el área del Proyecto

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	Nº DE ESTACIONES DE MUESTREO	PROPORCIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO (%)	ESTACIÓN DE MUESTREO
Cactaceae	<i>Maihuenopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp <i>ignescens</i> (Vaupel) Faúndez & R. Kiesling	6	37,5	BP08 - BP09 - BP10 - BP11 - P12 - BP16
Malvaceae	<i>Nototriche stipularis</i> (Phil.) A. Martic.	4	25	BP02 - BP06 BP07 - BP14
Asteraceae	<i>Werneria glaberrima</i> Phil.	7	43,8	BP07 - BP08 BP10 - BP11 BP12 - BP13 BP14

En referencia a la frecuencia de las especies endémicas del área del Proyecto, *Werneria glaberrima* es la de mayor frecuencia, con presencia en 7 inventarios (43,8%).

### 5.1.6.1 Tipos biológicos

De acuerdo a la distribución de la flora vascular presente en el área del Proyecto por forma de crecimiento o tipo biológico, las herbáceas perennes son las más comunes, representando el 52,6% del total de taxones presentes en el área del Proyecto (10 especies). El segundo tipo biológico de mayor presencia corresponde a arbusto, con el 42,1% (8 especies). Una especie (*Maihuenopsis boliviana ssp ignescens*) corresponde al tipo biológico suculenta (5,3%). No se detectaron especies que respondan al tipo biológico arbóreo ni hierba anual (Figura 5.1-7).



**Figura 5.1-7:** Tipo biológico de la flora vascular presente en el área del Proyecto

### 5.1.6.2 Estado de conservación

De acuerdo a las fuentes consultadas (D.S.75/2005; Benoit, 1989; Baeza *et al.*, 1998; Belmonte *et al.*, Ravenna *et al.*, 1998 y IUCN, 2010), en el Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca se registró 2 especies en alguna categoría de conservación (Tabla 5.1-8).

Según la clasificación realizada por IUCN (2010), no existen especies clasificadas bajo criterio de conservación en el área del Proyecto.



**Tabla 5.1-8:** Especies catalogadas en estado de conservación para el área del Proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	CONAMA <sup>1</sup> (2009)	BENOIT <sup>2</sup> (1989)		BELMONTE ET AL. <sup>3</sup> (1998)	N° DE ESTACIONES DE MUESTREO	PROPORCIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO %
		CONCLUSIONES	ANEXOS			
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Vulnerable (D.S. 51/2008)				4	25,0
<i>Maihuenopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp. <i>ignescens</i> (Vaupel) Faúndez & R. Kiesling			Fuera de peligro	Fuera de peligro	6	37,5

<sup>1</sup> Procesos de Clasificación de Especies Silvestres (CONAMA, 2009). Procesos finalizados D.S 151/2007, D.S 50/2008, D.S. 51/2008 y D.S.23/2009.

<sup>2</sup> Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989)

<sup>3</sup> Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural (Belmonte *et al.*, 1998)

De las 19 especies identificadas para el área del Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca, 2 (10,5%) se encuentran clasificadas bajo alguna categoría de conservación.

La especie *Azorella compacta* se encuentran bajo criterio de clasificación Vulnerable (D.S.51/2008).

La especie *Maihuenopsis boliviana* ssp. *ignescens* está catalogada como Fuera de Peligro de acuerdo a lo establecido en los anexos de Benoit (1989) y en Belmonte *et al.* (1998).

La frecuencia de estas especies en el área del Proyecto está dada por el registro en 4 estaciones de muestreo en el caso de *Azorella compacta* y en 6 estaciones de muestreo en el caso de *Maihuenopsis boliviana* ssp. *ignescens*.

En la Tabla 5.1-9 se detallan las dimensiones y densidades determinadas para las especies en categoría de conservación en las correspondientes estaciones de muestreo del área del Proyecto.

**Tabla 5.1-9:** Dimensión y densidad de las especies catalogadas en categoría de conservación para el área del Proyecto

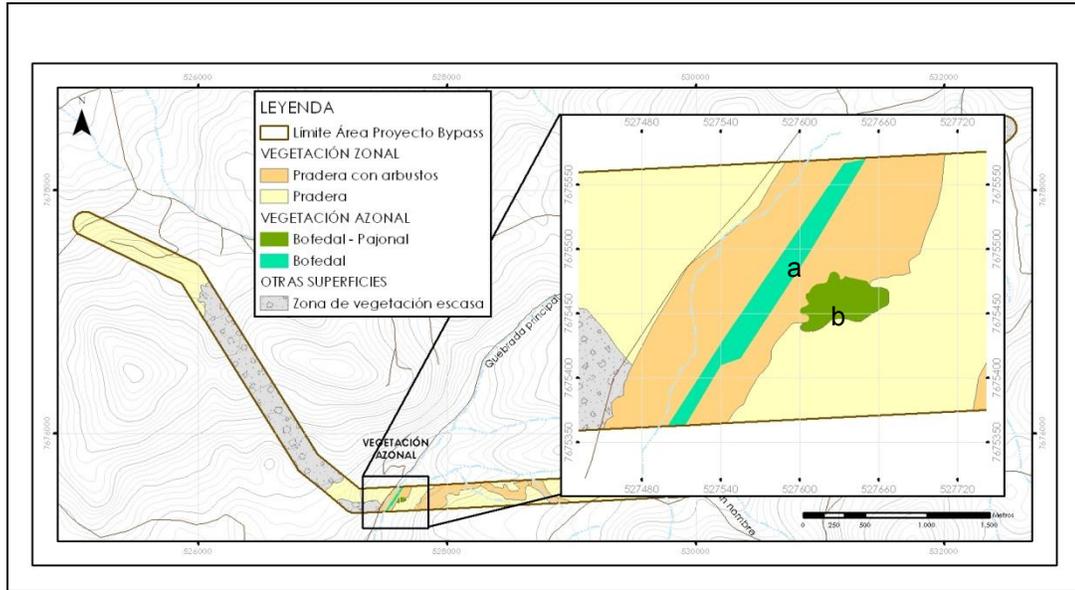
NOMBRE CIENTÍFICO	ESTACIÓN DE MUESTREO	Nº DE INDIVIDUOS POR ESTACIÓN DE MUESTREO	DIÁMETRO PROMEDIO (CM)	DENSIDAD (IND/HA)
<i>Azorella compacta</i> Phil.	BP11	3	68,3	133
	BP12	3	68,7	
	BP13	6	58,1	
	BP14	8	64,2	
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp. <i>ignescens</i> (Vaupel) Faúndez & R. Kiesling	BP8	7	72,4	53
	BP9	1	67,5	
	BP10	1	40,0	
	BP11	3	19,0	
	BP12	2	88,5	
	BP16	2	60,3	

La especie *Azorella compacta* se distribuye en aproximadamente el 30% del área del Proyecto (62 ha), correspondiendo al tercio más occidental del trazado. En este sector es posible encontrar la especie con una densidad de 133 individuos/ha. El diámetro de estas plantas de crecimiento en cojín es relativamente homogéneo, con promedios por estación de entre 58 y 69 cm.

En el caso de *Maihueniopsis boliviana* ssp. *ignescens* y según las estaciones de muestreo donde se registró, esta especie se distribuye en cerca de 130 ha (62% del área del proyecto), excluyendo de su distribución el tercio más oriental del área del proyecto. En el sector de su distribución es posible encontrarla con una densidad de 53 individuos/ha. A diferencia de *A. compacta*, *Maihueniopsis boliviana* ssp. *ignescens* presentó diámetros variables, cuyos promedios por estación de muestreo varían entre 19 y 89 cm.

#### 5.1.7 Sistemas azonales

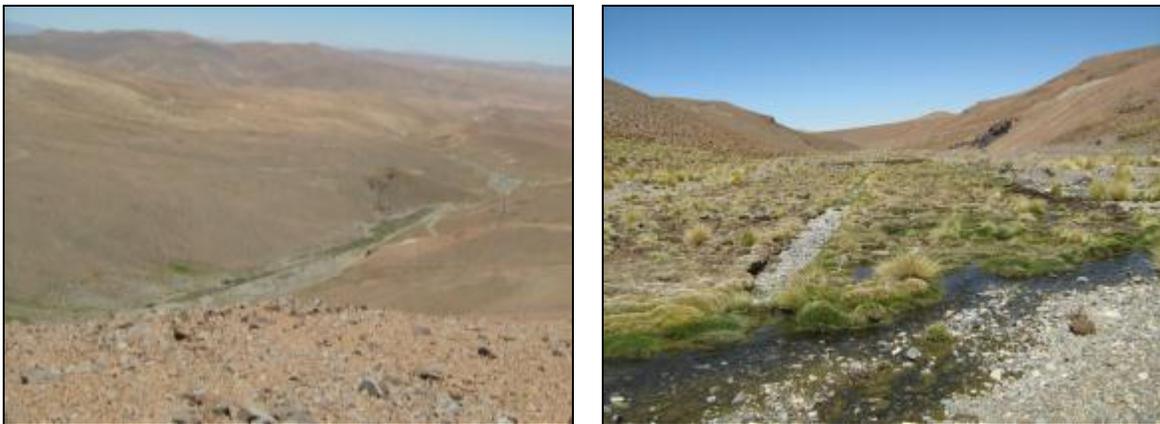
En el área del Proyecto se identificó 2 unidades vegetacionales azonales (ver apartado 5.1.2), las cuales fueron descritas mediante la realización de dos transectos de intercepto de puntos. De acuerdo a la clasificación propuesta por Ahumada y Faúndez (2009), éstos corresponden a un Bofedal y a un Bofedal-Pajonal, que se encuentran ubicados en el sector de quebrada Chiclla (Figura 5.1-8)



**Figura 5.1-8: a) Bofedal artificial en quebrada Chiclla; b) Bofedal-Pajonal**

### 5.1.8 Bofedal

Es una unidad de vegetación azonal hídrica, que fue creada artificialmente, como una medida de compensación (Figura 5.1-9). Su superficie, en el área del Proyecto es de 0,4 ha, representando el 66,6% de la vegetación azonal. No se presentan detalles de esta unidad dado su carácter de artificial.



**Figura 5.1-9: Bofedal artificial en quebrada Chiclla**

### 5.1.9 Bofedal-Pajonal

#### *a) Descripción general*

Esta unidad de vegetación está definida por la fisonomía de las especies que la componen, dominada por especies de crecimiento en cojín, mezclado con especies cespitosas tipo coirón (Figura 5.1-10). Esta unidad presenta una superficie de 0,2 ha, representando el 33% de la vegetación azonal hídrica del área del Proyecto.

No presenta afloramientos salinos y el aporte hídrico lo recibe de los escurrimientos superficiales de la quebrada y/o el nivel de la napa freática.



**Figura 5.1-10:** Bofedal-Pajonal

#### *b) Composición florística*

La composición florística y cobertura de especies de la unidad de Bofedal-Pajonal se determinó mediante 2 transectos de intercepto de puntos, cuyas longitudes fueron de 27,4 y 25,7 m.

La flora vascular perteneciente al Bofedal-Pajonal está compuesta por 5 especies, de las cuales 4 se encuentran identificadas a nivel específico y 1 a nivel genérico. El listado taxonómico se detalla en la Tabla 5.1-40.

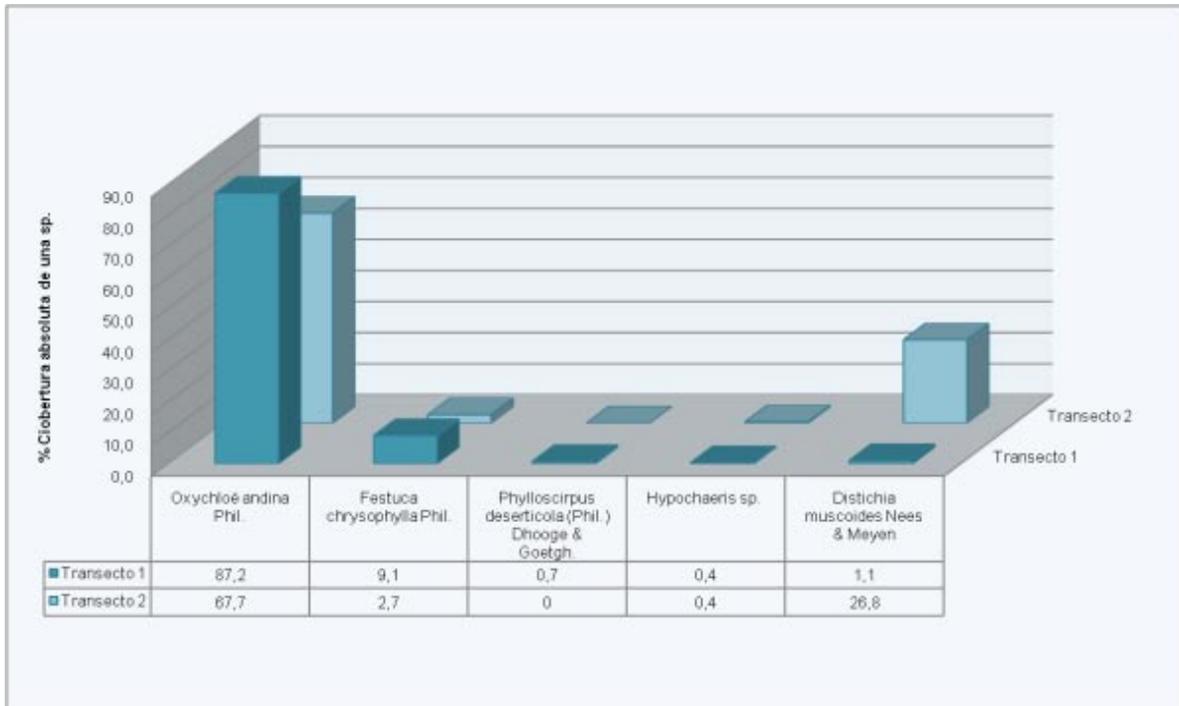
**Tabla 5.1-40:** Listado de Flora vascular azonal presente en el área del Proyecto

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> sp.
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Oxychloë andina</i> Phil.
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.

Respecto a las especies identificadas a nivel específico todas corresponden a taxones de origen nativo y al tipo biológico Herbácea perenne.

*c) Cobertura de especies*

Las coberturas de las especies constituyentes del Bofedal-pajonal, por cada transecto se exponen en la Figura 5.1-11.



**Figura 5.1-11.** Cobertura de las especies de flora vascular en unidad Bofedal-Pajonal



La cobertura absoluta de cada transecto (CTt), fue de 98,5% para el Transecto 1 y de 97,7% para el Transecto 2. Para toda la unidad de Bofedal-Pajonal, el 98,1% está cubierto por flora vascular, el resto corresponde a pequeñas zonas anegadas cubiertas por agua.

Respecto a la composición florística de este sistema azonal, la especie dominante en el Transecto 1 corresponde a *Oxychloë andina* (con 87,2% de cobertura), mientras que en el Transecto 2 las especies dominantes corresponden a *Oxychloë andina* y *Distichia muscoides* (con 67,7% y 26,8% de cobertura respectivamente).

Según los valores obtenidos de Cobertura absoluta de la unidad de vegetación, es observable que el sistema azonal perteneciente al sector de Chiclla posee un 98% de cubrimiento de flora vascular. El complemento del porcentaje se explica por la intersección de los transectos con zonas anegadas.

#### 5.1.10 Singularidades de la Vegetación y Flora

De acuerdo a los alcances metodológicos establecidos en el apartado 4.3 del presente informe, a continuación se expone la identificación de sectores singulares en el área del Proyecto para la vegetación y flora.

##### *5.1.10.1 Sistemas azonales*

El sistema azonal identificado en el área del proyecto constituye en sí una unidad singular de flora y vegetación, debido a su valor ecológico y exclusividad de especies de flora en relación al resto del área. Esta unidad corresponde a un Bofedal-Pajonal dominado principalmente por *Oxychloë andina*, planta vascular de la familia Juncaceae que crece sólo en este tipo de ambientes y que forma resistentes cojines punzantes. Especie totalmente característica de los bofedales no salinos entre la I y la III Región.

##### *5.1.10.2 Flora en categoría de conservación*

Considerando las dos especies de flora vascular en categoría de conservación para el área del Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca (*Azorella compacta* y *Maihuenopsis boliviana ssp. ignescens*), se consideran como singulares aquellas estaciones de muestreo donde se confirma la presencia de alguna de estas especies. Estas estaciones de muestreo corresponden a BP08, BP09, BP10, BP11, BP12, BP13, BP14 y BP16.

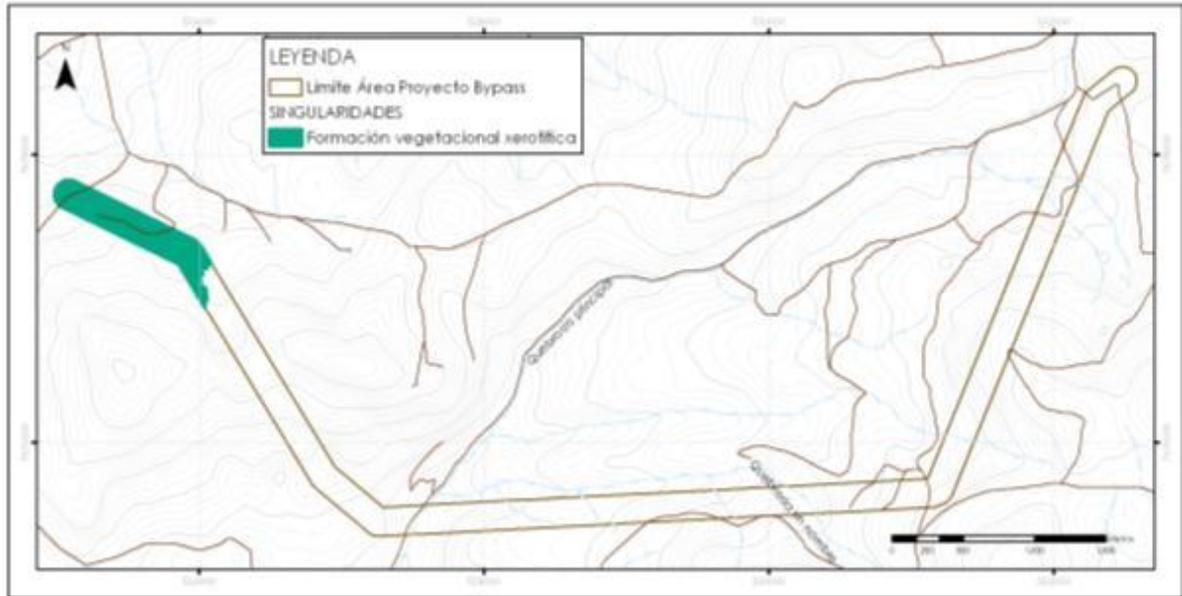
##### *5.1.10.3 Formaciones Xerofíticas*

De acuerdo a la metodología utilizada y a la legislación ambiental vigente, en el área del Proyecto se identificó una superficie de 24,5 ha (11,7% del área del Proyecto) correspondiente a formaciones Xerofíticas.

Ésta corresponde al tipo vegetacional Pradera muy abierta de *Festuca chrysophylla*. La presencia de la especie *Azorella compacta*, especie arbustiva clasificada como originaria

del país (DS68/2009), en este tipo vegetacional, le otorga la calificación de Formación vegetal xerofítica.

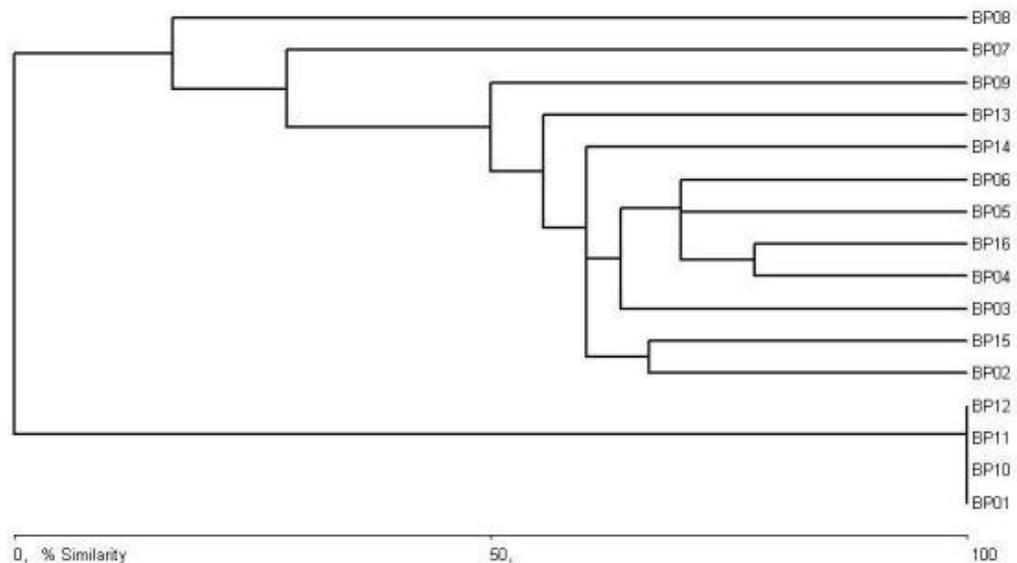
La presentación gráfica de la formación xerofítica presente en el área del Proyecto se muestra en la Figura 5.1-62.



**Figura 5.1-62.** Ubicación de las formaciones vegetales xerofíticas en el área del Proyecto.

#### 5.1.10.4 Determinación de Particularidades florísticas

En base a los resultados obtenidos en el análisis cluster realizado entre las estaciones de muestreo, se obtiene el dendrograma expuesto en la Figura 5.1-17.



**Figura 5.1-17:** Análisis cluster para las estaciones de muestreo realizadas en el área del Proyecto

Sobre la base del dendrograma obtenido, se destacan algunas estaciones de muestreo con topologías de rama particulares, las cuales en consistencia con su cotejo florístico, reflejan condiciones singulares en relación a otras.

Se aprecia que la estación de muestreo BP09 se encuentra diferenciada por la topología del algoritmo, al no formar parte de los conglomerados principales que relacionan a casi la totalidad de las estaciones. Esta diferenciación de la estación en el dendrograma está en concordancia con que posee la mayor riqueza florística (11 especies) y tres especies exclusivas en el área del Proyecto (*Parastrephia lucida*, *Nototriche sp.* y *Werneria sp.*).

Con características similares a las anteriores, se encuentran las estaciones de muestreo BP13 (6 especies) y BP14 (8 especies), teniendo cada una, además, una especie exclusiva (*Chersodoma candida* en BP13 y *Pycnophyllum macropetala* en BP14). Estas dos últimas estaciones de muestreo muestran al igual que BP09, cierta disparidad con el resto de las estaciones del dendrograma, encontrándose fuera de los conglomerados de mayor similitud.

Los conglomerados de mayor similitud (formados por las estaciones BP06, BP05, BP16, BP04, BP03, BP15 y BP02) no se destacan por sus particularidades de flora, ya que a pesar de tener mediana/alta riqueza, no poseen ninguna especie exclusiva de ellas. La aparente exclusión en el dendrograma de las estaciones BP08 y BP07 se explica porque poseen solo 2 y 1 especie de flora vascular respectivamente, lo que les atribuye una alta particularidad, pero de baja importancia para este caso.



En el caso del conglomerado formado por las estaciones de muestreo BP12, BP11, BP10 y BP01, se destaca que ninguna posee especies de flora vascular.

Por lo tanto, es posible derivar que las estaciones consideradas como singulares debido a sus particularidades florísticas son las estaciones de muestreo de flora BP09, BP13 y BP14.

## 5.2 Fauna de Vertebrados Terrestres

### 5.2.1 Riqueza de especies

En el área de estudio, y considerando la campaña de terreno, con un total de 16 estaciones de muestreo, se registraron al menos 10 especies de vertebrados terrestres (1 anfibio, 2 reptiles, 4 aves y 3 mamíferos). En la **Tabla 5.2-1** se resumen las especies de vertebrados observadas en toda el área del proyecto. Es esperable la presencia de otras especies potenciales (aunque en baja abundancia).

De las 10 especies registradas, al menos 4 se consideran en alguno de los 5 estados de conservación definidos por el SAG (2008): la vicuña (*Vicugna vicugna*) y la Vizcachita (*Lagidium viscacia*), consideradas **en peligro de extinción**, el Jararanco de James (*Liolaemus = Velosaura jamesi*), lagartija catalogada como especie **rara**, y la lagartija rayada nortina (*Liolaemus alticolor*) catalogada como **fuera de peligro** (Tabla 5.2-1). Cabe destacar la presencia de otra especie sensible: una especie de anfibio en el sector de la quebrada de Chiclla (estación BP-16), identificada como *Telmatobius aff peruvianus*, la que requiere estudios más detallados para su identificación. Además, casi todas las especies presentan algún criterio de protección. Así, 3 especies son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E), 6 especies se consideran con poblaciones reducidas (S), y 1 especie es beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria (B, detalles de las especies en **Tabla 5.2-1**).

En el caso de los reptiles, se encontraron dos especies: *Liolaemus jamesi*, especie endémica de Chile, y catalogada como **rara** en su estado de conservación, y *Liolaemus alticolor*, considerada **fuera de peligro**. Es esperable la presencia de otras especies (aunque en baja abundancia), como *Liolaemus stolzmanni* y *L. ornatus*, especialmente en sectores con roqueríos más abundantes y llaretas.

En relación a las aves, se observaron sólo 4 especies (ninguna amenazada), pudiéndose registrar además especies de dormilonas, churretes y chirihues, y otras aves no paseriformes, como aguiluchos, carancho cordillerano y kiulas, entre otros.

Con relación a los mamíferos, se observaron evidencias directas e indirectas (huellas, revolcaderos y defecaderos) de Vicuña (*Vicugna vicugna*). En los roqueríos del sector de la quebrada Chiclla se registraron vizcachas (*Lagidium viscacia*), y fecas y cuevas de al



menos una especie de roedor (*Phyllotis xanthopygus*). De los mamíferos potenciales de haber observado según muestreos anteriores a zonas próximas, es probable la presencia de Guanaco, Zorro culpeo, yaca de la puna, ratón de vientre blanco y ratón sedoso.

Considerando el origen, solo una especie es endémica de Chile (el Jararanco de James), mientras que las otras especies son nativas (Tabla 5.2-1).



**Tabla 5.2-1.** Especies de Vertebrados Registradas en el Área de estudio: Proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV, Región de Tarapacá.

<i>Especie</i>	<i>Nombre Común</i>	<i>Criterios de Protección y Estado de conservación (Ministerio Secretaría General de la Presidencia – Ministerio de Agricultura)</i>	<i>Origen</i>
ANFIBIOS			
<i>Telmatobius aff. peruvianus</i>	Rana acuática	¿?	¿Nativo?
REPTILES			
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	S, E, Rara	Endémico
<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina	E, Fuera de peligro	Nativo
AVES			
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón	S	Nativo
<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero del norte	B	Nativo
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	B, E	Nativo
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	S	Nativo
MAMÍFEROS			
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	S, En peligro de extinción	Nativo
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	S, En Peligro de extinción	Nativo
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Lauchón orejudo Amarillo	S	Nativo

Abreviaturas de criterios de protección: E = Benéfica para la Mantención del Equilibrio de los Ecosistemas Naturales; B = Beneficiosa para la Actividad Silvoagropecuaria; S = con densidades poblacionales reducidas. ¿? especie no determinada.

#### 5.2.2 Frecuencia y abundancia relativa de vertebrados

En el total de 16 estaciones revisadas, se registraron 10 especies (3 mamíferos, 4 aves, 2 reptiles y 1 anfibio), en 12 de las 16 estaciones de muestreo (frecuencia de 75%; [Tabla 5.2-2](#)).

De los reptiles, se contabilizaron 12 ejemplares, en 6 estaciones (50% de frecuencia), de los cuales la especie dominante fue el Jararanco de James, con 83,3% de abundancia, mientras que la Lagartija rayada nortina presentó una baja abundancia (sólo 2 ejemplares en la estación BP-16, con 16,7% de abundancia; [Tabla 5.2-2](#)).



De las 4 especies de aves, se contabilizó una abundancia absoluta muy baja, con sólo 6 ejemplares, en 2 estaciones (16,7% de frecuencia). No hay especies dominantes, ya que la abundancia varió sólo entre 1 a 2 ejemplares (Tabla 5.2-2).

Se registraron 3 especies de mamíferos, de los cuales la especie más abundante y frecuente fue la Vicuña, con 3 ejemplares (estación BP-16) y fecas, huellas y revolcaderos recientes en otras 10 estaciones (Tabla 5.2-2). La otra especie relativamente abundante aunque poco frecuente fue la vizcacha, con 3 ejemplares registrados también en la estación BP-16 (8,3% de frecuencia), en sectores típicos con grandes roqueríos. Del lauchón orejado amarillo se registraron fecas en al menos 2 estaciones (Tabla 5.2-2).

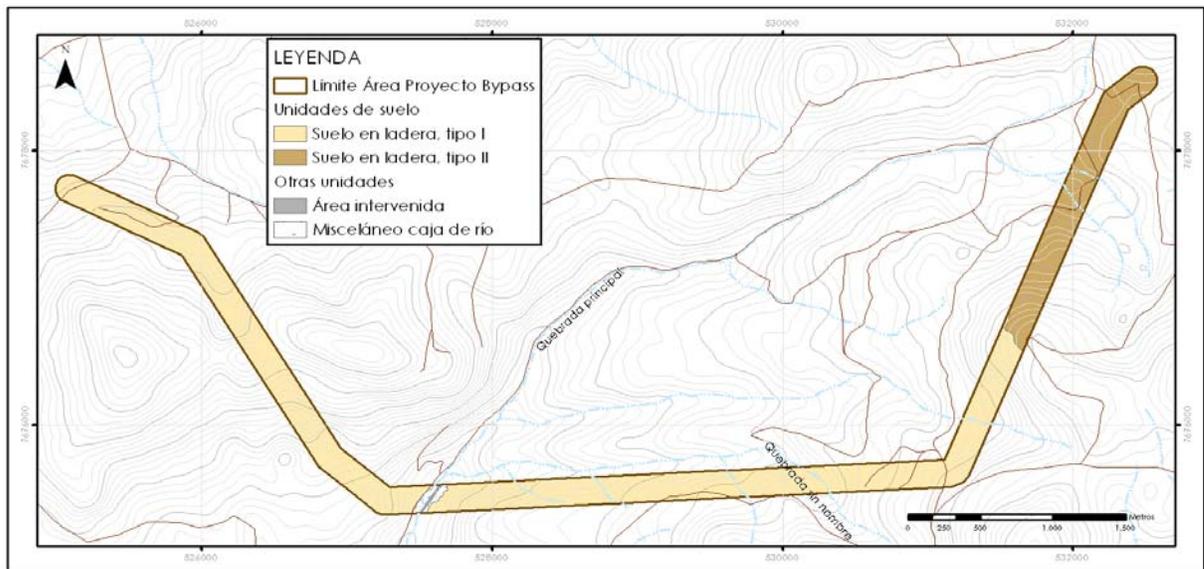
**Tabla 5.2-2:** Abundancia de vertebrados en el área de estudio: proyecto Modificación Parcial de Trazado Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Quebrada Blanca, Región de Tarapacá (campaña marzo 2011).

Nombre Común	Estaciones de muestreo (BP)**												Abundancia	
	2	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	N	%
<b>ANFIBIOS</b>														
Rana acuática												X	-	-
<b>REPTILES</b>														
Jararanco de James				1	1		1	4	1			2	10	83,3
Lagartija rayada nortina												2	2	16,7
<b>Subtotal reptiles</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>100</b>
<b>AVES</b>														
Perdícita cojón								1					1	16,7
Canastero del norte												2	2	33,3
Dormilona fraile												2	2	33,3
Pájaro plomo												1	1	16,7
<b>Subtotal aves</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>100</b>
<b>MAMÍFEROS</b>														
Vicuña	Xf	Xf	Xf	Xf	Xf	Xf,r	Xf	Xf	Xh		Xf	3	3 + 10X	-
Vizcacha												3	3	-
Lauchón orejado Amarillo										Xf		1	1 + X	-
<b>RIQUEZA TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>-</b>

Nota: la X indica presencia indirecta: f (fecas); r (revolcadero); h (huella); c (cuevas); ca (cuevas activas); ci (cuevas inactivas). \*\* en las siguientes 4 estaciones no se registró presencia de fauna: BP-1, BP-3, BP-4, BP-10.

### 5.3 Suelo

En el área de proyecto se identificaron tres unidades de suelo (Figura y Tabla 5.3-1). Las unidades de suelo en ladera, tipo I representan la mayor superficie dentro del área de estudio 163,9 ha, equivalentes al 78,1% del área total; mientras que los suelos en ladera tipo II representan 43,5 ha, equivalentes al 20,7%.



**Figura 5.3-1.** Unidades Identificadas en área de estudio

Se presentan las unidades de suelo con los puntos de descripción y comprobación realizados. Se aclara que los puntos presentes fuera del área de estudio en el Mapa de unidades de suelo, representan perfectamente a la unidad descrita en el informe dado el mínimo grado de variación de las unidades dentro del área de estudio.

**Tabla 5.3-5.** Superficies por unidad

UNIDAD	SÍMBOLO CARTOGRÁFICO	CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE (ha)	%
Suelo en ladera, tipo I	$LFA \frac{D3}{E0} P3$	Vlls7	163,9	78,1
Suelo en ladera, tipo II	$LAD \frac{E3}{(C2)0} P3$	Vlls7	43,5	20,7



**Tabla 5.3-5.** Superficies por unidad

UNIDAD	SÍMBOLO CARTOGRÁFICO	CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE (ha)	%
Misceláneo Caja de Río	CR	VIII	2,0	1,0
Área intervenida	AN	-	0,4	0,2
Total			209,8	100,0

### 5.3.1 Unidades de suelo identificadas

#### 5.3.1.1 Suelo en ladera, tipo I

El suelo fue descrito mediante una calicata ubicada en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 527084- 7675537 a una altitud de 4.606 m.s.n.m. Adicionalmente se realizaron tres comprobaciones en las coordenadas UTM (WGS 19S) 531156- 7676022; 525568- 7677739 y 529167- 7675544 para verificar la uniformidad de la unidad (las descripciones y análisis de laboratorio respectivos se presentan en el Anexo II-suelo).

#### a) Símbolo cartográfico

$$\text{LFA } \frac{\text{D3}}{\text{E0}} \text{ P3}$$

#### b) Caracterización general del pedón

Ubicado en una ladera, este suelo ligeramente profundo se desarrolla sobre depósitos de material aluvio-coluvial. Presenta un relieve subnormal, con una pendiente fuertemente inclinada (25%) de forma convexo-convexo. En superficie el terreno es pedregoso (65% de gravas) con clastos angulares menores a 40 cm de diámetro comunes, y sin presencia de afloramientos rocosos. Bien drenado. La vegetación predominante corresponde a *Festuca chrysophylla* con una cobertura de 0 a 25%.

#### c) Características físicas y morfológicas del pedón

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 - 24 C <sub>1t</sub>	Pardo oscuro (7,5YR 3/4) en húmedo; franca; estructura de bloques subangulares gruesos a medios, firmes; friable, muy plástico y muy adhesivo. Raíces muy finas y finas abundantes. Poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos comunes. Clastos angulares de hasta 5 mm de diámetro, comunes. Límite ondulado, abrupto.
24 - 45 C <sub>2</sub>	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenosa; estructura de bloques subangulares finos, moderados, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo. Raíces muy finas y finas escasas. Poros muy finos, finos y medios comunes. Clastos angulares de hasta 4 cm de diámetro, abundantes. Límite lineal, abrupto.

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
45 – 70 C <sub>3</sub>	Pardo oliva (2,5Y 4/3) en húmedo; franco limosa; estructura de bloques subangulares muy gruesos a masiva, firmes; friable, muy plástico, muy adhesivo. Raíces no aparentes. Poros muy finos y finos abundantes, medios comunes. Clastos angulares de hasta 1 cm de diámetro, comunes.

d) Fotografías del perfil y la unidad



e) Características físicas y químicas del pedón

**Tabla 5.3-2.** Propiedades físicas y químicas del pedón

PARÁMETRO	UNIDAD DE	PROFUNDIDAD MUESTREO (cm)
-----------	-----------	---------------------------



**Línea Base de Vegetación y Flora, Fauna y Suelo – Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca**

	MEDIDA	0-24	24 - 45	45 - 70
<b>Fertilidad</b>				
pH (agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,0	7,3	7,3
C.Eléctrica (en extracto)	dS/m	0,11	0,10	0,12
<b>Cationes Intercambiables</b>				
Calcio (Ca)	meq/100g	3,8	5,0	4,7
	% CIC	68	63	69
Magnesio (Mg)	meq/100g	2,0	2,3	2,1
	% CIC	36	29	31
Potasio (K)	meq/100g	0,38	0,30	0,18
	% CIC	6,8	3,8	2,6
Sodio (Na)	meq/100g	0,08	0,02	0,03
	% CIC	1,4	0,25	0,44
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		6,3	7,6	7,0
CIC (Cap.Intercambio Cationico)	meq/100g	5,6	8,0	6,8
<b>Textura</b>				
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	48	47	21
Limo (0,05 - 0,002 mm)	%	30	24	52
Arcilla (< 0,002 mm)	%	22	29	27
Clase Textural		Franca	Franco arcillo arenosa	Franco limosa
<b>Retención de humedad</b>				
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	12,8	12,8	19,9
15,0 bar (Pto.Marchitez Permanente)	%	3,6	5,3	4,4
Humedad aprovechable (peso)	%	9,2	7,5	15,5

f) Capacidad de uso del suelo y erosión actual

Esta unidad de suelos presenta una capacidad de uso de suelo clase VII<sub>s</sub>7, por lo tanto su uso está limitado al desarrollo de actividades que impliquen una baja intensidad de uso. La unidad no presenta signos de erosión.

5.3.2 Suelo en ladera II

El suelo fue descrito en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 532423-7678448 a una altitud de 4.817 m.s.n.m.

a) Símbolo cartográfico

$$\text{LAD } \frac{\text{E3}}{(\text{C2})0} \text{ P3}$$

b) Caracterización general del pedón

Ubicado en alta ladera, este suelo, ligeramente profundo, se desarrolla sobre depósitos de material aluvio-coluvial. Presenta un relieve normal, con una pendiente suavemente inclinada (8%) de forma convexa-convexa. En superficie el terreno tiene abundante pedregosidad (70% de gravas) con clastos angulares mayores a 10 cm de diámetro escasos, sin presencia de afloramientos rocosos y desprovistos de cobertura vegetal. Buen drenaje.

c) Características físicas y morfológicas del pedón

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 – 34 C <sub>1</sub>	Pardo oscuro (7,5YR 3/4) en húmedo; franco arenosa; estructura de grano simple; no plástico y no adhesivo. Raíces no aparentes. Poros gruesos y medios abundantes. Clastos angulares de hasta 2 cm de diámetro abundantes. Límite ondulado abrupto.
34 – 55 C <sub>2</sub>	Pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arenosa; estructura de bloques subangulares, finos, firme; friable, plástico y ligeramente adhesivo. Raíces no aparentes. Poros muy finos, finos, medios y gruesos abundantes. Clastos angulares de hasta 5 cm de diámetro abundantes.

d) Fotografías del perfil y la unidad





e) Características físicas y químicas del pedón

**Tabla 5.3-6.** Propiedades físicas y químicas del pedón

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (cm)	
		0-34	34 - 55
<b>Fertilidad</b>			
pH (agua, relación 1:2,5)	1:2,5	5,8	6,8
C.Eléctrica (en extracto)	dS/m	0,09	0,12
<b>Cationes Intercambiables</b>			
Calcio (Ca)	meq/100g	2,6	3,0
	% CIC	46	71
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,88	0,98
	% CIC	16	23
Potasio (K)	meq/100g	0,21	0,20
	% CIC	3,8	4,8
Sodio (Na)	meq/100g	0,02	0,04
	% CIC	0,36	0,95
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		3,7	4,2
CIC (Cap.Intercambio Cationico)	meq/100g	5,6	4,2
<b>Textura</b>			
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	61	61
Limo (0,05 - 0,002 mm)	%	20	21
Arcilla (< 0,002 mm)	%	19	18
Clase Textural		Franco arenosa	Franco arenosa
<b>Retención de humedad</b>			
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	10,0	10,5
15,0 bar (Pto.Marchitez Permanente)	%	4,5	4,4
Humedad aprovechable (peso)	%	5,6	6,1

f) Capacidad de uso del suelo y erosión actual

Esta unidad de suelos presenta una capacidad de uso de suelo clase VII<sub>s</sub>7, por lo tanto su uso está limitado al desarrollo de actividades que impliquen una baja intensidad de uso. La unidad no presenta signos de erosión.



### 5.3.3 Otras unidades cartográficas

#### *5.3.3.1 Misceláneo Caja de Río (CR)*

Esta unidad miscelánea representa los depósitos aluviales dejados por el cauce de la quebrada Chiclla, sin ningún grado de desarrollo pedogenético, compuesto principalmente por clastos redondeados de tamaño heterogéneo. La vegetación en superficie es de tipo herbácea con cobertura baja. Presenta una capacidad de uso clase VIII.

#### *5.3.3.2 Área Intervenida (R)*

En este sector se han desarrollado intervenciones antrópicas, a fin de lograr el establecimiento de vegetación de vega en el lugar. Aquí las propiedades originales del suelo han sido modificadas, para dar origen a otro con características distintas. Una vez establecida la vega formará lo que se denomina un Anthroposol. No se realizaron descripciones de la unidad ya que aún no constituye suelo.



## 6CONCLUSIONES

### 6.1 Flora y Vegetación

El área del proyecto Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca tiene una superficie de 84,4 ha cubiertas por vegetación, de las cuales menos del 1% corresponde a vegetación azonal. La mayor parte del área del Proyecto (58%) corresponde a zonas de vegetación escasa.

La vegetación es homogénea, correspondiendo a Praderas, tipo coironal y a Praderas con arbustos, tipo coironal-tolar. El tipo vegetacional más abundante, con 74 ha, es Pradera de *Festuca chrysophylla*, mientras que el otro tipo vegetacional presente en el área, Pradera con arbustos de *Festuca chrysophylla*, abarca una superficie de 13,8 ha.

Respecto de las formaciones azonales se identificó 2 unidades en el área del Proyecto, un Bofedal artificial, con una superficie de 0,4 ha, y un Bofedal-Pajonal hídrico natural, con una superficie de 0,2 ha, ambos ubicados en el sector de quebrada Chiclla.

Se identificaron las formaciones vegetales Xerofíticas presentes, abarcando una superficie de 24,5 ha (11,7% del total de área de estudio) que corresponde al tipo vegetacional Pradera de *Festuca chrysophylla*.

En relación a la flora vascular presente en el área del Proyecto, ésta se compone de 23 especies (18 perteneciente a sistemas zonales, 4 a sistemas azonales y, 1 presente en ambos sistemas), agrupados en 9 familias y 17 géneros.

Considerando especies zonales y azonales, las familias de mayor representatividad son Asteraceae (43,5%), Poaceae (13,0%) y Caryophyllaceae junto a Malvaceae (8,7%). Respecto al origen fitogeográfico del total de especies, un 78,3% corresponde a especies nativas no endémicas (18 especies) y un 13,0% a especies endémicas (*Maihuenopsis boliviana ssp. ignescens*, *Nototriche stipularis* y *Werneria glaberrima*).

Del total de especies (zonales y azonales), el tipo biológico hierba perenne es el de mayor representatividad con 60,9% (14 especies), le sigue arbusto con 34,8% (8 especies). El tipo biológico suculenta se encuentra representado por una especie (4,3%). Los tipos biológicos arbóreo y herbácea anual no poseen taxones representantes en el área del Proyecto, tanto de ambientes zonales como azonales.

Las especies en categoría de conservación identificadas en el área del Proyecto son *Azorella compacta* ("Vulnerable", D.S. 51/2008) y *Maihuenopsis boliviana ssp. ignescens*, ("Fuera de Peligro", anexos Benoit, 1989) y Belmonte *et al.*, 1998). La primera especie se registró en 4 estaciones de muestreo, mientras que la segunda en 6.

Se determinó la presencia de particularidades florísticas en 3 estaciones de muestreo (BP09, BP13 y BP 14), las que además presentaron especies catalogadas en categoría de conservación.



## **6.2 Fauna**

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el sector de estudio se encontró un valor bajo de riqueza de especies, compuesta por al menos 10 taxa de vertebrados terrestres (1 anfibio, 2 reptiles, 4 aves y 3 mamíferos). Por otra parte, la abundancia de fauna se considera baja. Cuatro de las especies registradas se encuentran amenazadas.

Dentro de los factores explicativos de los valores bajos de riqueza y abundancia se pueden considerar: la baja cobertura vegetal, la diversidad media de hábitats, la presencia de agua (en el fondo de quebradas y bofedales) y la perturbación antrópica actual.

Los sectores que debieran concentrar la mayor cantidad de especies, y que por lo tanto, debiera ser más sensible, son los fondos de quebradas y los sectores con roqueríos, bofedales y llaretas.

Cabe destacar que el sector del fondo de quebrada Chiclla (estación BP-16), no debiera verse afectado por el proyecto, ya que se instalarían torres en sectores altos, y el tendido eléctrico pasaría sin impactar mayormente al bofedal existente, por lo que no habría impacto sobre la biota presente en dicho sector.

## **6.3 Suelo**

En el área se identificaron dos unidades cartográficas de suelo, a saber: suelo en ladera, tipo I y II. Las unidades de suelo en ladera, tipo I, representan el 78,1% (163,9 ha) de la superficie total del proyecto; mientras que los suelos en ladera tipo II constituyen una superficie de 43,5 ha, representando el 20,7% de área total respectivamente. Se identificó además otras dos unidades correspondientes a misceláneo caja de río y al área intervenida, las que en conjunto representan el 1,2% del área de estudio.

La unidad de suelo en ladera, tipo I, se ha originado a partir de material aluvio-coluvial; ésta se caracteriza por: un suelo ligeramente profundo con una textura franca en superficie y franca limosa en profundidad, con presencia de clastos angulares en todo el perfil, mientras en superficie el terreno es pedregoso. Presenta una clase de capacidad de uso VII<sub>s</sub>7.

La unidad de suelo en ladera II se ha originado a partir de material aluvio-coluvial; ésta se caracteriza por: un suelo ligeramente profundo con una textura franca arenosa en todo el perfil, abundante presencia de gravas angulares y una abundante pedregosidad superficial. La capacidad de uso es VII<sub>s</sub>7.

En cuanto a las propiedades físico-químicas, por lo general, los suelos en ladera tipo I presentan condiciones de pH neutro, mientras los suelos en ladera tipo II presentan un pH ligeramente ácido en superficie y neutro en profundidad.

En ambas unidades de suelo la conductividad eléctrica no superó los 2 dS/m, de lo cual se extrae que ninguna unidad de suelos presenta problemas asociados a salinidad, clasificándolo dentro de la categoría “no salino”. Del análisis de capacidad de intercambio



catiónico se determinó que ninguna de las unidades presenta problemas asociados a alcalinidad.

Por último, cabe hacer mención al bajo porcentaje de retención de humedad a 0,3 bar obtenido en las unidades de ladera tipo I y II, traducido en una baja capacidad del suelo para retener y disponer de agua para el desarrollo de la vegetación del lugar. Esta capacidad de retención se relaciona directamente con la predominancia de texturas gruesas en el perfil.



## **7 BIBLIOGRAFÍA**

### **7.1 Flora y Vegetación**

AHUMADA y FAÚNDEZ L (2009) Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). DEPROREN, SAG (Chile). 114 p.

BAEZA, M., E. BARRERA, J. FLORES, C. RAMIREZ Y R. RODRÍGUEZ. 1998. Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23 - 46.

BELMONTE, E., L. FAÚNDEZ, J. FLORES, A. HOFFMANN, M. MUÑOZ y S. TEILLIER. (1998). Categorías de conservación de Cactáceas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89 p.

BENOIT, I. (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. 157 p.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Herman Blume Edit.

CONAMA (1996) Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. Santiago, Chile. 242 p.

CRUZ- PRADO- LARA A (1995) Manual de cartografía de la vegetación. Proyecto CONAMA-BIRF. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco y Geotécnica Consultores. 59 p.

DI CASTRI- HAJEK ER (1976) Bioclimatología de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 128 p.

D.S.75/2005. Ministerio secretaria general de la presidencia. Reglamento para la clasificación de especies.

D.S. 151/2007. Ministerio secretaria general de la presidencia. Primer Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según Categoría de Conservación.

D.S. 50/2008. Ministerio secretaria general de la presidencia. Segundo Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según Categoría de Conservación.

D.S. 51/2008. Ministerio secretaria general de la presidencia. Tercer Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según Categoría de Conservación.

D.S. 23/2009. Ministerio secretaria general de la presidencia. Cuarto Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según Categoría de Conservación.



D.S. 68/2009. Ministerio secretaria general de la presidencia. Nómima de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País.

ETIENNE-PRADO, C (1982) Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Universidad de Chile, Facultad de ciencias agrarias y forestales. Santiago, Chile. 120 p.

FUENZALIDA H. (1965) Clima en CORFO. Geografía Económica de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 228-267 p.

GAJARDO R. (1994) La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. Chile.

GODRON-DAGET- EMBERGER-LE FLOC'H-LONG- POISSONET-SAUVAGE & WACQUANT J.P.(1968) Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu (principes et transcription sur carte perforées). Éditions du centre National de la Recherche Scientifique. France. 169 p.

INGENDESA (2001) EIA Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi. Capítulo 5. 134 p.

IUCN (2010). Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature (IUCN). [En línea] Leído el 8 de enero de 2011. Disponible en internet: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

LEY 20.283 Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Ministerio de Agricultura. 11 julio 2008. Santiago, Chile.

LONG, G. 1975. Diagnostic Phytoécologique et l'aménagement du territoire. Tome II, Application du diagnostic phytoécologique Examen de cas concrets. Masson, Paris, 222 p.

LUEBERT-PLISCOFF, P (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 p.

RAVENNA, P.; TEILLIER, S; MACAYA, J; RODRÍGUEZ, R; ZÖLLNER, O. 1989. Categoría de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 47; 47-68 p

ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & M. BELGRANO. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). 3384 p.

## **7.2 Fauna**

ARAYA B, M. BERNAL, R. SCHLATTER & M. SALLABERRY. 1995. Lista patrón de las aves de Chile. Tercera Edición. Ed. Universitaria, Santiago.



ARAYA B. & G. MILLIE. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. Ed. Universitaria, Santiago.

ARAYA B. & M. BERNAL. 1995. Aves. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 350-360.

CAMPOS H. 1986, 1996. Mamíferos terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Corporación Nacional Forestal, Santiago.

CEI. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

CODY M. 1970. Chilean bird distribution. Ecology 51 (3): 455-464.

CONAMA. 1996. Metodologías Para la Caracterización de la Calidad Ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 242 pp.

CONTRERAS L.C & J.L YAÑEZ. 1995. Mamíferos. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 336-349.

CONTRERAS L.C. 2000. Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile, en: Muñoz-Pederos & Yáñez (eds.) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia: 241-249.

DE LA PEÑA M.R. & M. RUMBOLL. 1998. Birds of Southern South America and Antarctica. Collins illustrated checklist. HarperCollins Publishers, London. 304 pp.

DÍAZ N. Y J. VALENCIA. 1985. Larval morphology and phenetic relationships of the Chilean Alsodes, Telmatobius, Caudiverbera and Insuetophrynus (Anura:Leptodactylidae). Copeia 1985 (1): 175-181.

DONOSO-BARROS R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

DONOSO-BARROS R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile 31: 50-124.

EGLI G. 1998. Voces de la Fauna Chilena. (Compact Disc).

EGLI G. 2002. Voces de aves chilenas (Compact Disc).

FORMAS J.R. 1995. Anfibios. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 314-325.



Glade A.A. (ED). 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

IRIARTE A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona.

JAKSIC F.M. 1996. Ecología de los Vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

JARAMILLO A. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, 240 pp.

JOHNSON A.W. & J.D. GOODALL. 1965. The Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina, Bolivia, and Perú. Platt eds., Buenos Aires, Argentina.

LAZO I. & E. SILVA. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66: 103-118.

MANN G. 1978. Los Pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40. Universidad de Concepción.

MARTÍNEZ D. & G. GONZÁLEZ. 2005. Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620. pp.

MELLA J. 2005. Guía de campo de reptiles de Chile: Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada, Santiago, 165 pp.

MELLA J. & A. Peñaloza. 2005. Flora y Fauna en El Abra. SC Minera El Abra. 158 pp.

MILLER S.D. & J. ROTTMANN. 1976. Guía de reconocimiento de mamíferos chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

MUÑOZ-PEDREROS A. & J. YAÑEZ, Eds. 2000. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. 464 pp.

MUÑOZ M, H NUÑEZ & J YAÑEZ (eds. 1996) Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la Diversidad Biológica de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

NÚÑEZ H. & F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 43: 63-91.



NÚÑEZ H. & J.C. TORRES-MURA. 1992. Adiciones a la herpetofauna de Chile. Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural, N° 322: 3-7.

OSGOOD W.H. 1943. The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological

PEARMAN M. 1995. The Essential Guide to Birding in Chile. Worldwide Publications, England. 95 pp.

PINCHEIRA-DONOSO D. & H. NÚÑEZ. 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.

RAMÍREZ G. & D. PINCHEIRA-DONOSO. 2005. Fauna del altiplano y desierto de Atacama. Vertebrados de la Provincia de El Loa. Phrynosaura Ediciones. Calama. 392 pp.

REDFORD K.H. & J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropics. Volume 2: The Southern Cone. Chile, Argentina, Uruguay And Paraguay. University of Chicago Press, Chicago. 430 pp.

REISE D. & W. VENEGAS. 1987. Catalogo de registros, localidades y biotopos del trabajo de investigación acerca de los pequeños mamíferos de Chile y Argentina. Gayana, Zoología 51:103-130.

ROTTMANN J. 1995. Guía de Identificación de Aves de Ambientes Acuáticos. Unión de Ornitólogos de Chile. 80 pp.

SAG. 2008. La Ley de caza y su reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 98 pp.

TAMAYO M. & D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 37: 323-399.

TORRES-MURA J.C. 1994. Fauna terrestre de Chile. En Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

VELOSO A. J.C. ORTIZ, J. NAVARRO, H. NÚÑEZ, P. ESPEJO & M.A. LABRA. 1995. Reptiles, en: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile: 326 - 335.



VELOSO A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali 6: 481-539.

VIDAL MA. 2008. Biogeografía de anfibios y reptiles. En: Vidal Maldonado MA & A Labra Lillo (eds) Herpetología de Chile: 195-231. Science Verlag, Santiago, Chile.

WILSON D.E. & D.M. REEDER (Eds.). 1993. Mammal Species of the World: Taxonomic And Geographic Reference. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

### **7.3 Suelo**

BRADY, C. Y WEIL, R. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th Ed. Pearson International Edition. 975 p.

CIREN, 1996. Estudio Agrológico, Región Metropolitana. Santiago. Publicación CIREN N°115. 230p.

LUZIO, W. Y ALACAYAGA, S. 1992. Mapa de asociaciones de grandes grupos de suelos en Chile. Agricultura técnica (Chile) 52 (4): 347-353.

LUZIO W. Y CASANOVA, M. 2006. Avances en el conocimiento de los suelos de Chile. Maval Ltda. 394 p.

PRITCHETT, W. Y FISHER, R. 1987. Properties and management of forest soils. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. 487 p.

REYES, J; VÁZQUEZ, R. Y TRÉMOLS, A. 2002. Introducción a la agroquímica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 81 p.

SAG, 2001. Pauta para estudio de suelos. Servicio agrícola y ganadero. 21 pag.  
Universidad de Chile, 2000. Informe país "Estado del medio ambiente en Chile 1999". Santiago. Ediciones LOM. 433 pag.

USDA NRCS. 2002. Field book for describing and sampling soils. National Soil Survey. Natural Resources Conservation Service. U. S. Department of Agriculture.



## 8. Responsable

Nombre y firma responsable de **Línea Base de Vegetación y Flora, Fauna y Suelo - Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca**

Dr. F. Fernando Novoa Cortez

**Director  
Centro de Ecología Aplicada Ltda.**

# Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca

Línea Base de suelo



Anexo I Metodología para la descripción de suelos





### CONTENIDO

I.1.	METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS.....	1
I.1.1.	PENDIENTE.....	1
I.1.2.	CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE DEL SUELO.....	2
I.1.3.	PROFUNDIDAD EFECTIVA.....	4
I.1.4.	TEXTURA DEL SUELO.....	4
I.1.5.	COLOR.....	5
I.1.6.	LÍMITE DE LOS HORIZONTES.....	5
I.1.7.	ESTRUCTURA.....	5
I.1.8.	CONSISTENCIA.....	7
I.1.9.	RAÍCES Y POROS.....	8
I.2.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN INTERPRETATIVA DE SUELOS DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS (USDA NRCS).....	9

### TABLAS

TABLA 1-1	CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES.....	1
TABLA 1-2	CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE DEL SUELO.....	2
TABLA 1-3	CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE DEL SUELO.....	4
TABLA 1-4	CLASES TEXTURALES.....	4
TABLA 1-5	FORMA Y CONTRASTE DEL LÍMITE.....	5
TABLA 1-6	TIPO DE ESTRUCTURA.....	6
TABLA 1-7	TAMAÑO DE ESTRUCTURA.....	6
TABLA 1-8	GRADO DE ESTRUCTURA.....	7
TABLA 1-9	CONSISTENCIA, PLASTICIDAD y ADHESIVIDAD.....	7
TABLA 1-10	CANTIDAD Y TAMAÑO DE RAÍCES Y POROS.....	9

### FIGURAS

FIGURA 1-1	EXPOSICIÓN Y FORMA DE LA PENDIENTE.....	2
FIGURA 1-2	LÍMITES DE LOS HORIZONTES.....	5

## I.1. METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS

La descripción de suelos considera la medición de una serie de parámetros tanto del medio en el cual se posiciona la unidad, como las propiedades intrínsecas de los horizontes del suelo. A continuación se procede a definir los métodos utilizados para medir los distintos parámetros y propiedades presentadas en el informe de suelos del Proyecto “Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca” de Quebrada Blanca.

### I.1.1. Pendiente

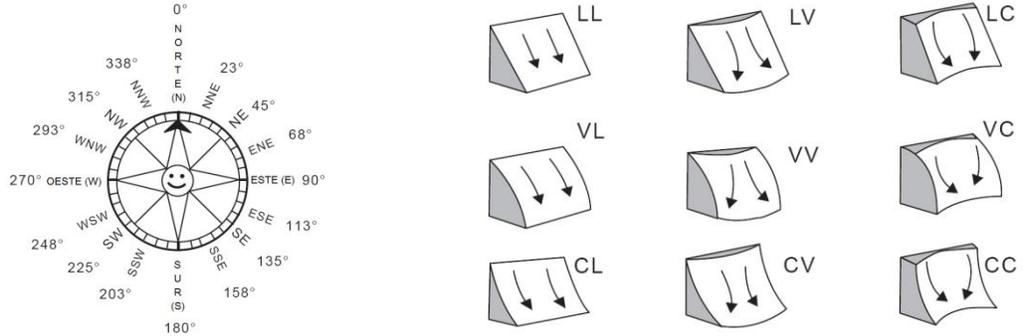
La medición de las pendientes se considerará en función del sentido del flujo superficial del agua. Se consideraron tres elementos para caracterizar las pendientes: el grado de la pendiente, la exposición y su forma. Para clasificar el grado de la pendiente se utilizó la Pauta del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2001) (Tabla 1-1).

**TABLA 1-1  
CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES**

PENDIENTE SIMPLE			PENDIENTE COMPLEJA					
%	SÍMB.	DENOMINACIÓN	%	SÍMB.	DENOMINACIÓN			
0 – 2	A	Plano	0 – 1	(A)	Plano	1 - 3		Casi plano
3 – 9	B	Suavemente inclinado	1 – 3	(B)	Ligeramente inclinado	2 - 5	B1K	Suavemente ondulado
10 – 20	C	Moderadamente inclinado	3 – 6	(C1)	Suavemente inclinado	3 - 9	B2K	Moderadamente ondulado
20 – 30	D	Fuertemente inclinado	6 – 10	(C2)	Suavemente inclinado	10 – 20	CK	Fuertemente ondulado
30 – 45	E	Moderadamente escarpado	10 – 20	(D)	Moderadamente inclinado	20 – 30	DK	Muy fuertemente ondulado
45 – 60	F	Escarpado	20 – 30	(E)	Fuertemente inclinado	30 – 45	EK	De lomajes suaves
+ 60	G	Muy escarpado	30 – 45	(F)	Moderadamente escarpado	45 – 60	FK	De lomajes fuertes
			45 - 60	(G)	Escarpado	+ 60	GK	De montañoso
			+ 60	(H)	Muy escarpado			

La exposición de la pendiente y la forma de ésta (FIGURA 1-1) será clasificada de acuerdo a lo establecido por USDA NRCS (2002).

**FIGURA 1-1**  
**EXPOSICIÓN Y FORMA DE LA PENDIENTE**



L: Lineal, V: Convexo; C: Cóncavo. Fuente: USDA NRCS, 2002.

### I.1.2. Clasificación del drenaje del suelo

**TABLA 1-2**  
**CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE DEL SUELO**

CLASE DE DRENAJE	SÍMBOLO	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
Muy pobremente drenado	W1	El agua es removida del suelo tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie del suelo en la mayor parte del tiempo. Los suelos generalmente ocupan lugares planos o deprimidos y están frecuentemente inundados. Los suelos son suficientemente húmedos para impedir el crecimiento de los cultivos (excepto el arroz), a menos que se les provea de un drenaje artificial.
Pobremente drenado	W2	El agua es removida tan lentamente que el suelo permanece húmedo una gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie una parte considerable del año. Las condiciones de pobremente drenado son debidas al nivel freático alto, a capas lentamente permeables en el pedón, al escurrimiento o a alguna combinación de estas condiciones. La gran cantidad de agua que permanece en o sobre los suelos pobremente drenados impide el crecimiento de los cultivos bajo condiciones naturales en la mayoría de los años. El drenaje artificial es generalmente necesario para la producción de cultivos.
Drenaje Imperfecto	W3	El agua del suelo es removida lentamente, suficiente para mantenerlo húmedo por periodos, pero no durante todo el tiempo. Los suelos de drenaje imperfecto comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro del pedón, niveles freáticos altos, suplementados a través del escurrimiento, o una combinación de estas condiciones. El crecimiento de los cultivos es restringido a menos que se provea un drenaje artificial.
Drenaje moderado	W4	El agua es removida algo lentamente, de tal forma que el pedón está húmedo por poca pero significativamente parte del tiempo. Los suelos de drenaje moderado comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro o inmediatamente bajo el "solum", un nivel freático relativamente alto, sumado al agua a través del escurrimiento, o a alguna combinación de estas condiciones.
Bien drenado	W5	El agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Los suelos bien drenado comúnmente tienen texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales pueden también estar bien drenados. Los suelos bien drenados retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de lluvias o adiciones de agua de riego.
Excesivamente drenado	W6	El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos excesivamente drenados son comúnmente litosoles o litosólicos y pueden ser inclinados, muy porosos o ambos. El agua proveniente de las precipitaciones no es suficiente en estos suelos para la producción de cultivos comunes, por lo que necesitan de regadío e incluso así, no puede lograrse rendimientos máximos en la mayoría de los casos.

Nota: Cuando la estructura y porosidad son muy favorables, se puede subir en una clase. A la inversa, cuando estos factores están limitados se puede bajar. En los suelos estratificados, un quiebre abrupto de textura que provoca un nivel freático suspendido, permite castigar la aptitud del suelo hasta la clase siguiente.

Fuente CIREN, 1996.



### I.1.3. Profundidad efectiva

El término profundidad efectiva se refiere al límite hasta el cual se observa el arraigamiento de las especies vegetales en el suelo. Esta propiedad apunta a la caracterización del suelo del cual disponen las plantas para su desarrollo.

**TABLA 1-3  
CLASIFICACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO**

CLASE	SÍMBOLO	PROFUNDIDAD EFECTIVA
Profundo	1	Más de 90 cm
Moderadamente profundo	2	De 70 a 90 cm
Ligeramente profundo	3	De 40 a 70 cm
Delgado	4	De 20 a 40 cm
Muy delgado	5	Menos de 20 cm

Fuente: SAG, 2001.

### I.1.4. Textura del suelo

Corresponde a la proporción de arena, limo y arcilla en un suelo. Se utilizará la clasificación del Servicio Agrícola de los Estados Unidos (USDA NRCS, 2002) para denominar las distintas clases texturales.

**TABLA 1-4  
CLASES TEXTURALES**

AGRUPAMIENTO TEXTURAL	SÍMBOLO	TEXTURA
Fina	A	Arcillosa (A)
	B	Arcillosa limosa (AL)
		Franco arcillo limosa (FAL)
	C	Franco arcillosa (FA)
		Franco arcillo arenosa (FAa)
Media	D	Limosa (L)
		Franco limosa (FL)
	E	Franca (F)
		Franco arenosa muy fina (Famf)
		Franco arenosa fina (Faf)
Gruesa	E	Franco arenosa (Fa)
		Areno francosa fina (aFf)
		Areno francosa muy fina (aFmf)
	F	Areno francosa (aF)
		Areno francosa gruesa (aFg)
		Areno muy fina (amf)

		Areno fina	(af)
Muy gruesa	G	Areno media	(am)
		Arenosa gruesa	(ag)

Fuente: USDA NRCS, 2002

### I.1.5. Color

Para determinar el color del suelo se utilizará la tabla de colores para el suelo Munsell. Esta tabla definen una serie de colores en función de tres parámetros particulares: matiz, brillo y croma. La combinación de ellos entrega un código único e identifica el color correspondiente del suelo.

### I.1.6. Límite de los horizontes

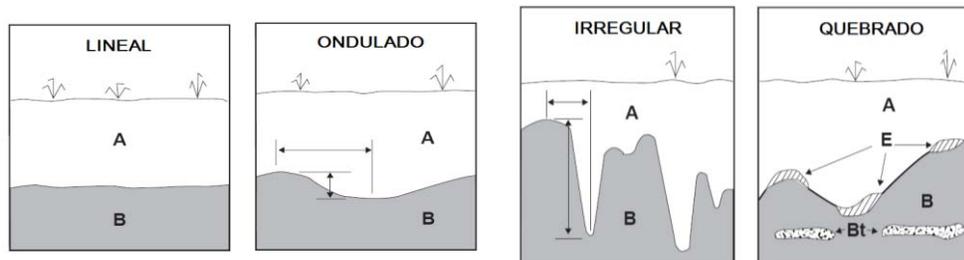
Se caracteriza de acuerdo a la forma y el contraste observados. La forma corresponde a la ondulación lateral y la continuidad del límite entre los horizontes. El contraste es la distancia en la cual un horizonte cambia a otro.

**TABLA 1-5  
FORMA Y CONTRASTE DEL LÍMITE**

FORMA	DESCRIPCIÓN	CONTRASTE	DESCRIPCIÓN
Lineal	Plano con pocas o sin irregularidades	Muy abrupto	< 0,5 cm
Ondulado	Ancho de la ondulación mayor que su profundidad	Abrupto	0,5 a < 2 cm
Irregular	Profundidad de la ondulación mayor que su ancho	Claro	2 a < 5 cm
Quebrado	Horizontes discontinuos; discretos pero entremezclados o en partes irregulares	Gradual	5 a < 15 cm
		Difuso	≥ 15 cm

Fuente: USDA NRCS, 2002.

**FIGURA 1-2  
LÍMITES DE LOS HORIZONTES**



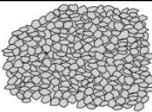
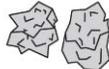
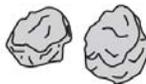
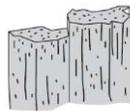
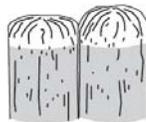
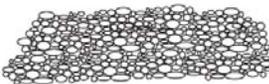
Fuente: USDA NRCS, 2002.

### I.1.7. Estructura

Corresponde al ordenamiento natural de las partículas del suelo en agregados resultantes de los procesos pedogénicos. Se caracterizan de acuerdo al tipo, tamaño y grado. El tipo es la forma en que están

consolidados los agregados, midiéndoseles además el tamaño que alcanzan. El grado es la distinción de la estructura en el suelo.

**TABLA 1-6  
TIPO DE ESTRUCTURA**

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Granular	Pequeños poliedros, con caras curvadas o muy irregulares	
Bloques angulares	Poliedros con caras que se intersectan en ángulos agudos	
Bloques subangulares	Poliedros con caras redondeadas y planas, sin ángulos agudos	
Laminar	Unidades dispuestas en formas planas y de láminas	
Prismático	Unidades alargadas verticalmente, con extremos planos	
Columnar	Unidades alargadas verticalmente, con extremos redondeados	
Grano simple	Unidades no estructurales, material no coherente	
Masiva	Unidades no estructurales; el material forma una masa coherente	

Fuente: USDA NRCS, 2002.

**TABLA 1-7  
TAMAÑO DE ESTRUCTURA**

TAMAÑO	TIPO DE AGREGADO		
	GRANULAR Y LAMINAR	COLUMNAR Y PRISMÁTICO	BLOQUES ANGULARES Y SUBANGULARES
Muy fina	<1mm	< 10 mm	< 5 mm
Fina	1 a < 2 mm	10 a < 20 mm	5 a < 10 mm
Media	2 a < 5 mm	20 a < 50 mm	10 a < 20 mm
Gruesa	5 a < 10 mm	50 a < 100 mm	20 a < 50 mm
Muy gruesa	≥ 10 mm	100 a < 500 mm	≥ 50 mm

**TABLA 1-7  
TAMAÑO DE ESTRUCTURA**

TAMAÑO	TIPO DE AGREGADO		
	GRANULAR Y LAMINAR	COLUMNAR Y PRISMÁTICO	BLOQUES ANGULARES Y SUBANGULARES
Extremadamente gruesa	-	≥ 500 mm	-

Fuente: USDA NRCS, 2002.

**TABLA 1-8  
GRADO DE ESTRUCTURA**

GRADO	DESCRIPCIÓN
Desestructurado	No se observan unidades en el suelo o en la muestra
Débil	Unidades apenas observables en el suelo o en la muestra
Moderado	Unidades bien formadas y evidentes en el suelo o en la muestra
Firme	Unidades distinguibles en el suelo y se pueden separar fácilmente

Fuente: USDA NRCS, 2002.

### I.1.8. Consistencia

Es el tipo de cohesión y adhesión que presenta el suelo y/o la resistencia del mismo a la deformación o ruptura bajo la aplicación de stress. La proporción suelo-agua tiene un fuerte impacto en la consistencia del suelo. Se caracteriza por la plasticidad y adhesividad del suelo.

La plasticidad corresponde al grado en que el suelo puede moldearse el suelo de manera permanente sin romperse. Se evalúa mediante la formación de diversas figuras con la muestras.

La adhesividad es la capacidad del suelo de adherirse a otros objetos. Para estimarla se presiona la muestra entre los dedos y se verifica el grado de adherencia.

**TABLA 1-9  
PLASTICIDAD y ADHESIVIDAD**

PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN	ADHESIVIDAD	DESCRIPCIÓN
No plástico	Suelo que no permite formar figuras.	No adhesivo	Poco o nada de suelo se adhiere a los dedos, luego de terminada la presión
Ligeramente plástico	El suelo permite moldear figuras pero se rompen con facilidad.	Ligeramente adhesivo	El suelo se adhiere a ambos dedos, después de finalizada la presión. Al separar los dedos, el suelo se extiende un poco.
Plástico	El suelo permite formar al menos dos figuras, sin presentar problemas de ruptura.	Adhesivo	El suelo se adhiere a ambos dedos, después de finalizada la presión. Al separar los dedos, el suelo se extiende moderadamente.
Muy plástico	El suelo permite formar todas las figuras sin presentar problemas de ruptura.	Muy adhesivo	El suelo se adhiere a ambos dedos, después de finalizada la presión. Al separar los dedos, el suelo se extiende mucho.

Fuente: USDA NRCS, 2002.



### **I.1.9. Raíces y poros**

Tanto las raíces como los poros se caracterizan de acuerdo a su tamaño y cantidad por unidad de área. La superficie en la cual se cuentan las raíces varía en función del tamaño de estas (TABLA 1-10).

**TABLA 1-10**  
**CANTIDAD Y TAMAÑO DE RAÍCES Y POROS**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	DIÁMETRO	ÁREA DE MEDICIÓN
Pocas	< 1 por área	Muy finas	< 1 mm	1 cm <sup>2</sup>
Comunes	1 a < 5 por área	Finas	1 a < 2 mm	1 cm <sup>2</sup>
Abundantes	≥ 5 por área	Medias	2 a < 5 mm	1 dm <sup>2</sup>
		Gruesas	5 a < 10 mm	1 dm <sup>2</sup>
		Muy gruesas	≥ 10 mm	1 m <sup>2</sup>

Fuente: USDA NRCS, 2002.

## **I.2. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN INTERPRETATIVA DE SUELOS DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS (USDA NRCS)**

El sistema de clasificación de suelos en Capacidad de Uso, desarrollado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos se centra, sobre todo, en los riesgos de erosión y no en la productividad o fertilidad. Habitualmente se suele confundir con la capacidad para dar buenas cosechas el atribuir un terreno a la clase II, y no significa limitarlo obligadamente a cultivos de valor secundario; puede soportar un determinado cultivo mejor que los terrenos de la clase I, y un ejemplo de ello es el tabaco, que prospera mejor en suelos ligeros, arenosos y con pendientes, que podrían situarse en la clase II o III, que en suelos planos, arcillosos o limosos, que corresponderían a la clase I. El sistema de clasificación de la capacidad de uso, indica la intensidad de uso para un determinado suelo y cuánto es el cuidado que hay que poner en el empleo del mismo.

Este sistema clasifica la tierra en ocho categorías, de las cuales las cuatro primeras son aptas para ser cultivadas (roturadas) y las otras cuatro inadecuadas. A continuación se describen las clases y su uso pertinente:

**CLASE I:** Los suelos de la clase I no tienen, o sólo tienen ligeras, limitaciones permanentes o riesgos de erosión. Son suelos excelentes. Pueden cultivarse con toda seguridad empleando métodos corrientes. Estos suelos son profundos, productivos, de fácil laboreo y casi planos. No presentan riesgos de encharcamiento. Necesitan mantener su fertilidad y preservar su estructura, para lo cual, requieren algunas prácticas como abonado, aplicación de caliza, abono en verde y adecuadas rotaciones de cultivo.

**CLASE II:** Esta clase la integran suelos sujetos a limitaciones moderadas en el uso. Presentan un peligro limitado de deterioro. Son suelos buenos. Pueden cultivarse mediante labores adecuadas, de fácil aplicación. La principal diferencia con los de la clase I, es que presentan pendiente suave, están sujetos a erosión moderada, su profundidad es también mediana, pueden inundarse ocasionalmente y necesitan drenaje. Cada uno de los factores requiere atención

especial. Los suelos pueden necesitar prácticas especiales, como rotaciones encaminadas a la conservación de los mismos, mecanismos de control del agua o métodos de labranza peculiares. Con frecuencia requieren una combinación de estas prácticas.

**CLASE III:** Los suelos de esta clase se hallan sujetos a importantes limitaciones en su cultivo. Presentan riesgos serios de deterioro. Son suelos medianamente buenos. Pueden cultivarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento pertinente. Sus pendientes son moderadas, el riesgo de erosión es más severo en ellos y su fertilidad inherente es más baja. Las limitaciones y riesgos con frecuencia restringen las posibilidades de elección de los cultivos o el calendario de laboreo y siembra. Necesitan una combinación de distintas prácticas para que el cultivo sea seguro.

**CLASE IV:** Esta clase está compuesta por suelos con limitaciones permanentes y severas para el cultivo. No son suelos muy buenos. Pueden cultivarse ocasionalmente si se les trata con gran cuidado. Generalmente deben limitarse a cultivos herbáceos. Con frecuencia se hallan en pendientes fuertes sometidos a erosión intensa. Su adecuación para el cultivo es muy limitada. Generalmente deben ser dedicados a empastadas, aunque pueden obtenerse de ellos una cosecha de grano cada cinco o seis años. En otros casos puede tratarse de suelos delgados o moderadamente profundos, de fertilidad baja, o localizados en pendientes moderadas. En estos casos deben dedicarse a heno o pastos durante largos periodos. Sólo ocasionalmente pueden soportar cultivos de surco.

**CLASE V:** Los suelos de esta clase deben mantener una vegetación permanente. Pueden dedicarse a pasto o bosques. Tienen escasas o ninguna limitación y sus riesgos son reducidos. Sin embargo, no permiten el cultivo, por su carácter encharcado, pedregoso o por otras causas que no permiten el removerlos en forma práctica. La tierra es casi horizontal: sólo se halla sujeta, cuando más, a una ligera erosión por el viento o el agua, si se lleva correctamente. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cubierta vegetal.

**CLASE VI:** Los suelos de esta clase deben emplearse para el pastoreo o la silvicultura y su uso entraña riesgos moderados. Se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y son inadecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte o son muy delgados. No se debe permitir que el pastoreo destruya su cubierta vegetal. Estos suelos son capaces de producir forraje o madera cuando se administran correctamente. Si se destruye la cubierta vegetal, el uso del suelo debe restringirse hasta que dicha cubierta se regenere. Por lo general, las tierras de esta clase tienen más pendiente o están sujetas a más erosión que las de la clase IV.

**CLASE VII:** Los suelos de esta clase se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Son suelos con pendiente, erosionados, accidentados, delgados, áridos o inundados. Su valor para soportar algún aprovechamiento es mediano o pobre y deben manejarse con cuidado. En zonas de alta pluviosidad deben usarse para sostener bosques, en otras áreas, para pastoreo; en este último caso debe extremarse el rigor y cuidado en su manejo.



**CLASE VIII:** Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni para pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos.

Existen, además, subclases de Capacidad de Uso, las cuales permiten identificar el tipo de limitante al uso de los suelos dentro de cada clase. La subclase se señala mediante una letra minúscula, como subíndice de la clase, y son las cuatro siguientes:

- “s”** Limitantes propias del suelo; identifica características internas, propias del solum, tales como granulometría, pedregosidad, profundidad efectiva, salinidad, etc.
- “w”** Limitantes relacionadas al drenaje; identifica suelos con problemas de drenaje, de inundación o humedad.
- “e”** Limitantes por riesgo de erosión o por presencia de suelos erosionados.
- “cl”** Limitaciones por factores climáticos.

Como complemento a lo anterior, en Chile se utilizan las siguientes Unidades de Capacidad de Uso (CIREN, 1996):

- 0:** Suelos que presentan una estrata arenosa gruesa o con muchas gravas que limitan la retención de humedad y la penetración de las raíces.
- 1:** Erosión actual o potencial por agua o viento.
- 2:** Drenaje o riesgos de inundación.
- 3:** Subsuelo o substrato de permeabilidad lenta o muy lenta.
- 4:** Texturas gruesas o con grava en todo el pedón.
- 5:** Texturas finas en todo el pedón.
- 6:** Salinidad o sodicidad suficiente para constituir una limitación o riesgo permanente.
- 7:** Suficientes fragmentos de rocas superficiales para interferir en las labores culturales.
- 8:** Hardpán, fragipán o lecho rocoso en la zona de arraigamiento.
- 9:** Baja fertilidad inherente al suelo.

# Modificación Parcial de Trazado y Línea de Transmisión Eléctrica 220kV Quebrada Blanca

Línea Base de suelo



**Anexo II Descripciones de suelos complementarias**





## CONTENIDO

I.1	SUELOS EN LADERA I.....	1
I.1.1	COMPROBACIÓN I .....	1
I.1.2	COMPROBACIÓN II .....	4
I.1.3	COMPROBACIÓN III .....	7

## I.1 SUELOS EN LADERA I

### I.1.1 Comprobación I

#### Caracterización general

Suelo de origen aluvio-coluvial, ligeramente profundo, bien drenado, en ladera pedregosa (50 % de gravas) con clastos mayores a 7,5 cm de diámetro abundantes, sin presencia de afloramientos rocosos. Sin cobertura vegetal.

#### Características físicas y morfológicas del pedón

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 – 26 C <sub>1</sub>	Pardo oscuro (7,5YR 3/3) en húmedo; franca; estructura de bloques subangulares medios, firmes; friable, muy plástico y muy adhesivo. Raíces no aparentes. Poros finos y medios comunes, gruesos escasos. Límite lineal claro.
26 – 51 C <sub>2</sub>	Pardo (7,5YR 4/3) en húmedo; franca; estructura de grano simple; plástico y adhesivo. Raíces no aparentes. Poros finos y medios comunes, gruesos escasos. Gravas angulares menores a 2 cm de diámetro abundantes.

#### Características químicas del pedón

**TABLA 1-1**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)	
		0-26	26-51
<b>Fertilidad</b>			
pH (agua, relación 1:2,5)	01:02,5	7,1	7,4
Conductividad eléctrica (en extracto)	dS/m	0,07	0,07
<b>Cationes Intercambiables</b>			
Calcio (Ca)	meq/100g	4,5	4,7
	% CIC	62	72
Magnesio (Mg)	meq/100g	2,2	2,1
	% CIC	30	32
Potasio (K)	meq/100g	0,36	0,22
	% CIC	4,9	3,4
Sodio (Na)	meq/100g	0,05	0,04
	% CIC	0,68	0,62

**TABLA 1-1**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)	
		0-26	26-51
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		7,1	7,1
CIC (Capacidad de intercambio catiónico)	meq/100g	7,3	6,5
<b>Textura</b>			
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	31	49
Limo (0,05 - 0,002 mm)	%	42	28
Arcilla (< 0,002 mm)	%	27	23
Clase Textural		Franca	Franca
<b>Retención de humedad</b>			
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	16,3	12,1
15,0 bar (Pto. Marchitez Permanente)	%	4,7	3,9
Humedad aprovechable (peso)	%	11,6	8,2

### Ubicación

El suelo fue descrito en ladera, en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 531156; 7676022 a una altitud de 4.755 m.s.n.m.

### Posición

Ubicado en una ladera, este suelo se desarrolla sobre depósitos de material aluvio-coluvial. Presenta un relieve normal, con una pendiente moderadamente inclinada (18%) de forma cóncavo-lineal. La exposición del pedón es 240° W.

Fotografías del perfil y la unidad



## I.1.2 Comprobación II

### Caracterización general

Suelo de origen aluvio-coluvial, ligeramente profundo, bien drenado, ocupando posición en ladera. Terreno con abundante pedregosidad (60% gravas) con clastos de diámetro mayor a 15 cm de diámetro escasos, afloramientos rocosos escasos (5%) en la cumbre del cerro. La vegetación predominante corresponde *Festuca chrysophylla* y *Parastrephia quadrangularis* con una cobertura media de 25 a 50%.

### Características físicas y morfológicas del pedón

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 – 29 C	Pardo oscuro (7,5YR 3/4) en húmedo; franco arenosa; estructura de bloques subangulares, muy finos, moderados; muy friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo. Raíces muy finas y finas abundantes. Poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos comunes. Clastos angulares de hasta 5 cm de diámetro abundantes. Límite lineal abrupto.
29 – 66 Crt	Pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; arcillosa; estructura masiva a bloques subangulares muy gruesos, firme; friable, muy plástico y muy adhesivo. Raíces muy finas y finas abundantes. Poros muy finos y finos abundantes, medios y gruesos escasos. Gravav angulares de hasta 2 cm de diámetro escasas.

### Características químicas del pedón

**TABLA 1-2**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)	
		0-29	29-66
<b>Fertilidad</b>			
pH (agua, relación 1:2,5)	01:02,5	6,5	6,9
Conductividad eléctrica (en extracto)	dS/m	0,16	0,28
<b>Cationes Intercambiables</b>			
Calcio (Ca)	meq/100g	3,0	30,9
	% CIC	70	72
Magnesio (Mg)	meq/100g	1,00	11,2
	% CIC	23	26

**TABLA 1-2**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)	
		0-29	29-66
Potasio (K)	meq/100g	0,69	0,81
	% CIC	16,0	1,9
Sodio (Na)	meq/100g	0,06	0,35
	% CIC	1,4	0,82
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		4,8	43,3
CIC (Capacidad de intercambio catiónico)	meq/100g	4,3	42,7
<b>Textura</b>			
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	64	30
Limo (0,05 - 0,002 mm)	%	22	18
Arcilla (< 0,002 mm)	%	14	52
Clase Textural		Fco.Arenosa	Arcillosa
<b>Retención de humedad</b>			
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	8,7	32,9
15,0 bar (Pto.Marchitez Permanente)	%	3,9	19,8
Humedad aprovechable (peso)	%	4,8	13,1

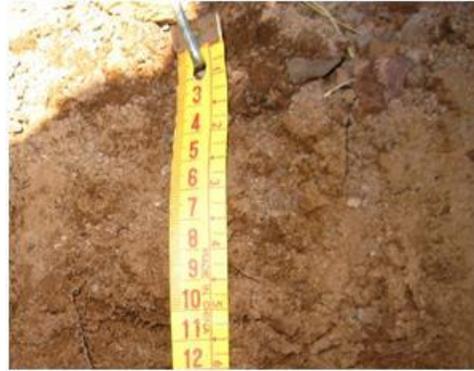
### Ubicación

El suelo fue descrito en una ladera, en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 525568; 7677739 a una altitud de 4.606 m.s.n.m.

### Posición

Ubicado en ladera, este suelo se desarrolla sobre depósitos de material aluvio-coluvial. Presenta un relieve normal, con una pendiente fuertemente inclinada (25%) de forma cóncavo-lineal. La exposición del pedón es 45° NE.

Fotografías del perfil y la unidad



### I.1.3 Comprobación III

#### Caracterización general

Suelo de origen coluvio-aluvial, ligeramente profundo, bien drenado, ocupando posición en ladera. Terreno con abundante pedregosidad (60% gravas) con clastos de diámetro menor a 50 cm de diámetro comunes, sin presencia de afloramientos rocosos. La vegetación predominante corresponde Festuca chrysophylla y Parastrephia quadrangularis con una cobertura media de 0 a 25%.

#### Características físicas y morfológicas del pedón

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 – 51 C <sub>rt</sub>	Pardo oscuro (10YR 3/3); franco arcillosa; estructura de bloques subangulares, gruesos, firmes; friable, muy plástico y muy adhesivo. Raíces muy finas y finas comunes. Poros muy finos y finos abundantes. Gravas angulares de hasta 4 cm de diámetro abundantes.
51 – 66 C <sub>r</sub>	Horizonte con escaso desarrollo pedogenético formado por rocas en avanzado estado de meteorización.

#### Características químicas del pedón

**TABLA 1-3**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)
		0-51
<b>Fertilidad</b>		
pH (agua, relación 1:2,5)	01:02,5	7,3
Conductividad eléctrica (en extracto)	dS/m	0,11
<b>Cationes Intercambiables</b>		
Calcio (Ca)	meq/100g	4,9
	% CIC	63
Magnesio (Mg)	meq/100g	2,2
	% CIC	28
Potasio (K)	meq/100g	0,39
	% CIC	5,0
Sodio (Na)	meq/100g	0,06

**TABLA 1-3**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS COMPROBACIÓN**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PROFUNDIDAD MUESTREO (CM)
		0-51
	% CIC	0,77
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		7,6
CIC (Capacidad de intercambio catiónico)	meq/100g	7,8
<b>Textura</b>		
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	33
Limo (0,05 - 0,002 mm)	%	36
Arcilla (< 0,002 mm)	%	31
Clase Textural		Fco.Arcillosa
<b>Retención de humedad</b>		
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	15,6
15,0 bar (Pto.Marchitez Permanente)	%	5,3
Humedad aprovechable (peso)	%	10,3

### Ubicación

El suelo fue descrito en planicie, en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 529167; 7675544a una altitud de 4.672 m.s.n.m.

### Posición

Ubicado en ladera de cerro, este suelo se desarrolla sobre depósitos de material coluvio-aluviales. Presenta un relieve subnormal, con una pendiente moderadamente inclinada (18%) de forma convexo-convexo. La exposición del pedón es 6° N.

Fotografías del perfil y la unidad



#### **I.1.4 Comprobación IV**

La comprobación se realizó en las coordenadas UTM (WGS84 19S) 526084-7676826.

##### Fotografías de la comprobación

