



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2**

CAPÍTULO 3.3.1

“LÍNEA DE BASE PLANTAS VASCULARES (FLORA VASCULAR Y VEGETACIÓN)”

TQB14016-REP-MA-0255

INDICE

3	LÍNEA DE BASE	3.3.1-1
3.3	ECOSISTEMAS TERRESTRES	3.3.1-1
3.3.1	PLANTAS VASCULARES (FLORA VASCULAR Y VEGETACIÓN)	3.3.1-1
3.3.1.1	Introducción	3.3.1-1
3.3.1.2	Objetivos	3.3.1-2
3.3.1.3	Determinación y Justificación del Área de Influencia	3.3.1-3
3.3.1.4	Metodología	3.3.1-6
3.3.1.5	Resultados	3.3.1-43
3.3.1.6	Síntesis y Conclusiones	3.3.1-394
3.3.1.7	Referencias Bibliográficas	3.3.1-422

TABLAS

Tabla 3.3.1-1.	Categorías de recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales utilizadas en el proceso de fotointerpretación y validación en terreno	3.3.1-12
Tabla 3.3.1-2.	Definición de categorías de recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales	3.3.1-13
Tabla 3.3.1-3.	Listado de las campañas de terreno estacionales realizadas en el área de influencia.....	3.3.1-18
Tabla 3.3.1-4.	Distribución del muestreo estacional y total de la línea de base vegetación y flora realizado por sectores en el área de influencia.....	3.3.1-19
Tabla 3.3.1-5.	Estratificación por tipos biológicos y codificación de especies dominantes	3.3.1-23

Tabla 3.3.1-6.	Ejemplo de la adaptación de la codificación de especies a partir de la metodología COT.....	3.3.1-23
Tabla 3.3.1-7.	Rangos de valores y codificación para la cobertura vegetal registrada según los tipos biológicos y especies dominantes al interior de cada unidad cartográfica	3.3.1-24
Tabla 3.3.1-8.	Rangos de altura registrados por especie dominante en los tipos biológicos presentes al interior de cada unidad cartográfica	3.3.1-24
Tabla 3.3.1-9.	Categorías y codificación de la posición topográfica registrada en las unidades cartográficas de muestreo	3.3.1-25
Tabla 3.3.1-10.	Caracterización del grado de alteración de la vegetación en las unidades cartográficas de muestreo.....	3.3.1-25
Tabla 3.3.1-11.	Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979)	3.3.1-26
Tabla 3.3.1-12.	Rangos de contenido de materia orgánica utilizados para caracterización de suelo en humedales	3.3.1-28
Tabla 3.3.1-13.	Porcentaje de afloramientos salinos en formaciones de humedales	3.3.1-28
Tabla 3.3.1-14.	Contenido de humedad del suelo en formaciones de humedales	3.3.1-29
Tabla 3.3.1-15.	Categorías de estructura utilizadas para caracterizar formaciones de bosque nativo	3.3.1-29
Tabla 3.3.1-16.	Categorías de estado de desarrollo utilizadas para caracterizar formaciones de bosque nativo	3.3.1-29
Tabla 3.3.1-17.	Ejemplos de codificación de las unidades vegetales homogéneas según análisis de recubrimiento de suelo y tipo de formación según nomenclatura COT.....	3.3.1-32
Tabla 3.3.1-18.	Ejemplos de la denominación de las formaciones vegetales realizada a partir de la codificación de las unidades vegetales (UV)	3.3.1-32
Tabla 3.3.1-19.	Ejemplos comparativos para la denominación de las formaciones vegetales realizada a partir de la nomenclatura COT.....	3.3.1-33
Tabla 3.3.1-20.	Ejemplos de agrupación de formaciones vegetales	3.3.1-34
Tabla 3.3.1-21.	Ejemplos de descripción de formaciones vegetales: rangos de altura y de cobertura identificados en las unidades descritas y su mediana (valores recurrentes)	3.3.1-34

Tabla 3.3.1-22.	Formaciones y pisos de vegetación en relación a los sectores del área de influencia, de acuerdo a la clasificación de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006).....	3.3.1-45
Tabla 3.3.1-23.	Representatividad del recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales en el área de influencia	3.3.1-57
Tabla 3.3.1-24.	Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia.....	3.3.1-61
Tabla 3.3.1-25.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia.....	3.3.1-62
Tabla 3.3.1-26.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia.....	3.3.1-63
Tabla 3.3.1-27.	Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia.....	3.3.1-77
Tabla 3.3.1-28.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia.....	3.3.1-79
Tabla 3.3.1-29.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia.....	3.3.1-80
Tabla 3.3.1-30.	Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el área de Influencia.....	3.3.1-121
Tabla 3.3.1-31.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el área de influencia.....	3.3.1-123
Tabla 3.3.1-32.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el Área de Influencia	3.3.1-124
Tabla 3.3.1-33.	Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia.....	3.3.1-153
Tabla 3.3.1-34.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia.....	3.3.1-154
Tabla 3.3.1-35.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia.....	3.3.1-154
Tabla 3.3.1-36.	Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia	3.3.1-163
Tabla 3.3.1-37.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia.....	3.3.1-164
Tabla 3.3.1-38.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia.....	3.3.1-165

Tabla 3.3.1-39.	Descripción de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia	3.3.1-184
Tabla 3.3.1-40.	Representatividad y superficies de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia.....	3.3.1-185
Tabla 3.3.1-41.	Resumen características de la flora de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia.....	3.3.1-186
Tabla 3.3.1-42.	Riqueza por sectores en relación al total del área de influencia (AI) y de la flora potencial de la I Región de Tarapacá (I R)	3.3.1-203
Tabla 3.3.1-43.	Similitud florística: índices de Sorensen calculados para los sectores del Área de Influencia	3.3.1-213
Tabla 3.3.1-44.	Listado de las especies frecuentes de flora vascular registradas en el área de influencia.....	3.3.1-216
Tabla 3.3.1-45.	Especies en categoría de conservación según fuentes oficiales y no oficiales registradas en el área de influencia	3.3.1-219
Tabla 3.3.1-46.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el sector Desierto Costero.....	3.3.1-230
Tabla 3.3.1-47.	Abundancia de la de flora vascular registrada en el sector Desierto Costero	3.3.1-232
Tabla 3.3.1-48.	Superficie ambientalmente singular en sector Desierto Costero	3.3.1-234
Tabla 3.3.1-49.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Desierto Interior	3.3.1-235
Tabla 3.3.1-50.	Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Desierto Interior	3.3.1-244
Tabla 3.3.1-51.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Desierto Interior	3.3.1-245
Tabla 3.3.1-52.	Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Desierto Interior	3.3.1-246
Tabla 3.3.1-53.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Desierto Interior	3.3.1-247
Tabla 3.3.1-54.	Formaciones vegetales con singularidades de flora vascular en sector Desierto Interior	3.3.1-250

Tabla 3.3.1-55.	Superficie ambientalmente singular en sector Desierto Interior.....	3.3.1-250
Tabla 3.3.1-56.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Cordón Occidental	3.3.1-253
Tabla 3.3.1-57.	Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Cordón Occidental	3.3.1-265
Tabla 3.3.1-58.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Cordón Occidental	3.3.1-266
Tabla 3.3.1-59.	Especies de flora vascular en categorías de conservación, registradas en el área de influencia sector Cordón Occidental	3.3.1-268
Tabla 3.3.1-60.	Formaciones vegetales con singularidades de flora vascular en sector Cordón Occidental	3.3.1-271
Tabla 3.3.1-61.	Superficie ambientalmente singular en sector Cordón Occidental.....	3.3.1-273
Tabla 3.3.1-62.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Quebrada Choja – Ramucho	3.3.1-275
Tabla 3.3.1-63.	Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Quebrada Choja – Ramucho	3.3.1-286
Tabla 3.3.1-64.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Quebrada Choja – Ramucho	3.3.1-287
Tabla 3.3.1-65.	Especies de flora vascular en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Quebrada Choja – Ramucho	3.3.1-289
Tabla 3.3.1-66.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Quebrada Choja – Ramucho	3.3.1-290
Tabla 3.3.1-67.	Formaciones vegetales ambientalmente singulares del sector Quebrada Choja - Ramucho	3.3.1-292
Tabla 3.3.1-68.	Superficie ambientalmente singular en sector Quebrada Choja - Ramucho	3.3.1-295
Tabla 3.3.1-69.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno	3.3.1-298

Tabla 3.3.1-70.	Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.....	3.3.1-311
Tabla 3.3.1-71.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo del sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno	3.3.1-313
Tabla 3.3.1-72.	Especies de flora vascular en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.....	3.3.1-315
Tabla 3.3.1-73.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno	3.3.1-316
Tabla 3.3.1-74.	Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno	3.3.1-319
Tabla 3.3.1-75.	Superficie ambientalmente singular en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.....	3.3.1-321
Tabla 3.3.1-76.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Mina – Planta	3.3.1-325
Tabla 3.3.1-77.	Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-341
Tabla 3.3.1-78.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo del sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-343
Tabla 3.3.1-79.	Especies de flora vascular en categorías de conservación, registradas en el área de influencia sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-345
Tabla 3.3.1-80.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-346
Tabla 3.3.1-81.	Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.1-349
Tabla 3.3.1-82.	Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-354
Tabla 3.3.1-83.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Cerro Quitala	3.3.1-356
Tabla 3.3.1-84.	Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-365

Tabla 3.3.1-85.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo el sector Altiplano Cerro Quitala 3.3.1-366
Tabla 3.3.1-86.	Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Altiplano Cerro Quitala 3.3.1-367
Tabla 3.3.1-87.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Cerro Quitala 3.3.1-368
Tabla 3.3.1-88.	Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Cerro Quitala 3.3.1-369
Tabla 3.3.1-89.	Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Cerro Quitala 3.3.1-369
Tabla 3.3.1-90.	Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-373
Tabla 3.3.1-91.	Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-385
Tabla 3.3.1-92.	Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-386
Tabla 3.3.1-93.	Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-388
Tabla 3.3.1-94.	Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-389
Tabla 3.3.1-95.	Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-391
Tabla 3.3.1-96.	Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Variante A-97B 3.3.1-394

FIGURAS

Figura 3.3.1-1.	Representación espacial del área de Influencia y sectorización del componente biológico Plantas Vasculares 3.3.1-5
Figura 3.3.1-2.	Representatividad de la superficie por sectores en el área de influencia 3.3.1-6
Figura 3.3.1-3.	Esquema del proceso metodológico empleado para la caracterización del componente en el área de influencia..... 3.3.1-7

Figura 3.3.1-4.	Esquema de los niveles de análisis de la vegetación en el área de influencia del Proyecto.....	3.3.1-9
Figura 3.3.1-5.	Ejemplo de curva de acumulación de especies (línea gris) en relación al esfuerzo de muestreo por campañas estacionales	3.3.1-22
Figura 3.3.1-6.	Clasificación de las categorías de riesgo de extinción de las especies según UICN 2012	3.3.1-38
Figura 3.3.1-7.	Representación de las formaciones vegetales descritas por Gajardo (1994) en relación a los sectores del área de influencia.....	3.3.1-47
Figura 3.3.1-8.	Representación de los pisos vegetales descritos por Luebert y Pliscoff (2006) en relación a los sectores del área de influencia.....	3.3.1-51
Figura 3.3.1-9.	Representatividad del recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales en el área de influencia	3.3.1-56
Figura 3.3.1-10.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el área de influencia	3.3.1-195
Figura 3.3.1-11.	Riqueza estacional registrada en el Área de Influencia en relación al esfuerzo de muestreo, por campaña y acumulada.....	3.3.1-197
Figura 3.3.1-12.	Número absoluto de especies, géneros y familias registrados durante campañas estacionales entre otoño 2014 y otoño 2016 en el área de influencia.....	3.3.1-198
Figura 3.3.1-13.	Riqueza de especies por tipo de recubrimiento, registrada por sector y en el área de influencia.....	3.3.1-199
Figura 3.3.1-14.	Relación de la riqueza florística registrada en los recubrimientos y tipos de recubrimiento del Área de Influencia con su superficie y el esfuerzo de muestreo realizado en ellos	3.3.1-201
Figura 3.3.1-15.	Comparación del número de especies de la flora potencial en relación a la flora registrada en el área de influencia.....	3.3.1-203
Figura 3.3.1-16	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H'), índice de Pielou (E) y riqueza (S) florística de los sectores del Área de Influencia	3.3.1-204
Figura 3.3.1-17.	Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E) en los sectores del Área de Influencia	3.3.1-207
Figura 3.3.1-18.	Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E), en los tipos de formaciones vegetales zonales registrados en el Área de Influencia.....	3.3.1-209
Figura 3.3.1-19.	Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E), de los tipos de formaciones vegetales azonales, registrados en el Área de Influencia.....	3.3.1-211

Figura 3.3.1-20.	Similitud florística: dendrograma de análisis de <i>cluster</i> entre sectores del Área de Influencia 3.3.1-214
Figura 3.3.1-21.	Número de especies de flora vascular según su origen geográfico y sus formas de crecimiento, registrados en el área de influencia 3.3.1-215
Figura 3.3.1-22.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Desierto Costero 3.3.1-231
Figura 3.3.1-23.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Desierto Interior 3.3.1-236
Figura 3.3.1-24.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Desierto Interior 3.3.1-238
Figura 3.3.1-25.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Desierto Interior 3.3.1-239
Figura 3.3.1-26.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Desierto Interior 3.3.1-240
Figura 3.3.1-27.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Desierto Interior 3.3.1-241
Figura 3.3.1-28.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Desierto Interior 3.3.1-242
Figura 3.3.1-29.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Desierto Interior 3.3.1-243
Figura 3.3.1-30.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Cordón Occidental 3.3.1-256
Figura 3.3.1-31.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Cordón Occidental 3.3.1-258
Figura 3.3.1-32.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Cordón Occidental 3.3.1-259
Figura 3.3.1-33.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Cordón Occidental 3.3.1-260
Figura 3.3.1-34.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Cordón Occidental 3.3.1-261
Figura 3.3.1-35.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Cordón Occidental 3.3.1-262
Figura 3.3.1-36.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Cordón Occidental 3.3.1-263
Figura 3.3.1-37.	Distribución de especies en categoría de conservación en sector Cordón Occidental 3.3.1-272

Figura 3.3.1-38.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Quebrada Choja - Ramucho3.3.1-277
Figura 3.3.1-39.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-279
Figura 3.3.1-40.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-280
Figura 3.3.1-41.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-281
Figura 3.3.1-42.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Quebrada Choja – Ramucho.....3.3.1-283
Figura 3.3.1-43.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-284
Figura 3.3.1-44.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-284
Figura 3.3.1-45.	Distribución de la vegetación azonal en sector Quebrada Choja – Ramucho3.3.1-293
Figura 3.3.1-46.	Distribución de especies en categoría de conservación en sector Quebrada Choja – Ramucho.....3.3.1-294
Figura 3.3.1-47.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno.....3.3.1-302
Figura 3.3.1-48.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno3.3.1-304
Figura 3.3.1-49.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.....3.3.1-305
Figura 3.3.1-50.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.....3.3.1-306
Figura 3.3.1-51.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno3.3.1-307
Figura 3.3.1-52.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno3.3.1-308
Figura 3.3.1-53.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.....3.3.1-309

Figura 3.3.1-54.	Distribución vegetación azonal en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.....	3.3.1-318
Figura 3.3.1-55.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.1-332
Figura 3.3.1-56.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Mina – Planta.....	3.3.1-334
Figura 3.3.1-57.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Mina – Planta	3.3.1-335
Figura 3.3.1-58.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Mina – Planta	3.3.1-336
Figura 3.3.1-59.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Mina – Planta	3.3.1-338
Figura 3.3.1-60.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Mina – Planta.....	3.3.1-339
Figura 3.3.1-61.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.1-339
Figura 3.3.1-62.	Distribución de especies en categoría de conservación en sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.1-353
Figura 3.3.1-63.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Cerro Quitala	3.3.1-357
Figura 3.3.1-64.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-359
Figura 3.3.1-65.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-360
Figura 3.3.1-66.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-361
Figura 3.3.1-67.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-362
Figura 3.3.1-68.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala	3.3.1-363
Figura 3.3.1-69.	Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.1-363
Figura 3.3.1-70.	Distribución de especies en categoría de conservación en el sector Altiplano Cerro Quitala	3.3.1-370
Figura 3.3.1-71.	Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Variante A-97B.....	3.3.1-376

Figura 3.3.1-72.	Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Variante A-97B 3.3.1-378
Figura 3.3.1-73.	Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-379
Figura 3.3.1-74.	Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-380
Figura 3.3.1-75.	Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-381
Figura 3.3.1-76.	Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Variante A-97B 3.3.1-382
Figura 3.3.1-77.	Comparación estacional de las formas de crecimiento de las especies del sector Altiplano Variante A-97B 3.3.1-383
Figura 3.3.1-78.	Distribución de especies en categoría de conservación en sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-393
Figura 3.3.1-79.	Relación de la riqueza florística registrada en los sectores del Área de Influencia con su superficie y el esfuerzo de muestreo (PM) realizado en ellos 3.3.1-402

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.3.1-1.	Fisonomía de la formación de pajonal de <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> 3.3.1-64
Fotografía 3.3.1-2.	Fisonomía de la formación de pajonal de <i>Nassella nardoides</i> en el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.1-65
Fotografía 3.3.1-3.	Fisonomía de la formación de pajonal con dominancia de <i>Festuca chrysophylla</i> 3.3.1-67
Fotografía 3.3.1-4.	Fisonomía de la formación de pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i> 3.3.1-68
Fotografía 3.3.1-5.	Fisonomía de la formación de Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> 3.3.1-70
Fotografía 3.3.1-6.	Fisonomía de la formación de Herbazal con dominancia de <i>Neuontobotrys spp.</i> y <i>Tetragonia microcarpa</i> 3.3.1-72
Fotografía 3.3.1-7.	Fisonomía de formación de Herbazal con dominancia de <i>Descurainia stricta</i> y <i>Neuontobotrys tarapacana</i> 3.3.1-74

Fotografía 3.3.1-8.	Fisonomía de la formación de Herbazal de <i>Pycnophyllum molle</i>	3.3.1-75
Fotografía 3.3.1-9.	Fisonomía de formaciones de matorral de <i>Hoffmannseggia aphylla</i> y detalle de la especie en el Sector Desierto Interior	3.3.1-82
Fotografía 3.3.1-10.	Fisonomía de formación de matorral de <i>Huidobria fruticosa</i> y detalle de la especie en el Sector Desierto Interior	3.3.1-83
Fotografía 3.3.1-11.	Fisonomía de formación de matorral de <i>Baccharis salicifolia</i> en el sector Desierto Interior	3.3.1-84
Fotografía 3.3.1-12.	Fisonomía de formaciones de matorral de <i>Aphyllocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> y <i>Atriplex glaucescens</i> en el sector Cordón Occidental	3.3.1-85
Fotografía 3.3.1-13.	Fisonomía de formaciones de matorrales con dominancia de <i>Atriplex glaucescens</i>	3.3.1-86
Fotografía 3.3.1-14.	Fisonomía de formaciones de matorral de <i>Ambrosia artemisioides</i> Sector Cordón Occidental	3.3.1-87
Fotografía 3.3.1-15.	Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de <i>Senecio ctenophyllus</i>	3.3.1-88
Fotografía 3.3.1-16.	Fisonomía de la agrupación de matorral con dominancia de <i>Balbisia microphylla</i> en sector Cordón Occidental.....	3.3.1-90
Fotografía 3.3.1-17.	Fisonomía de formaciones de matorrales con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i> en el Sector Cordón Occidental	3.3.1-92
Fotografía 3.3.1-18.	Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de <i>Ephedra breana</i>	3.3.1-94
Fotografía 3.3.1-19.	Fisonomía de las formaciones de matorral con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i>	3.3.1-96
Fotografía 3.3.1-20.	Fisonomía de la formación de matorral con dominancia de <i>Baccharis boliviensis</i>	3.3.1-97
Fotografía 3.3.1-21.	Fisonomía de matorrales con dominancia de <i>Baccharis tola</i>	3.3.1-99
Fotografía 3.3.1-22.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Escallonia angustifolia</i> en el sector Quebrada Choja - Ramucho.....	3.3.1-100
Fotografía 3.3.1-23.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Fabiana denudata</i>	3.3.1-101
Fotografía 3.3.1-24.	Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de <i>Fabiana ramulosa</i>	3.3.1-102
Fotografía 3.3.1-25.	Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de <i>Fabiana squamata</i>	3.3.1-104

Fotografía 3.3.1-26.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Junellia seriphioides</i> en el sector Cordón Occidental.....	3.3.1-105
Fotografía 3.3.1-27.	Fisonomía de la formación de matorral con dominancia de <i>Parastrephia teretiuscula</i>	3.3.1-106
Fotografía 3.3.1-28.	Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	3.3.1-108
Fotografía 3.3.1-29.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Senecio nutans</i> en el sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-109
Fotografía 3.3.1-30.	Fisonomía de la formación de matorral <i>Senecio volckmanii</i> en el Sector Altiplano Mina - Planta y detalle de la especie	3.3.1-110
Fotografía 3.3.1-31.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Azorella compacta</i> en el sector Cerro Quitala	3.3.1-111
Fotografía 3.3.1-32.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Aloysia deserticola</i>	3.3.1-112
Fotografía 3.3.1-33.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Adesmia horrida</i> en el sector Altiplano Variante A-97B	3.3.1-113
Fotografía 3.3.1-34.	Fisonomía de la formación de matorral de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Mutisia ledifolia</i> en el sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno.....	3.3.1-114
Fotografía 3.3.1-35.	Fisonomía de las formaciones de matorral con suculentas con dominancia de <i>Haageocereus fascicularis</i> y <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	3.3.1-115
Fotografía 3.3.1-36.	Fisonomía de las formaciones de matorral con suculentas con dominancia de <i>Oreocereus leucotrichus</i>	3.3.1-117
Fotografía 3.3.1-37.	Fisonomía de formaciones de matorral con suculentas con dominancia de <i>Maihueniopsis boliviana</i>	3.3.1-119
Fotografía 3.3.1-38.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Adesmia horrida</i> y <i>Pappostipa frigida</i> en sector Altiplano Variante A-97B	3.3.1-126
Fotografía 3.3.1-39.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	3.3.1-127
Fotografía 3.3.1-40.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Adesmia minor</i> var. <i>caespitosa</i> y <i>Nassella nardoides</i> en sector Altiplano Variante A-97B.....	3.3.1-129
Fotografía 3.3.1-41.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	3.3.1-131

Fotografía 3.3.1-42.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	3.3.1-133
Fotografía 3.3.1-43.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Ephedra breana</i> y <i>Pappostipa frigida</i> en el sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-135
Fotografía 3.3.1-44.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Pappostipa frigida</i> en sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.1-136
Fotografía 3.3.1-45.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Junellia pappigera</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Nassella nardoides</i> en sector Altiplano Variante A-97B	3.3.1-137
Fotografía 3.3.1-46.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	3.3.1-139
Fotografía 3.3.1-47.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	3.3.1-141
Fotografía 3.3.1-48.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Senecio nutans</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> en sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-143
Fotografía 3.3.1-49.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Senecio volckmannii</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , y <i>Festuca chrysophylla</i>	3.3.1-144
Fotografía 3.3.1-50.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal de <i>Aloysia deserticola</i> , <i>Chuquiraga kuschelii</i> y <i>Pappostipa frigida</i> en sector Altiplano Variante A-97B	3.3.1-146
Fotografía 3.3.1-51.	Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de <i>Azorella compacta</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , y <i>Festuca chrysophylla</i> en sector Altiplano Variante A-97B	3.3.1-148
Fotografía 3.3.1-52.	Fisonomía de formaciones de matorral con suculentas - pajonal de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , y <i>Maihueniopsis boliviana</i> en sector Altiplano Mina - Planta	3.3.1-149
Fotografía 3.3.1-53.	Fisonomía de la formación de bosque nativo en el sector Desierto Interior	3.3.1-150
Fotografía 3.3.1-54.	Fisonomía de formaciones de herbazal de <i>Tillandsia landbeckii</i> en sector Desierto Costero	3.3.1-152

Fotografía 3.3.1-55.	Fisonomía de formaciones de matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis alnifolia</i>3.3.1-156
Fotografía 3.3.1-56.	Fisonomía de formaciones de matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis calliprinos</i>3.3.1-157
Fotografía 3.3.1-57.	Fisonomía de matorrales hídricos con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i>3.3.1-159
Fotografía 3.3.1-58.	Fisonomía de formación de matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i>3.3.1-160
Fotografía 3.3.1-59.	Fisonomía de la formación de matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Parastrephia lucida</i>3.3.1-161
Fotografía 3.3.1-60.	Fisonomía de formaciones de pajonal hídrico con dominancia de <i>Festuca rigescens</i>3.3.1-167
Fotografía 3.3.1-61.	Fisonomía de la formación de vega de <i>Deyeuxia curvula</i>3.3.1-168
Fotografía 3.3.1-62.	Fisonomía de la formación de vega de <i>Distichlis humilis</i> en sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno3.3.1-169
Fotografía 3.3.1-63.	Fisonomía de la formación de vega de <i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> y <i>Polypogon australis</i> en sector Quebrada Choja - Ramucho3.3.1-170
Fotografía 3.3.1-64.	Fisonomía de la formación de vega de <i>Juncus balticus</i> y <i>Schoenoplectus americanus</i>3.3.1-171
Fotografía 3.3.1-65.	Fisonomía de la formación bofedal con dominancia de <i>Oxychloë andina</i>3.3.1-172
Fotografía 3.3.1-66.	Fisonomía de la formación de bofedal de <i>Phylloscirpus acaulis</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i> en sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno3.3.1-173
Fotografía 3.3.1-67.	Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i> en sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.....3.3.1-174
Fotografía 3.3.1-68.	Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico con dominancia de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>3.3.1-176
Fotografía 3.3.1-69.	Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico con dominancia de <i>Zameioscirpus muticus</i> , <i>Festuca rigescens</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i> en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno3.3.1-178
Fotografía 3.3.1-70.	Fisonomía de la formación bofedal - vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>3.3.1-179

Fotografía 3.3.1-71.	Fisonomía de la formación bofedal - vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Eleocharis atacamensis</i> en sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno 3.3.1-180
Fotografía 3.3.1-72.	Fisonomía de la formación vega - pajonal hídrico con dominancia de <i>Deyeuxia curvula</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i> 3.3.1-181
Fotografía 3.3.1-73.	Fisonomía de la formación azonal muerta..... 3.3.1-183
Fotografía 3.3.1-74.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Pappostipa frigida</i> 3.3.1-188
Fotografía 3.3.1-75.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>P. quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> 3.3.1-189
Fotografía 3.3.1-76.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> en sector Altiplano Mina - Planta 3.3.1-190
Fotografía 3.3.1-77.	Fisonomía de la formación Matorral - Pajonal hídrico de <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca rigescens</i> en sector Altiplano Mina - Planta 3.3.1-191
Fotografía 3.3.1-78.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca rigescens</i> en sector Altiplano Mina - Planta 3.3.1-192
Fotografía 3.3.1-79.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia curvula</i> 3.3.1-193
Fotografía 3.3.1-80.	Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Phylloscirpus acaulis</i> en sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno 3.3.1-194
Fotografía 3.3.1-81.	Individuo de <i>Metharme lanata</i> avistado en áreas desprovistas de vegetación en el sector Desierto Interior 3.3.1-221
Fotografía 3.3.1-82.	Individuos de <i>Azorella compacta</i> “llareta”, identificadas en cuatro sectores del área de influencia 3.3.1-221
Fotografía 3.3.1-83.	Especies Vulnerables en categoría oficial (RCE): <i>Malesherbia tenuifolia</i> “piojillo” y <i>Myrosmodes nervosa</i> “orquídea kolokolo” 3.3.1-222
Fotografía 3.3.1-84.	Especies Casi Amenazadas en categoría oficial (RCE): <i>Aphyllocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> “monte blanco” y <i>Haageocereus fascicularis</i> “cardón” 3.3.1-223
Fotografía 3.3.1-85.	Especies de helechos clasificadas Casi Amenazadas en categoría oficial (RCE): <i>Asplenium triphyllum</i> y <i>Woodsia montevidensis</i> 3.3.1-224

Fotografía 3.3.1-86.	Especies suculentas clasificadas en Preocupación Menor, en categoría oficial (RCE).....	3.3.1-224
Fotografía 3.3.1-87.	Especies herbáceas clasificadas en Preocupación Menor, en categoría oficial (RCE).....	3.3.1-225
Fotografía 3.3.1-88.	Individuos de <i>Prosopis alba</i> “algarrobo blanco”, avistado en un área denudada del sector Desierto Interior	3.3.1-226
Fotografía 3.3.1-89.	Individuos de <i>Tillandsia landbeckii</i> , “calachunca”, conformando una formación de herbazal en el sector Desierto Costero	3.3.1-226
Fotografía 3.3.1-90.	Formaciones singulares del sector Desierto Costero	3.3.1-233
Fotografía 3.3.1-91.	Algunas formaciones singulares del sector Desierto Interior	3.3.1-249
Fotografía 3.3.1-92.	Formaciones de humedales y matorrales hídricos del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno	3.3.1-321

PLANOS

Plano 3.3.1-00	Plano General
Plano 3.3.1-01	Área Mina (Mina) – Sector Altiplano Mina – Planta
Plano 3.3.1-02	Área Mina (Depósito de Relaves) – Sector Altiplano Mina – Planta
Plano 3.3.1-03	Área Mina – Sector Quebradas Choja - Ramucho
Plano 3.3.1-04	Área Mina – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (Huinquentipa)
Plano 3.3.1-05	Área Mina y Obras Lineales – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (Ornajuno)
Plano 3.3.1-06	Áreas Mina y Obras Lineales – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno y Sector Cordón Occidental (Copaquiri)
Plano 3.3.1-07	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Salar de Coposa)
Plano 3.3.1-08	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Cerro Coposa)
Plano 3.3.1-09	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Quebrada Chora)
Plano 3.3.1-10	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Altiplano)
Plano 3.3.1-11	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Enlace Camino Pintados)
Plano 3.3.1-12	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Cerro Quitala (Cerro Quitala)
Plano 3.3.1-13	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Cordón Paguana)
Plano 3.3.1-14	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Cerro Guatacondo)
Plano 3.3.1-15	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Amincha)

Plano 3.3.1-16	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Pre-cordillera)
Plano 3.3.1-17	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Challacollo)
Plano 3.3.1-18	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Chipana)
Plano 3.3.1-19	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior y Sector Desierto Costero (Salar Bellavista)
Plano 3.3.1-20	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero y Sector Desierto Interior (Lagunas)
Plano 3.3.1-21	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero
Plano 3.3.1-22	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero (Salar Grande)
Plano 3.3.1-23	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Maní)
Plano 3.3.1-24	Área Pampa – Sector Desierto Interior (Pampa)
Plano 3.3.1-25	Área Puerto – Sector Desierto Costero (Puerto)

ANEXOS

Anexo 3.3.1-1	Listado Flora Potencial Otoño 2016 (Archivo Digital)
Anexo 3.3.1-2	Áreas de Interés para la Flora y Vegetación
Anexo 3.3.1-3	Esfuerzo de Muestreo
Anexo 3.3.1-4	Cartografía de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) (Archivo Digital)
Anexo 3.3.1-5	Base de Datos de Flora Vascular (Archivo Digital)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2

CAPÍTULO 3.3.1

“LÍNEA DE BASE PLANTAS VASCULARES (FLORA VASCULAR Y VEGETACIÓN)”

TQB14016-REP-MA-0255

3 LÍNEA DE BASE

3.3 ECOSISTEMAS TERRESTRES

El presente capítulo da cuenta de la caracterización de línea de base del componente biológico Plantas Vasculares (Flora vascular y Vegetación).

3.3.1 Plantas Vasculares (Flora vascular y Vegetación)

3.3.1.1 Introducción

En esta sección, se presenta la caracterización de la Línea de Base del componente Plantas Vasculares (Flora vascular y Vegetación) en el marco del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2 (en adelante el Proyecto). El área de emplazamiento del Proyecto se ubica en la Provincia de Iquique, Región de Tarapacá. Esta abarca desde el nivel del mar, en Puerto Patache en la comuna de Iquique, pasando por la comuna de Pozo Almonte, hasta aproximadamente los 4.500 m s.n.m de la Cordillera de Los Andes en la Comuna de Pica. Desde un punto de vista biogeográfico, el área de influencia está inserta en la región Andina, provincia de la Puna (Morrone, 2001), por lo que su vegetación presenta una fisonomía propia de un clima desértico a semidesértico de montaña, pero con una importante riqueza florística.

Bajo este contexto ambiental, a continuación, se detalla la metodología utilizada y se presentan los resultados del componente catastrado durante nueve campañas estacionales de terreno, realizadas entre otoño de 2014 y otoño de 2016, en el área de influencia del Proyecto que comprende ocho sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B.

Durante el periodo de estudio, la cobertura del muestreo por sectores fue ampliando su superficie o modificando sus límites, conforme se ajustó la ingeniería del Proyecto. En este sentido, cada sector buscó ser relevado de manera tal que se representase su variabilidad anual. Por lo mismo, el análisis comparativo de los resultados por sector se presenta estacionalmente.

En relación a la vegetación, el componente se encuentra descrito a partir de las principales tipologías encontradas, denominadas *formaciones vegetales*. Para las mismas, se entrega información de sus especies y tipos biológicos dominantes, junto a los rangos de altura y de cobertura vegetal. Además, se presenta la composición florística y la abundancia relativa de las especies registradas para cada formación vegetal.

Por otra parte, se presenta la distribución cartográfica y la proporción de ocupación de las formaciones vegetales dentro del área estudiada, así como las implicancias respecto a la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

La flora vascular se describe en cuanto a ubicación, origen geográfico, forma de crecimiento, riqueza, abundancia, endemismo y estado de conservación de las especies. Asimismo, dichos atributos se consideran en relación a su distribución en los tipos de formaciones vegetales hallados en cada sector del área de influencia, entregando índices comunitarios como el de diversidad por tipo de formaciones vegetales.

En este documento, para la caracterización del componente, se realiza primero una descripción a escala regional en base a los antecedentes bibliográficos consultados. Luego, se describe la flora y la vegetación en toda el área de influencia y finalmente se detallan las particularidades encontradas en cada uno de los sectores.

3.3.1.2 Objetivos

El objetivo general del estudio es describir la vegetación y flora vascular terrestre presente en el área de influencia del Proyecto, incluyendo la identificación, ubicación, distribución y estimación de diversidad y abundancia de las especies que componen las formaciones vegetales existentes en el área de influencia, según los requisitos señalados en el artículo 18 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental D.S. N°40/2012 del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), modificado por el D.S. N°8/2014, identificando especialmente aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación, en conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N°19.300/1994 y Ley 20.417/2010 del MMA).

Con este propósito se consideran los siguientes objetivos específicos:

- Identificar, delimitar, describir y representar cartográficamente las formaciones vegetales presentes en el área de influencia definida para el Proyecto.
- Identificar la flora vascular terrestre presente en el área de influencia, determinando su riqueza y el origen geográfico, rango de distribución, tipo biológico, abundancia y estado de conservación de las especies.
- Determinar la riqueza y la abundancia relativa de las especies de flora vascular por formación vegetal presente en los sectores del área de influencia.
- Evaluar cuantitativamente la diversidad de especies vasculares por formación vegetal.

- Identificar aquellas formaciones vegetales afectas a los instrumentos de planificación de gestión del patrimonio establecidos en la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- Identificar singularidades ambientales de la vegetación y flora vascular.

3.3.1.3 Determinación y Justificación del Área de Influencia

El Área de Influencia del componente biológico Plantas Vasculares se ha establecido considerando los impactos ambientales potencialmente significativos sobre éste, así como el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del Proyecto.

La delimitación del área de influencia se realizó con un criterio fisiográfico, mediante un trabajo de fotointerpretación con imágenes satelitales y un análisis de las unidades vegetales homogéneas en torno a las obras proyectadas por el Proyecto. De esta manera, la superficie varía en cada sector, de acuerdo a las obras contenidas, los límites naturales de la vegetación y la topografía del terreno (incluyendo características como: laderas, fondos de quebrada, cumbres, planicies o cambios de pendiente y exposición).

Para fines del presente estudio, se ha establecido la división del área de influencia en ocho sectores (Figura 3.3.1-1 y Figura 3.3.1-2), los que en conjunto comprenden una superficie total de 49.832,5 hectáreas y fueron denominados así:

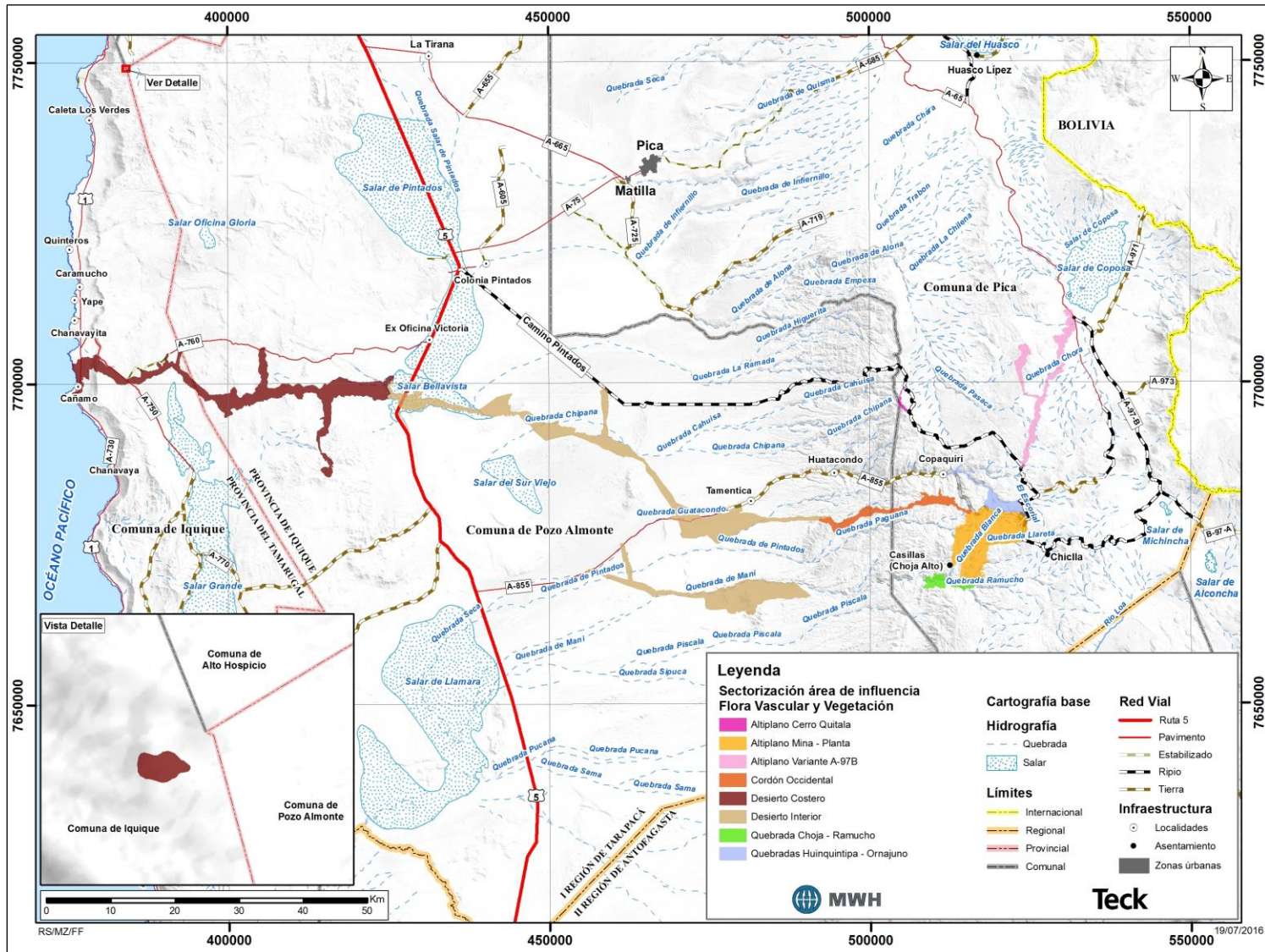
- *Desierto Costero (DC)*: comprende todo el territorio correspondiente a la Cordillera de la Costa y área litoral. En términos de altitud, abarca desde el nivel del mar hasta los 950 m, con una altitud máxima de 1.100 m registrada en la Cordillera de la Costa.
- *Desierto Interior (DI)*: sector que abarca la Pampa del Tamarugal hasta el piedemonte de la Cordillera de los Andes. En términos de altitud, se encuentra entre los 950 y los 2.400 m s.n.m.
- *Cordón Occidental (CO)*: cordón de cerros de la Cordillera de Los Andes, que va subiendo desde el piedemonte cordillerano hasta encontrarse con el sector Altiplano Mina – Planta (4.300 m s.n.m).
- *Quebrada Choja - Ramucho (CR)*: tramo de las Quebrada Choja y Ramucho que se encuentra en la parte baja de la cuenca de la Quebrada Blanca. Esta última toma el nombre de “Choja” cuando confluye con la quebrada Ramucho. En términos de altitud, el sector se distribuye entre la los 3.000 y los 3.700 m s.n.m.
- *Quebradas Huinquintipa - Ornajuno (HO)*: valles que pertenecen a la cuenca de la Quebrada de Guatacondo. El área abarca desde los 3.500 a los 4.400 m s.n.m. de altitud.
- *Altiplano Mina - Planta (MN)*: sector que rodea al área industrial del proyecto y que abarca las serranías y afluentes de la cuenca de la Quebrada Blanca. Geográficamente se inserta entre el Altiplano y los valles cordilleranos occidentales. Se localiza entre los 3.500 y los 4.600 m s.n.m. de altitud.
- *Altiplano Cerro Quitala (CQ)*: cumbre que se encuentra al poniente del camino a Pintados, en el Km 90, aproximadamente. Forma parte de una serranía divisoria entre el área de

cordillera más abrupta y las planicies del este. Abarca un rango altitudinal estrecho, entre los 4.150 y los 4.500 m s.n.m.

- *Altiplano Variante A-97B (VA)*: lomajes y cerros al norte del área industrial, que va desde el camino a Pintados hasta el salar de Coposa. Corresponde a un área inserta en el Altiplano, entre los 4.350 y 4.600 m s.n.m. de altitud.

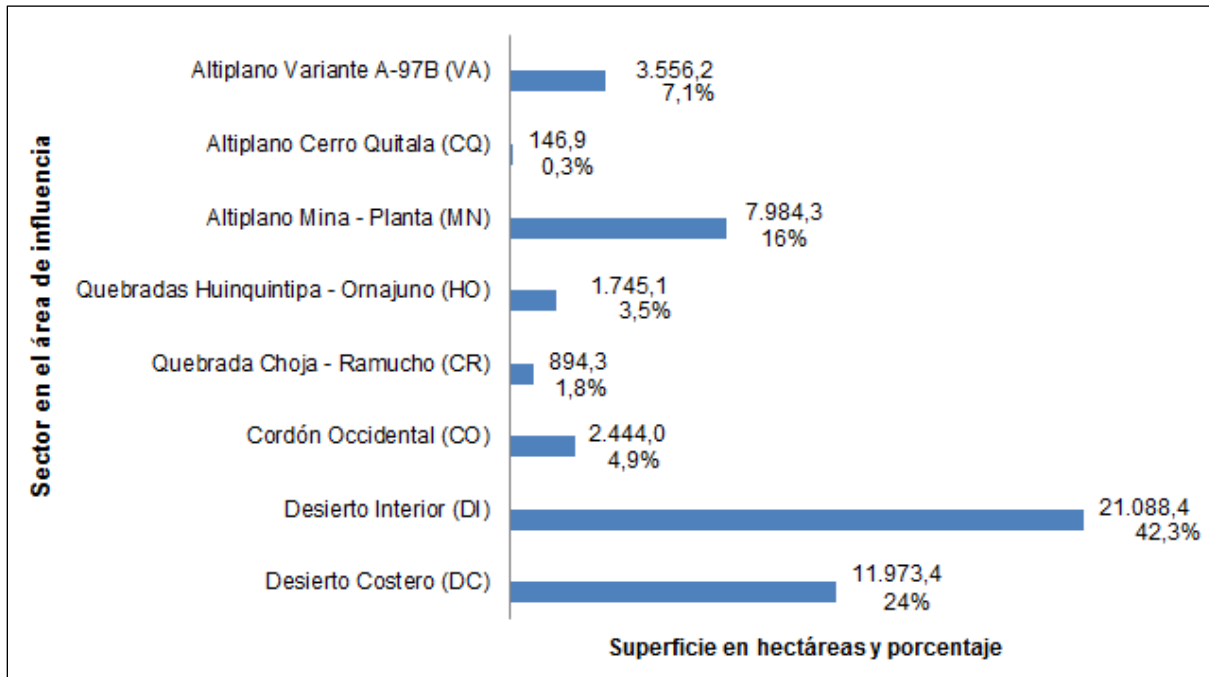
El detalle y justificación de la delimitación de los sectores mencionados se presentan en el Capítulo 2 Determinación y Justificación del Área de Influencia del presente EIA “Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2”.

Figura 3.3.1-1. Representación espacial del área de Influencia y sectorización del componente biológico Plantas Vasculares



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-2. Representatividad de la superficie por sectores en el área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.1.4 Metodología

La caracterización del componente se desarrolló en tres fases: la primera en gabinete orientada a la revisión bibliográfica, planificación y preparación del terreno; luego la prospección del área en terreno; y una última de análisis de los datos, elaboración de informe, elaboración de las capas del Sistema de Información Geográfica de Flora y Vegetación, y cartografía de vegetación (Figura 3.3.1-3). En adelante se describen estas diferentes fases, así como los conceptos empleados en el estudio:

3.3.1.4.1 Conceptos

A continuación, se presentan las definiciones del componente Plantas Vasculares, necesarias para contextualizar la descripción metodológica:

a) *Flora*

El presente estudio comprende la caracterización de la flora vascular del área de influencia. Para tal fin, se entenderá como “flora”, al conjunto de especies vegetales presentes en el área de influencia, caracterizadas taxonómicamente como elementos aislados, de los que interesan las particularidades de cada taxón a nivel de especie, tales como su estado de conservación u origen biogeográfico (Gajardo, 1994). Es decir, entenderemos por flora, a la lista taxonómica de especies y sus características biológicas y de singularidad asociadas.

En particular, la flora vascular está referida a aquellas especies de flora con estructuras internas para la conducción, conformado por xilema y floema, clasificándose en esta definición las categorías taxonómicas de pteridophytas (clase Filicopsida), sphenophytas, gimnospermas (clase Gnetopsida) y angiospermas, éstas últimas clasificadas tradicionalmente en las clases Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Liliopsida (monocotiledóneas) (Teillier, 2006).

Figura 3.3.1-3. Esquema del proceso metodológico empleado para la caracterización del componente en el área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores en base a antecedentes de Etienne & Prado (1982).

b) Vegetación

El enfoque empleado para la descripción de la estructura de la vegetación, consiste en caracterizar y clasificar las comunidades de plantas en *formaciones vegetales*.

Se entenderá como “formación vegetal” al conjunto de plantas, de una o varias especies, que comparten características de forma y comportamiento (Godron, Daget & Emberger, 1968; Etienne & Prado, 1982). Estas características incluyen aspectos estructurales de abundancia, estratificación y cobertura, es decir, es la expresión de la flora en un área determinada, más la dimensión de abundancia, estratificación y dominancia, entre otras. Este enfoque, de tipo fisionómico, está basado en los conceptos de estratificación (referido a la disposición vertical de la vegetación) y cobertura, lo cual permite dar una imagen de la disposición vertical y horizontal de las especies en terreno (*in situ*).

La delimitación y caracterización de las formaciones vegetales se desarrolló en base a una modificación al método de la Carta de Ocupación de Tierras (en adelante COT) descrito por Etienne y Prado (1982). Éste consiste en un proceso de clasificación fisionómica de la vegetación, descrito por los tipos biológicos que se presenten en la comunidad (suculento, herbáceo,

arbustivo o leñoso bajo, y leñoso alto). Además, se caracterizan cada uno de éstos en relación a cobertura, estratificación y especies dominantes:

- La *cobertura* o recubrimiento, representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección horizontal. Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos.
- La *estratificación* constituye el corte vertical en la formación, permitiendo distinguir y clasificar los rangos de altura en los cuales se sitúan los tipos biológicos presentes en la formación vegetal.
- Las *especies dominantes* corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas o abundancia marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal.

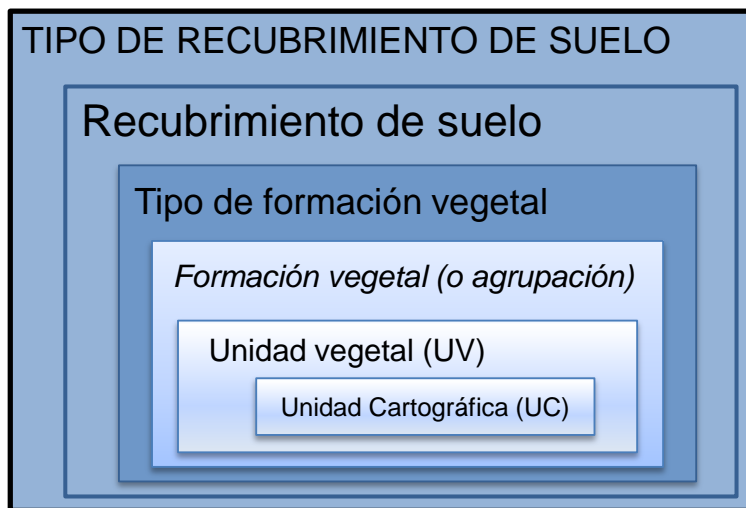
Para la descripción de las formaciones vegetales en el área de influencia, se emplearon distintos niveles de análisis según se representan en la Figura 3.3.1-4 y se definen a continuación:

- *Unidad cartográfica (UC)*: corresponde a un polígono de la cartografía COT. Su código identificador es único.
- *Unidad vegetal (UV)*: conjunto de unidades cartográficas que tienen atributos comunes en términos de la COT, referido al tipo de formación vegetal u otro recubrimiento del suelo, coberturas por tipo biológico y especies dominantes.
- *Formación vegetal*: descrita anteriormente, representada por diferentes unidades vegetales.
- *Tipo de formación vegetal*: conjunto de formaciones vegetales reunidas en base a la representatividad de sus tipos biológicos en términos de dominancia. Esta clasificación se realiza con el fin de hacer un análisis con enfoque ecológico a la vegetación y se diseñó a partir de las categorías del uso de suelo definidas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 1999) y de la clasificación de la vegetación de Chile según distintos autores (Gajardo, 1994; Luebert & Pliscoff, 2006). Ver la lista de tipos y sus definiciones en la
- Tabla 3.3.1-1 y la Tabla 3.3.1-2, respectivamente.
- *Recubrimiento de suelo*: zonificación de los tipos de formaciones vegetales y otras coberturas de la superficie terrestre. Esta clasificación fue realizada a partir de las categorías de uso de suelo¹ definidas para el Catastro y Evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF, 1999). La
- Tabla 3.3.1-1 lista las categorías usadas en el presente estudio.
- *Tipo de recubrimiento de suelo*: conjunto de tipos de recubrimientos de suelo (con vegetación u otros recubrimientos). Para los tipos “con vegetación”, ésta se divide en dos tipos según sus patrones de distribución. Se refiere a vegetación *zonal*, cuando las formaciones vegetales presentan una distribución espacial que responde a elementos

¹ Uso de suelo: Categorías en base a la planificación, estado y regulaciones del uso de la tierra en Chile, que comprenden Áreas urbanas e industriales, Terrenos agrícolas, Bosques, Humedales, Áreas desprovistas de vegetación, Nieves y glaciares, Aguas continentales y Áreas no reconocidas (CONAF, 1999).

característicos de la zona, donde las condiciones climáticas regionales están plenamente expresadas. Se refiere a vegetación *azonal*, cuando las formaciones vegetales presentan una distribución local y/o particular, independiente de las condiciones climáticas regionales, ya que responden a elementos específicos del sitio, como el tipo de suelo, sustrato o humedad (Luebert & Pliscoff, 2006; Font Quer, 1965). En “otros recubrimientos”, se distinguen tres recubrimientos de suelo que no presentan vegetación, ya sea por causas naturales (áreas desprovistas de vegetación) o por causas antrópicas (áreas industriales), y en el caso de los terrenos agrícolas puede existir vegetación, pero “no natural” ya que estaría asociada a diversos cultivos o vegetación natural transformada por la acción de la agricultura.

Figura 3.3.1-4. Esquema de los niveles de análisis de la vegetación en el área de influencia del Proyecto



Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.1.4.2 Procedimiento de trabajo en gabinete

El trabajo de gabinete tuvo como propósito recabar y procesar todos los insumos necesarios para obtener un diseño y planificación del muestreo que se ejecutó en terreno. Los dos procesos fundamentales de esta etapa corresponden la revisión bibliográfica y a la planificación del trabajo en terreno (Figura 3.3.1-3).

a) *Revisión bibliográfica*

Se realizó una revisión de la información técnica existente en estudios científicos y ambientales de la flora y la vegetación a escala regional y local. En este contexto, se revisaron tres aspectos principales: las formaciones y pisos vegetacionales en la Región, la flora potencial y los sitios de interés para la flora y vegetación en torno al Proyecto. Además, la revisión consideró las normativas aplicables (Leyes, Decretos y Reglamentos) y la revisión de los estados de

conservación de la flora potencial (Reglamento de Clasificación de Especies, [RCE]) y Benoit (1989).

a.i) *Clasificación regional: Formaciones y Pisos de vegetación*

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes sistemas biogeográficos de clasificación de la vegetación en Chile, para describir las formaciones vegetales potenciales y determinar *a priori* sus rasgos de interés para dirigir los esfuerzos de muestreo. Para esto, se consideraron principalmente los trabajos de referencia de Gajardo (1994) y de Luebert y Pliscoff (2006).

a.ii) *Flora potencial*

Se generó un listado de flora potencial del área de influencia (Anexo 3.3.1-1), con el objeto de comparar la flora registrada en las sucesivas campañas realizadas en el área de influencia en relación a la flora de la I Región de Tarapacá. Para ello, se utilizó, en primer lugar, el listado florístico de las campañas previas de Teck Quebrada Blanca para el Proyecto Fase I y campañas previas realizadas para el Proyecto Fase 2 (CMTQB, 2014; Faúndez, 2013). Éste fue complementado por el catálogo de flora nativa de las XV y I regiones, del trabajo de Gatica-Castro, Marticorena, Rojas, Arancio y Squeo (2015), que define sus categorías de conservación a nivel regional. Finalmente, el listado fue complementado con la revisión de diferentes autores: Gajardo (1994, 1997); Teillier (1998, 1999); Muñoz-Schick, Pinto, Mesa y Moreira-Muñoz (2001); Luebert (2004); Luebert y Pliscoff (2006); Ahumada y Faúndez (2009); Pinto y Luebert (2009); Trivelli y Valdivia (2009); Pinto (2010); Morales (2012) y Orellana, Altamirano, Henríquez, Ortiz, Espinoza y Poblete (2013). Dichos trabajos detallan listados florísticos para diferentes localidades cercanas o dentro del área de influencia, en la I Región de Tarapacá actual, o bien en la I Región antigua, vigente hasta 2006 (regiones I y XV actuales). En el último en caso de especies citadas para para la antigua I Región, la revisión más actualizada y detallada de Gatica-Castro et al. (2015), permitió en muchos casos detectar y excluir aquellos taxa presentes sólo en la XV Región actual.

Sólo para el caso de taxa citados solo a nivel de género (“sp.”) por estos diferentes autores, se incluyeron las especies de esos géneros presentes en la I Región de Chile de acuerdo al Catálogo de la Flora del Cono Sur de Darwinion, excluyendo aquellos presentes sólo en la XV Región actual de acuerdo a Gatica-Castro et al. (2015). En el listado final, para evitar sobre o subestimaciones, en el caso de que existiera más de un taxa haciendo referencia a una especie (ej. *Pappostipa chrysophylla* y *P. chrysophylla* var. *chrysophylla*), se conservó sólo el nivel superior, de especie (en este ejemplo, *P. chrysophylla*), salvo cuando se trataba de variedades o subespecies establecidas sistemáticamente como tales para la región (ej. *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*). Además, se verificó que las especies listadas presentaran los nombres científicos actualizados hasta la fecha, de acuerdo al catálogo del Cono Sur del Instituto de Botánica Darwinion (www2.darwin.edu.ar; Zuloaga, Morrone & Belgrano, 2008).

Finalmente, la revisión bibliográfica consideró las normativas aplicables (Leyes, Decretos y Reglamentos), rangos de distribución de las especies, orígenes geográficos, tipos biológicos y la

revisión de los estados de conservación nacionales y regionales de la flora de la zona (Reglamento de Clasificación de Especies [RCE]; Benoit, 1989).

a.iii) Sitios de interés para la flora y vegetación

Se realizó una revisión y cruce de información bibliográfica para definir las áreas de interés para flora y vegetación, localizadas en o próximas al área de influencia del Proyecto (ver método detallado en el Anexo 3.3.1-2).

b) Fotointerpretación del recubrimiento de suelo usando imágenes satelitales

La clasificación y elaboración de la cartografía de la vegetación se basó, en primera instancia, en la Carta de Ocupación de Tierras (COT) entregada por Teck Quebrada Blanca, sobre la cual se realizaron ajustes y actualizaciones posteriores, según la información obtenida en forma consecutiva en las distintas campañas de terreno y a través de la incorporación de nuevos sectores al área de influencia.

En base a estos antecedentes, el proceso de fotointerpretación, consistió en la delimitación de unidades homogéneas de vegetación, lo cual se realizó mediante una plataforma SIG, utilizando como material distintos tipos de imágenes satelitales en los sectores que abarcan el área de influencia:

- En el sector Altiplano Mina - Planta, y parte de los sectores Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Cordón Occidental, se usó un mosaico de imágenes satelitales WorldView 2, con fecha de marzo de 2013, con una resolución espacial de 50 centímetros para la banda pancromática y de 1 metro de resolución espacial para las bandas rojo, verde y azul.
- En los sectores Desierto Costero, Desierto Interior, Altiplano Cerro Quitala, Altiplano Variante A-97B y parte de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Cordón Occidental se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución obtenidas de la plataforma Google Earth Pro.
- Para el sector Altiplano Variante A-97B se utilizaron, además, imágenes satelitales "Worldview 2" Multiespectrales, con resolución espectral de 4 bandas y resolución espacial de 2 metros; cuyas fechas de capturas son 25 noviembre 2010 y 27 febrero 2012.
- Como complemento para esta etapa, y como parte de la elaboración de los mapas de análisis, se utilizó además la cartografía Base IGM (1:50.000; 1:250.000).
- Finalmente, se realizó para la campaña de otoño 2016 una actualización de la información fotointerpretada en el área de influencia, con imágenes de la plataforma Google Earth Pro del año en curso (2016). Lo anterior permitió actualizar, principalmente, las obras de infraestructura de las áreas industriales, las que han sufrido las mayores modificaciones (aumento en superficie) en el período de tiempo que ha durado este estudio.

El criterio de delimitación de cada polígono mediante las imágenes satelitales (fotointerpretación), fue la identificación de características homogéneas de color, grano y textura, a una escala

promedio de 1:1.500. Los polígonos resultantes de esta delimitación fueron atribuidos y homologados a alguna de las categorías de recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales listadas en la Tabla 3.3.1-1 y que se encuentran definidas en la Tabla 3.3.1-2.

Al final de este proceso, en una herramienta SIG, se obtuvieron los polígonos que delimitan tipos de recubrimiento de suelo y su clasificación por tipo de formación vegetal cuando correspondiera. El resultado de este proceso fue el principal insumo para generar posteriormente la cartografía que se validó en terreno.

Tabla 3.3.1-1. Categorías de recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales utilizadas en el proceso de fotointerpretación y validación en terreno

TIPO DE RECUBRIMIENTO		Código
RECUBRIMIENTO DE SUELO	Tipo de formación o recubrimiento	
OTROS RECUBRIMIENTOS		
ÁREAS INDUSTRIALES	Centros industriales	1.1
	Suelos removidos	1.2
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	Caja de río	6.1
	Cumbres, afloramientos rocosos	6.2
	Salares	6.3
	Áreas denudadas	6.4
CUERPOS DE AGUA	Lagunas, Lagos, Embalses	5.1
	Ríos	5.2
TERRENOS AGRÍCOLAS	Terrenos agrícolas	7.1
	Terrenos agrícolas abandonados	7.2
VEGETACIÓN ZONAL		
ESTEPAS	Pajonal	2.1
	Herbazal	2.2
	Herbazal con suculentas	2.3
MATORRALES	Matorral	3.1
	Matorral con suculentas	3.2
	Matorral arborescente	3.4
MATORRAL - ESTEPA	Matorral - Pajonal	3.1-2.1
	Matorral - Pajonal con suculentas	3.3-2.1
BOSQUE NATIVO	Bosque nativo	8
VEGETACIÓN AZONAL		
DESIERTO	Herbazal	7.1
	Herbazal con suculentas	7.2
MATORRALES	Matorral hídrico	3.2
MATORRAL - ESTEPA	Matorral hídrico – Pajonal	3.2-2.1
HUMEDALES	Pajonal hídrico	4.1
	Vega	4.2
	Bofedal	4.3
	Formación azonal muerta	4.4

TIPO DE RECUBRIMIENTO		Código
RECUBRIMIENTO DE SUELO	Tipo de formación o recubrimiento	
	Vega - Pajonal hídrico	4.2-4.1
	Bofedal - Pajonal hídrico	4.3-4.1
	Bofedal – Vega	4.3-4.2
MATORRAL - HUMEDAL	Matorral - Pajonal hídrico	3.1-4.1
	Matorral hídrico - Pajonal hídrico	3.2-4.1
	Matorral hídrico - Vega	3.2-4.2
	Matorral hídrico - Bofedal	3.2-4.3

Dónde: Código= es el código que se identifican los tipos de formación por recubrimiento de suelo en formularios de terreno y cartografía COT.

Fuente: Cedrem Consultores en base a Tabla 3.3.1-2.

Tabla 3.3.1-2. Definición de categorías de recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales

CATEGORÍAS	DEFINICIÓN
RECUBRIMIENTOS DE SUELO	
<i>Áreas industriales</i> ¹	Sectores ocupados por instalaciones industriales, caminos y/o suelos removidos por maquinaria pesada. Pueden desarrollarse especies nativas en estas áreas, pero cuyas coberturas son inferiores a un 5%, con una distribución heterogénea en las unidades.
<i>Áreas desprovistas de vegetación</i> ¹	Sectores donde la cubierta vegetal es nula o se limita a individuos aislados, que en conjunto no superan el 5% de cobertura. Se encuentran en esta categoría cumbres y/o afloramientos rocosos, salares, cajas de río y áreas denudadas por efectos de erosión natural.
<i>Cuerpos de agua</i> ¹	Es el curso o volumen de agua natural o artificial, saladas o dulces, oceánicas o continentales superficiales, móviles o estancadas, que cubre parte del territorio, individualizable por sus características naturales, sus usos o por sus límites administrativos. Dentro de esta categoría se encuentran lagos, lagunas, embalses y ríos.
<i>Terrenos agrícolas</i> ¹¹	Sectores donde la cubierta vegetal está conformada por especies de aprovechamiento agrícola. En el presente estudio, se encuentran en esta categoría terrenos de uso agrícola abandonados, en los cuales puede observarse un proceso sucesional de colonización con especies nativas.
<i>Estepa</i> ^{2 y 3}	Superficies cubiertas por vegetación localizada en el cordón andino, determinada principalmente por la altitud y el relieve, adaptadas a climas fríos, desérticos o subdesérticos. Domina el tipo biológico herbáceo, siendo características las plantas pulvinadas, las gramíneas cespitosas y la presencia de especies arbustivas de baja altura. Se incluyen pajonales y herbazales o formaciones mixtas entre éstas y matorrales.
<i>Matorrales</i> ^{5 y 8}	Superficies cubiertas con vegetación donde predomina el tipo biológico arbustivo. Se incluyen distintos tipos de formaciones dependiendo de la dominancia que tenga el estrato arbustivo y los otros estratos acompañantes y/u otras características ecológicas particulares.
<i>Humedales</i> ⁷	Superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, y con desarrollo de vegetación, en la que domina el tipo biológico herbáceo con coberturas que pueden alcanzar el 100%. Se incluyen vegas, bofedales, pajonales hídricos o formaciones mixtas que incluyen combinaciones de las formaciones anteriores.

CATEGORÍAS	DEFINICIÓN
<i>Bosque nativo</i> ^{5 y 10}	Superficies cubiertas por vegetación conformada por especies nativas, provenientes de regeneración natural, o de plantación bajo dosel con especies existentes en el área de distribución original. Pueden tener presencia accidental de especies alóctonas, distribuidas al azar. Predominan las especies cuya forma de vida es arbórea, y cubren una superficie mayor a 0,5 hectáreas con un ancho mínimo de 40 m y con una cobertura del dosel superior a 10% en condiciones áridas y semiáridas y 25% en condiciones más favorables.
<i>Desierto</i> ²	Superficies cubiertas por vegetación escasa o que alcanzan, en condiciones particulares, mayores coberturas, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión. El desarrollo de la vegetación está condicionado a aportes hídricos de carácter local.
<i>Matorral - Estepa</i> ⁸	Superficies cubiertas por vegetación mixta entre formaciones de los recubrimientos matorral y estepa, donde la cobertura de los tipos biológicos arbustivo y herbáceo, es similar. Para la denominación de formaciones dentro de esta categoría, se ha establecido que en formaciones donde la cobertura total es superior al 10%, la diferencia de cobertura entre ambos tipos biológicos debe ser inferior al 25%. Si la diferencia es superior al valor señalado, la formación mixta se denominará de acuerdo al tipo biológico mayormente dominante en la formación. Se identifican distintos tipos de formaciones en el presente estudio, tales como, Matorral - Pajonal, Matorral - Pajonal con suculentas y Matorral hídrico - Pajonal.
<i>Matorral - Humedal</i> ⁹	Superficies cubiertas por vegetación mixta entre formaciones de los recubrimientos matorral y humedal, donde la cobertura del tipo biológico arbustivo y del tipo herbáceo es similar, y están asociadas a disponibilidad superficial de agua de manera permanente o estacional. Para la denominación de formaciones dentro de esta categoría, se ha establecido que en formaciones donde la cobertura total es superior al 10%, la diferencia de cobertura entre ambos tipos biológicos debe ser inferior al 25%. Si la diferencia es superior al valor señalado, la formación mixta se denominará de acuerdo al tipo biológico mayormente dominante en la formación. Se identifican distintos tipos de formaciones en el presente estudio, tales como, Matorral - Pajonal hídrico, Matorral hídrico - Pajonal hídrico, Matorral hídrico - Vega y Matorral hídrico - Bofedal.
TIPOS DE FORMACIONES VEGETALES	
<i>Pajonal</i> ²	Formación vegetal donde la cobertura del tipo biológico herbáceo es dominante y el tipo biológico arbustivo tiene una cobertura <10%. Se ubica en sectores cordilleranos altoandinos sobre los 3.000 m s.n.m., diferenciándose de los herbazales por la dominancia de gramíneas cespitosas, como las del género <i>Pappostipa</i> , <i>Festuca</i> y <i>Deyeuxia</i> .
<i>Herbazal</i> ³	Formación vegetal donde la cobertura del tipo biológico herbáceo es dominante y el tipo biológico arbustivo tiene una cobertura <5%.
<i>Matorral</i> ^{1,3, 4 y 5}	Formación vegetal donde predominan especies arbustivas o arbóreas, el tipo biológico arbóreo constituyendo una cobertura de copa menor al requerido en la definición legal de bosque nativo. El tipo biológico arbustivo es dominante y puede variar entre 5 a más del 75% de cobertura; y el tipo biológico herbáceo puede estar entre 0 y 100%.
<i>Matorral hídrico</i> ⁶	Formación vegetal donde el tipo biológico arbóreo es menor al 5%, el arbustivo es dominante y puede variar entre 5 a más del 75%; y el tipo biológico herbáceo puede estar presente, entre 0 y 100%. Corresponde a formaciones asociadas a disponibilidad superficial de agua de manera permanente o estacional.
<i>Matorral con suculentas</i> ¹	Formación vegetal donde la presencia de suculentas es >5% y la cobertura del tipo biológico arbustivo puede estar entre 5 y 100%.
<i>Matorral arborescente</i> ¹	Formación vegetal de matorral con árboles >2 m de altura en que la cobertura del tipo biológico arbóreo se sitúa entre 5 y 10%, el tipo biológico arbustivo entre 5 a 100% y el tipo biológico herbáceo entre 0 y 100%.

CATEGORÍAS	DEFINICIÓN
<i>Pajonal hídrico</i> ⁷	Formación vegetal donde predomina la cobertura del tipo biológico herbáceo, la que puede variar entre 5 a más del 90% de cobertura; y el tipo biológico arbustivo puede estar presente bajo un 5% de cobertura. Se caracteriza por presentar plantas cespitosas (gramíneas) dominantes con un crecimiento > 40 cm de altura, en sustratos con acumulación moderada a baja de materia orgánica y un contenido de humedad variable alcanzando saturación en periodo estival. Pueden presentar mayores concentraciones de sales en su superficie en relación a bofedales y vegas.
<i>Vega</i> ⁷	Formación vegetal donde predomina la cobertura del tipo biológico herbáceo, que puede variar entre 5 a más del 90% de cobertura; y el tipo biológico arbustivo puede estar presente bajo un 5 % de cobertura. Se caracteriza por presentar plantas rizomatosas dominantes con un crecimiento <40 cm de altura, en sustratos con acumulación muy variable de materia orgánica y un contenido de humedad variable alcanzando al menos su capacidad de campo en periodo estival, o con baja saturación a completamente saturados en vegas salinas.
<i>Bofedal</i> ⁷	Formación vegetal donde predomina la cobertura del tipo biológico herbáceo, la que puede variar entre 5 a más del 90% de cobertura; y el tipo biológico arbustivo puede estar presente bajo un 5 % de cobertura. Se caracteriza por presentar plantas pulvinadas (en cojines) dominantes, con un crecimiento bajo en altura y muy compactos, en sustratos con alto contenido de materia orgánica y un contenido de humedad generalmente permanente, presentando una napa freática alta.
<i>Formación azonal muerta</i> ⁸	Sectores donde la cobertura vegetal (≥50%) se encuentra muerta (deterioro importante de los tejidos que impide una recuperación de los individuos), por lo que existe una pérdida de las características propias de una formación vegetal de humedal. En el caso del presente estudio, las formaciones podrían presentar una alta degradación por lo cual no es posible determinar si correspondió a un bofedal, vega o pajonal hídrico y, por ende, se generaliza su descripción.
<i>Bosque nativo</i> ^{5, 10, 11}	Formación vegetal que puede tener distintos estados de crecimiento, identificados como renoval, adulto y adulto - renoval. Para el caso de este estudio se define bosque nativo en formaciones que presenten una cobertura del dosel superior a 10% con especies arbóreas nativas.

Donde: (1): CONAF, CONAMA y BIRF (1999); (2) Gajardo (1994); (3): Luebert y Pliscoff (2006); (4): Etienne y Prado (1982); (5) CONAF (2014), Guía de Evaluación Ambiental; (6) Faúndez (2013); (7) Definición simplificada por Cedrem Consultores en base a las referencias Ahumada y Faúndez (2009), CONAF, CONAMA y BIRF (1999) y Documento informativo Ramsar No.1 (1971); (8): Cedrem Consultores; (9) Ahumada y Faúndez 2009; (10): artículo 2° de la Ley N° 20.283/2008; (11) Definición adaptada por Cedrem Consultores en Base a las referencias CONAF, CONAMA y BIRF (1999), D.S. N°83/2010 MINAGRI y D.S. N°35/2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

c) *Diseño y tipo de muestreo*

El tipo de muestreo utilizado corresponde al diseño estratificado-dirigido. Los estratos corresponden a los tipos de formaciones vegetales fotointerpretados durante la etapa preliminar. En estos estratos se localizaron los puntos de muestreo, cuya distribución espacial se realizó de manera dirigida por el especialista a cargo, de acuerdo a sus conocimientos y los criterios descritos continuación.

En primer término, los puntos de muestreos se distribuyeron de modo de abarcar la mayor diversidad vegetal del área, intentando comprender, con al menos un muestreo, la mayor proporción de las unidades (polígonos) vegetales fotointerpretadas. Adicionalmente, en las

siguientes campañas se consideraron los siguientes criterios para la definición de los puntos de muestreo:

- Representatividad y homogeneidad espacial de los atributos de la formación a caracterizar, muestreando en una situación tipo o promedio.
- Accesibilidad y condiciones de seguridad.
- Minimizar la sobreposición del muestreo entre puntos.

Cada muestreo, para la caracterización vegetal y la recopilación de inventarios florísticos, correspondió a transectos de 200 m de largo por 4 m de ancho, que conformaron parcelas de 800 m². El área de muestreo así definida, es superior al área mínima de muestreo sugerida para ambientes de praderas y pastizales de 25 m² y a la superficie recomendada para muestreos de formaciones arbustivas de 100 m² (Knapp, 1984). Para el caso de unidades vegetales con una extensión inferior a los 200 m, se realizaron transectos de la longitud correspondiente a la extensión de la unidad vegetal.

d) *Generación de cartografía para el trabajo en terreno*

De acuerdo a los resultados obtenidos de la fotointerpretación y la evaluación de los criterios de muestreo, se procedió a la generación de cartografía de trabajo en terreno, la cual se elaboró a escala 1:10.000 para visualizar la complejidad del área representada. La cartografía incluyó las unidades homogéneas de vegetación generadas con los atributos de formación vegetal y los puntos de muestreo previamente definidos.

La cartografía se utilizó en terreno para marcar los puntos de verificación o validación y las unidades cartográficas que fueron siendo re-muestreadas estacionalmente. Durante este proceso, y posteriormente en gabinete, se hicieron los ajustes correspondientes, cuando en terreno se detectaron errores en la definición de los límites y/o del tipo recubrimiento por la fotointerpretación previa.

3.3.1.4.3 Desarrollo de trabajo en terreno

El trabajo de terreno tuvo como propósito ejecutar el diseño de muestreo preparado en gabinete para recabar los registros de flora y vegetación en el área de influencia. Durante el trabajo de terreno, en los diferentes puntos de muestreo, se relevó información de caracterización vegetal basada en los requerimientos del método COT. Igualmente, se recopiló información para la caracterización de la flora, mediante inventarios florísticos que se basan en las cuantificaciones propuestas por el método Braun-Blanquet (1979).

En la práctica se ejecutaron dos tipos de muestreo: i) puntos COT/FLORA que corresponden a los puntos de muestreo donde se relevó información de la vegetación con el método COT, así como también un transecto donde se realizó el inventario florístico con el método Braun-Blanquet; y, ii) puntos COT, los cuales hacen referencia a avistamientos orientados a describir el componente vegetación y validar unidades en el área que no sean representadas con puntos COT/FLORA, generalmente orientadas a aquellas unidades donde las condiciones de acceso

eran restringidas por seguridad; o bien, en unidades donde se observaron algunos elementos relevantes (Ej. especies en alguna categoría de conservación).

Para recabar la información de terreno, se usaron herramientas de edición digital de planos en GPS cartográfico, los que permiten capturar, editar, analizar, desplegar información geográfica preparada en gabinete y hacer los ajustes necesarios en los límites de las unidades de vegetación.

a) *Esfuerzo de muestreo*

Se efectuó un total de 26 campañas de terreno para muestrear los sectores del área de influencia, repartidas en nueve estaciones entre otoño 2014 y otoño 2016. La Tabla 3.3.1-3 registra el número de campañas y las fechas de realización de éstas.

Cabe mencionar, que el cubrimiento del muestreo por sectores fue ampliando su superficie o modificando sus límites, conforme lo hacía el área de influencia del proyecto. De esta manera, durante la campaña de otoño 2014 fueron muestreados seis de los ocho sectores pertenecientes al área de influencia. En invierno 2014 se suma el sector Altiplano Variante A-97B, y se ampliaron los sectores Quebrada Choja – Ramucho (se agrega parte de la quebrada Ramucho hacia el este y parte de la quebrada Choja hacia el oeste) y Altiplano Mina - Planta (abarcando las laderas de la cuenca de quebrada Blanca que está al sur de la mina y parte de quebrada Jovita).

En primavera de 2014 se amplió nuevamente Altiplano Mina - Planta, se amplía Variante A-97B, Desierto Interior, Desierto Costero y una parte de Cordón Occidental y se incorpora como un sector aparte Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, la continuación de la quebrada Huinquentipa hacia el noroeste y la quebrada de Ornajuno y se agrega por completo el sector Altiplano Cerro Quitala.

A partir de otoño 2015 los muestreos abarcan el área de influencia total al completar el sector Altiplano- Mina Planta con la ampliación de quebrada Jovita y otras áreas menores.

Finalmente, cabe mencionar que las dos últimas campañas, verano 2016 y otoño 2016, estuvieron enfocadas a relevar, por una parte, la información referente a los planes de acción de especies en categoría (parte del capítulo de Evaluación de Impactos), y en cuanto a línea base, aquellas formaciones vegetales con menor representatividad en términos de muestreo hasta esas campañas, las que se encontraban en cinco de los ocho sectores del área de influencia (aquellos de mayor altura). Esto explica el menor esfuerzo de muestreo en línea base de estas campañas estacionales (34 puntos de muestreo en verano 2016; 35 en otoño 2016), en las que no fueron considerados los sectores Desierto Costero, Desierto Interior y Altiplano Cerro Quitala.

Tabla 3.3.1-3. Listado de las campañas de terreno estacionales realizadas en el área de influencia

CAMPAÑA / AÑO	TRABAJO EN TERRENO	FECHA DE VISITA
Otoño 2014	Otoño I	22 al 31 de marzo de 2014
	Otoño II	11 al 20 de abril de 2014
	Otoño III	06 al 13 de junio de 2014
Invierno 2014	Invierno I	04 al 11 de agosto de 2014
	Invierno II	20 al 29 de agosto de 2014
	Invierno III	05 al 14 de septiembre de 2014
Primavera 2014	Primavera I	03 al 12 de noviembre de 2014
	Primavera II	17 al 24 de noviembre de 2014
	Primavera III	01 al 10 de diciembre de 2014
	Primavera IV	03 al 12 de diciembre de 2014
	Primavera V	12 al 18 de diciembre de 2014
Verano 2015	Verano I	15 al 24 de enero de 2015
	Verano II	02 al 11 de marzo de 2015
	Verano III	20 al 21 de marzo de 2015
	Verano IV	20 al 27 de abril de 2015(*)
Otoño 2015	Otoño I	11 al 20 de mayo de 2015
	Otoño II	01 al 10 de junio de 2015
	Otoño III	15 al 19 de junio de 2015
Invierno 2015	Invierno I	01 al 10 de julio de 2015
	Invierno II	03 al 12 de agosto de 2015
	Invierno III	01 al 07 de septiembre de 2015
Primavera 2015	Primavera I	02 al 09 de noviembre de 2015
	Primavera II	30 de noviembre al 07 de diciembre de 2015
	Primavera III	14 al 19 de diciembre de 2015
Verano 2016	Verano I	13 al 22 de enero de 2016
Otoño 2016	Otoño I	28 de marzo al 03 de abril 2016

(*): Esta campaña se consideró durante la estación de verano, producto de la prolongación del invierno altioplánico y con la consiguiente extensión del “verano biológico”. Cabe mencionar, que el importante aumento de las precipitaciones, dificultó el acceso al área de influencia en las fechas calendario de la estación de verano.

Fuente: Cedrem Consultores.

El esfuerzo de muestreo consideró un total de 1.301 puntos de muestreo, realizados en las nueve campañas estacionales, de los cuales 874 (67,2%) fueron relevados en más de una (y hasta en seis) de las campañas (réplicas estacionales). Considerando estas réplicas totales, el esfuerzo total realizado fue de 3.254 puntos de muestreo en las distintas unidades cartográficas que abarcan el área de influencia durante las nueve campañas estacionales. La Tabla 3.3.1-4 detalla el esfuerzo de muestreo realizado por sector y en el Anexo 3.3.1-3 se puede observar la información de los puntos de muestreos relevados por campaña estacional. En este mismo anexo se detalla el esfuerzo de muestreo, en relación a la certidumbre estipulada en el estudio.

Tabla 3.3.1-4. Distribución del muestreo estacional y total de la línea de base vegetación y flora realizado por sectores en el área de influencia

CAMPAÑA	TIPO MUESTREO	SECTOR								MUESTREO TOTAL
		DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	
OTOÑO 2014	N1	48	74	40	3	38	92	0	0	295
	N2	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	TOTAL	48	74	40	3	39	92	0	0	296
INVIERNO 2014	N1	6	20	79	22	38	91	0	40	296
	N2	0	0	0	1	0	1	0	0	2
	R	24	43	26	1	19	45	0	0	158
	TOTAL	30	63	105	24	57	137	0	40	456
PRIMAVERA 2014	N1	15	14	3	6	38	76	5	24	181
	N2	1	0	0	1	0	2	0	0	4
	R	39	56	90	18	27	97	0	40	367
	TOTAL	55	70	93	25	65	175	5	64	552
VERANO 2015	N1	2	8	41	5	28	64	3	23	174
	N2	0	0	0	1	1	6	0	0	8
	R	46	72	49	17	38	113	5	32	372
	TOTAL	48	80	90	23	67	183	8	55	554
OTOÑO 2015	N1	1	13	11	3	10	34	1	4	77
	N2	0	0	0	0	0	1	0	1	2
	R	47	66	61	19	63	131	6	47	440
	TOTAL	48	79	72	22	73	166	7	52	519
INVIERNO 2015	N1	2	7	4	3	12	50	2	5	85
	N2	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	R	35	64	67	22	63	141	6	43	441
	TOTAL	37	71	71	25	75	192	8	48	527
PRIMAVERA 2015	N1	8	47	33	2	12	48	3	7	160
	N2	0	0	3	1	0	1	0	0	5
	R	13	32	20	5	8	35	0	3	116
	TOTAL	21	79	56	8	20	84	3	10	281
VERANO 2016	N1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R	0	0	2	1	6	21	0	3	33
	TOTAL	0	0	2	1	6	22	0	3	34

CAMPAÑA	TIPO MUESTREO	SECTOR								MUESTREO TOTAL
		DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	
OTOÑO 2016	N1	0	0	1	0	1	7	0	0	9
	N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R	0	0	2	1	6	14	0	3	26
	TOTAL	0	0	3	1	7	21	0	3	35
MUESTREO TOTAL*	N1	82	183	212	44	177	463	14	103	1.278
	N2	1	0	3	4	2	12	0	1	23
	Total N	83	183	215	48	179	475	14	104	1.301
	R	204	333	317	84	230	597	17	171	1.953
	TOTAL SECTOR	287	516	532	132	409	1.072	31	275	3.254

Dónde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B;

N1: se refiere a muestreos COT/FLORA con relevamiento de la vegetación según el método COT y de inventarios florísticos; N2: hace referencia al tipo de muestreo COT; R: réplica estacional del muestreo en la misma unidad cartográfica.

* Sobre el muestreo total, 37 puntos fueron relevados como muestreo tipo COT en al menos una campaña estacional; 18 de estos fueron relevados una sola vez (o más veces, pero siempre como punto COT), permaneciendo como puntos COT y a 19 se les realizó inventario florístico COT/FLORA inicial o posteriormente, por lo que fueron contados en ambos tipos de registros, lo que implica que la suma de N2 por campaña no necesariamente coincide con el valor Total N.

Fuente: Cedrem Consultores.

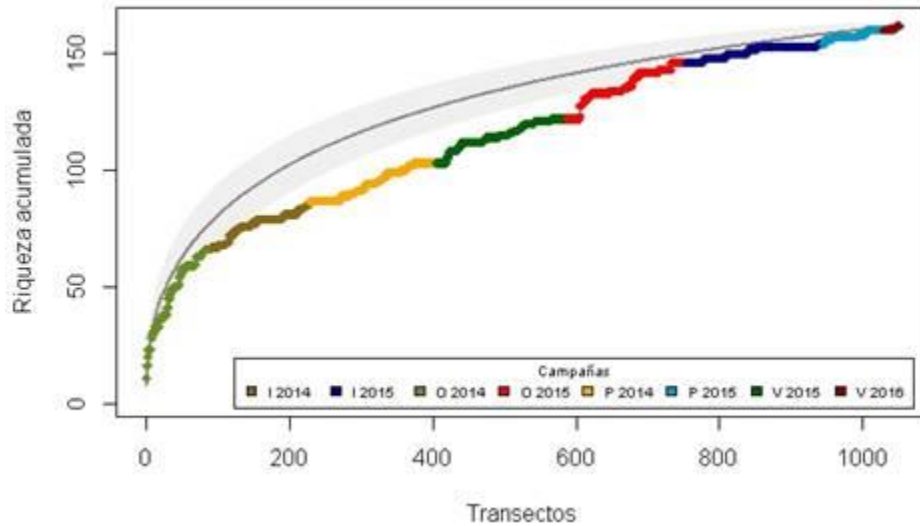
Todos los puntos de fuentes de información florística (puntos COT y COT/FLORA, así como las unidades cartográficas muestreadas) fueron registrados y posicionados a través de un GPS navegador. En el Anexo 3.3.1-3 se observan las coordenadas, altitud y tipo de formación relevada por punto de muestreo.

Adicionalmente, se generaron curvas de acumulación de especies en todos los sectores del área de influencia, de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado en ellos. Estas curvas, son utilizadas para comparar comunidades a partir de sus propiedades en términos de diversidad, usando distintas funciones de acumulación (The R Core Team, 2015). Una curva de acumulación registra el número de especies (u otra categoría taxonómica) observadas a medida que se agregan individuos o muestras al inventario total de datos colectados (Figura 3.3.1-5). Las curvas de acumulación pueden estar construidas a partir de individuos (ej. Robbins, Sauer, Greenberg & Droege, 1989) o a partir de muestras (ej. Novotny & Basset, 2000).

El método utilizado fue propuesto por Chiarucci, Bacaro y Rocchini (2008), el cual estima la riqueza acumulada usando el método de rarefacción o bien conocido como estimador Mao Tau (Colwell et al. 2012). El método se basa en el cálculo del valor promedio de riqueza acumulada, a partir de todas las permutaciones posibles entre las muestras, sin reposición. Este cálculo incorporó el orden de ocurrencia de los muestreos por campaña (en los resultados presentados en el Anexo 3.3.1-3 estos cálculos corresponden al gráfico de puntos). Seguidamente se ajustó una curva no-lineal basada en una ecuación analítica para interpolar los valores generados por el método Mao Tau. La curva de ajuste consideró como restricciones, que los puntos de inicio y final correspondieran a 0 y a la riqueza total acumulada (real), respectivamente. Además, se estimó la desviación estándar basada en una extrapolación del número de especies registradas entre los puntos de muestreo del análisis (i.e. diversidad gamma). El parámetro de puntos de muestreo utilizado en la generación de las curvas, se contabilizó como los puntos visitados por campaña que aportaron a la riqueza del sector. Dichos análisis fueron realizados con el paquete “vegan” en el software R (The R Core Team, 2015).

La curva resultante de este ajuste y su intervalo de confianza se presentan de color gris en el ejemplo de la Figura 3.3.1-5. Los resultados se presentan en el Anexo 3.3.1-3.

Figura 3.3.1-5. Ejemplo de curva de acumulación de especies (línea gris) en relación al esfuerzo de muestreo por campañas estacionales



Donde: Línea gris = curva acumulación; Sombreado gris = intervalo de confianza 95%; Puntos de colores = transectos en orden cronológico según campañas estacionales.
 Fuente: Cedrem Consultores.

b) Caracterización vegetacional

El levantamiento de la información en terreno se realizó recogiendo todos los atributos requeridos por la metodología de la COT (Etienne & Prado 1982), que describe la vegetación desde una perspectiva fisionómica. El relevamiento, según este método COT consideró el siguiente procedimiento para el catastro de información:

- Validación en terreno de la delimitación de unidades cartográficas (realizada mediante fotointerpretación en gabinete);
- En cada unidad cartográfica, estratificación de la comunidad vegetal según tipo biológico y determinación en cada estrato de las especies dominantes, definidas como aquellas especies que presentan el mayor porcentaje de cobertura (Etienne & Prado 1982);
- Caracterización en términos estructurales de cada unidad cartográfica con vegetación: registro de la cobertura por tipo biológico y, para las especies dominantes, de su altura y cobertura vegetal;
- Reconocimiento de la composición florística de cada unidad descrita;
- Determinación cualitativa del relieve y la topografía de la unidad.
- Reconocimiento de los atributos que describen el estado de la vegetación, orientado a determinar su grado de alteración en cada unidad cartográfica.

Considerando la extensión del área de influencia, se recorrieron en vehículo y en forma pedestre, las unidades cartográficas más representativas de las formaciones vegetales presentes en el área de influencia, que estuvieran ubicadas en lugares accesibles y/o libres de peligos.

En cada punto de muestreo se georreferenció con GPS sus coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) en *Datum* WGS 84 19S y se adicionó un registro fotográfico de la formación vegetal.

En cada unidad cartográfica muestreada, para la estratificación de la vegetación, se usaron los cuatro tipos biológicos definidos por Godron et al. (1968) y sobre éstos se sumó la información de las especies dominantes, las cuales se codificaron de acuerdo a la metodología COT, con dos letras: la primera del género y la primera del nombre específico (ver Tabla 3.3.1-5).

Tabla 3.3.1-5. Estratificación por tipos biológicos y codificación de especies dominantes

TIPO BIOLÓGICO	CÓDIGO DEL TIPO BIOLÓGICO	CODIFICACIÓN DE ESPECIES DOMINANTES SEGÚN TIPO BIOLÓGICO		
		GÉNERO	ESPECIE	EJEMPLO CODIFICACIÓN
Herbáceo	H	Minúscula	Minúscula	<i>Pappostipa frigida</i> : pf
Leñoso Bajo	LB	Mayúscula	Minúscula	<i>Baccharis tola</i> : Bt
Leñoso Alto	LA	Mayúscula	Mayúscula	<i>Polylepis tarapacana</i> : PT
Suculento	S	Minúscula	Mayúscula	<i>Maihueniopsis boliviana</i> : mB

Fuente: Elaboración en base a Etienne & Prado (1982).

A medida que la riqueza registrada en el área de influencia aumentaba, se fueron dando muchas veces casos de coincidencia en las iniciales de los nombres científicos de las especies. Por esta razón, y para facilitar el manejo de la base datos, se optó por adaptar esta metodología de codificación, asignando a los casos en que el código de la especie ya existía, tres letras al código², jugando con las segundas o terceras letras de los nombres genérico y específico, buscando que el código generado “recordara” siempre el nombre de la especie, ver Tabla 3.3.1-6.

Tabla 3.3.1-6. Ejemplo de la adaptación de la codificación de especies a partir de la metodología COT

ESPECIE	CÓDIGO
<i>Neuontobotrys lanata</i> (Walp.) Al-Shehbaz	nl
<i>Neuontobotrys linearifolia</i> (Kuntze) Al-Shehbaz	ni
<i>Nicotiana longibracteata</i> Phil.	nil

Fuente: Cedrem Consultores.

Para la caracterización estructural, fueron estimados visualmente en terreno los rangos de cobertura por tipo biológico, y para las especies dominantes se registraron los rangos de altura y cobertura vegetal. Estos rangos se codificaron de acuerdo a los valores señalados en la Tabla 3.3.1-7 y la Tabla 3.3.1-8.

² O hasta cuatro letras en el caso de los taxa identificados a nivel de especie (“sp”), como por ejemplo *Neuontobotrys sp.* = nesp

Posterior a la caracterización vegetal, y a la realización del inventario florístico, se efectuó la caracterización del relieve y topografía de la unidad. Esto se realizó siguiendo el procedimiento utilizado para la generación del Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF – Comisión Nacional de Medio Ambiente [CONAMA] – Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento [BIRF], 1999). La Tabla 3.3.1-9 presenta las diferentes categorías de posición topográfica utilizadas para el área de influencia del proyecto. Además, se llevó un registro de las variables exposición, altitud y pendiente representativa de la unidad cartográfica.

Finalmente se evaluó el grado de alteración de la vegetación, a través de un índice, en relación a su condición inicial o natural, y/o de su grado de intervención antrópica. Este grado se determinó visualmente en terreno de acuerdo a los criterios semi-cuantitativos señalados en la Tabla 3.3.1-10.

Tabla 3.3.1-7. Rangos de valores y codificación para la cobertura vegetal registrada según los tipos biológicos y especies dominantes al interior de cada unidad cartográfica

COBERTURA (%)	DENSIDAD	CÓDIGO
1 – 5	Muy escasa	1
5 – 10	Escasa	2
10 – 25	Muy clara	3
25 – 50	Clara	4
50 – 75	Poco densa	5
75 – 90	Densa	6
90 – 100	Muy densa	7

Fuente: Etienne y Prado (1982).

Tabla 3.3.1-8. Rangos de altura registrados por especie dominante en los tipos biológicos presentes al interior de cada unidad cartográfica

TIPO BIOLÓGICO	RANGO DE ALTURA (M)	CÓDIGO
Suculentas (S) Herbáceas (H) Arbustos (Leñoso Bajo: LB)	0 – 0,05	1
	0,05-0,25	2
	0,25 -0,50	3
	0,5 – 1	4
	1 – 2	5
	> 2	6
Árboles (Leñoso Alto: LA)	< 2	7
	2 – 4	8
	4 – 8	9
	8 - 12	10
	> 12	11

Fuente: Elaboración en base a Etienne & Prado (1982).

Tabla 3.3.1-9. Categorías y codificación de la posición topográfica registrada en las unidades cartográficas de muestreo

POSICIÓN TOPOGRÁFICA	CÓDIGO
Terreno plano	1
Terraza	2
Cumbre escarpada	3
Cumbre redondeada	4
Alto ladera	5
Media ladera	6
Bajo ladera	7
Ladera escarpada	8
Depresión abierta	9
Depresión cerrada	10
Ladera	11
Lomajes	12
Dunas	13

Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF (1999).

Tabla 3.3.1-10. Caracterización del grado de alteración de la vegetación en las unidades cartográficas de muestreo

GRADO DE ALTERACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
Vegetación en estado natural	Estructura primaria no modificada. Composición florística autóctona y con individuos mayoritariamente sin daños por agentes bióticos o abióticos. Sin signos evidentes de intervención antrópica.	1
Vegetación alterada	Estructura primaria modificada. Composición florística principalmente autóctona. La vegetación puede presentar daños en los individuos (bióticos, abióticos y/o antrópicos) o evidencias de intervención antrópica hasta en un 30% de su cobertura. (Ej: Explotación, corta, descepado; movimientos de tierra, presencia de caminos u otras interrupciones en la continuidad de las formaciones vegetales).	2
Vegetación deteriorada	Estructura primaria y composición florística modificada, con probable presencia de especies de origen alóctono. La vegetación puede presentar daños en los individuos (bióticos, abióticos y/o antrópicos) o evidencias de intervención antrópica, en más de un 30% de su cobertura.	3
Vegetación muerta	Sectores donde la cobertura vegetal ($\geq 50\%$) se encuentra muerta (deterioro importante de los tejidos que impide una recuperación de los individuos), por lo que existe una pérdida de las características propias de la formación vegetal original.	4

Fuente: Cedrem Consultores.

c) *Caracterización florística*

El registro de la flora vascular terrestre se realizó por observación directa en los puntos de muestreo catalogados como COT/FLORA, los cuales fueron distribuidos en las unidades cartográficas delimitadas previamente (fotointerpretadas), a modo de abarcar la mayor diversidad vegetal del área, según los criterios explicados anteriormente.

En cada transecto de muestreo (200 m x 4 m), se realizó un inventario de la flora presente, registrando el nombre científico de la especie y la estimación de su abundancia relativa por medio de la metodología de Braun-Blanquet de 1979 (ver Tabla 3.3.1-11).

De acuerdo a esta escala de abundancia/cobertura de Braun-Blanquet, se segregaron tres rangos de abundancia para las especies menos abundantes (<5%). A su vez se incorpora el valor “p” para especies observadas fuera de la unidad de muestreo, pero que son relevantes para el inventario florístico, ya que son parte de la composición florística de la formación vegetal dentro de la cual se definió la unidad de muestreo.

Tabla 3.3.1-11. Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979)

RANGO DE ABUNDANCIA RELATIVA	CÓDIGO
Registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal.	p
1 a 2 individuos, cobertura muy baja menor al 0,1%.	r
Más individuos con mayor cobertura, pero menor al 1%.	+
Varios individuos, pero con cobertura menor al 5%.	1
Cobertura del 5 al 25%	2
Cobertura del 25 al 50%	3
Cobertura del 50 al 75%	4
Cobertura mayor al 75%	5

Fuente: Cedrem Consultores en base a Braun-Blanquet (1979).

Parte de la información recopilada, provino de registros adicionales catalogados COT, localizados fuera de las unidades de muestreo (transectos) y que corresponden a capturas puntuales de información de una o varias especies. Por lo general, éstas se efectuaron en los recorridos por los sectores aledaños a los transectos, con la finalidad de catastrar las especies no registradas en las unidades de muestreo o la presencia de aquellas listadas en alguna categoría de conservación.

Para establecer la riqueza y composición de las especies, la identificación de la mayoría de los taxa se realizó en terreno, a partir de la experiencia y conocimiento de cada profesional. Estos nombres científicos asignados en terreno, se consideraron provisorios; y a través del registro de sus coordenadas (en *datum* WGS 84, Huso 19 S), cada registro florístico fue asociado a un

número de fotografía y a un código de herbario (código de colecta único), de modo de confirmar, afinar o corregir su identificación posteriormente en gabinete.

Las formas de crecimiento y/o tipos biológicos considerados para el inventario florístico en terreno fueron:

- Árboles: Especies de fuste generalmente leñoso, que en su estado adulto y en condiciones normales de hábitat puede alcanzar, a lo menos, cinco metros de altura, o una menor en condiciones ambientales que limiten su desarrollo (Ley 20.283).
- Arbustos: Especies leñosas, ramificadas desde la base que alcanzan alturas máximas aproximadas a 2 metros (Ettiene & Prado, 1982).
- Hierbas perennes: Especies de tejidos no lignificados, cuyo ciclo de vida se concluye en varios años, dado que poseen órganos de resistencia que, durante estaciones desfavorables, se mantienen -como raíces, rizomas, bulbos o tubérculos subterráneos en estado de letargo-, a partir de los cuales rebrotan (Raven, Evert & Eichhorn, 1992, modificado).
- Hierbas anuales: Especies de tejidos no lignificados, cuyo ciclo de vida completo se concluye en una estación. Sobreviven a estaciones desfavorables mediante semillas en latencia, las cuales hacen de nexo entre una estación de crecimiento y la siguiente (Raven et al. 1992, modificado).
- Parásitas: Especies heterótrofas, principalmente herbáceas, que dependen total o parcialmente de otros individuos para su subsistencia, por lo que viven a expensas de otras plantas, de las que toman agua y nutrientes para cumplir su ciclo de vida (Marticorena, Alarcón, Abello & Atala, 2010, modificado).
- Suculentas: Especies que presentan una fisiología muy particular, en cuanto al almacenamiento de agua y a la fijación de anhídrido carbónico. Sus hojas, tallos y/o raíces son más carnosas de lo habitual, debido al desarrollo de tejidos de almacenamiento de agua, entre otros rasgos, asociados a su carácter xerofítico (Benoit, 1989; Señoret & Acosta, 2013, modificado). En este estudio se consideran como suculentas sólo a las cactáceas, ya que no se encontró especies con características de suculenta pertenecientes a otras familias.

d) *Caracterización de variables de sitio para humedales*

En las formaciones de humedales, de manera complementaria a la caracterización de flora y vegetación, se estimaron ciertas variables de sitio como características del suelo e hidromorfismo. Estas variables son:

- El contenido de materia orgánica: se estimó en terreno según lo establecido en la Tabla 3.3.1-12. Para efectos de evaluar el contenido de materia orgánica en terreno, se procedió a tomar una muestra de suelo de 5 cm de largo por 5 cm de ancho y 10 cm de profundidad, identificando, en los primeros cinco cm de profundidad de la muestra, las características de color y/o textura del suelo y/o contenido de humus.

- El porcentaje de afloramientos salinos: se estimó visualmente en terreno, según lo señalado en la Tabla 3.3.1-13.
- El contenido de humedad del suelo: se caracterizó cualitativamente señalando las condiciones de saturación, como suelo “no saturado”, “saturado” o “sobresaturado”, según lo señalado en la Tabla 3.3.1-14. Además, se indicó la presencia de escurrimiento superficial de agua.
- La distribución espacial de la vegetación de las formaciones de humedales: se caracterizó visualmente en términos de cubrimiento, como “homogénea” (continua) o “parchosa” (discontinua).

Tabla 3.3.1-12. Rangos de contenido de materia orgánica utilizados para caracterización de suelo en humedales

RANGO DE MATERIA ORGÁNICA (%)	CARACTERÍSTICAS	CONTENIDO
< 3	Color: Pardo, gris claro o gris; Suelo: textura arenosa, pobre en humus - moderadamente húmico o textura franca, muy pobre en humus - pobre en humus	Muy Bajo
(3 - 10)	Color: Pardo o gris oscuros; Suelo: textura arenosa, húmico - rico en humus o textura franca, moderadamente húmico - húmico.	Bajo
(10 - 20)	Color: Gris negro; Suelo: textura arenosa, muy rico en humus - anmoor (=preturba) o textura franca, rico en humus - muy rico en humus	Medio
>20	Color: Negro; Suelo: textura arenosa, turba o textura franca anmoor (=preturba) – turba	Alto

Fuente: Cedrem Consultores y en base a Schlatter, Grez y Gerding (2003).

Tabla 3.3.1-13. Porcentaje de afloramientos salinos en formaciones de humedales

CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
< 10% de superficie cubierta por costras salinas.	1
10-30% de superficie cubierta por costras salinas.	2
30-50% de superficie cubierta por costras salinas.	3
50-80% de superficie cubierta por costras salinas.	4
> 80% de superficie cubierta por costras salinas.	5

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-14. Contenido de humedad del suelo en formaciones de humedales

CONTENIDO HUMEDAD DEL SUELO	CARACTERÍSTICAS
No saturado	Cuando el suelo no se encuentra en su límite superior de almacenamiento de agua o en su capacidad de campo
Saturado	Cuando el suelo se encuentra en su límite superior de almacenamiento de agua o en su capacidad de campo
Sobresaturado	Cuando el suelo sobrepasa su límite superior de almacenamiento de agua o su capacidad de campo, por lo tanto, se observa un suelo anegado

Fuente: Cedrem Consultores y en base a Schlatter, Grez y Gerding (2003).

e) *Caracterización de variables para bosque nativo*

En las formaciones de bosque nativo, de manera complementaria a la caracterización de flora y vegetación, se estimaron ciertas variables cualitativas de su estructura y de su estado de desarrollo. Estas variables se presentan en la Tabla 3.3.1-15 y Tabla 3.3.1-16 a continuación:

Tabla 3.3.1-15. Categorías de estructura utilizadas para caracterizar formaciones de bosque nativo

ESTRUCTURA (BOSQUES)	NIVEL	CÓDIGO
Monte alto irregular	Formación de varios estratos (o multietáneo) originada por semillas	1
Monte alto regular	Formación de un solo estrato (o coetáneo) originada por semillas	2
Monte medio	Formación proveniente de semillas y de renuevo de tocones	3
Monte bajo	Formación de un solo estrato proveniente netamente de renuevo de tocones	4

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-16 Categorías de estado de desarrollo utilizadas para caracterizar formaciones de bosque nativo

ESTADO DE DESARROLLO	NIVEL	CÓDIGO
Adulto	Formación mayoritariamente compuesta por individuos en estado totalmente desarrollado. Estructura y fisonomía estable (en bosques corresponde a partir de fustales)	1
Juvenil	Formación en crecimiento. Presencia de más de un estado de desarrollo (varios estratos). Estructura y fisonomía variará en el tiempo hasta alcanzar un estado estable (en bosques corresponde a monte bravo y latizales)	2
En regeneración	Formación mayoritariamente compuesta por individuos en estadios de crecimiento iniciales (plántulas)	3

Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.1.4.4 Trabajo de Gabinete - Análisis de datos

a) *Análisis de vegetación*

Toda la información recogida en el muestreo, fue ordenada y almacenada digitalmente en una base de datos de consulta (Anexo 3.3.1-4).

Dado que el análisis de la vegetación es dependiente de la identificación florística, se realizó una revisión de las muestras botánicas colectadas y de las especies registradas y fotografiadas, para asegurar su identificación taxonómica.

Posteriormente, se desarrolló un trabajo de revisión y sistematización de la información, comparando la información proveniente de los formularios con los registros de COT y de flora para las especies dominantes con nombres científicos verificados, y las fotografías de terreno. Esto, en conjunto con las observaciones provenientes de terreno, permitió validar o reclasificar las distintas unidades homogéneas catastradas en los tipos de recubrimiento de suelo y los tipos de formaciones vegetales, señalados anteriormente en la Tabla 3.3.1-1.

Además, se hizo una revisión de las especies en categoría de conservación y/o protección, y de las especies listadas en el Decreto N°68/2009 del Ministerio de Agricultura.

A partir de los registros relevados en las unidades cartográficas, se construyó una base de datos y una cobertura digital en formato *shape* de la cartografía COT. De esta manera, se caracterizó la vegetación (u otro recubrimiento si correspondiese), incluyendo los siguientes aspectos y atributos:

- *Información de referencia:* código punto de muestreo, coordenadas UTM y altitud, sector del proyecto;
- *Atributos de caracterización de la vegetación:* recubrimiento del suelo, tipo de formación, formación vegetal, especies dominantes y rango de cobertura por tipo biológico; rangos de altura y cobertura por especie dominante;
- *Atributos topográficos de sitio:* altitud, posición topográfica, exposición y pendiente;
- *Atributos ambientales y singularidad de la unidad,* en base a diferentes atributos: grado de alteración; grado de representatividad y riqueza florística de la vegetación; localización en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definido en las estrategias regionales (para este análisis ver Anexo 3.3.1-2 Áreas de interés para la flora y vegetación); variables de sitio en el caso de humedales; presencia de especies endémicas y/o con distribución restringida a la I Región de Tarapacá, de especies en categoría de conservación de acuerdo a diferentes listas nacionales o con protecciones especiales (D.S. 366/1944); y de especies xerofíticas incluidas en el Decreto N° 68/2009 del Ministerio de Agricultura, evaluándose para este último caso si la unidad corresponde a formación xerofítica. Estos atributos siguen los criterios indicados en la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2014) y la Guía para la descripción del área de influencia (Servicio de Evaluación Ambiental [SEA], 2015), para establecer la singularidad ambiental de la vegetación.

A continuación, se describen los procesos llevados a cabo para lograr analizar la información en gabinete y así describir en el área de influencia, los atributos de la vegetación recientemente listados:

a.i) Generalización espacial de los atributos registrados para la vegetación

Una vez sistematizados todos los registros de terreno de la cartografía COT en su última versión, se determinaron las unidades o polígonos remanentes sin visita en terreno. Para estos casos, se realizó un proceso de generalización espacial de la información, que consistió en la extrapolación u homologación de los atributos de *caracterización de la vegetación*, desde las unidades con información, a los polígonos restantes sin ella. Para este proceso, se utilizó el principio de fotointerpretación usando las imágenes satelitales disponibles en una plataforma SIG.

El proceso de generalización espacial de la información vegetal, se realizó analizando en las imágenes satelitales los siguientes criterios de coincidencia entre polígonos:

- Patrones de tonalidad, textura y estructura.
- Cercanía a otras formaciones similares, el hábitat (particularmente en las formaciones asociadas a vegas o bofedales).
- Patrones ecológicos de la vegetación descritos en la literatura, siguiendo por ejemplo la correspondencia con los pisos de vegetación descritos por Luebert y Pliscoff (2006) y las formaciones vegetales de Gajardo (1994).

En la base de datos de la cartografía de vegetación (formato *shape*) se indica el nivel de certidumbre de cada polígono, indicando si la información de los mismos fue obtenida en terreno, mediante muestreo (certidumbre 1) o avistamiento (certidumbre 2) de un especialista; o bien, por antecedentes de campañas previas de Teck (certidumbre 3), o por una homologación cartográfica por fotointerpretación (certidumbre 4). Esta información se presenta en el Anexo 3.3.1-3b.

a.ii) Codificación de las unidades vegetales y cartográficas

La Unidad Vegetal (UV) corresponde al conjunto de unidades cartográficas homogéneas, que comparten los mismos atributos de recubrimiento de suelo, tipo de formación, estructura y composición según nomenclatura COT. En formaciones vegetales, específicamente comparten valores de coberturas por tipo biológico y especies dominantes.

La codificación UV corresponde a un código mixto de letras y números: las primeras letras aluden al sector (ej. MN para Altiplano Mina Planta), las que, además, van acompañadas por un número identificador de la UV (ver ejemplos en la Tabla 3.3.1-17).

El segundo codificador identifica, con un código único, a cada una de las Unidades Cartográficas (UC) que componen una UV. Este código se encuentra en función del código UV al que pertenecen, acompañado de un número correlativo asociado al número de polígonos presentes en cada sector (ver ejemplos en la Tabla 3.3.1-17).

Tabla 3.3.1-17. Ejemplos de codificación de las unidades vegetales homogéneas según análisis de recubrimiento de suelo y tipo de formación según nomenclatura COT

EJEMPLO	RECUBRIMIENTO DE SUELO	TIPO DE FORMACIÓN	ATRIBUTOS COT		EJEMPLO CODIFICACIÓN	
			Tipo biológico / Cobertura	Especies dominantes	UV	UC
SECTOR: ALTIPLANO MINA PLANTA (MN)						
1	Humedales	Bofedal	H6	oa	MN-187	MN-187-198
2	Humedales	Bofedal	H7	oa	MN-188	MN-188-199
3	Humedales	Bofedal	H7	oa		MN-188-200
4	Matorral - Estepa	Matorral - Pajonal	LB3 H3	Pq Bt fc pf	MN-134	MN -134-201
5	Matorral - Estepa	Matorral - Pajonal	LB3 H3	Pq Bt pf	MN -135	MN -135-202
6	Matorrales	Matorral con suculentas	LB3 S3	Eb mB	MN -193	MN -193-147

Donde: COT: Carta de Ocupación de Tierras; Tipos biológicos: (LB): Leñoso bajo, (H): Herbáceo, (S) Suculento. Coberturas: (3): muy clara (10-25 %), (6): densa (75-90 %), (7) muy densa (90-100 %). Especies dominantes: fc: *Festuca chrysophylla*, Pq: *Parastrephia quadrangularis*, oa: *Oxychloë andina*, Bt: *Baccharis tola*, pf: *Pappostipa frigida*, Eb: *Ephedra breana*, mB: *Maihueiopsis boliviana*.

Fuente: Cedrem Consultores.

a.iii) *Denominación de las formaciones vegetales*

De las distintas UV identificadas, fueron agrupadas aquellas homogéneas en cuanto a la cobertura por tipo biológico y a las especies dominantes. Estas agrupaciones corresponden a las diferentes *formaciones vegetales* en el área de influencia, determinadas así por la representatividad del tipo biológico y las especies dominantes en cada estrato. En la Tabla 3.3.1-18 se observan algunos ejemplos de cómo se denominan finalmente las formaciones vegetales, siguiendo los ejemplos de codificación de la UV que fueron presentados en la Tabla 3.3.1-17.

Tabla 3.3.1-18. Ejemplos de la denominación de las formaciones vegetales realizada a partir de la codificación de las unidades vegetales (UV)

EJEMPLO	CÓDIGO UV	DESCRIPCIÓN UV	FORMACIÓN VEGETAL
SECTOR: ALTIPLANO MINA PLANTA			
1	MN-187	Bofedal denso	Bofedal de <i>Oxychloë andina</i>
2	MN -188	Bofedal muy denso	
3	MN -188		
4	MN -134	Matorral muy claro - Pajonal muy claro	Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>
5	MN -135	Matorral muy claro - Pajonal muy claro	
6	MN -193	Matorral muy claro con suculentas muy claras	Matorral con suculentas de <i>Ephedra breana</i> y <i>Maihueiopsis boliviana</i>

Fuente: Cedrem Consultores.

Se consideró esta denominación con el objeto de facilitar la comprensión de los análisis e interpretación de los resultados. Si bien ésta difiere de la propuesta metodológica original de la COT, que establece la denominación de la formación por el uso del tipo biológico dominante seguido por su estratificación y cobertura (ej. formación leñosa alta muy escasa), su comprensión es más directa, y facilita la interpretación para fines de evaluación de impactos asociados al proyecto. En la Tabla 3.3.1-19 se muestran algunos ejemplos comparativos.

Tabla 3.3.1-19. Ejemplos comparativos para la denominación de las formaciones vegetales realizada a partir de la nomenclatura COT

EJEMPLO		DEFINICIÓN
1	<i>Nomenclatura COT</i> <i>Nomenclatura Proyecto</i>	Formación herbácea muy clara (H3). Pajonal de <i>Festuca rigescens</i> (H3).
2	<i>Nomenclatura COT</i> <i>Nomenclatura Proyecto</i>	Formación leñosa baja muy clara (LB3) - Formación herbácea baja muy clara (H3). Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca rigescens</i> (LB3 H3) *
3	<i>Nomenclatura COT</i> <i>Nomenclatura Proyecto</i>	Formación leñosa baja clara (LB4) con suculentas muy claras (S3). Matorral con suculentas de <i>Balbisia microphylla</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i> ** (LB4 S3).

Donde: *En esta formación vegetal la suma de arbustos corresponde al código LB3, dominado por la especie *Parastrephia quadrangularis*, acompañado de un estrato herbáceo (H3) dominado por la especie *Festuca rigescens*.

**En esta formación vegetal la suma de arbustos corresponde al código LB4, dominado por la especie *Balbisia microphylla*, acompañado de un estrato suculento (S3) dominado por la especie *Oreocereus leucotrichus*

Fuente: Cedrem Consultores.

Adicionalmente, se definió una segunda categoría denominada “Agrupación”, la cual asocia algunas formaciones vegetales identificadas en el área de influencia en función de sus especies dominantes. Esta agrupación se relaciona a lo comúnmente llamado comunidad vegetal en descripciones bibliográficas. El objetivo de esta clasificación es simplificar la descripción al lector y revisor del componente, ya que formaciones vegetales similares tienden a dividirse en muchas unidades debido a características específicas de su composición florística, a la escala de trabajo de la fotointerpretación y a la delimitación de las unidades homogéneas de la vegetación del sector.

En la Tabla 3.3.1-20 se presentan ejemplos referenciales para entender a qué se refiere esta agrupación de formaciones vegetales. Cabe señalar, que siempre que estas formaciones se encuentren dentro de una agrupación, las mismas se nombran “con dominancia de” para diferenciarlas de aquellas no incluidas en esta categoría.

Tabla 3.3.1-20. Ejemplos de agrupación de formaciones vegetales

Nombre de la agrupación	Nombre de la Formación vegetal
Matorral con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i>	Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Baccharis tola</i> Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Parastrephia quadrangularis</i>
Matorral con suculentas con dominancia de <i>Oreocereus leucotrichus</i>	Matorral con suculentas de <i>Atriplex glaucescens</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i> Matorral con suculentas de <i>Ambrosia artemisioides</i> , <i>Balbisia microphylla</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i> Matorral con suculentas de <i>Balbisia microphylla</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i>
Bofedal con dominancia de <i>Oxychloë andina</i>	Bofedal de <i>Oxychloë andina</i> Bofedal de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i> Bofedal de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Zameioscirpus atacamensis</i>

Fuente: Cedrem Consultores.

a.iv) Interpretación de las alturas y coberturas por tipo biológico

De acuerdo a la explicación anterior, sobre las denominaciones y descripciones de la vegetación para el área de influencia, es importante recordar que cada formación vegetal o agrupación de formaciones vegetales está constituida de una a varias unidades cartográficas. Es por esto, que una formación vegetal o agrupación, presenta generalmente una variabilidad en la cobertura de las especies dominantes que componen un tipo biológico (Tabla 3.3.1-7) y/o de las alturas para los estratos por tipo biológico (Tabla 3.3.1-8).

Atendiendo a esto, para la presentación de los resultados COT en la descripción de la vegetación se entrega el rango de altura y de cobertura identificado para todas las unidades descritas en una formación vegetal, así como la mediana dentro de este rango para identificar los valores más recurrentes para tales características.

Por ejemplo, una formación vegetal dominada por un estrato arbustivo (Matorral de *Fabiana denudata*) puede presentar una altura variable del estrato arbustivo entre 5 cm y 1 m de altura, pero una mediana entre 25 y 50 cm. Y para la cobertura, se puede dar el caso que presente una variabilidad entre 10 y 75% de cobertura vegetal en el estrato arbustivo, pero con valor recurrente (mediana) de entre 25 y 50%, que correspondería a una cobertura clara. En la Tabla 3.3.1-21 se describen algunos ejemplos de cómo se presentan los resultados COT.

Tabla 3.3.1-21. Ejemplos de descripción de formaciones vegetales: rangos de altura y de cobertura identificados en las unidades descritas y su mediana (valores recurrentes)

Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL		COBERTURA VEGETAL	
		Mediana (Rango)*		Mediana (Rango)*	
		LB	H	LB	H
Matorral de <i>Huidobria fruticosa</i>	Hu Bs	4(2-6)	2	2(2-3)	1
Matorral de <i>Fabiana denudata</i>	Fd Bt Eb Js	3(2-4)		4(3-5)	
Pajonal de <i>Nassella nardoides</i>	nn Amc fc	1	2(1-3)	2(1-2)	5(2-5)

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

b) Análisis de flora

La información recogida de las especies y su abundancia relativa (Braun-Blanquet), por punto de muestreo, fue almacenada digitalmente en una base de datos de consulta (en Anexo 3.3.1-5). De esta manera, se elaboraron listados florísticos con la respectiva clasificación taxonómica de las especies para los diferentes sectores que abarca el proyecto.

La revisión final de las colectas botánicas señaladas anteriormente (herbarios florísticos) y la determinación/confirmación de especies, estuvo a cargo del Botánico especialista Jorge Macaya. Adicionalmente, en el marco de este trabajo de identificación, se realizaron por parte del especialista dos visitas al herbario de la Universidad de Concepción, con el propósito de afinar y corroborar las identificaciones realizadas revisando las muestras allí presentes. En la primera de ellas, del lunes 22 al viernes 26 de junio de 2015, se revisaron aquellos géneros más complicados que se encuentran en el área de influencia, como son *Adesmia*, *Tetragonia*, *Atriplex* y *Senecio*, con la ayuda de la especialista Maritza Mihoc. La segunda visita al herbario, desde el martes 26 al viernes 29 de enero 2016, tuvo como objetivo resolver aquellos casos de taxa no identificados a nivel de especie (a nivel de género, “aff.” y “cf.”), lo que permitió disminuir significativamente su representación en la depuración final de la base de datos.

Para efectos de nomenclatura binaria y del correcto nombre de las especies de plantas, se ha seguido lo propuesto por el índice internacional de nombres de plantas (The International Plant Names Index [IPNI]: www.ipni.org), el catálogo de la flora vascular de Chile (Marticorena & Quezada, 1985) y sus actualizaciones posteriores, Instituto de Botánica Darwinion (www2.darwin.edu.ar; Zuloaga et al. 2008) y la Enciclopedia de la Flora Chilena (www.florachilena.cl³; Stark, 2013). La nomenclatura de los taxa identificados en este estudio se basa, de esta manera, en estas fuentes taxonómicas actualizadas⁴.

Los listados florísticos por punto/inventario de muestreo, fueron complementados con los atributos de caracterización de la vegetación en la unidad cartográfica a la que pertenecía el punto. Además, para cada una de las especies de la base de datos de flora se determinó su origen geográfico, tipo biológico, rango de distribución, abundancia relativa y, de corresponder, su estado de conservación y/o protección. Estos criterios, que se describen a continuación, permitieron caracterizar las especies vegetales en términos de la singularidad ambiental que entregan a la formación vegetal donde se encuentran presentes, de acuerdo a los criterios indicados en la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2014) y la Guía para la Descripción del Área de Influencia (SEA, 2015).

³ Cabe indicar que este sitio web se encuentra indisponible desde noviembre 2015, aproximadamente.

⁴ A modo de ejemplo, entre la taxonomía de las especies de *Baccharis*, especialmente compleja, se ha guardado el taxa *Baccharis calliprinos* Griseb., nombre actualizado de acuerdo a estas fuentes, y no su sinonimia más corrientemente utilizada *Baccharis scandens* auct. non (Ruiz & Pav.) Pers.

b.i) Asignación de origen geográfico

La asignación del origen geográfico se basó principalmente en aquel descrito por Marticorena y Quezada (1985), el que incluye las siguientes categorías:

- *Nativas*: especies originarias de Chile y aquellas que se encuentran en Chile desde la época prehispánica, creciendo naturalmente en territorio de países vecinos.
- *Endémicas*: especies nativas con una distribución natural restringida al territorio nacional (Chile), pudiendo incluso estar restringida a una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular del país (SEA, 2015).
- *Alóctonas*: las alóctonas asilvestradas son aquellas especies no originarias de Chile, llegadas en tiempos históricos, y asilvestradas en el país; mientras que las alóctonas cultivadas, son aquellas que no se reproducen en forma espontánea y existen sólo como cultivares, (Marticorena & Quezada, 1985; Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013)
- *No determinadas*: son *no determinadas*, las especies que se identifiquen a nivel de género, ya que en las condiciones en que se encuentran no presentan los caracteres morfológicos necesarios para la identificación a nivel de especie, por lo que no es posible asegurar su origen geográfico.

Las categorías asignadas por estos autores fueron actualizadas con la información del Instituto de Botánica Darwinion (www2.darwin.edu.ar; Zuloaga et al. 2008) y la Enciclopedia de la Flora Chilena (www.florachilena.cl; Stark, 2013) y corroboradas también con el catálogo de especies nativas de las XV y I Regiones de Gatica-Castro et al. (2015).

b.ii) Determinación de rangos de distribución

Para la determinación de los rangos de distribución en el territorio nacional de las especies registradas, se consultaron como fuentes bibliográficas el Instituto de Botánica Darwinion, la Enciclopedia de la Flora Chilena (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013) y el catálogo de las XV y I Regiones de Gatica-Castro et al. (2015), definiéndose las siguientes categorías:

- *Restringida*: especies cuyo origen geográfico es Endémico o Nativo, pero que en Chile están presentes sólo en la Región de Tarapacá.
- *Moderadamente restringida*: especies cuyo origen geográfico es Endémico o Nativo, pero que en Chile están presente sólo en el Norte grande del país⁵.
- *No restringida*: especies cuyo origen geográfico es Endémico o Nativo, y que presentan un amplio rango de distribución en el país (presente en más de cuatro regiones).

⁵ Norte grande de Chile abarca las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Por ende, las especies que presenten una distribución en I región de Tarapacá y alguna de las regiones restantes, se considerará su distribución dentro de esta categoría.

- Fuera de rango de distribución: especies cuya distribución no considera la Región de Tarapacá, casos en los que, por tanto, podría tratarse de una ampliación de su rango de distribución.
- No determinada: especies cuyos orígenes geográficos no han sido determinados. Considera los taxa que no han podido ser identificados a nivel de especie: identificado a nivel de género, afín a otro ("aff."), identificación por confirmar ("cf.") (ejemplo: *Adesmia* sp. *Adesmia* aff. *melanthes* y *Adesmia* cf. *spinosissima*)
- No aplica: especies de origen alóctono.

b.iii) *Asignación de categorías de conservación*

El estado de conservación de las especies se revisó siguiendo lo definido por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación, aprobado por el D.S. N°75/2005 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y posteriormente reemplazado por el D.S. N°29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), siguiendo lo establecido por la Ley N°19.300 en su artículo N°37.

Las categorías *oficiales* provenientes de las diferentes listas existentes fueron consideradas siguiendo la minuta de prelación CONAMA (2009):

En primer lugar, se verificaron las listas oficiales de especies contenidas en los D.S. N°151/2006, D.S. N°50/2008, D.S. N°51/2008, D.S. N°23/2009 del MINSEGPRES, y D.S. N°33/2011, D.S. N°41/2011, D.S. N°42/2011, D.S. N°19/2012, D.S. N°13/2013, D.S. N°52/2014 y D.S. N°38/2015 (MMA), que oficializan el estado de conservación de distintas especies vegetales y animales de Chile⁶.

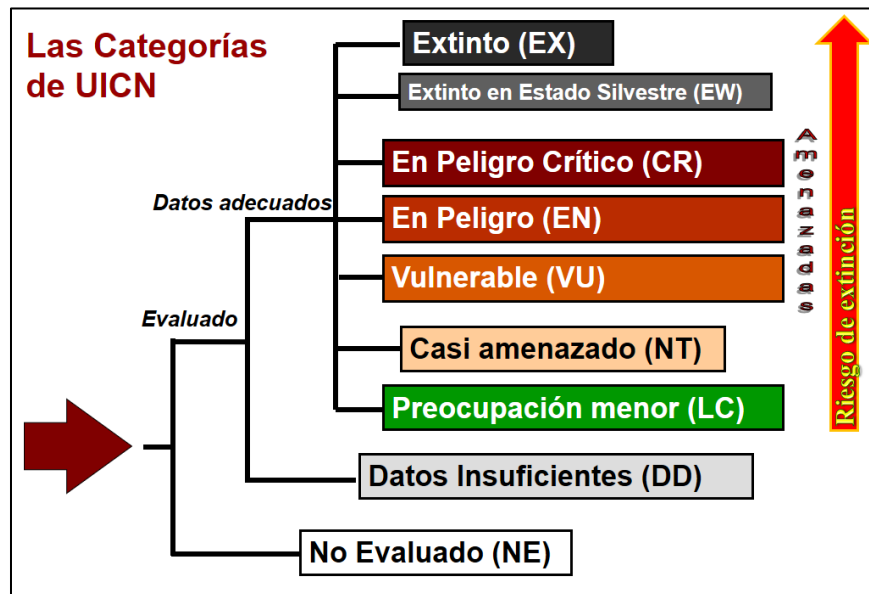
Las categorías de conservación dictadas en los Decretos Supremos anteriormente mencionados, se basan en los "Categorías y criterios de Lista Roja de la UICN" (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2012), por ende, al igual que en este documento, y de acuerdo a la propuesta de la Guía para la descripción del área de influencia (SEA, 2015), se consideraron como relevantes en el presente EIA, las especies clasificadas bajo amenaza (en adelante especies *amenazadas*) a las categorías de conservación En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU); incluyéndose, además, las especies clasificadas Casi Amenazadas (NT).

Las especies clasificadas en el resto de las categorías (Preocupación menor) se consideraron especies en categoría *precautoria* (SEA, 2015). En la Figura 3.3.1-6 se muestra esta estructura

⁶ Las categorías establecidas en el D.S. N°75/2005 son: "Extinta" (extinta), "En Peligro", "Vulnerable", "Insuficientemente Conocida", "Fuera de Peligro", y "Rara", sin embargo, estas categorías fueron reemplazadas por "Extinta", "Extinta en Estado Silvestre", "En Peligro Crítico", "En Peligro", "Vulnerable", "Casi Amenazada" y "Preocupación Menor, según lo establecido en el D.S. N°40/2011.

de las categorías de conservación de la UICN), señalando cuáles tienen mayor y menor riesgo de extinción y destacando las categorías amenazadas.

Figura 3.3.1-6. Clasificación de las categorías de riesgo de extinción de las especies según UICN 2012



Fuente: Modificado de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) 2012.

En segundo lugar, se consideró la clasificación según estado de conservación del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (en adelante LRFT; Benoit, 1989).

En tercer lugar, se consideraron las categorías definidas por las publicaciones del Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural:

- Categorías de conservación de Cactáceas Nativas de Chile (Belmonte, Faúndez, Flores, Hoffman, Muñoz & Teillier, 1998).
- Categorías de conservación de Pteridophytas Nativas de Chile (Baeza, Barrera, Flores, Ramírez & Rodríguez, 1998).
- Categorías de conservación de las Plantas Bulbosas Nativas de Chile (Ravenna, Teillier, Macaya, Rodríguez & Zöllner, 1998).

Adicionalmente, se consideró el estado de conservación de las especies según las propuestas de categorías no oficiales de los anexos del “Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile” (Benoit, 1989; Hoffmann & Flores, 1989; Rodríguez, 1989 y Hoffman, 1989).

b.iv) Incorporación de registros adicionales de especies en categoría de conservación

Para el caso de las especies en categoría de conservación, además de los registros realizados en los diferentes puntos de muestreo por campaña y por sector, se consideraron otros tres tipos de registros complementarios para evaluar su presencia en el área de influencia:

- Los registros previos de especies en alguna categoría de conservación oficial, provenientes de la línea de base del componente Plantas del Estudio de Impacto Ambiental “Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca” y los estudios previos realizados por Teck Quebrada Blanca (Muestreo y Censos de Lletas);
- Los registros adicionales del presente estudio, correspondientes a capturas puntuales de información (avistamientos) por parte de los especialistas, de manera de catastrar las especies no registradas en las unidades de muestreo (en especial aquellas listadas en alguna categoría de conservación), ya sea por sus condiciones de acceso restringidas;
- Los registros de los censos de especies en categoría de conservación oficial, efectuados en el área de influencia en el marco de los Planes de Acción del presente Estudio de Impacto Ambiental.

b.v) Otras regulaciones en el marco de la Ley N°20.283

Se revisó igualmente la protección especial de ciertas especies de flora nativa indicadas en el D.S. N°366/1944, del entonces Ministerio de Tierras y Colonización (actual Ministerio de Agricultura), así como las especies que se encuentran en el Decreto N°68/2008 que oficializa las especies nativas y endémicas del país. El listado de especies de este último decreto es necesario para tener el antecedente de cuáles unidades de vegetación corresponderían a “formaciones xerofíticas”. Esto debido a requerimientos de presentación y aprobación de “Planes de Trabajo para la Corta, Destrucción o Descepado de Formaciones Xerofíticas” ante CONAF, previo a la intervención de este tipo de formaciones, según lo indica la Ley N°20.283/2008. Por otra parte, para el caso de una formación vegetal que constituya bosque nativo cumpliendo con las condiciones mencionadas en la Ley N°20.283 artículo 2°, número 2 y 3, y a la vez “*que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquellas clasificadas en las categorías de en "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro"; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad*”, esta formación constituiría un bosque nativo de preservación (Ley N°20.283 artículo 2°, número 4).

b.vi) Análisis en base a la riqueza y la abundancia de especies

El análisis florístico termina con la estimación de la riqueza (número total de especies), la diversidad y la similitud de composición de los diferentes tipos de formaciones vegetales del área de influencia.

- Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon & Wiener, 1949)

Se incluyó la evaluación de la heterogeneidad de las comunidades a través del índice de Shannon-Wiener (Duran, 1995). Este índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especies y la abundancia o equilibrio de especies (Bouza & Covarrubias, 2005; Krebs, 1999; Gove, Patil, Swindel & Taillie, 1994; Ludwig & Reynolds, 1988; y Pielou, 1969).

El índice de Shannon-Wiener evalúa información por individuo en muestras obtenidas al azar, provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies (S), expresando la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra (Magurran, 1988). También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y número de individuos (N).

El índice de Shannon-Wiener (H), probablemente es el de empleo más frecuente en ecología de comunidades, y se obtiene a través de la fórmula siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde:

p_i = Representa la proporción de cada especie (i) en la población (en términos de frecuencia y abundancia relativa).

S = Representa la riqueza de especies de la población.

ln = Representa el logaritmo natural.

Para el caso de estudio, en este cálculo fueron consideradas sólo los taxa identificados a nivel de especie y se incluyeron especies identificadas a nivel de género en el caso de que este género no haya estado presente dentro del grupo de datos para el análisis. Adicionalmente, se incorporaron sólo las especies provenientes de inventarios florísticos del tipo COT/FLORA ya que presentan el dato de abundancia para poder realizar los análisis, quedando excluidos los registros florísticos en puntos solo COT y las observaciones adicionales. El análisis de este índice se realizó a nivel de los tipos de formaciones vegetales.

- Índice de Equitatividad de Pielou (Pielou, 1969)

Si bien el índice de diversidad de Shannon-Wiener considera la uniformidad de la abundancia de las especies, se puede calcular un índice adicional para medir esta uniformidad de las especies de la muestra, a través de la estimación de su equidad (o equitatividad). El índice de Equitatividad corresponde a un índice de abundancia proporcional, que toma en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas (Moreno, 2001; Villarreal et al. 2006).

Para obtener la relación de Equitatividad, se utilizó el índice de Pielou (Pielou, 1969), el cual es generalmente utilizado en estudios en ecología vegetal (Mostacedo & Fredericksen, 2000) o animal (Reyes & Torres-Florez, 2009).

El índice de equitatividad de Pielou (E), se basa en los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener y expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada (Magurran, 1988; Moreno, 2001; Villarreal et al. 2006). En este sentido, el índice de Pielou considera que si la máxima diversidad ocurriría en una situación en que todas las especies fuesen igualmente abundantes, la relación entre la diversidad observada y la máxima diversidad esperada puede considerarse como una medida de equidad (Magurran, 1988).

Se obtiene a través de la fórmula siguiente:

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$$H'_{max} = \ln(S)$$

H' = medida logarítmica de la diversidad (Índice de Shannon-Wiener)

S = N° de especies en la formación (riqueza).

El valor del índice de equitatividad de Pielou varía de 0 a 1, donde 1 representa situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes en la muestra (Magurran, 1988).

- Índice de similaridad de Sorensen

Es uno de los índices de similaridad más utilizados para comparar comunidades, permitiendo analizar su diversidad *Beta*, ya que explica la diversidad existente entre hábitats naturales o comunidades. Para el caso de estudio, este índice permite comparar dos comunidades (tipos de formaciones vegetales) mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, por lo que es un índice de tipo cualitativo. De todos los coeficientes que utilizan este tipo de datos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

La fórmula es la siguiente:

$$IS = \frac{2C}{A + B} * 100$$

Donde:

IS = Índice de Sorensen

A = N° de especies en la comunidad A

B = N° de especies en la comunidad B

C = N° de especies comunes en la comunidad A y B

Para visualizar esquemáticamente el grado de similitud entre distintas comunidades, se realizó un análisis de clúster, que agrupa las unidades de comparación según los valores del índice de Sorensen, formando un dendrograma. Este dendrograma corresponde a una representación gráfica en forma de árbol, donde las unidades afines en similaridad se disponen cercanas entre sí y son separadas por una menor cantidad de nodos. Para tales objetivos, se utilizó el programa Past (Hammer, Harper & Ryan, 2001), mediante el método de agrupamiento jerárquico UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean). Este método consiste en un algoritmo de agrupamiento secuencial que construye un dendrograma en una serie de pasos iterativos en una sola dirección, a partir de una matriz de distancias que refleja la similitud o disimilitud de un set de unidades, por ejemplo, entre distintas formaciones vegetales.

Adicionalmente, se asignó a cada nodo del dendrograma un valor de *bootstrap* de 1.000 repeticiones en el mismo programa computacional. Esta técnica consiste en remuestrear al azar los datos originales, una serie determinada de veces, midiendo nuevamente para cada repetición los parámetros de interés con el objetivo de otorgar una mayor robustez al análisis. Para el caso de un análisis de clúster, con un subconjunto al azar de datos, se construye nuevamente el dendrograma y el valor de *bootstrap* corresponde al porcentaje de veces en que se obtuvo los mismos nodos o distribución.

c) *Singularidad ambiental*

En relación a los resultados obtenidos respecto a vegetación y flora vascular, se identificaron como singulares aquellas unidades cartográficas correspondientes a formaciones vegetales o a otros recubrimientos de suelo (áreas desprovistas de vegetación o áreas industriales) que presentan singularidades ambientales en base a una adaptación de los criterios mencionados en la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2014) y la Guía para la descripción del área de influencia (SEA, 2015), mencionados a continuación:

- a) Formaciones vegetales donde destaca una alta riqueza de flora vascular⁷, endemismos y/o especies con distribución restringida a la I Región de Tarapacá.
- b) Formaciones vegetales con registros de especies en categoría de conservación: Amenazadas (En Peligro, Vulnerables y Casi Amenazadas)⁸.
- c) Vegetación azonal (humedales).
- d) Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico.
- e) Bosque nativo de preservación.
- f) Intersección con áreas protegidas o de interés para la flora vascular y la vegetación.
- g) Otros criterios: presencia de especies en categorías de conservación amenazadas en áreas desprovistas de vegetación.

⁷ Si bien la riqueza florística no es considerada dentro de estos criterios para la definición de la singularidad ambiental por la Guía de Evaluación Ambiental de CONAF, se consideró en el análisis atendiendo al contexto ambiental de la región biogeográfica donde se inserta el Proyecto (ej. formaciones que destacan por su riqueza en la Región del Desierto).

⁸ La presencia de especies en categoría precautoria se presenta también como información complementaria, no determinante, en la definición de la singularidad de las formaciones vegetales analizadas, y siempre en relación a los otros criterios considerados.

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a vegetación y flora vascular en cada uno de los sectores del área de influencia, se identificaron las unidades ambientalmente singulares, en consideración con los criterios previamente mencionados y para fines del presente estudio, catalogándose como singular las unidades que cumplieren al menos alguno de estos criterios mencionados y en consideración además con el contexto vegetal de cada sector del área de influencia.

3.3.1.5 Resultados

3.3.1.5.1 Descripción de la vegetación en base a revisión bibliográfica

Desde un punto de vista biogeográfico, a escala continental de América Latina y el Caribe, de acuerdo a Cabrera y Willink (1973), la vegetación del área de influencia se enmarca dentro de la región Neotropical, dispuesta en tres provincias, Altoandina, Puneña y del Desierto:

- *La provincia del Desierto* se ubica hacia zonas de menor altitud que abarcan hasta la costa del Pacífico, cuyo distrito del Desierto Costero presenta vegetación muy escasa, sólo presente en orillas de río y zonas próximas al mar. Este distrito presenta comunidades características, donde es posible destacar los Tillandsiales o asociaciones de especies del género *Tillandsia*, que se distribuyen cubriendo lomas arenosas en pendiente, de amplias extensiones. Distintivas son las poblaciones de la especie *Tillandsia landbeckii*, cuya distribución se sitúa entre 930 y 1.050 metros de altitud. Esta especie, presenta adaptaciones particulares al clima árido y una dependencia por la humedad de neblina (camanchaca), situación que sugiere que estas comunidades pueden servir como indicadores sensibles a cambios climáticos (Cabrera & Willink, 1973; Rundel, Palma, Dillon, Rasoul, Nilsen & Boonpragob, 1997).
- *La provincia Puneña* se ubica entre los 3.000 y hasta los 4.200 metros de altitud, su vegetación dominante corresponde a estepas arbustivas de estrato bajo y a pastizales en sectores más húmedos, pero con un alto porcentaje de suelo desnudo.
- *La provincia Altoandina* se ubica por sobre los 4.200 metros de altitud, se caracteriza por presentar una vegetación pobre, dominada por especies de gramíneas xerófitas (*Festuca spp.*, *Stipa spp.* (= *Pappostipa spp.*), entre otras) y dicotiledóneas erguidas, rastreras o en cojín (*Pycnophyllum spp.*, *Senecio spp.*, entre otras), además de formaciones vegetales asociadas a patrones de tipo azonal hídrico (humedales), influenciados por suministros hídricos constantes, las que están caracterizadas espacialmente por presentar una distribución discontinua que se denominan bofedales, pajonales hídricos y vegas, pudiendo encontrar en ellas especies de los géneros *Werneria*, *Oxychloë*, *Deyeuxia* y *Gentiana*, entre otros (Cabrera & Willink, 1973; Ahumada & Faúndez, 2009).

De acuerdo a la clasificación de Morrone (2001), el área de influencia está inserta en la región Andina, subregión Páramo Puneña, particularmente en dos provincias:

- *La provincia de Atacama* se encuentra inserta en zonas de menor altitud incluyendo la costa, donde la vegetación es escasa, pero se desarrollan particulares formaciones de lomas (tillandsiales), sustentadas por la neblina generada desde el Océano Pacífico.
- *La provincia de la Puna* se encuentra representada en zonas de mayor altitud, cuya vegetación posee una Fisonomía propia de un clima desértico a semidesértico de montaña, pero con una importante riqueza florística.

De manera similar a las descripciones anteriores, en cuanto a los pisos de vegetación propuestos por Villagrán, Arroyo y Marticorena (1983), el área de influencia se encuentra inserta entre tres pisos de vegetación andina:

- *El piso preandino (prepuneño)* incluye formaciones arbustivas de baja cobertura que se extienden en zonas más bajas, desde el límite oriental del desierto absoluto hasta los 3.100 metros de altitud, dominadas por especies como *Ambrosia artemisioides*, *Atriplex imbricata* y *Acantholippia punensis*, entre otros arbustos.
- *Piso sub-andino (puneño)* que también incluye formaciones arbustivas, denominadas “tolares”, distribuidas entre los 3.000 y 4.000 metros de altitud, con especies dominantes como *Fabiana densa*, *Baccharis boliviensis*, *Diplostephium meyenii* y *Ephedra breana*; además de distintas asociaciones transicionales hacia la pradera altoandina, dominadas por gramíneas cespitosas.
- *Piso altoandino* que corresponde a formaciones distribuidas a mayores altitudes, ubicadas en el altiplano y en laderas de cerros hasta los 5.200 metros de altitud, dominadas por formaciones denominadas “pajonales”, cuyas especies dominantes son gramíneas cespitosas como *Festuca orthophylla* y *Festuca chrysophylla*, además de especies de los géneros *Stipa* (= *Pappostipa*) y *Deyeuxia*, acompañadas por especies que forman cojines dominantes en sustratos rocosos, tales como *Azorella compacta*, *Pycnophyllum molle*, *P. bryoides* y distintas especies de los géneros *Werneria* y *Nototriche*.

a) *Clasificación de la vegetación natural de Chile en el área de influencia*

El área de influencia se localiza en un gradiente altitudinal desde la costa hasta una zona andina a unos 4.500 m s.n.m. De acuerdo a las clasificaciones de la vegetación natural de Chile de Gajardo (1994) y de los pisos vegetales propuestos por Luebert y Pliscoff (Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile, 2006), los sectores del área de influencia se emplazan en seis formaciones vegetales y 11 pisos de vegetación respectivamente, que abarcan desde las formaciones del piso desértico costero hasta aquellas del piso (alto) andino (ver Tabla 3.3.1-22).

A continuación, se detallan las formaciones vegetales de las dos clasificaciones de estos autores.

Tabla 3.3.1-22. Formaciones y pisos de vegetación en relación a los sectores del área de influencia, de acuerdo a la clasificación de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006)

FORMACIONES VEGETALES POR PISO DE VEGETACIÓN		SECTORES ÁREA INFLUENCIA							
Gajardo (1994)	Luebert & Pliscoff (2006)	Desierto Costero	Desierto Interior	Codón Occidental	Quebrada Choja - Ramucho	Quebradas Huiniquinta - Ornajuno	Altiplano Mina - Planta	Altiplano Cerro Quitala	Altiplano Variante A-97B
Formación Desierto costero de Tocopilla	Piso del Matorral desértico tropical costero de <i>Nolana adansonii</i> y <i>N. lycioides</i> (0 – 400 m s.n.m.)								
Formación Desierto interior	Piso Desierto tropical costero con vegetación escasa (0 – 900 m s.n.m.)								
	Piso Desierto tropical interior con vegetación escasa (200 - 2.000 m s.n.m.)								
Formación Desierto de las Pampas Salitreras	Piso del Matorral desértico tropical interior de <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> (600-900 m s.n.m.)								
Formación Desierto de los aluviones	Piso del Matorral bajo desértico tropical interior de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Cistanthe salsoloides</i> (2.100 – 3.000 m s.n.m.)								
	Piso del Matorral bajo desértico tropical andino de <i>Atriplex imbricata</i> y <i>Acantholipia deserticola</i> (2.500 – 3.300 m s.n.m.)								
Formación Estepa Arbustiva Pre-Puneña	Piso del Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana denudata</i> y <i>Chuquiraga atacamensis</i> (3.400 y 3.800 m s.n.m.)								
	Piso del Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana squamata</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> (3.800 y 4.100 m s.n.m.)								
	Piso del Matorral bajo tropical andino de <i>Mulinum crassifolium</i> y <i>Urbania pappigera</i> ¹ (4.200 y 4.900 m s.n.m.)								
Formación de Estepa Alto-Andina Sub-Desértica	Piso del matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana ramulosa</i> y <i>Diplostephium meyenii</i> (3.300 y 3.900 m s.n.m.)								
	Piso del Matorral bajo tropical andino de <i>Parastrephia lepidophylla</i> ² y <i>P. quadrangularis</i> (3.800 y 4.300 m s.n.m.)								

1: Sinonimia actual *Junellia pappigera* y 2: Sinonimia actual *Parastrephia quadrangularis*

Fuente: Cedrem Consultores.

a.i) *Formaciones vegetales según Gajardo (1994)*

Según la clasificación de la vegetación natural de Chile (Gajardo, 1994), el área se ubica desde la Región del Desierto hasta la Región ecológica de la Estepa Alto-andina. La Figura 3.3.1-7 muestra la localización del área de influencia dentro de las formaciones descritas por Gajardo (1994). Las seis formaciones en las cuáles se emplazan los sectores del área de influencia se describen a continuación, indicándose los sectores del área de Influencia que comprenden.

- *Formación Desierto costero de Tocopilla*: sector Desierto Costero

Formación existente en ambientes muy localizados, en respuesta a las condiciones más extremas en el ámbito del desierto costero. Se reconoce la comunidad de *Eulychnia iquiquensis* - *Frankenia chilensis*, inserta en los sectores altos de algunos acantilados costeros y en los roqueríos de ciertas cumbres cercanas al mar. Entre sus especies más comunes destacan: *Gilia ramosissima*, *Lycium chñar* y *Malesherbia humilis*.

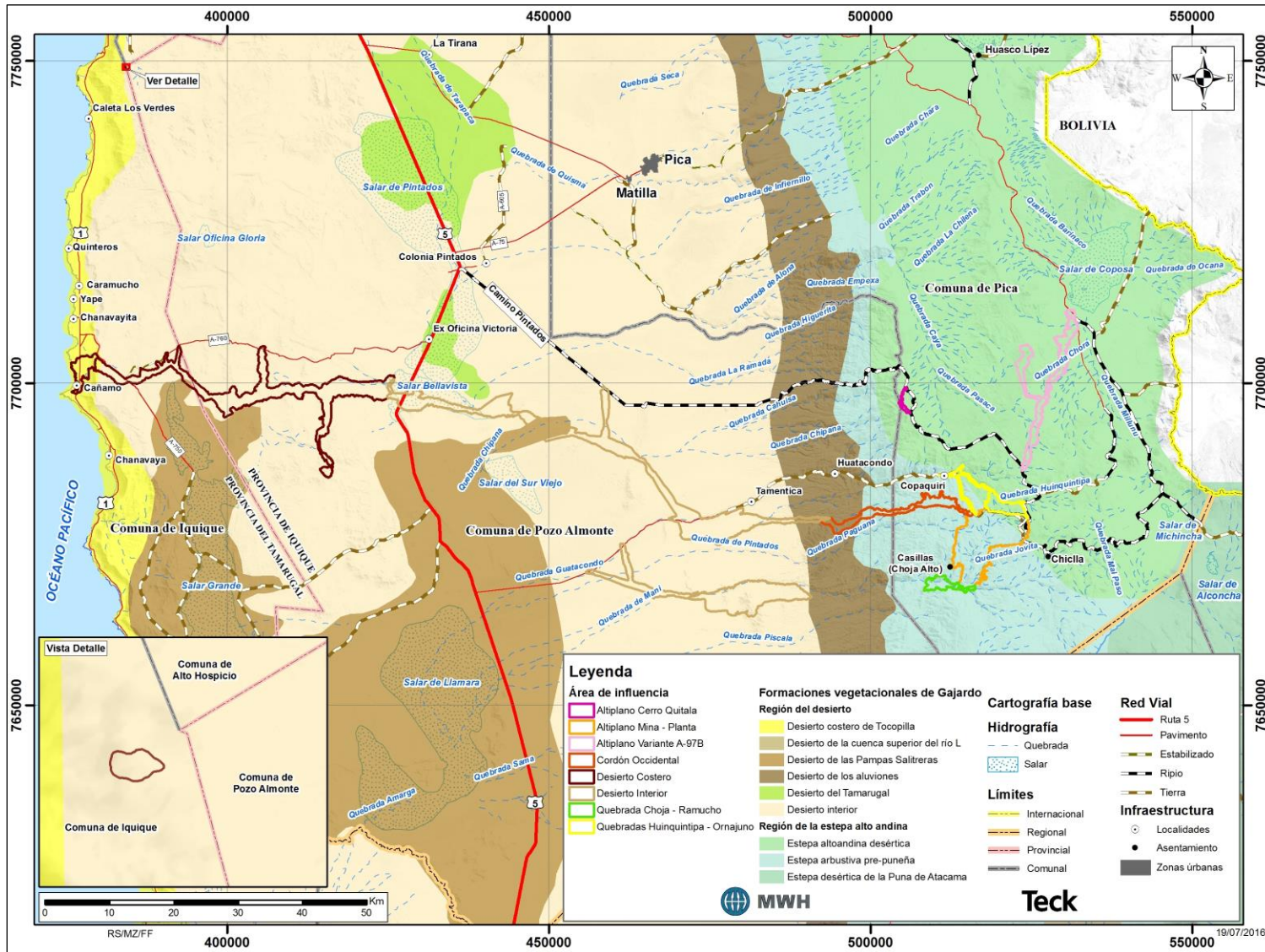
- *Formación Desierto interior*: sectores Desierto Costero y Desierto Interior

Formación extendida desde la I a II Región, se caracteriza por carecer casi completamente de vida vegetal, la que está restringida sólo a condiciones muy locales con presencia de agua subterránea. Ha sido poco estudiada, sin embargo, se reconoce la asociación vegetal de *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata*, comunidad distribuida como ruderal en lugares con intervención humana o bajo la influencia de aguas de alta salinidad. Entre las especies comunes que es posible encontrar al interior de esta formación se encuentran: *Atriplex atacamensis*, *Baccharis juncea* y *Baccharis petiolata* (nombre actualizado *Baccharis calliprinos*=*B. scandens*).

- *Formación Desierto de las Pampas Salitreras*: sectores Desierto Costero y Desierto interior

Se ubica en las grandes depresiones del desierto, tratándose de cuencas endorreicas salinas o pedregosas. Carece casi completamente de vida vegetal, restringiéndose sólo en aquellos lugares con disponibilidad de agua. La vegetación reconocida corresponde a las comunidades ruderales de *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spp.* Entre las especies más comunes de esta comunidad, se encuentran *Atriplex atacamensis*, *Baccharis juncea* y *Baccharis calliprinos* (= *Baccharis petiolata*).

Figura 3.3.1-7. Representación de las formaciones vegetales descritas por Gajardo (1994) en relación a los sectores del área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores en base a Gajardo (1994)

- *Formación Desierto de los aluviones*: zonas altas del sector Desierto Interior y bajas del sector Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho

Formación vegetal caracterizada por una Fisonomía de arbustos bajos xerófitos, con una escasa cobertura, y amplios sectores desprovistos de vegetación. Su ubicación geográfico-ecológica corresponde a aquellos sectores que tienen influencia de los grandes aluviones y precipitaciones marginales provocadas por el invierno altiplánico. Se reconocen las comunidades vegetales de *Philippium pachyphylla* (nombre actualizado *Cistanthe celosioides*) - *Hoffmanseggia ternata* (nombre actualizado *H. viscosa*), *Atriplex imbricata*, *Adesmia atacamensis* - *Coldenia atacamensis* (nombre actualizado *Tiquilia atacamensis*), *Adesmia atacamensis* - *Calandrinia salsoloides* (nombre actualizado *Cistanthe salsoloides*), *Atriplex atacamensis* - *Acantholippia trifida* (nombre actualizado *Aloysia trifida*), y *Atriplex imbricata* - *Cristaria andicola*. Otras de las comunidades que es posible encontrar corresponden a: *Cassia brogniartii* (nombre actualizado *Senna brogniartii*) - *Dinemandra ericoides*, *Nolana sedifolia* y *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata*.

- *Formación Estepa Arbustiva Pre-Puneña*: sectores Altiplano Mina - Planta y Quebrada Choja - Ramucho, y zonas bajas del sector Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno y parte alta del sector Cordón Occidental

Formación vegetal con una amplia distribución, que comparte elementos florísticos con el desierto. Hacia el sur, recibe gradualmente menos precipitaciones, definiendo en las plantas rasgos morfológicos propios de la adaptación a la aridez. Predominan principalmente arbustos bajos de escasa cobertura. Se reconoce la comunidad vegetal de *Fabiana densa* - *Baccharis boliviensis*.

- *Formación de Estepa Alto-Andina Sub-Desértica*: sectores Altiplano Cerro Quitala, Altiplano Variante A-97B y zona oriental de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno

Corresponde a una formación vegetal heterogénea, ubicada al sur del altiplano, con el cual comparte muchos elementos florísticos y se configura geomorfológicamente por vastas mesetas y formas montañosas. Recibe menos cantidad de precipitaciones, induciendo una Fisonomía vegetal de carácter más árido, llegando a manifestar en ciertos lugares un aspecto de tipo desértico. Se reconocen las siguientes comunidades vegetales: *Pycnophyllum molle* - *Oxalis exigua* (nombre actualizado *O. hypsophila*), *Baccharis incarum* (nombre actualizado *B. tola*) - *Lampaya medicinalis* y *Festuca chrysophylla* - *Fabiana bryoides*.

a.ii) *Pisos vegetales según Luebert y Pliscoff (2006)*

Respecto a la propuesta de los pisos vegetales de Luebert y Pliscoff (2006), el área de influencia se encuentra emplazada en los siguientes 11 pisos de vegetación (ver Tabla 3.3.1-22 y Figura 3.3.1-8):

- *Piso del Matorral desértico tropical costero de *Nolana adansonii* y *N. lycioides**: sector Desierto Costero

La formación vegetal se distribuye en la zona costera baja del norte de la región de Antofagasta y sur de Tarapacá, 0 - 400 m s.n.m.

Se caracteriza por ser un matorral muy abierto donde dominan las especies *Nolana adansonii* y *Nolana lycioides*, dejando amplias extensiones de terreno descubiertas, incluso durante los periodos lluviosos. Hay pocos estudios publicados, debido a que éstos se han concentrado en el piso altitudinal superior, en las zonas de neblinas o no se hace referencia clara a la posición ecológica de las especies, de modo que la composición florística es difícil de precisar y no se han definido comunidades vegetales.

- *Piso Desierto tropical costero con vegetación escasa*: sector Desierto Costero

Esta formación se distribuye en la zona costera norte de la Región de Tarapacá, entre 0 - 900 metros de altitud. En las zonas de neblina, la dinámica regenerativa de las especies debe estar asociada a los escasos eventos de precipitación. Se caracteriza por poseer terrenos prácticamente desprovistos de plantas vasculares, donde es posible observar algunos enclaves de vegetación costera en las zonas montañosas altas cercanas a la costa en donde existe incidencia de neblinas, encontrándose formaciones vegetales de especies características como *Tillandsia landbeckii* y *T. marconae*, en sitios ubicados más hacia el norte. Actualmente existen pocos datos sobre la composición florística y no se han definido comunidades vegetales.

La presencia de *Tillandsia landbeckii* en Chile aún está fuertemente centrada en la Cordillera de la Costa al oeste de Iquique. Al norte, se han observado pequeñas poblaciones a lo largo del margen norte de la Pampa de Camarones (19°) alrededor de los 1.000 m s.n.m., desarrollándose sobre superficies planas de la pampa formando pequeños montículos dispersos. Estos montículos son irregulares en forma y pobremente formados comparados con los crecimientos de montículos mucho más robustos de *T. landbeckii* al este de Iquique; la aparición de *T. landbeckii* al este de Iquique en la Cordillera de la Costa está altamente correlacionada con elevaciones específicas y pendientes expuestas. Sin embargo, la niebla costera de Iquique es relativamente ligera a abundante, ingresando fuertemente y más frecuente durante el invierno y relativamente ligera o ausente en verano (Rundel et al. 1997).

- *Piso Desierto tropical interior con vegetación escasa*: sectores Desierto Interior y Desierto Costero

Zona que se caracteriza por carecer casi completamente de vegetación, a excepción de sectores con presencia de napa subterránea salobre donde se observa un matorral halófilo dominado por *Tessaria absinthioides*. Es posible que existan más comunidades vegetales, pero el conocimiento botánico sobre estas áreas está escasamente desarrollado en Chile, por lo que no se dispone de información sobre la composición florística. Estas formaciones se distribuyen entre la pampa desértica en el interior de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, entre 200 y 2.000 m s.n.m.

- *Piso del Matorral desértico tropical interior de Atriplex atacamensis y Tessaria absinthioides*: sector Desierto Costero

Formación vegetal ubicada en grandes fosas salinas de las regiones de Tarapacá (600 - 900 m s.n.m.) y Antofagasta (2.400 - 2.500 m s.n.m.). Corresponde a un matorral alto dominado por los arbustos *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides* y la gramínea *Distichlis spicata*. Se ha considerado como una unidad independiente debido a que compensa el déficit hídrico por precipitaciones mediante la presencia de una napa freática proporcionando la humedad suficiente para el desarrollo de la formación vegetal. En algunas ocasiones es posible observar la presencia de los árboles espinosos *Prosopis alba* y *Geoffroea decorticans*.

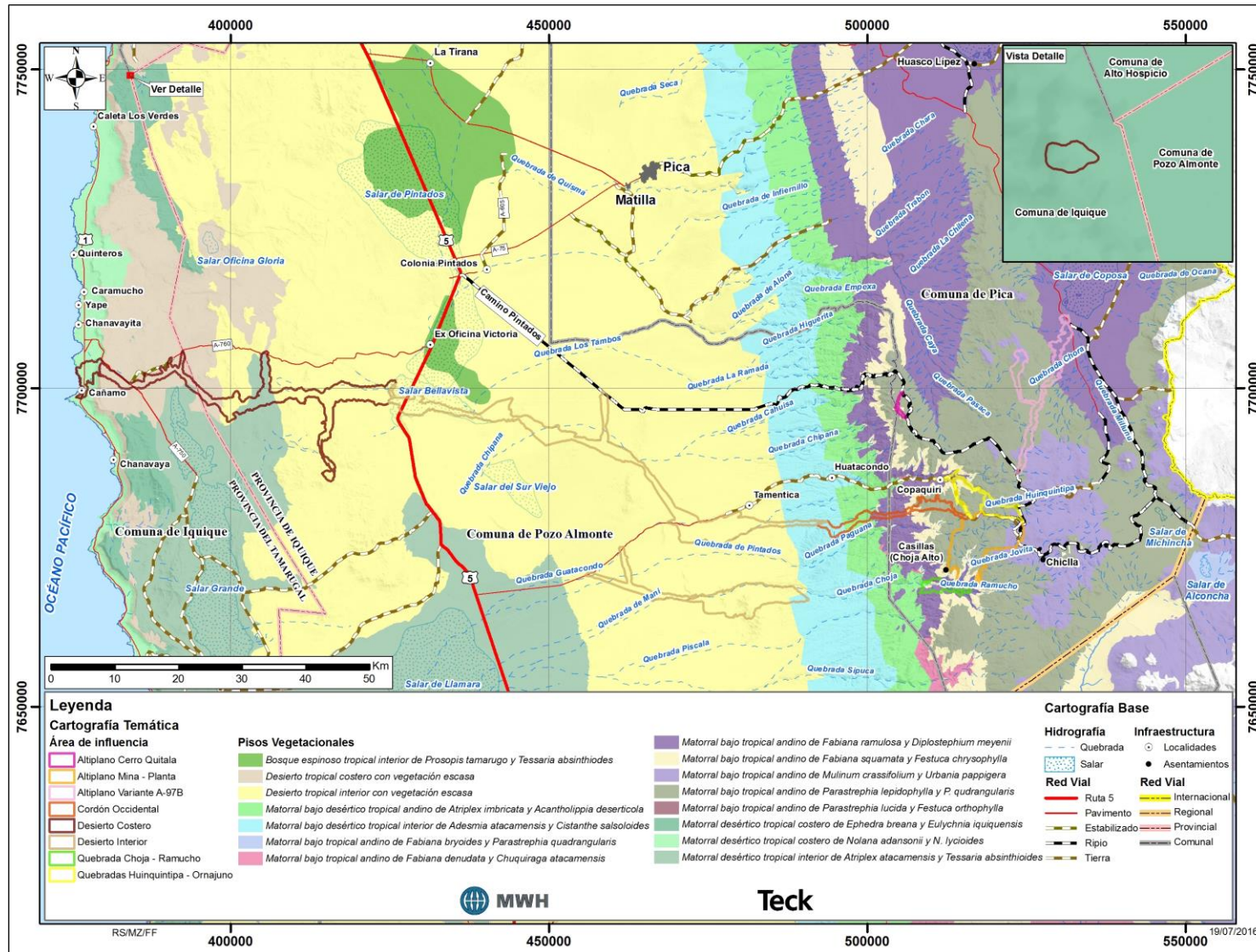
- *Piso del Matorral bajo desértico tropical interior de Adesmia atacamensis y Cistanthe salsoloides*: límite ente sectores Desierto Interior y Cordón Occidental

Esta formación se encuentra ampliamente distribuida en las partes más bajas de la Precordillera andina, distribuyéndose desde el centro de la región de Tarapacá hasta el norte de la región de Atacama, entre 1.800 y 3.700 m s.n.m. en la zona sur y entre 2.100 y 3.000 m s.n.m. en la zona norte. El matorral se caracteriza por ser muy abierto y extremadamente xeromórfico donde dominan las especies *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*, con especies arbustivas acompañantes, tales como *Huidobria fruticosa*, *Dinemandra ericoides* y *Ephedra breana*. La vegetación se asocia a condiciones topográficas favorables, donde se acumula la escasa humedad, recibiendo, además, baja influencia de lluvias en verano.

- *Piso del Matorral bajo desértico tropical andino de Atriplex imbricata y Acantholippia deserticola (actual Aloysia deserticola)*: sectores Desierto Interior, Cordón Occidental y zonas bajas de sector Quebrada Choja - Ramucho

Se distribuye ampliamente en las zonas precordilleranas de las regiones de Antofagasta y Tarapacá, 2.500 - 3.300 m s.n.m. (zona norte) y 3.500 - 3.800 m s.n.m. (zona sur). La formación vegetal corresponde a un matorral muy abierto, con o sin suculentas, dominado principalmente por *Atriplex imbricata*, *Acantholippia deserticola* (nombre actualizado *Aloysia deserticola*) y *Ambrosia artemisioides*, donde otras especies como *Chuquiraga kuschei*, *Oreocereus leucotrichus* o *Pappostipa frigida* (= *Stipa frigida*) pueden ser abundantes.

Figura 3.3.1-8. Representación de los pisos vegetales descritos por Luebert y Plischoff (2006) en relación a los sectores del área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores en base a Luebert y Plischoff (2006).

- *Piso del Matorral bajo tropical andino de Fabiana denudata y Chuquiraga atacamensis*: sector Quebrada Choja - Ramucho, tercio medio del sector Cordón Occidental y extremo sur del sector Altiplano Mina - Planta

Formación de matorral bajo distribuido en la precordillera del centro norte de la Región de Antofagasta y sur de Tarapacá, entre 3.400 y 3.800 m s.n.m. En esta formación dominan las especies arbustivas *Fabiana denudata*, *Chuquiraga atacamensis*, *Fabiana ramulosa* y *Baccharis boliviensis*, y son frecuentes otros arbustos, como *Haplopappus rigidus*, *Ephedra breana* y gramíneas como *Pappostipa frigida* (= *Stipa frigida*) y *Anatherostipa venusta* (= *Stipa venusta*). En los sectores más bajos de este piso, se asocia con las comunidades de matorral desértico tropical andino de *Atriplex imbricata* y *Aloysia deserticola* (= *Acantholippia deserticola*), y pueden observarse poblaciones de la cactácea columnar *Echinopsis atacamensis* (nombre actualizado *Trichocereus atacamensis*).

- *Piso del Matorral bajo tropical andino de Fabiana squamata y Festuca chrysophylla*: zona sur occidental del sector Altiplano Mina - Planta, parte alta del sector Quebrada Choja - Ramucho, tercio superior del sector Cordón Occidental, zona Noroeste del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

Corresponde a una formación distribuida en laderas y planos altos de la cordillera andina del sur de la Región de Tarapacá y norte de Antofagasta, entre 3.800 y 4.100 m s.n.m., donde la presencia de plantas en cojín y especies gramíneas puede tener un efecto nodriza, facilitando la colonización posterior de otras especies. Las especies dominantes corresponden a los arbustos *Fabiana squamata* y *Parastrephia quadrangularis*; las gramíneas *Festuca chrysophylla*, *Pappostipa frigida*, *Nassella nardoides* y *Anatherostipa venusta* (= *Stipa venusta*). Entre las especies acompañantes se encuentran algunas como: *Fabiana squamata*, *Adesmia melanthes*, *Chuquiraga atacamensis*, *Azorella compacta* y *Polylepis tarapacana*.

- *Piso del Matorral bajo tropical andino de Mulinum crassifolium y Urbania pappigera* (actual *Junellia pappigera*): sector Altiplano Variante A-97B, zona norte del sector Mina-Planta, sureste del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y parte alta del sector Cordón Occidental

Formación de matorral bajo, ampliamente distribuida en zonas cordilleranas altas de los Andes, al sur de la Región de Tarapacá, Antofagasta y norte de Atacama, entre 4.200 y 4.900 m s.n.m., donde la presencia de plantas en cojín y especies gramíneas colonizadoras pueden facilitar la colonización posterior de otras especies gracias al efecto nodriza. En algunos sectores marca el límite altitudinal de la flora vascular, donde se mezcla con elementos florísticos del piso de vegetación del Herbazal tropical andino de *Oriastrum pulvinatum* (= *Chaetanthera sphaeroidalis*). En esta formación dominan especies de plantas pulvinadas y gramíneas, entre las que destacan *Mulinum crassifolium*, *Junellia pappigera* (= *Urbania pappigera*), *Adesmia minor* var. *caespitosa* (= *Adesmia caespitosa*), *Pappostipa frigida* y *Deyeuxia crispa*, a las que se asocian herbáceas

rosuladas como *Oriastrum revolutum* (= *Chaetanthera revoluta*), *Nototriche auricoma* y *Perezia atacamensis*, entre otras.

- *Piso del matorral bajo tropical andino de Fabiana ramulosa y Diplostephium meyenii*: zona noreste del sector Altiplano Variante A-97B y sección norte del sector Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno

Formación de matorral bajo, distribuido en las laderas de la vertiente occidental en la precordillera de la región de Tarapacá, entre 3.300 y 3.900 m s.n.m. En el estrato arbustivo, que alcanza hasta un metro de altura, dominan *Fabiana ramulosa*, *Diplostephium meyenii*, *Lophopappus tarapacanus* y *Baccharis boliviensis*. El estrato de arbustos bajos se compone principalmente de *Chersodoma jodopappa*, *Balbisia microphylla*, *Junellia seriphioides* y *Maihue niopsis boliviana* spp. *echinacea* (= *Opuntia echinacea*), en conjunto con herbáceas como *Nasella pubiflora* var. *pubiflora* (= *Stipa pubiflora*), *Eragrostis peruviana* y *Cheilanthes pruinata*.

- *Piso del Matorral bajo tropical andino de Parastrephia lepidophylla* (actual *P. quadrangularis*) y *Parastrephia quadrangularis*: extremo norte del sector Altiplano Cerro Quitala y parte del sector Altiplano Variante A-97B

Formación ubicada en el altiplano de la Región de Tarapacá, entre 3.800 y 4.300 m s.n.m., también en Bolivia, donde la presencia de plantas colonizadoras como *Festuca orthophylla*, favorece la colonización de otras especies por efecto nodriza. Las especies dominantes corresponden al arbusto *Parastrephia quadrangularis* (= *P. lepidophylla*), las herbáceas *Festuca orthophylla* y *Tetraglochin cristatum* y otras hierbas perennes como *Nototriche turritella*. Particularmente, la presencia de *Tetraglochin cristatum* en vastas extensiones, en sectores de coluvios o aluvios pedregosos, indicaría zonas de mayor aridez local o una fase de degradación producto del sobrepastoreo.

b) *Flora potencial para el área de influencia*

Respecto a la flora vascular del área de influencia, Gajardo (1997) estima un registro de 741 especies para la antigua extensión de la Región, que incluía a las actuales regiones de Arica y Parinacota (XV), y de Tarapacá (I). Tal riqueza de especies representa el 14,2% de la flora vascular de Chile continental (Marticorena, 1990). En contraparte, Villagrán e Hinojosa (2005) mencionan que al norte de la latitud 30°S, se observa una baja riqueza de especies, representada por un valor cercano al 10% del total de taxa de flora vascular presentes en el país. El trabajo más reciente de Gatica-Castro et al. (2015), indica una riqueza de flora nativa de 543 especies para la Región de Tarapacá, de las cuales 119 son endémicas de Chile (21,9%)⁹ y ocho endémicas de la región (1,5%) (Gatica-Castro et al. 2015).

⁹ La región de Tarapacá es más rica en especies endémicas de Chile en relación a la XV Región de Arica-Parinacota, origen geográfico que presentan 98 de sus 596 especies (16,4%), aunque esta última sea ligeramente más rica en endémicas regionales (10 endémicas: 1,7%; Gatica-Castro et al. 2015).

En el Anexo 3.3.1-1 del presente informe, se adjunta una lista de especies de flora vascular que, de acuerdo a diferentes autores, potencialmente se puede encontrar en el área de influencia. Esta lista incluye la taxonomía, forma de vida y origen biogeográfico de las especies. Esta riqueza potencial estaría constituida por 660 taxa, desglosados en 621 especies, 9 subespecies y 30 variedades.

3.3.1.5.2 Vegetación registrada en el área de influencia

En términos generales, la vegetación presente en el área de influencia está compuesta por 181 formaciones vegetales, principalmente de tipo herbáceo (Estepa y Humedal) y arbustivo (Matorral). Las principales formaciones vegetales que caracterizan el área, considerando su forma de vida, distribución y abundancia, corresponden a formaciones con patrones de distribución zonal (28,2% de la superficie del área de influencia) y en menor representatividad la vegetación de tipo azonal (0,5% de la superficie del área de influencia; ver Figura 3.3.1-9 y Tabla 3.3.1-23). Las formaciones con patrón de distribución zonal (formaciones herbáceas y arbustivas), están determinadas por agentes forzantes generales o modeladores del paisaje, que presentan un continuo espacial, como el nivel de precipitaciones estivales, la pendiente, la exposición y la altitud (Luebert & Plissock, 2006). Por otro lado, la presencia de vegetación azonal asociada a suministros hídricos permanentes en el altiplano (humedales altiplánicos), está determinada por condiciones ambientales locales, que se manifiestan a menores escalas espaciales, como, por ejemplo, características particulares del suelo o condiciones permanentes de humedad.

Las formaciones vegetales zonales identificadas en el área de influencia, corresponden a: herbazales, conformados por especies herbáceas de crecimiento bajo; pajonales, compuestos por especies de gramíneas de crecimiento cespitoso; y matorrales, cuyas especies dominantes corresponden a especies arbustivas de crecimiento bajo y de hojas reducidas y resinosas. Además, se presenta una única formación de bosque nativo en el sector de desierto interior (Tabla 3.3.1-23).

La vegetación azonal del área de influencia, está conformada por: matorrales hídricos, compuestos por especies arbustivas asociadas a algún grado de disponibilidad de agua; pajonales hídricos, compuestos por especies cespitosas con desarrollo de tallos aéreos de varios centímetros de altura; vegas, cuyas especies herbáceas dominantes tienen crecimiento rizomatoso; y bofedales, con especies desarrollándose en cojines compactos, de pocos centímetros de altura. Además, se presentan formaciones de herbazal en el desierto, correspondiente a un tipo de formación vegetal característica de la zona costera, conocida como "oasis de niebla" (Tabla 3.3.1-23).

Entre los agentes forzantes que determinan la presencia de formaciones del tipo azonal, el aporte hídrico es el más importante, existiendo una clara dependencia entre el suministro hídrico y la vegetación azonal hídrica (Luebert y Plissock, 2006), la que es sustentada principalmente a través de suministros hídricos provenientes de afloramientos a través de surgencias, aguas

subsuperficiales o suministros hídricos determinados por cursos de aguas superficiales. En el caso del herbazal de desierto, el suministro hídrico es básicamente la influencia de la camanchaca (neblina costera) que atrapa la Cordillera de la Costa a esa latitud.

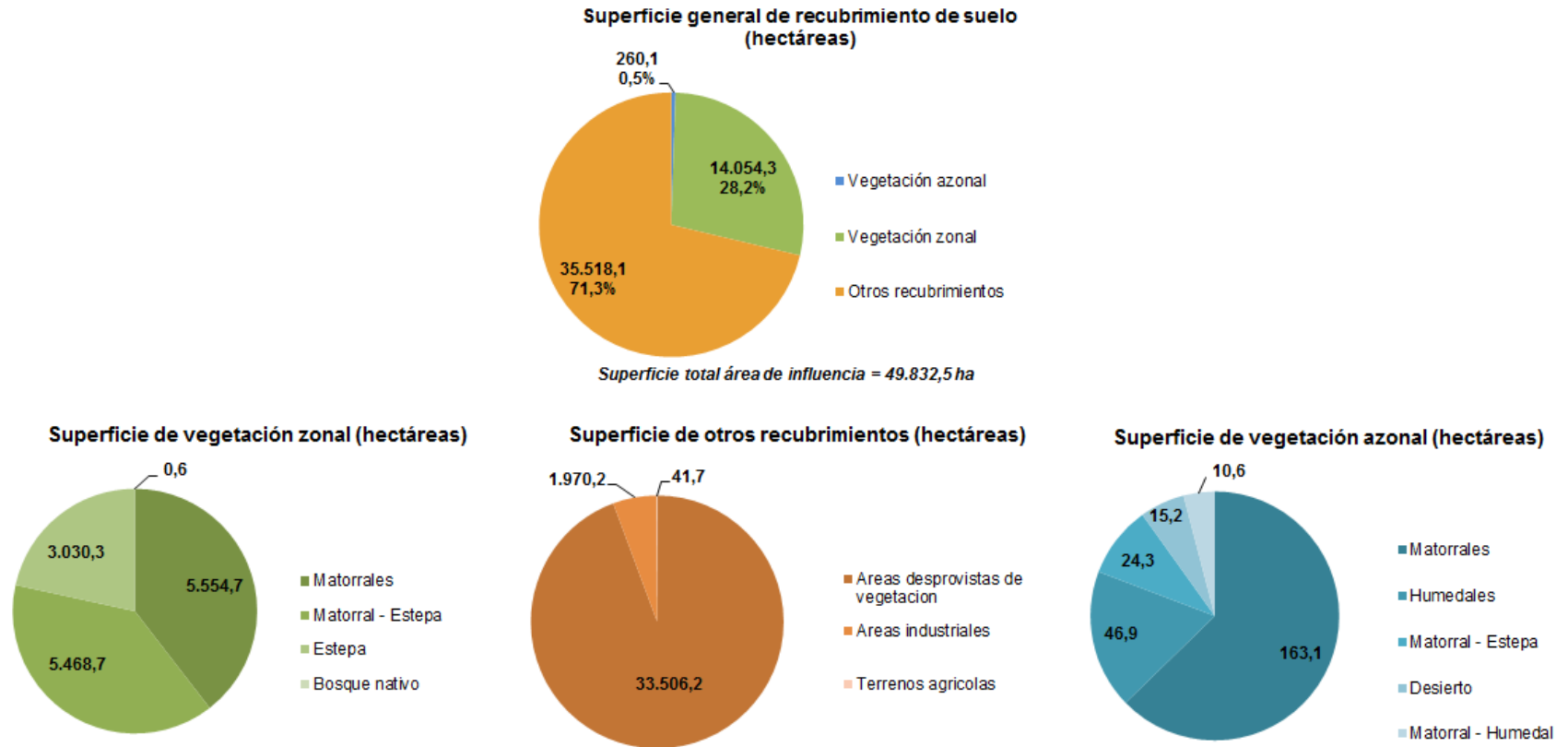
Además de las formaciones mencionadas anteriormente, se presentan también formaciones de características mixtas, en las cuales se desarrollan de manera conjunta componentes de pajonales, matorrales, matorrales hídricos, vegas y pajonales hídricos (Tabla 3.3.1-23).

En la Tabla 3.3.1-23 se observan en detalle los tipos de recubrimiento (*vegetación zonal, vegetación azonal y otros recubrimientos*), y tipos de formaciones, registrados en el área de influencia, indicando su representatividad en ésta y su superficie en los distintos sectores. En términos de recubrimiento de suelo, el 71,3% del área de influencia corresponde a superficies con otros recubrimientos, las que se encuentran principalmente cubiertas por áreas naturalmente desprovistas de vegetación (67,2%). La vegetación zonal representa un 28,2% del área de influencia (14.054,3 hectáreas) y se observa mayoritariamente en los sectores de mayor altitud, donde predominan formaciones vegetales de matorral (10,9%), formaciones mixtas de matorral - pajonal (11,0%) y formaciones de pajonal (5,4%), ver Tabla 3.3.1-23.

En cuanto a la vegetación azonal, ésta tiene una representatividad del 0,5% de la superficie del área de influencia, con un estimado de 260,1 hectáreas (ver Tabla 3.3.1-23 y Figura 3.3.1-9). En este tipo de vegetación predominan los matorrales hídricos (0,33%), localizados en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Quebrada Choja - Ramucho y Altiplano Mina - Planta. Además, destacan en superficie las formaciones mixtas de matorral hídrico - pajonal (0,05%).

Cabe destacar, que el recubrimiento de humedales (0,09%), el que presenta formaciones de vegetación muerta (formación azonal muerta), en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, que representan un 0,01% de la superficie total de área de influencia (Tabla 3.3.1-23).

Figura 3.3.1-9. Representatividad del recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales en el área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores en base a fotointerpretación de imágenes satelitales y validación en terreno por muestreos estacionales realizados entre otoño 2014 y otoño 2016.

Tabla 3.3.1-23. Representatividad del recubrimiento de suelo y tipos de formaciones vegetales en el área de influencia

TIPO DE RECUBRIMIENTO	RECUBRIMIENTO DE SUELO	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA								TOTAL	
	Tipo de formación vegetal	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
OTROS RECUBRIMIENTOS	ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	11.789,1	20.911,6	517,4	20,6	51,4	202,8	9,1	4,2	33.506,2	67,2
	ÁREAS INDUSTRIALES	169,1	34,8	24,6	1,8	40,6	1.682,0	5,6	11,6	1.970,2	4,0
	TERRENOS AGRÍCOLAS		41,7							41,7	0,1
Total Otros recubrimientos		11.958,2	20.988,2	542,0	22,4	92,0	1.884,9	14,7	15,8	35.518,1	71,3
VEGETACIÓN ZONAL	ESTEPA		24,8	191,6	3,6	216,4	1.498,2	61,0	1.034,7	3.030,3	6,1
	Pajonal			47,1		212,9	1.324,3	61,0	1.029,2	2.674,5	5,4
	Herbazal		24,8	144,5	3,6	3,5	173,9		5,6	355,8	0,7
	MATORRALES		74,8	1.013,9	831,3	710,2	1.847,1	8,5	1.069,0	5.554,7	11,1
	Matorral		74,8	1.003,1	765,8	708,3	1.821,6	8,5	1.069,0	5.451,0	10,9
	Matorral con suculentas			10,8	65,5	1,9	25,5			103,7	0,2
	MATORRAL - ESTEPA			696,6		579,7	2.710,8	62,8	1.418,8	5.468,7	11,0
	Matorral - Pajonal			696,6		579,7	2.703,6	62,8	1.418,8	5.461,4	11,0
	Matorral - Pajonal con suculentas						7,2			7,2	0,01
	BOSQUE NATIVO			0,6							0,6
Bosque nativo			0,6							0,6	0,001
Total Vegetación Zonal			100,2	1.902,0	834,9	1.506,3	6.056,1	132,2	3.522,6	14.054,3	28,2
VEGETACIÓN AZONAL	DESIERTO	15,2								15,2	0,03
	Herbazal	15,2								15,2	0,03
	MATORRALES				36,7	104,7	21,8			163,1	0,33
	Matorral hídrico				36,7	104,7	21,8			163,1	0,33
	HUMEDALES				0,3	36,0	7,7		3,0	46,9	0,09
Pajonal hídrico					0,6	1,3			1,9	0,004	

TIPO DE RECUBRIMIENTO	RECUBRIMIENTO DE SUELO	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA								TOTAL	
	Tipo de formación vegetal	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
	Vega				0,3	7,8	1,0		3,0	12,0	0,02
	Bofedal					2,9	1,9			4,9	0,01
	Vega - Pajonal hídrico					0,6	0,3			0,9	0,002
	Bofedal - Pajonal hídrico					19,1	1,2			20,3	0,04
	Bofedal - Vega					2,7	0,5			3,3	0,01
	Formación azonal muerta					2,3	1,4			3,7	0,01
	<i>MATORRAL-ESTEPA</i>					2,4	6,9		14,9	24,3	0,05
	Matorral hídrico - Pajonal					2,4	6,9		14,9	24,3	0,05
	<i>MATORRAL-HUMEDAL</i>					3,6	6,9			10,6	0,02
	Matorral - Pajonal hídrico						1,6			1,6	0,003
	Matorral hídrico - Pajonal hídrico						4,9			4,9	0,01
	Matorral hídrico - Vega					3,6	0,5			4,1	0,01
	Total Vegetación Azonal	15,2			37,0	146,7	43,3		17,8	260,1	0,5
	TOTAL SUPERFICIE SECTOR (ha)	11.973,4	21.088,4	2.444,0	894,3	1.745,1	7.984,3	146,9	3.556,2	49.832,5	100,0
	%	24,0	42,3	4,9	1,8	3,5	16,0	0,3	7,1	100,0	

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquintipa – Ormajuno;

MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores, en base a fotointerpretación de imágenes satelitales y validación en terreno por muestreos estacionales realizados entre otoño 2014 y otoño 2016.

Como se aprecia en la Tabla 3.3.1-23, el sector con mayor superficie en el área de influencia corresponde al sector Desierto Interior, que representa un 42,3% de la superficie total, seguido del sector Desierto Costero, que representa un 24,0%. Ambos sectores, presentan una superficie mayoritariamente desprovista de vegetación, en una fisonomía caracterizada por un desierto absoluto, con formaciones vegetales aisladas, con formaciones naturales principalmente en quebradas o formaciones con escaso desarrollo en terrenos agrícolas abandonados en el sector Desierto Interior, generalmente de escasa cobertura y baja riqueza de especies de flora vascular.

El sector Cordón Occidental por su parte, abarca gran diversidad de formaciones vegetales de tipo zonal, que abarcan una superficie estimada de 1.902,0 hectáreas (77,8% del total de este sector), cuyas coberturas son representantes de los pisos vegetales de desierto interior y de matorrales andinos. El sector se distribuye ampliamente entre 1.900 y 4.300 metros de altitud, y representa un 4,9% de la superficie del área de influencia.

El sector Quebrada Choja - Ramucho, se caracteriza por contener varias quebradas principales que confluyen entre sí, con vegetación mayoritariamente de tipo zonal (93,4%), en las laderas y mesetas, de matorrales andinos principalmente, que representan la mayor superficie del sector; y vegetación de tipo azonal en los fondos de quebradas, mayoritariamente de matorrales hídricos (36,7 hectáreas). El sector representa un 1,8% de la superficie del área de influencia.

El sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, presenta un amplio gradiente altitudinal que alcanza hasta los 4.400 m s.n.m. y una variada composición de formaciones vegetales. En este sector, que ocupa un 3,5% de la superficie total de área de influencia, se desarrollan principalmente recubrimientos de estepa y matorral, los que tienen mayor representatividad en el sector, cubriendo el 86,3% de su superficie total (1.506,3 hectáreas entre herbazal, pajonal, matorral, matorral con suculentas y matorral - pajonal). Destaca la presencia de 146,7 hectáreas con vegetación azonal, las cuales representan el 56,4% del recubrimiento de este tipo de vegetación en el área de influencia.

Por su parte, el sector Altiplano Mina - Planta, representa un 16,0% de la superficie total del área de influencia y está caracterizado por la presencia de ambientes andinos y pre-puneños, con dominancia de vegetación zonal (6.056,1 hectáreas), destacando las formaciones mixtas de matorral - pajonal (2.703,6 hectáreas). Cabe destacar que el 21,1% de la superficie del sector se encuentra intervenida con las actuales operaciones del proyecto (áreas industriales).

A mayor altitud, se ubica el sector Altiplano Cerro Quitala, en un gradiente altitudinal de los 4.100 a los 4.500 m s.n.m., representando el 0,3% de la superficie total del área de influencia. El sector presenta principalmente un recubrimiento con vegetación zonal, con formaciones de matorral y estepa altoandina que abarcan unas 132,2 hectáreas.

Finalmente, el sector Altiplano Variante A-97B se encuentra a una altitud entre los 4.300 y 4.600 m s.n.m. aproximadamente, representando el 7,1% de la superficie total del área de influencia. El sector presenta principalmente vegetación de tipo zonal, la cual ocupa 3.522,6 hectáreas de la

superficie de este sector. Dentro de este tipo de vegetación, predominan los matorrales, pajonales y las formaciones mixtas de matorral - pajonal. La vegetación azonal cubre 17,8 hectáreas, representadas por formaciones vegetales de matorral hídrico - pajonal y una vega.

A continuación, se presenta una descripción de las formaciones vegetales registradas en el área de influencia, agrupadas por tipo de recubrimiento. Se presentan primero las formaciones vegetales correspondientes a vegetación zonal y luego las de vegetación azonal.

a) *Vegetación Zonal*

a.i) *Estepa*

En el área de influencia se identificaron 17 formaciones vegetales correspondientes al recubrimiento estepa, las que se caracterizan por estar dominadas principalmente por especies herbáceas de crecimiento bajo (menor a 1 m). Dentro de dichas formaciones vegetales, 14 fueron clasificadas en cinco agrupaciones. Se distinguen dos tipos de formaciones de estepa: pajonales (dos formaciones vegetales, y tres agrupaciones que abarcan en total seis formaciones vegetales), dominados por especies de crecimiento cespitoso (pastos que crecen como “champas”); y herbazales (una formación vegetal y dos agrupaciones que abarcan en total ocho formaciones), dominados por hierbas con otros tipos de crecimiento y donde destacan las hierbas anuales que se observan en periodos cortos después de las lluvias altiplánicas estivales, presentando a diferencia de las formaciones de pajonales, una fisonomía variable intra e interanualmente.

La Tabla 3.3.1-24 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones vegetales (especies dominantes, cobertura y altura vegetal) y unidades cartográficas identificadas de este recubrimiento en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-25 presenta las superficies y representatividad de cada formación vegetal en el área de influencia (por sector). Finalmente, la Tabla 3.3.1-26 resume algunas características relevantes de la flora de cada formación o agrupación vegetal del recubrimiento. El listado florístico de cada formación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo, se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Tabla 3.3.1-24. Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Pajonal de <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	av fc pf pm nn	2(1-3)	2(1-4)			1	4(2-6)			17	6,1
Pajonal de <i>Nassella nardoides</i>	nn		2				5			2	0,71
Pajonal con dominancia de <i>Festuca chrysophylla</i>	fc pm nn	2(1-3)	2(1-4)	2		1(1-2)	4(2-5)	1		73	26,2
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i>	pf dr ds nn nt Pq	2(1-3)	2(1-3)			1(1-2)	4(2-6)			73	26,2
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	fc pf ds dr nn pm	3(2-3)	2(1-4)			1	4(2-5)			86	30,8
Herbazal con dominancia de <i>Neuontobotrys spp.</i> y <i>Tetragonia microcarpa</i>	nl ngr nt tm Ag	3(2-3)	1(1-3)			1	2(2-3)			8	2,9
Herbazal con dominancia de <i>Descurainia stricta</i> y <i>Neuontobotrys tarapacana</i>	ds nt	2(2-3)	2(2-3)			1	3(1-4)			18	6,5
Herbazal de <i>Pycnophyllum molle</i>	pm		2	1(1-2)		1	4(3-5)			3	1,1
Total Unidades Cartográficas en Estepa										280	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras								
Tipo biológico:				Códigos de especies				
LA	Leñoso Alto	H	Herbáceo	Especies Arbustivas (LB):				
LB	Leñoso Bajo	S	Suculento	Ag	<i>Atriplex glaucescens</i>			
Altura vegetal (m) LB, H, S:				Pq	<i>Parastrephia quadrangularis</i>			
1	0 – 0,05	4	0,5 – 1	Especies Herbáceas (H):				
2	0,05 – 0,25	5	1 – 2	av	<i>Anatherostipa venusta</i>		nn	<i>Nassella nardoides</i>
3	0,25 – 0,50	6	>2	dr	<i>Deyeuxia crispa</i>		nt	<i>Neuontobotrys tarapacana</i>
Cobertura vegetal (%)				ds	<i>Descurainia stricta</i>		pf	<i>Pappostipa frigida</i>
1	muy escasa (1-5)	4	clara (25-50)	fc	<i>Festuca chrysophylla</i>		pm	<i>Pycnophyllum molle</i>
2	escasa (5-10)	5	poco densa (50-75)	ngr	<i>Neuontobotrys grayana</i>		tm	<i>Tetragonia microcarpa</i>
3	muy clara (10-25)	6	densa (75-90)	nl	<i>Neuontobotrys lanata</i>			

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-25. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
Pajonal de <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>					10,2	75,9			86,1	2,8
Pajonal de <i>Nassella nardoides</i>								94,7	94,7	3,1
Pajonal con dominancia de <i>Festuca chrysophylla</i>					106,1	304,1	36,8	769,5	1.216,5	40,2
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i>			43,4		40,2	355,4	4,7	153,1	596,7	19,7
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>			3,8		56,4	588,9	19,5	11,9	680,5	22,5
Herbazal con dominancia de <i>Neuontobotrys spp.</i> y <i>Tetragonia microcarpa</i>		24,8	142,7						167,5	5,5
Herbazal con dominancia de <i>Descurainia stricta</i> y <i>Neuontobotrys tarapacana</i>			1,7	3,6	3,5	169,3			178,1	5,9
Herbazal de <i>Pycnophyllum molle</i>						4,6		5,6	10,2	0,3
Total general		24,8	191,6	3,6	216,4	1.498,2	61,0	1.034,7	3.030,3	100

Dónde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordon Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores

Tabla 3.3.1-26. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Estepa en el área de influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Pajonal	59	1	1	10	1
Pajonal de <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	24	1	1	2	0
Pajonal de <i>Nassella nardoides</i>	11	0	1	3	0
Pajonal con dominancia de <i>Festuca chrysophylla</i>	41	1	1	4	1
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i>	35	1	1	6	0
Pajonal con dominancia de <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	37	1	1	4	0
Herbazal	84	3	3	21	3
Herbazal con dominancia de <i>Neuontobotrys</i> spp. y <i>Tetragonia microcarpa</i>	50	2	2	18	2
Herbazal con dominancia de <i>Descurainia stricta</i> y <i>Neuontobotrys tarapacana</i>	30	0	1	6	1
Herbazal de <i>Pycnophyllum molle</i>	16	1	0	1	0
TOTAL ESTEPA	112	3	3	27	4

Fuente: Cedrem Consultores.

- Pajonal de *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*

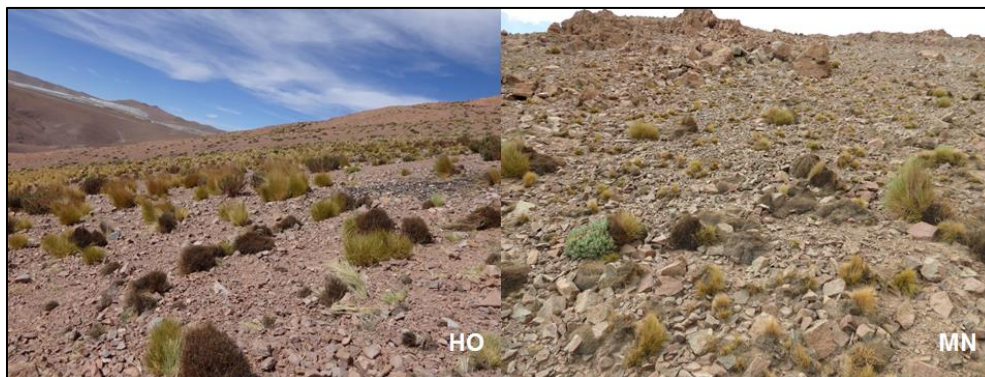
Formación vegetal con una fisonomía de pajonal, con un estrato herbáceo dominante, compuesto principalmente por las especies cespitosas *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-1). Entre las especies acompañantes de la formación, destacan las herbáceas *Pycnophyllum molle*, *Nassella nardoides* y *Neuontobotrys tarapacana*; y entre las especies arbustivas, *Baccharis tola*.

La altura de la vegetación observada habitualmente no supera los 25 cm para las especies herbáceas, variando hasta 100 cm en algunos casos; las especies arbustivas en tanto, se desarrollan en un estrato similar, que varía entre <5 y 50 cm. La cobertura de herbáceas es principalmente clara (25 a 50%), variando de escasa a densa (5 a 90%) entre unidades. La cobertura arbustiva es muy escasa, inferior al 5% (ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-1).

La superficie de esta formación vegetal es de 86,1 hectáreas, lo que representa un 2,8% del recubrimiento de estepa del área de influencia, y está representada en 17 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-24 y Tabla 3.3.1-25). Esta formación se observa entre los 3.900 y 4.500 m s.n.m., distribuida principalmente en el sector Altiplano Mina - Planta (en los alrededores del campamento minero) y en menor proporción en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (ver Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -02, -04 y 05). Se localiza en situaciones de ladera (baja, media, alta o escarpada), en pendientes que van desde 20 a 80%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de esta formación vegetal se observan en “estado natural”.

La riqueza total de especies registrada en esta formación es de 24 taxa de flora vascular, de las cuales dos son especies endémicas de Chile y dos presentan alguna categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-26. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-1. Fisonomía de la formación de pajonal de *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, MN: Altiplano Mina - Planta.

Fuente: Cedrem Consultores.

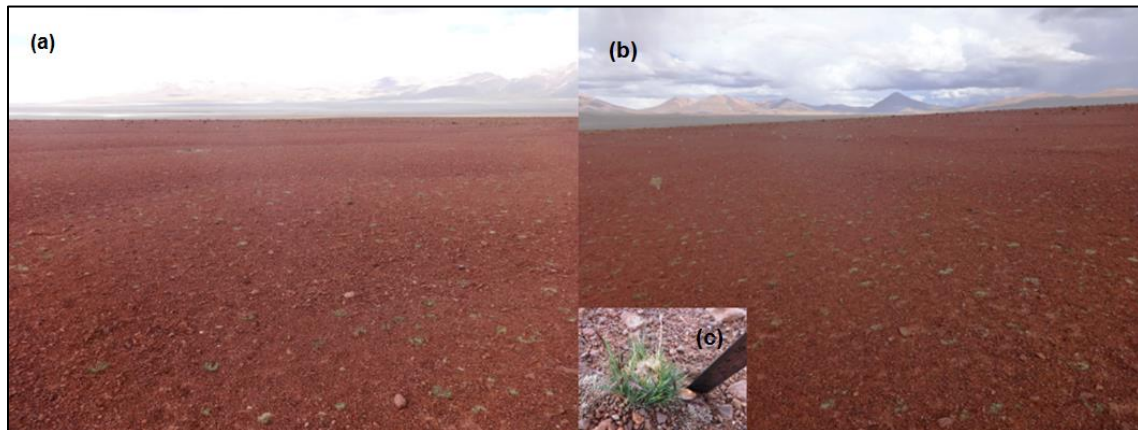
- Pajonal de *Nassella nardoides*

Formación vegetal con una fisonomía de pajonal, con un estrato herbáceo dominante, compuesto principalmente por la especie cespitosa *Nassella nardoides*. El estrato herbáceo se desarrolla entre los 5 y 25 cm de altura, con una cobertura poco densa (50 a 75%), ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-2.

Esta formación presenta una superficie de 94,7 hectáreas, lo que representa un 3,1% del recubrimiento de estepa en el área de influencia, y está representada en dos unidades cartográficas en el sector Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-24 y Tabla 3.3.1-25). Estos pajonales se observan a los 3.800 m s.n.m., aproximadamente, en terrenos planos (ver Plano 3.3.1-07). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de esta formación vegetal se observan en “estado natural”.

La riqueza total de especies registrada en esta formación es de 11 taxa de flora vascular, de las cuales tres son especies endémicas de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-26). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-2. Fisonomía de la formación de pajonal de *Nassella nardoides* en el sector Altiplano Variante A-97B



Dónde: (a y b) Pajonal de *Nassella nardoides*; (c) Detalle del crecimiento de la especie *Nassella nardoides* en las formaciones.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Pajonal con dominancia de *Festuca chrysophylla*

Agrupación de dos formaciones vegetales, las cuales presentan fisonomía de pajonal con un estrato herbáceo dominado principalmente por la especie *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-3). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

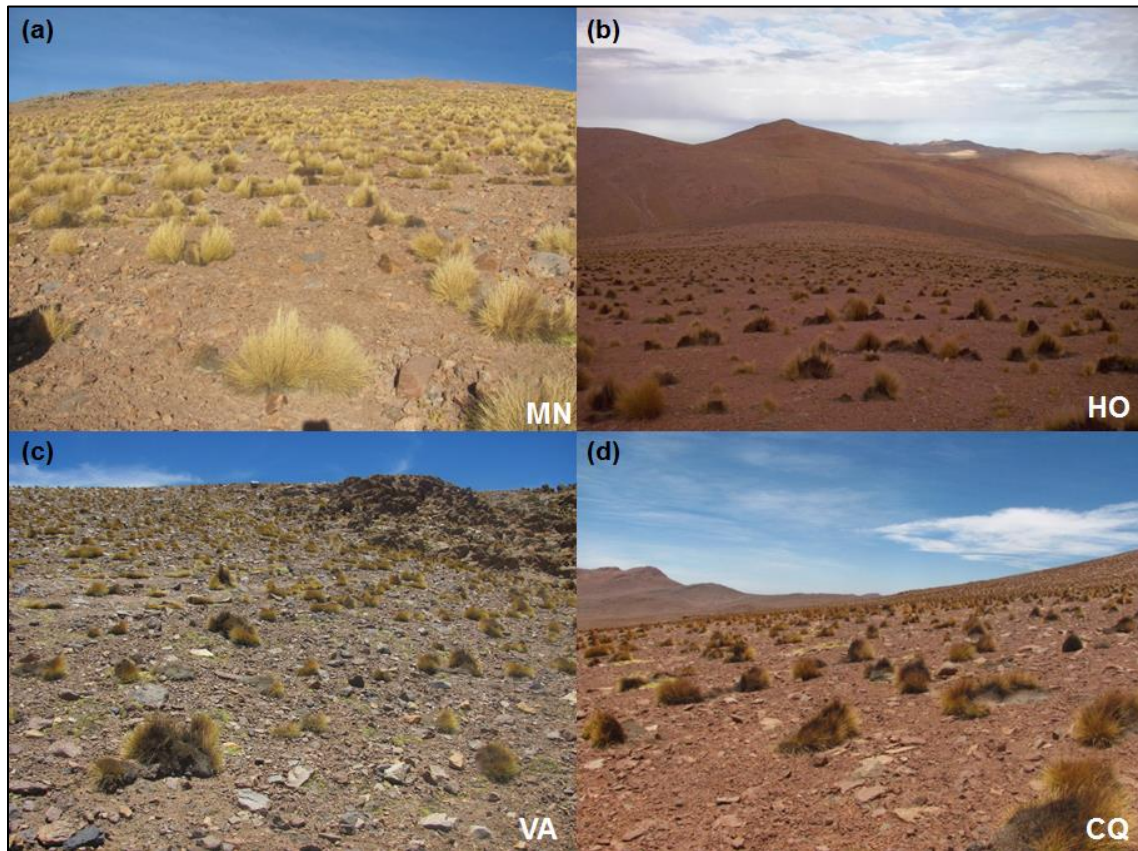
- Pajonal de *Festuca chrysophylla*
- Pajonal de *Festuca chrysophylla*, *Nassella nardoides* y *Pycnophyllum molle*

La altura observada de los estratos de vegetación se sitúa entre <5 y 100 cm para las especies herbáceas; y entre <5 y 50 cm para las especies arbustivas, aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura para ambos estratos. Además, se presenta un estrato de especies suculentas, que se desarrolla entre los 5 y 25 cm de altura. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones de pajonal es principalmente clara (25-50%), variando entre escasa y poco densa (5 a 75%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es predominantemente muy escasa (<5%). Por su parte, la cobertura de las especies suculentas no supera el 5% en todas las unidades donde se registran (ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-3). Entre las especies acompañantes, destacan la arbustiva *Senecio nutans* y las herbáceas *Pycnophyllum molle* y *Nassella nardoides*.

La superficie cubierta por estos pajonales asciende a 1.216,5 hectáreas, siendo las formaciones más representativas del recubrimiento de estepa del área de influencia (40,2%), y están representadas en 73 unidades cartográficas (ver Tabla 3.3.1-24 y Tabla 3.3.1-25), distribuidas en los sectores de mayor altitud; Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B (Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05, -08, -10, -11 y -12). Estas formaciones se desarrollan mayoritariamente entre los 4.250 y 4.650 m s.n.m., en situaciones de ladera, lomajes y terrenos planos, en un rango de pendientes variable, mayoritariamente bajo un 25%, pudiendo alcanzar pendientes mayores entre 40 y 70%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 64 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que otras nueve se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta, y una unidad escarpada en el sector Altiplano Cerro Quitala.

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones es de 41 taxa de flora vascular, de las cuales cuatro son especies endémicas de Chile y dos se encuentran en alguna categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-26. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-3. Fisonomía de la formación de pajonal con dominancia de *Festuca chrysophylla*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquintipa - Ornajuno; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B; Formaciones vegetales: (a y b) Pajonal de *Festuca chrysophylla*; (c y d) Pajonal de *F. chrysophylla*, *Nassella nardoides* y *Pycnophyllum molle*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Pajonal con dominancia de *Pappostipa frigida*

Agrupación de dos formaciones vegetales, las cuales presentan fisonomía de pajonal, con un estrato herbáceo dominado principalmente de la especie cespitosa *Pappostipa frigida* (ver Fotografía 3.3.1-4). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

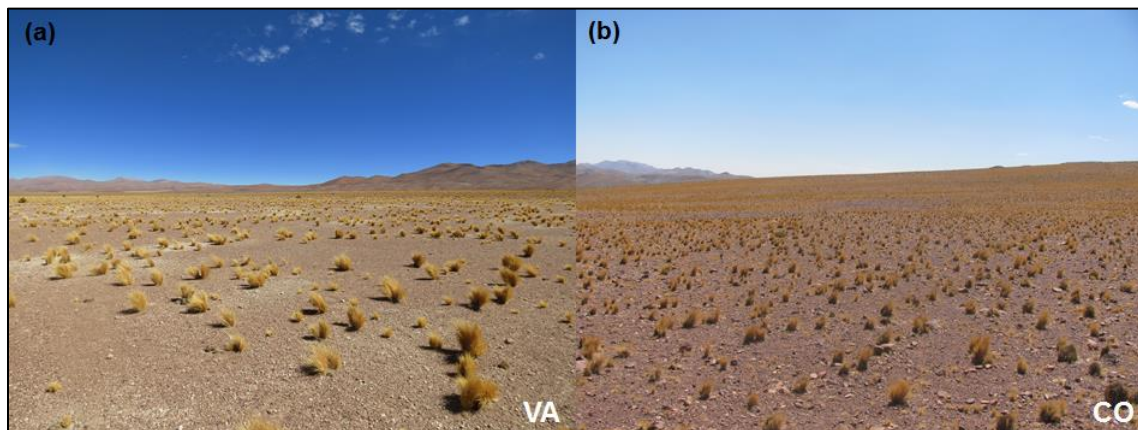
- Pajonal de *Pappostipa frigida*
- Pajonal de *Pappostipa frigida* y *Nassella nardoides*

La altura registrada de los estratos de vegetación varía entre <5 y 50 cm para las especies herbáceas y para las especies arbustivas (aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura para ambos estratos). La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones de pajonal es principalmente clara (25 a 50%), variando entre escasa y densa (5 a 90%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es predominantemente muy escasa (<5%), ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-4. Entre las especies acompañantes, destacan las herbáceas *Descurainia stricta*, *Neuontobotrys tarapacana* y *Deyeuxia crispa*, y la arbustiva *Parastrephia quadrangularis*.

El recubrimiento de estas formaciones de pajonales es de 596,7 hectáreas, que representan el 19,7% de la estepa del área de influencia y están representadas por 73 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-24), distribuidas en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -07, -12 y -13), entre 3.750 y 4.450 m s.n.m., aproximadamente. Estos pajonales se localizan en situaciones diversas de topografía, principalmente en terreno planos o lomajes y laderas con pendientes suaves, aunque en algunas unidades se observan en laderas con pendientes mayores a un 50%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 64 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que otras nueve se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta, y dos unidades escarpadas al norte del sector Altiplano Variante A-97B.

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones es de 35 taxa de flora vascular, de las cuales seis son especies endémicas de Chile y dos se encuentran con alguna categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-26. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-4. Fisonomía de la formación de pajonal con dominancia de *Pappostipa frigida*



Dónde: Sectores: VA: Altiplano Variante A-97B; CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Pajonal de *Pappostipa frigida*; (b) Pajonal de *P. frigida* y *Nassella nardoides*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Pajonal con dominancia de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*

Agrupación de dos formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía de pajonal, con un estrato herbáceo dominante, y una composición mixta entre las especies cespitosas *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-5). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

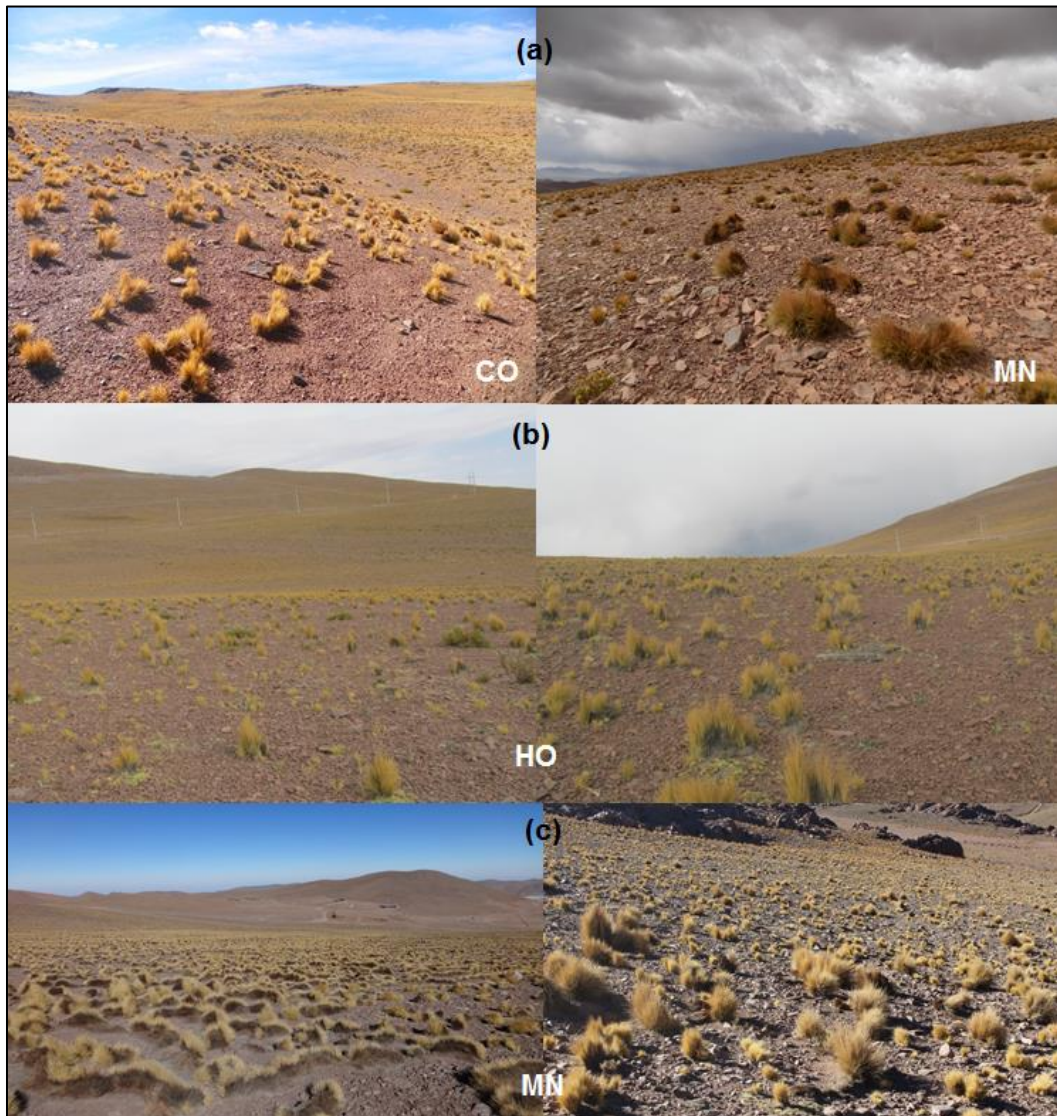
- Pajonal de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*
- Pajonal de *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla*, *Nassella nardoides* y *Pycnophyllum molle*

La altura registrada de los estratos de vegetación varía entre 5 a 50 cm para las especies arbustivas y entre <5 y 100 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura). La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones de pajonal es principalmente clara (25 a 50%), variando entre escasa y poco densa (5 a 75%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es muy escasa en todos los casos (<5%), ver Tabla 3.3.1-24. Entre las especies acompañantes, destacan las herbáceas *Descurainia stricta* y *Deyeuxia crispa*.

El recubrimiento registrado de estos pajonales es de 680,5 hectáreas, que representan el 22,5% de la superficie del recubrimiento de estepa en el área de influencia. Estas formaciones se encuentran representadas en 86 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-24), distribuidas en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B, entre los 4.050 y 4.650 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05, -10 y -12), localizados en situaciones diversas de topografía, principalmente en laderas con pendientes moderadas, aunque en algunas unidades se observan en laderas con pendientes superiores a un 75%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 70 unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural” y otras 16 se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones es de 37 taxa de flora vascular, de las cuales cuatro son especies endémicas de Chile y dos se encuentran en alguna categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-26. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-5. Fisonomía de la formación de Pajonal con dominancia de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*



Dónde: Sectores: CO: Cordón Occidental; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; (a) Pajonal de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*; (b) y c) Pajonales de *P. frigida*, *F. chrysophylla*, *Nassella nardoides* y *Pycnophyllum molle*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Herbazal con dominancia de *Neuontobotrys spp.* y *Tetragonia microcarpa*

Agrupación de cinco formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía de herbazal. El estrato herbáceo dominante está compuesto por las hierbas perennes *Neuontobotrys spp.* y la hierba anual *Tetragonia microcarpa* (Fotografía 3.3.1-6). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Herbazal de *Neuontobotrys sp*
- Herbazal de *Neuontobotrys grayana*

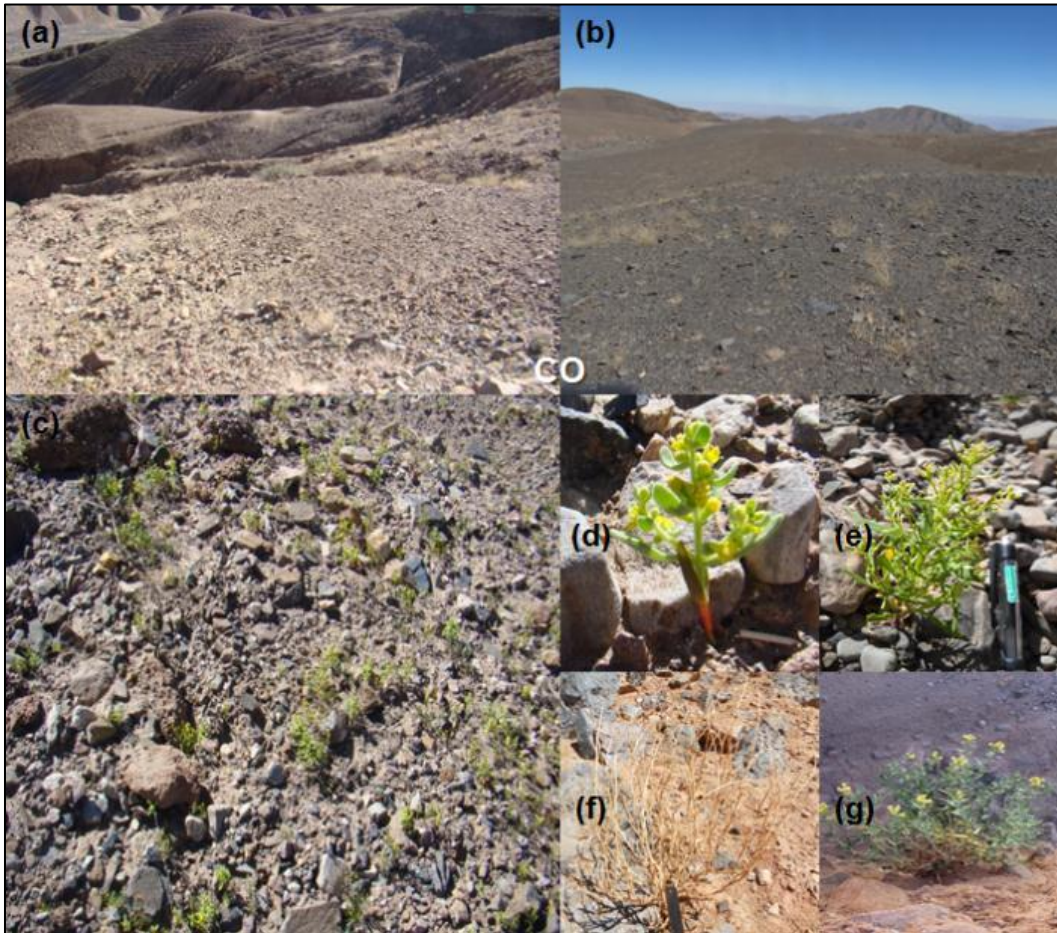
- Herbazal de *Neuontobotrys lanata*
- Herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys grayana*
- Herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys tarapacana*

La altura del estrato arbustivo varía entre 5 a 50 cm, siendo predominante el rango entre 25 a 50 cm; mientras que el estrato herbáceo varía entre <5 a 50 cm, ubicándose predominantemente bajo los 5 cm de altura. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones varía entre escasa y muy clara (5 a 25%), en función de períodos favorables (otoño de años lluviosos), observándose, sin embargo, frecuentemente inferior al 10%. La cobertura arbustiva, en tanto, es siempre muy escasa <5% (ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-6). Entre las especies acompañantes, destaca la arbustiva *Atriplex glaucescens*.

El recubrimiento de estas formaciones de herbazales es de 167,5 hectáreas, que representan un 5,5% del recubrimiento de estepa del área de influencia; y están representadas por ocho unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-24), ubicadas en los sectores Desierto Interior y Cordón Occidental (ver Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-14 y -15), entre los 2.450 y 3.400 m s.n.m., aproximadamente. Estos herbazales se localizan principalmente en laderas, con variedad de pendientes (10 a 100%). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 50 taxa de flora vascular, de los cuales 18 son especies endémicas de Chile, dos presentan una distribución restringida a la I Región de Tarapacá, y cuatro se encuentran en alguna categoría de conservación (dos amenazadas y dos precautorias), ver Tabla 3.3.1-26. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-6. Fisonomía de la formación de Herbazal con dominancia de *Neuontobotrys* spp. y *Tetragonia microcarpa*



Donde: Sector: CO: Cordón Occidental; Formaciones vegetales: (a) Herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys grayana*; (b) Herbazal de *Neuontobotrys lanata*; (c) Detalle de la cobertura de especies dominantes; (d) individuo de *Tetragonia microcarpa*, (e) Individuo de *Neuontobotrys grayana*, (f) Individuo de *Neuontobotrys tarapacana*; (g) Individuo de *Neuontobotrys lanata*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Herbazal con dominancia de *Descurainia stricta* y *Neuontobotrys tarapacana*

Agrupación de tres formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía mixta de herbazal y áreas denudadas, dependiendo de la estación del año. El estrato herbáceo dominante está compuesto por la hierba anual *Descurainia stricta* y la hierba perenne *Neuontobotrys tarapacana* (Fotografía 3.3.1-7). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Herbazal de *Descurainia stricta*
- Herbazal de *Descurainia stricta* y *Neuontobotrys tarapacana*
- Herbazal de *Neuontobotrys tarapacana*

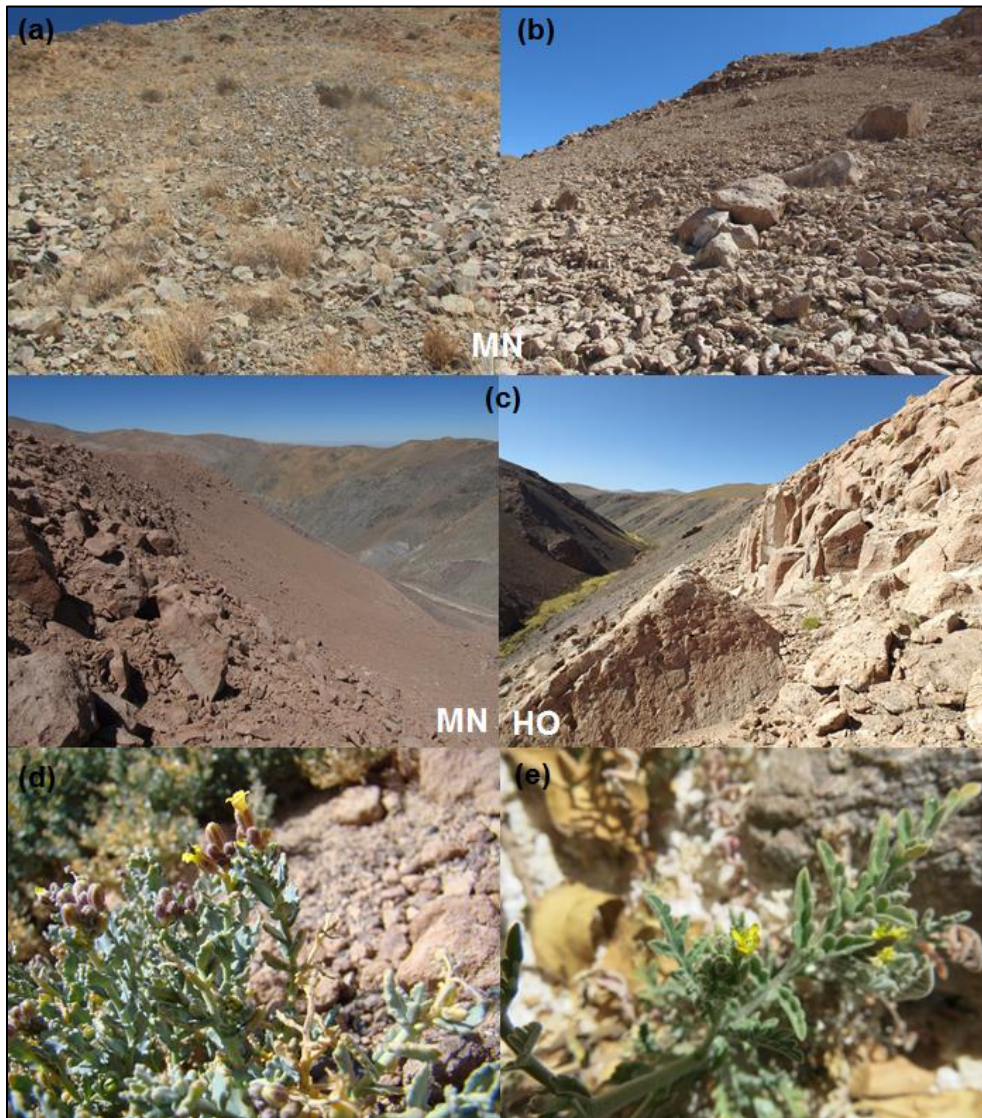
La altura registrada de los estratos de vegetación arbustiva y herbácea varía entre 5 a 50 cm, siendo predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura, para ambos estratos. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones es muy variable y dependiente de la fenología de estas

especies, aumentando en épocas favorables (después de las lluvias altiplánicas estivales, en este caso observado en otoño 2015). Sin embargo, se ha observado principalmente una cobertura muy clara (10 a 25%), variando entre muy escasa y clara (<5 a 50%). La cobertura del estrato arbustivo por su parte, es muy escasa en todos los casos (<5%), ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-7.

El recubrimiento de estas formaciones es de 178,1 hectáreas (5,9% del recubrimiento de estepa del área de influencia), y están representadas en 18 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-24), localizadas en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04 y -05), entre los 3.050 y 4.250 m s.n.m., aproximadamente. Se distribuyen en terrenos con pendientes muy variables, desde superficies planas a laderas sobre un 75% de pendiente. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 15 unidades de estas formaciones vegetales se observan "en estado natural", mientras que otras tres se observan "alteradas".

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones de herbazal es de 30 taxa de flora vascular, de las cuales seis especies son endémicas de Chile, una presenta una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y una especie presenta una categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-26). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-7. Fisonomía de formación de Herbazal con dominancia de *Descurainia stricta* y *Neuontobotrys tarapacana*



Dónde: Sectores: MN: Áltiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa – Ormajuno.

Formaciones vegetales: (a) Herbazal de *Descurainia stricta*; (b) Herbazal de *Neuontobotrys tarapacana*; (c) Herbazal de *D. stricta* y *N. tarapacana*; Detalle especies (d) Individuo de *Neuontobotrys tarapacana*. (e) Individuo de *Descurainia stricta*.

Fuente: Cedrem Consultores.

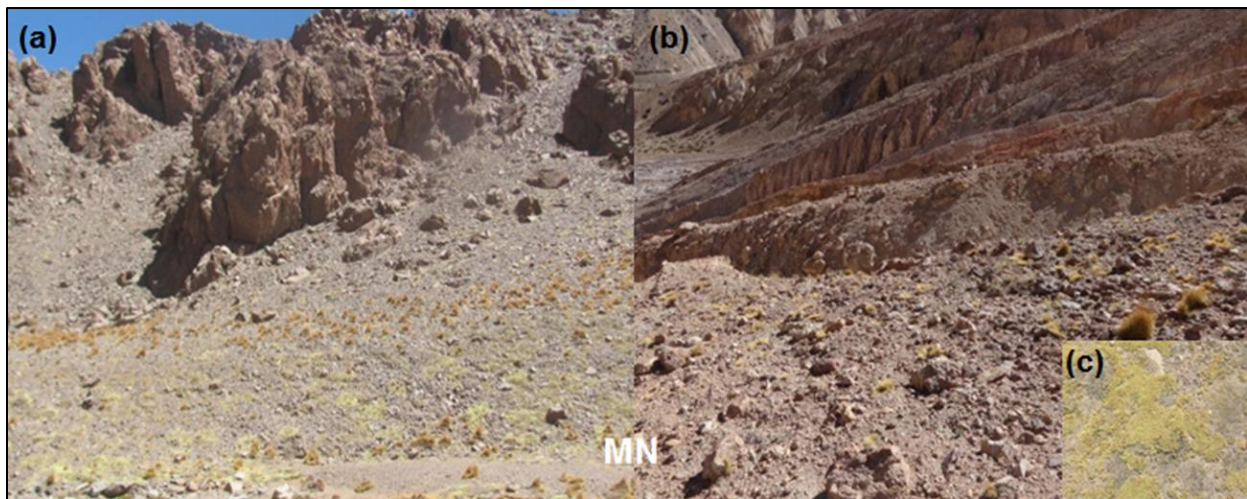
- Herbazal de *Pycnophyllum molle*

Formación vegetal con una fisonomía de herbazal, con una composición dominada por la hierba perenne *Pycnophyllum molle*. El estrato herbáceo varía su altura entre <5 y 25 cm, siendo predominante el rango <5 cm; mientras que el estrato arbustivo se desarrolla entre 5 y 25 cm de altura. La cobertura herbácea de esta formación varía entre unidades, entre muy clara y poco densa (10 a 75%), aunque se observa predominantemente clara (25 a 50%). Por otro lado, el estrato arbustivo es muy escaso, con coberturas inferiores al 5% (Ver Tabla 3.3.1-24 y Fotografía 3.3.1-8).

Esta formación cubre una superficie total de 10,2 hectáreas (0,3% del recubrimiento de estepa del área de influencia), distribuidas en tres unidades cartográficas en el sector Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B. Se observan entre los 4.250 y 4.350 m s.n.m., aproximadamente, en terrenos planos principalmente (ver Tabla 3.3.1-24, Tabla 3.3.1-25 y Plano 3.3.1-01, -04 y -10). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de esta formación vegetal se observan en “estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación de herbazal es de 16 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una especie se encuentra en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-26). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-8. Fisonomía de la formación de Herbazal de *Pycnophyllum molle*



Donde: MN: Sector Altiplano Mina – Planta; (a) Formación en quebrada Llaleta; (b) Formación en quebrada Agua del Mote; (c) Individuo de *Pycnophyllum molle*.
Fuente: Cedrem Consultores.

a.ii) Matorrales

En el área de influencia se identificaron 70 formaciones vegetales correspondientes al recubrimiento matorrales, las que se caracterizan por estar dominadas principalmente por especies arbustivas. Se distinguieron dos tipos de formaciones: 60 formaciones vegetales de matorrales y 10 formaciones de matorral con suculentas, dominados por arbustos, pero con una importante presencia de suculentas.

Para simplificar la descripción de las formaciones, se han agrupado aquellas que presentan una composición similar de especies dominantes. De esta manera, se presenta la descripción de 14 formaciones vegetales y de 15 agrupaciones de formaciones vegetales, estas últimas agrupando 56 formaciones.

La Tabla 3.3.1-27 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones y agrupaciones de formaciones vegetales de este recubrimiento identificadas en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-28 presenta las superficies y representatividad de cada formación o agrupación de formaciones vegetales. Finalmente, la Tabla 3.3.1-29, resume algunas características relevantes de la flora de cada formación o agrupación de formaciones de este recubrimiento. El listado florístico de cada formación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Tabla 3.3.1-27. Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral de <i>Hoffmannseggia aphylla</i>	Ha	5(4-5)				3(2-3)				3	0,4
Matorral de <i>Huidobria fruticosa</i>	Hu ci	4(3-5)	2			2	2			3	0,4
Matorral de <i>Baccharis salicifolia</i>	Bs	5(4-5)				2				1	0,1
Matorral de <i>Aphyllocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> y <i>Atriplex glaucescens</i>	Adc Ag	4(2-5)	1			3(3-4)	2(1-2)			11	1,6
Matorral con dominancia de <i>Atriplex glaucescens</i>	Ag Bm Bb Dm Fr Ps cce ds nt lsa tm oL	3(1-5)	2(1-4)	4(2-5)			3(2-4)	2(1-4)	1	106	15,0
Matorral de <i>Ambrosia artemisioides</i>	Ate Ma Fr tm	3(2-4)	1(1-2)	3(3-5)			3(2-4)	2(2-3)	1	8	1,1
Matorral con dominancia de <i>Senecio ctenophyllus</i>	Ag St oL Ps tm nt lsa	3(2-5)	2(1-2)	3(2-3)			2(2-4)	2(1-4)	1	10	1,4
Matorral con dominancia de <i>Balbisia microphylla</i>	Bm Ate St nt mer tm	3(2-4)	1(1-3)	5			3(2-4)	3(1-4)	1	17	2,4
Matorral con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i>	Ads Bt Pq av ds pf nt	3(2-4)	2(1-3)	2(2-3)			3(2-5)	2(1-3)	1	72	10,2
Matorral con dominancia de <i>Ephedra breana</i>	Eb Ads Ag Ame Bb Bt Dm ds nt pf	3(1-5)	2(1-3)	4(3-4)			3(2-4)	2(1-4)	1	103	14,5
Matorral con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i>	Ame Ag Bt Eb ds nt pf	3(1-5)	2(1-3)	2			4(2-5)	2(2-3)	1	46	6,5
Matorral con dominancia de <i>Baccharis boliviensis</i>	Bb Eb Fd Fr pf nt	3(2-4)	2(2-3)	2			4(3-4)	2(1-3)	1	9	1,3
Matorral con dominancia de <i>Baccharis tola</i>	Bt Ag Ac Chs Sd Sv av ds nt pf	3(2-5)	2(1-4)	2			3(2-5)	2(1-4)	1	50	7,1
Matorral de <i>Escallonia angustifolia</i>	Ea	5				5				1	0,1
Matorral de <i>Fabiana denudata</i>	Fd Js	3(2-4)				4(3-5)				6	0,8
Matorral con dominancia de <i>Fabiana ramulosa</i>	Fr Ag Bb Eb ds nt	3(2-5)	2(1-3)			3(2-5)	2(1-4)			82	11,6
Matorral con dominancia de <i>Fabiana squamata</i>	Fs Bb Bt Ck Js av pf nt	3(2-4)	2(2-3)	2(1-4)			4(2-4)	2(1-3)	1	23	3,2
Matorral de <i>Junellia seriphioides</i>	Js ds nt	2	2			3	3			2	0,3
Matorral con dominancia de <i>Parastrephia teretiuscula</i>	Pt Bb Bt ds nt	3(2-4)	2(1-2)			3(2-4)	2(2-4)			9	1,3
Matorral con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	Pq Ac Amc Bt Sn av fc nn pf	3(1-5)	2(1-3)	1(1-3)			3(2-5)	2(1-3)	1	107	15,1
Matorral de <i>Senecio nutans</i>	Sn pf	3(2-3)	2			3(3-4)	2(1-2)			7	1,0
Matorral de <i>Senecio volckmanii</i>	Sv pm	2(1-2)	1			3	2			2	0,3
Matorral de <i>Azorella compacta</i>	Ac Pq av	3(2-4)	2			2	1			2	0,3

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral de <i>Aloysia deserticola</i>	Ad Fd Aho	3(2-4)		2		5(2-5)		1		5	0,7
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Adesmia horrida</i>	Pq Aho pf	3(2-4)		3(2-3)		4(3-4)		2		2	0,3
Matorral de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Mutisia ledifolia</i>	Aat Me Ame	3(2-4)				4				1	0,1
Matorral con suculentas con dominancia de <i>Haageocereus fascicularis</i> y <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Adc Ate Op cS hF	4(3-5)	1(1-2)	2(1-3)		3	2	3(2-3)		2	0,3
Matorral con suculentas con dominancia de <i>Oreocereus leucotrichus</i>	Ag Ate Bm Eb St oL	3(2-4)	2(1-2)	4(2-4)		3(2-4)	3(2-4)	2		13	1,8
Matorral con suculentas con dominancia de <i>Maihueiopsis boliviana</i>	Bt Ads Eb mB	3(2-3)	2(1-2)	2(2-3)		3(3-4)	2	2(2-3)		5	0,7
Total Unidades Cartográficas Matorrales										708	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras							
Tipo biológico:		Códigos de especies:					
LA:	Leñoso alto	Especies Arbustivas (LB):				Especies Herbáceas (H):	
LB:	Leñoso bajo	Aat	<i>Adesmia atacamensis</i>	Ea	<i>Escallonia angustifolia</i>	av	<i>Anatherostipa venusta</i>
H:	Herbáceo	Ac	<i>Azorella compacta</i>	Eb	<i>Ephedra breana</i>	cce	<i>Cistanthe celosioides</i>
S:	Suculento	Ad	<i>Aloysia deserticola</i>	Fd	<i>Fabiana denudata</i>	ci	<i>Cistanthe amaranthoides</i>
Altura vegetal (m) LA, LB, H, S:		Adc	<i>Aphyllocladus denticulatus</i>	Fr	<i>Fabiana ramulosa</i>	ds	<i>Descurainia stricta</i>
1	0 - 0,05	Ads	<i>Adesmia spinosissima</i>	Fs	<i>Fabiana squamata</i>	fc	<i>Festuca chrysophylla</i>
2	0,05-0,25	Ag	<i>Atriplex glaucescens</i>	Ha	<i>Hoffmannseggia aphylla</i>	lsa	<i>Lepidium sativum</i>
3	0,25 -0,50	Aho	<i>Adesmia horrida</i>	Hu	<i>Huidobria fruticosa</i>	mer	<i>Menonvillea rollinsii</i>
4	0,5 - 1	Amc	<i>Adesmia minor var. caespitosa</i>	Js	<i>Junellia seriphoides</i>	nn	<i>Nassella nardooides</i>
5	1 - 2	Ame	<i>Adesmia melanthes</i>	Ma	<i>Mulguraea arequipensis</i>	nt	<i>Neuontobotrys tarapacana</i>
6	> 2	Ate	<i>Ambrosia artemisioides</i>	Me	<i>Mutisia ledifolia</i>	pf	<i>Pappostipa frigida</i>
7	< 2	Bb	<i>Baccharis boliviensis</i>	Op	<i>Ophryosporus pinifolius</i>	pm	<i>Pycnophyllum molle</i>
Cobertura vegetal (%)		Bm	<i>Balbisia microphylla</i>	Pq	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	tm	<i>Tetragonia microcarpa</i>
1	muy escasa (1-5)	Bs	<i>Baccharis salicifolia</i>	Ps	<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i>	Especies Suculentas (S):	
2	escasa (5-10)	Bt	<i>Baccharis tola</i>	Pt	<i>Parastrephia teretiuscula</i>	cS	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>
3	muy clara (10-25)	Cca	<i>Chersodoma candida</i>	Sd	<i>Senecio dryophyllus</i>	hF	<i>Haageocereus fascicularis</i>

COT: Carta Ocupación de Tierras							
4	clara (25-50)	Chs	<i>Chuquiraga spinosa</i> ssp. <i>rotundifolia</i>	Sn	<i>Senecio nutans</i>	mB	<i>Maihueniopsis boliviana</i>
5	poco densa (50-75)	Ck	<i>Chuquiraga kuschei</i>	St	<i>Senecio ctenophyllus</i>	oL	<i>Oreocereus leucotrichus</i>
6	densa (75-90)	Dm	<i>Diplostegium meyenii</i>	Sv	<i>Senecio volckmanii</i>		

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-28. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia

Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
<i>Matorral de Hoffmannseggia aphylla</i>		7,5							7,5	0,1
<i>Matorral de Huidobria fruticosa</i>		60,4							60,4	1,1
<i>Matorral de Baccharis salicifolia</i>		6,9							6,9	0,1
<i>Matorral de Aphylocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> y <i>Atriplex glaucescens</i>			33,7						33,7	0,6
<i>Matorral con dominancia de Atriplex glaucescens</i>			341,0	97,5	153,1	129,4			720,9	13,0
<i>Matorral de Ambrosia artemisioides</i>			119,1	93,5					212,6	3,8
<i>Matorral con dominancia de Senecio ctenophyllus</i>			59,4	94,6		1,3			155,4	2,8
<i>Matorral con dominancia de Balbisia microphylla</i>			129,2	50,6					179,8	3,2
<i>Matorral con dominancia de Adesmia spinosissima</i>			80,6		88,9	228,0			397,4	7,2
<i>Matorral con dominancia de Ephedra breana</i>			76,4	333,6	80,7	472,9			963,6	17,3
<i>Matorral con dominancia de Adesmia melanthes</i>			5,4	32,4	62,7	109,5			210,0	3,8
<i>Matorral con dominancia de Baccharis boliviensis</i>			32,1		4,8	29,6		106,9	173,4	3,1
<i>Matorral con dominancia de Baccharis tola</i>			45,1	15,9	41,1	128,4			230,5	4,1
<i>Matorral de Escallonia angustifolia</i>				0,04					0,04	0,001
<i>Matorral de Fabiana denudata</i>					6,6	0,7		8,7	16,0	0,3
<i>Matorral con dominancia de Fabiana ramulosa</i>			51,8	47,6	9,9	472,0			581,4	10,5
<i>Matorral con dominancia de Fabiana squamata</i>					51,9	13,6		577,7	643,2	11,6
<i>Matorral de Junellia seriphioides</i>			5,1						5,1	0,1
<i>Matorral con dominancia de Parastrephia teretiuscula</i>			19,4			37,7			57,1	1,0
<i>Matorral con dominancia de Parastrephia quadrangularis</i>					203,3	188,7	3,1	279,8	675,0	12,2
<i>Matorral de Senecio nutans</i>			4,9		1,8	2,8			9,5	0,2
<i>Matorral de Senecio volckmanii</i>						5,8			5,8	0,1
<i>Matorral de Azorella compacta</i>						0,6	5,3		5,9	0,1
<i>Matorral de Aloysia deserticola</i>						0,5		51,7	52,2	0,9
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Adesmia horrida</i>								44,2	44,2	0,8

Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
<i>Matorral de Adesmia atacamensis y Mutisia ledifolia</i>					3,5				3,5	0,1
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Haageocereus fascicularis y Cumulopuntia sphaerica</i>			1,6	6,1					7,7	0,1
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Oreocereus leucotrichus</i>			9,2	59,5		10,2			78,8	1,4
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Maihueniopsis boliviana</i>					1,9	15,3			17,2	0,3
Total general		74,8	1.013,9	831,3	710,2	1.847,1	8,5	1.069,0	5.554,7	100,0

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa – Ormajuno;

MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-29. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral en el área de influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Matorral	198	6	8	44	6
<i>Matorral de Hoffmannseggia aphylla</i>	2	0	1	1	0
<i>Matorral de Huidobria fruticosa</i>	15	2	0	8	1
<i>Matorral de Baccharis salicifolia</i>	5	0	1	3	0
<i>Matorral de Aphyllocladus denticulatus var. calvus y Atriplex glaucescens</i>	45	3	1	19	2
<i>Matorral con dominancia de Atriplex glaucescens</i>	95	3	3	29	4
<i>Matorral de Ambrosia artemisioides</i>	43	3	4	14	3
<i>Matorral con dominancia de Senecio ctenophyllus</i>	41	3	4	11	1
<i>Matorral con dominancia de Balbisia microphylla</i>	56	3	4	17	2
<i>Matorral con dominancia de Adesmia spinosissima</i>	53	1	1	7	0
<i>Matorral con dominancia de Ephedra breana</i>	82	1	3	17	1
<i>Matorral con dominancia de Adesmia melanthes</i>	62	0	1	18	1
<i>Matorral con dominancia de Baccharis boliviensis</i>	54	1	5	8	0
<i>Matorral con dominancia de Baccharis tola</i>	70	1	1	17	3
<i>Matorral de Escallonia angustifolia</i>	6	0	0	0	0
<i>Matorral de Fabiana denudata</i>	22	0	1	4	0
<i>Matorral con dominancia de Fabiana ramulosa</i>	84	1	3	21	1

Tipo de formación	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
<i>Agrupación o Formación vegetal</i>					
<i>Matorral con dominancia de Fabiana squamata</i>	50	1	4	9	0
<i>Matorral de Junellia seriphoides</i>	18	0	1	3	0
<i>Matorral con dominancia de Parastrephia teretiuscula</i>	30	0	1	7	0
<i>Matorral con dominancia de Parastrephia quadrangularis</i>	74	3	2	14	0
<i>Matorral de Senecio nutans</i>	15	0	1	1	0
<i>Matorral de Senecio volckmanii</i>	12	1	0	2	0
<i>Matorral de Azorella compacta</i>	18	1	1	3	0
<i>Matorral de Aloysia deserticola</i>	33	0	3	6	0
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Adesmia horrida</i>	12	0	0	4	0
<i>Matorral de Adesmia atacamensis y Mutisia ledifolia</i>	15	0	0	2	0
Matorral con suculentas	89	3	4	23	2
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Haageocereus fascicularis y Cumulopuntia sphaerica</i>	34	3	3	13	2
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Oreocereus leucotrichus</i>	31	1	3	7	0
<i>Matorral con suculentas con dominancia de Maihueniopsis boliviana</i>	46	0	1	9	0
TOTAL MATORRALES	201	6	8	44	6

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral de *Hoffmannseggia aphylla*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, con un estrato arbustivo dominante, compuesto principalmente de la especie *Hoffmannseggia aphylla*. El estrato en altura observado para la formación se sitúa entre 50 cm y 2 m, mientras que su cobertura vegetal arbustiva es generalmente muy clara, oscilando de escasa (5 a 10%) a muy clara (10 a 25%; ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-9).

El recubrimiento de esta formación es de 7,5 hectáreas, lo que representa un 0,1% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales zonales. Se encuentra representada por tres unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), en el sector Desierto Interior, distribuidas entre 1.400 y 1.650 m s.n.m., en la Quebrada de Maní (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-23 y -24). Allí los matorrales se localizan en terrenos planos (en depresiones abiertas), o en baja ladera, con pendientes de hasta 25% aproximadamente. En cuanto al grado de alteración, sólo se observa una unidad deteriorada, el resto de las formaciones siendo registradas “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de dos especies de flora vascular, de las cuales, la especie dominante es endémica de Chile y la otra especie clasifica en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-9. Fisonomía de formaciones de matorral de *Hoffmannseggia aphylla* y detalle de la especie en el Sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral de *Huidobria fruticosa*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, con un estrato arbustivo dominado por la especie *Huidobria fruticosa*. Este estrato arbustivo muestra una variación de altura entre 25 cm y 2 m, siendo más característico el rango entre 50 y 100 cm; y una cobertura escasa (5-10%). En una unidad se registra un estrato herbáceo de escasa cobertura (<10%) con un desarrollo de altura entre 5 y 25 cm (ver Tabla 3.3.1-27, Fotografía 3.3.1-10).

El recubrimiento de estos matorrales es de 60,4 hectáreas, las que representan un 1,1% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales (ver Tabla 3.3.1-28). Esta formación está

descrita para tres unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas en el sector Desierto Interior, entre 1.350 y 1.950 m s.n.m., aproximadamente, en terrenos planos, depresiones abiertas o cerradas, en la Quebrada de Maní (Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1 -23 y -24), en terrenos planos o con pendientes inferiores al 10%. En cuanto al grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total de especies registrada para estas formaciones es de 15 especies de flora vascular, de las cuales ocho corresponden a especies endémicas de Chile, una posee una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y dos clasifican en categoría de conservación de amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-10. Fisonomía de formación de matorral de *Huidobria fruticosa* y detalle de la especie en el Sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Baccharis salicifolia*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie arbustiva *Baccharis salicifolia*. El estrato arbustivo registra generalmente una altura entre 1 y 2 m (pudiendo variar entre 50 y 200 cm), y una cobertura escasa (5-10%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-11).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 6,9 hectáreas, las que representan un 0,1% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales zonales. La formación se encuentra representada por una unidad cartográfica (Tabla 3.3.1-27), ubicada en el sector Desierto Interior, a 1.240 m s.n.m. aproximadamente, en una depresión abierta de la Quebrada de Maní (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-23), sobre una pendiente inferior al 20%. En cuanto a su grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total de especies registrada en esta formación es de cinco especies de flora vascular, de las cuales tres corresponden a especies endémicas de Chile y una se encuentra en alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29) Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-11. Fisonomía de formación de matorral de *Baccharis salicifolia* en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem consultores.

- Matorrales de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* y *Atriplex glaucescens*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, con un estrato arbustivo dominado por las especies *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* y *Atriplex glaucescens*. Este estrato arbustivo muestra una variación de altura entre 5 cm y 2 m, siendo más característico el rango entre 50 y 100 cm; y una cobertura principalmente muy clara (10-25%), pero pudiendo presentarse clara (25-50%). Para el estrato herbáceo, éste no supera los 5 cm de altura y presenta una cobertura que puede variar de muy escasa (1-5%) a, principalmente escasa (5-10%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-12).

El recubrimiento de estas formaciones es de 33,7 hectáreas, las que corresponden al 0,6% de la superficie del área de influencia correspondiente al recubrimiento matorrales (ver Tabla 3.3.1-28). Se localizaron en 11 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), en el sector Cordón Occidental, entre 2.500 y 2.900 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-14 y -15). Allí se distribuyen, generalmente, en depresiones abiertas y en baja ladera, sobre terrenos planos o pendientes menores a un 25%. En cuanto a su grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registradas en estas formaciones es de 45 especies de flora vascular, de las cuales dos poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá; cuatro se encuentran en alguna categoría de conservación (incluyendo a la especie dominante de la formación *A. denticulatus* var. *calvus*), de estas, una en categoría precautoria y tres en categoría de amenaza; y 19 corresponden a especies endémicas de Chile, siendo la tercera formación con mayor riqueza en especies endémicas del recubrimiento matorral (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-12. Fisonomía de formaciones de matorral de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* y *Atriplex glaucescens* en el sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorrales con dominancia de *Atriplex glaucescens*

Agrupación de dos formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Atriplex glaucescens* en el estrato arbustivo (Fotografía 3.3.1-13). Estas formaciones son:

- Matorral de *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Atriplex glaucescens* y *Balbisia microphylla*

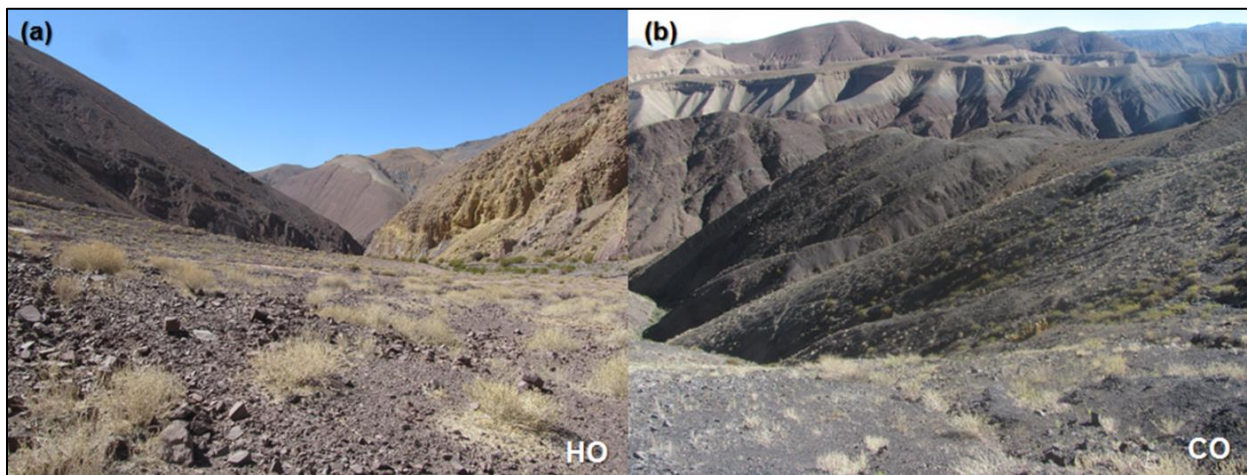
Para esta agrupación se describieron tres tipos de estratos: leñoso bajo (arbustivo), herbáceo y de suculentas. El estrato arbustivo puede oscilar entre <5 y 200 cm de altura, predominando el rango entre 25 y 50 cm. Por su parte, el estrato herbáceo varía entre <5 y 100 cm, predominando el rango entre 5 y 25 cm, y el estrato de suculentas, presente en siete unidades cartográficas y compuesto principalmente por *Oreocereus leucotrichus*, se encuentra en un rango de 5 cm y 2 m (entre 50 cm y 1 m principalmente). La cobertura registrada también es variable entre formaciones: mientras que el estrato de suculentas presenta una cobertura muy escasa (<5%), el arbustivo presenta una cobertura mayoritariamente muy clara (10 a 25%) oscilando entre escasa y clara (5-50%), y el herbáceo una cobertura principalmente escasa (5-10%) oscilando entre muy escasa y clara (<5 hasta 50%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-13).

Esta agrupación vegetal de matorrales cubre una superficie de 720,9 hectáreas, las que corresponden a un 13,0% del territorio del área de influencia ocupado por matorrales (ver Tabla 3.3.1-28). La misma se distribuye en 106 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas entre 2.600 y 4.020 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina -Planta (ver Tabla 3.3.1-28, Fotografía 3.3.1-13 y Plano 3.3.1-02, -03, -05, -06, -13, -14 y -15). Las formaciones de esta agrupación se distribuyen en posiciones topográficas muy variables, desde depresiones en terrenos planos y lomajes, hasta laderas de pendientes pronunciadas (>70%) y cumbres, en exposición norte y noroeste dominante. En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta agrupación se

observan “en estado natural”, exceptuando tres unidades del sector Cordón Occidental, “en estado alterada”.

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones es de 95 especies de flora vascular, siendo la agrupación con el mayor valor de riqueza entre los matorrales. De estas especies, 29 son endémicas de Chile y cuatro poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá, siendo la formación con mayor riqueza en endémicas y en especies restringidas del recubrimiento matorral. Igualmente, la formación presenta un total de seis especies en alguna categoría de conservación, de las cuales, tres especies están en categoría de amenaza y tres restantes en categoría precautoria (ver Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-13. Fisonomía de formaciones de matorrales con dominancia de *Atriplex glaucescens*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huiniquitipa - Ormajuno; CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Atriplex glaucescens*; (b) Matorral de *A. glaucescens* y *Balsisia microphylla*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral de *Ambrosia artemisioides*

Formación vegetal con fisonomía de matorral en la que domina la especie *Ambrosia artemisioides*. La altura del estrato registrado para las especies leñosas bajas oscila principalmente entre 25 y 50 cm (pudiendo variar entre 5 y 100 cm); el herbáceo, principalmente de *Tetragonia microcarpa*, presenta una altura dominante de hasta 5 cm (pudiendo variar entre <5 y 25 cm); y las especies suculentas se registran mayoritariamente en un rango entre 25 y 50 cm (pudiendo variar entre 5 y 200 cm). La cobertura del estrato arbustivo es principalmente muy clara (10-25%), variando de escasa (5-10%) a clara (25-50%), y la cobertura herbácea se presenta principalmente escasa (5-10%), pudiendo aumentar a muy clara (10-25%). La cobertura de suculentas, estrato compuesto por *Oreocereus leucotrichus* o *Haageocereus fascicularis*, es muy escasa (<5%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-14.

El recubrimiento que se registró para estos matorrales es de 212,6 hectáreas, lo que significa un 3,8% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales (Tabla 3.3.1-28). Esta formación se registra en ocho unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas entre 2.500 y 3.400 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho (Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-3 y -14), en situaciones de ladera media, alta y escarpadas, principalmente en exposición norte, sobre pendientes entre 20 y 100% (Fotografía 3.3.1-14). En cuanto a su grado de alteración, todas las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total de especies registrada en estas formaciones es de 43 especies de flora vascular, de las cuales 14 corresponden a especies endémicas de Chile, tres poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y siete se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 3.3.1-29), de estas últimas, tres en categoría de amenaza y cuatro en categoría precautoria. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-14. Fisonomía de formaciones de matorral de *Ambrosia artemisioides* Sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con dominancia de *Senecio ctenophyllus*

Agrupación vegetal con fisonomía de matorral, dominado por la especie *Senecio ctenophyllus* (Fotografía 3.3.1-15). Dentro de este grupo de matorrales se identificaron las siguientes dos formaciones vegetales:

- Matorral de *Senecio ctenophyllus*
- Matorral de *Senecio ctenophyllus* y *Atriplex glaucescens*

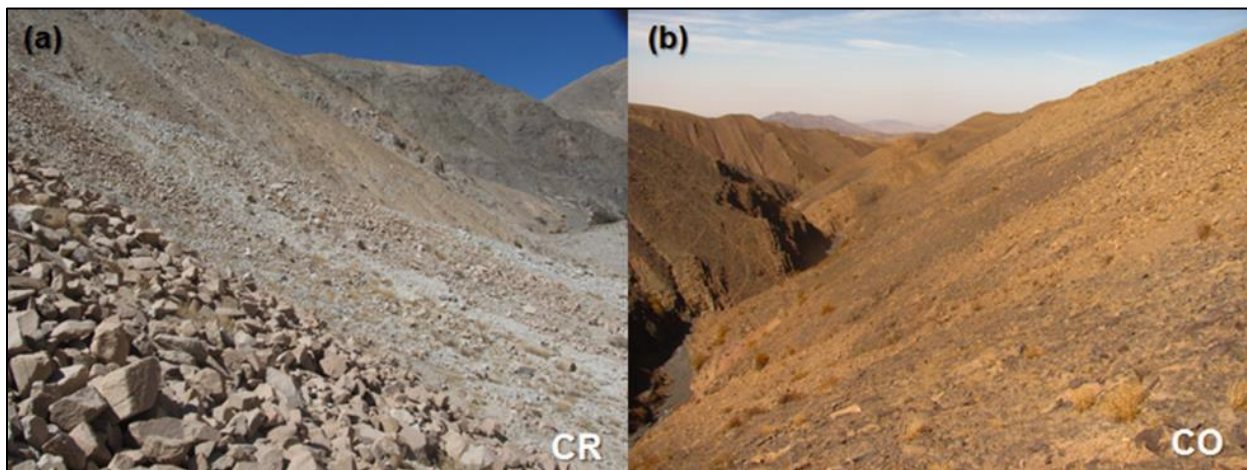
Las principales alturas registradas para estas formaciones, oscilan mayoritariamente entre 25 y 50 cm para el estrato leñoso bajo (pudiendo variar entre 5 y 200 cm) y para el estrato suculento (oscilando entre 5 y 50 cm), y para el estrato herbáceo entre 5 y 25 cm (pudiendo disminuir a menos de 5 cm). La cobertura observada para las especies arbustivas es principalmente escasa

(5-10%), variando entre escasa y clara (5 a 50%). Cabe señalar que generalmente los individuos de *S. ctenophyllus* se observaron secos, indicando un periodo de vida probablemente anual o bianual, con rebrotes bajo condiciones ambientales favorables. El estrato herbáceo, conformado principalmente por *Tetragonia microcarpa*, muestra una cobertura principalmente escasa, pudiendo variar entre muy escasa y clara (<5 hasta 50%). Las especies de suculentas, correspondientes a *Oreocereus leucotrichus* y *Haageocereus fascicularis*, registran una cobertura muy escasa, siendo observadas sólo en tres unidades (Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-15).

El recubrimiento de estos matorrales es de 155,4 hectáreas, lo que representa un 2,8% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales (Tabla 3.3.1-28). Esta formación está representada por 10 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho y Altiplano Mina - Planta, entre 3.000 y 3.600 m s.n.m. (Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1 -02, -03 y -14), localizándose en situaciones de laderas bajas y medias, generalmente escarpadas, con pendientes que van entre 20 y 100%, en exposiciones variadas. En cuanto al grado de alteración, las unidades de estas formaciones se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 41 especies de flora vascular, de las cuales 11 corresponden a especies endémicas de Chile, una posee una distribución restringida a la I Región y siete especies se encuentran en alguna categoría de conservación, de estas últimas, un total de tres se encuentran en categoría de amenaza y cuatro en categoría precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-15. Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de *Senecio ctenophyllus*



Donde: Sectores: CR: Quebrada Choja - Ramucho; CO: Cordón Occidental;
Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Senecio ctenophyllus*; (b) Matorral de *S. ctenophyllus* y *Atriplex glaucescens*.
Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con dominancia de *Balbisia microphylla*

En esta agrupación se desarrollan varias formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Balbisia microphylla* en el estrato arbustivo (Fotografía 3.3.1-16). Se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales, en función de la presencia de otras especies arbustivas dominantes:

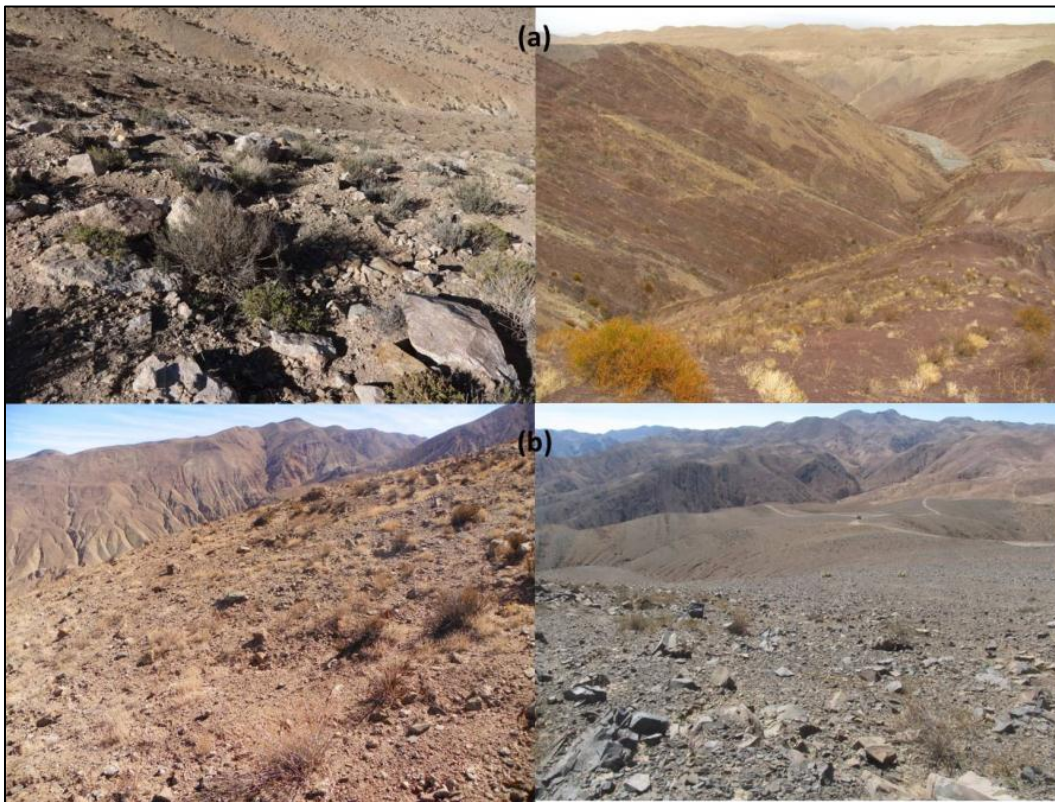
- Matorral de *Balbisia microphylla*
- Matorral de *Balbisia microphylla* y *Ambrosia artemisioides*

El estrato leñoso de estos matorrales registra alturas entre 25 y 50 cm mayoritariamente (pudiendo variar de 5 a 100 cm); el estrato herbáceo, dominado por *Neuontobotrys tarapacana* y *Tetragonia microcarpa*, se desarrolla principalmente bajo 5 cm de altura (pudiendo variar entre <5 y 50 cm); y el estrato suculento, conformado por *Oreocereus leucotrichus*, se desarrolla en un rango de 1 a 2 m. La cobertura de las especies arbustivas es principalmente muy clara, variando entre escasa y clara (5 hasta 50%). El estrato herbáceo muestra una cobertura principalmente muy clara (10-25%), oscilando entre muy escasa y clara (<5 hasta 50%). Las especies de suculentas registraron una cobertura muy escasa (menor al 5%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-16).

El recubrimiento de estos matorrales es de 179,8 hectáreas, lo que representa un 3,2% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. La agrupación de estas formaciones, se localizan en los sectores Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho (Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-02, -03, -13 y -14), donde se distribuye en 17 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), entre los 3.000 y 3.600 m s.n.m., en variadas situaciones topográficas (depresiones cerradas, lomajes, laderas y cumbres) y sobre pendientes diversas entre 15% y 100% (ver Fotografía 3.3.1-16). En cuanto a su grado de alteración, sólo se observan unidades “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 56 especies de flora vascular, de las cuales 17 corresponden a especies endémicas de Chile, dos poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y siete se encuentran en alguna categoría de conservación, de las cuales, tres están en categoría de amenaza y cuatro precautorias (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-16. Fisonomía de la agrupación de matorral con dominancia de *Balbisia microphylla* en sector Cordón Occidental



Donde: (a) Matorral de *Balbisia microphylla*; (b) Matorral de *B. microphylla* y *Ambrosia artemisioides*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorrales con dominancia de *Adesmia spinosissima*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Adesmia spinosissima* (Fotografía 3.3.1-17). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, la agrupación reúne tres formaciones:

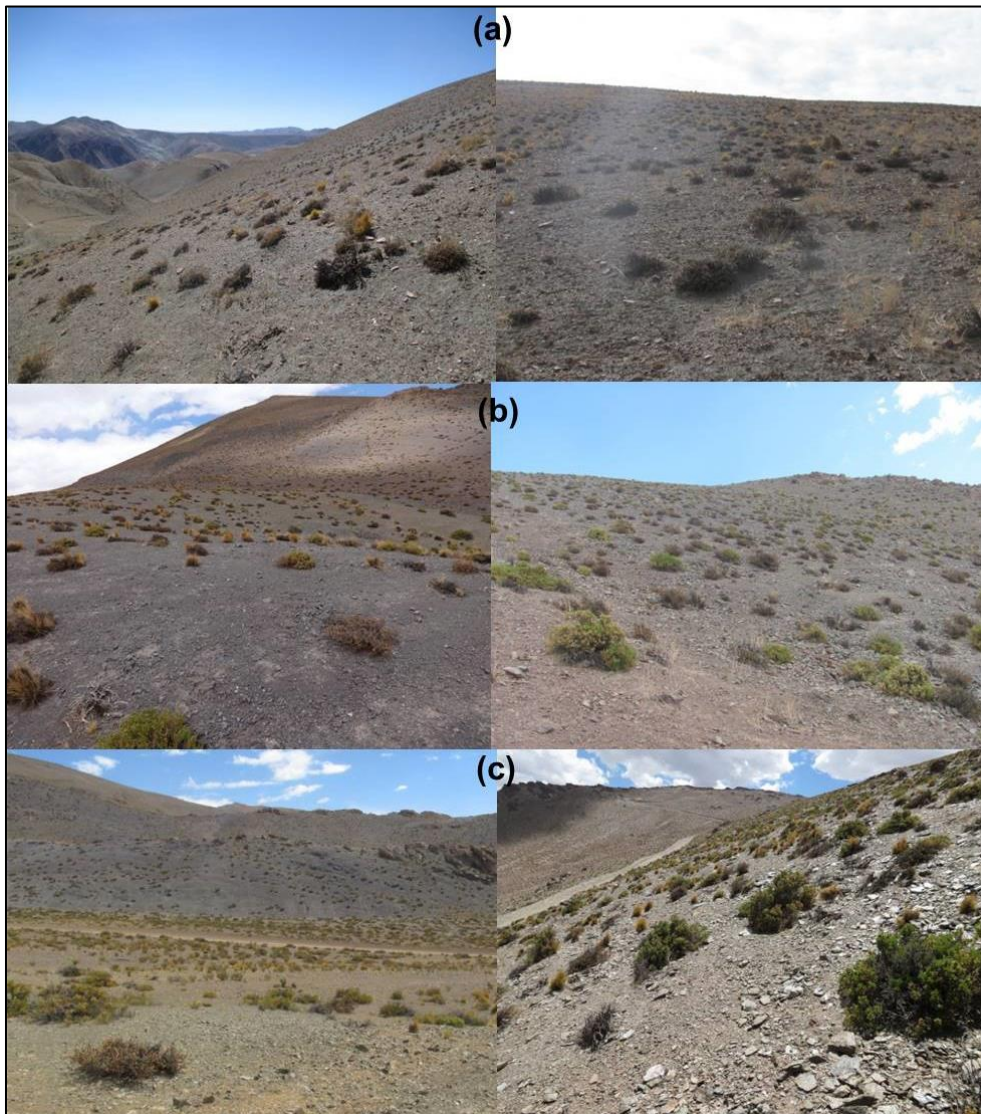
- Matorral de *Adesmia spinosissima*
- Matorral de *Adesmia spinosissima* y *Baccharis tola*
- Matorral de *Adesmia spinosissima* y *Paratrephia quadrangularis*

En esta agrupación, el rango de altura del estrato arbustivo se sitúa principalmente entre 25 y 50 cm (pudiendo variar entre 5 y 100 cm), mientras el estrato herbáceo se sitúa mayoritariamente entre 5 y 25 cm (pudiendo variar entre <5 y 50 cm). Un estrato suculento, conformado por *Maihuenopsis boliviana*, se observa en tres unidades cartográficas, con una altura variable entre el rango 5 y 25 cm principalmente, pudiendo alcanzar los 50 cm. La cobertura del estrato arbustivo varía de escasa a poco densa (5 a 75%), aunque generalmente se observa muy clara (10-25%). La cobertura de las herbáceas es frecuentemente escasa (5-10%) oscilando entre menos del 5% hasta un 25%, y la de suculentas no sobrepasa el 5% (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-17).

Esta agrupación de formaciones ocupa una superficie total de 397,4 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto, correspondiente al 7,2% del recubrimiento de matorrales. Éstas se registraron en 72 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquintipa - Ornajuno y en Altiplano Mina - Planta, en un rango de altitud entre 3.800 y 4.300 m s.n.m. (Tabla 3.3.1-28 y ver Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05, -06 y -13). En estas áreas, los matorrales de la agrupación se ubican en cumbres, diversas situaciones de ladera, terrenos planos, depresiones y lomajes, en situaciones de pendiente mayormente superiores a 20% y en diferentes exposiciones. En cuanto a su grado de alteración, estas formaciones se observan “en estado natural”, excepto dos unidades con “vegetación alterada”, ubicadas en Quebradas Huinquintipa - Ornajuno.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 53 especies de flora vascular, de las cuales siete corresponden a especies endémicas de Chile y dos se encuentran en alguna categoría de conservación, una en categoría de amenaza y una precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-17. Fisonomía de formaciones de matorrales con dominancia de *Adesmia spinosissima* en el Sector Cordón Occidental



Donde: (a) Matorral de *Adesmia spinosissima*; (b) Matorral *A. spinosissima* y *Baccharis tola*; (c) Matorral de *A. spinosissima* y *P. quadrangularis*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorrales con dominancia de *Ephedra breana*

En esta agrupación se desarrollan distintas formaciones con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Ephedra breana*, “pingo-pingo” (Fotografía 3.3.1-18). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, en la agrupación se distinguen las siguientes siete formaciones vegetales:

- Matorral de *Ephedra breana*
- Matorral de *Ephedra breana* y *Adesmia spinosissima*
- Matorral de *Ephedra breana* y *Atriplex glaucescens*

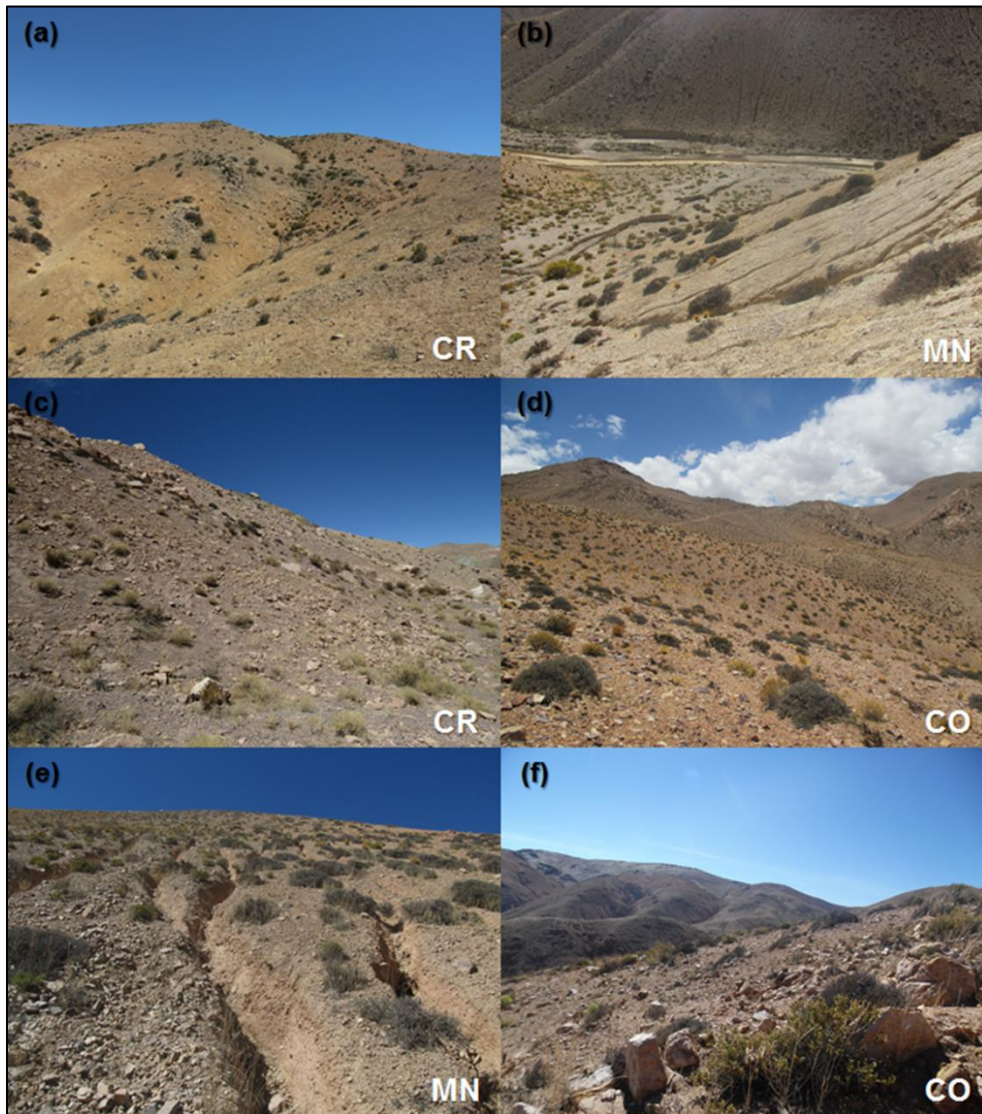
- Matorral de *Ephedra breana*, *Atriplex glaucescens* y *Adesmia melanthes*
- Matorral de *Ephedra breana* y *Baccharis boliviensis*
- Matorral de *Ephedra breana* y *Baccharis tola*
- Matorral de *Ephedra breana* y *Diplostephium meyenii*

En estos matorrales, la altura observada para el estrato arbustivo se desarrolla principalmente entre 25 y 50 cm, pudiendo variar en un amplio rango entre <5 y 200 cm. Las especies herbáceas se desarrollan mayoritariamente en un rango de altura entre 5 y 25 cm, pudiendo variar entre <5 y 50 cm. La cobertura de las especies leñosas varía en un rango de escasa a clara (5 a 50%), predominando una cobertura muy clara (10 a 25%); y la del estrato herbáceo entre muy escasa y clara (<5 a 50%), siendo mayoritariamente escasa (5 a 10%). Se observa, igualmente, un estrato de especies suculentas en dos unidades, el que presenta alturas variables según la especie, entre 25 y 50 cm (*Maihuenopsis boliviana*) y 50 a 100 cm (*Oreocereus leucotrichus*) y una cobertura muy escasa para este estrato (menor a 5%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-18).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 963,6 hectáreas, lo que representa un 17,3% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. La agrupación corresponde a la más extensa de este tipo de recubrimiento y está representada por 103 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas entre 3.400 y 4.250 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquintipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (Ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -13 y -14). Estos matorrales se registraron en diversas situaciones topográficas, desde depresiones, lomajes, a diferentes situaciones de ladera y cumbre, principalmente en laderas sobre pendientes fuertes, sobre 50% y en distintas exposiciones. En cuanto a su grado de alteración, se registran dos unidades con “vegetación alterada” ubicadas en Altiplano Mina - Planta, y el resto de estos matorrales se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 82 especies de flora vascular, de las cuales 17 corresponden a especies endémicas de Chile, una posee una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y cuatro clasifican con alguna categoría de conservación, entre estas, una en categoría de amenaza y tres precautorias (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-18. Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de *Ephedra breana*



Donde: Sectores: CR: Quebrada Choja - Ramucho; MN: Altiplano Mina - Planta; CO: Cordón Occidental;
 Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Ephedra breana*; (b) Matorral de *E. breana* y *Adesmia spinosissima*; (c) Matorral de *E. breana* y *Atriplex glaucescens*; (d) Matorral de *E. breana* y *Baccharis boliviensis*; (e) Matorral de *E. breana* y *Baccharis tola*; (f) Matorral de *E. breana* y *Diplostephium meyenii*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con dominancia de *Adesmia melanthes*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Adesmia melanthes* (Fotografía 3.3.1-19). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, la agrupación reúne las siguientes cinco formaciones vegetales:

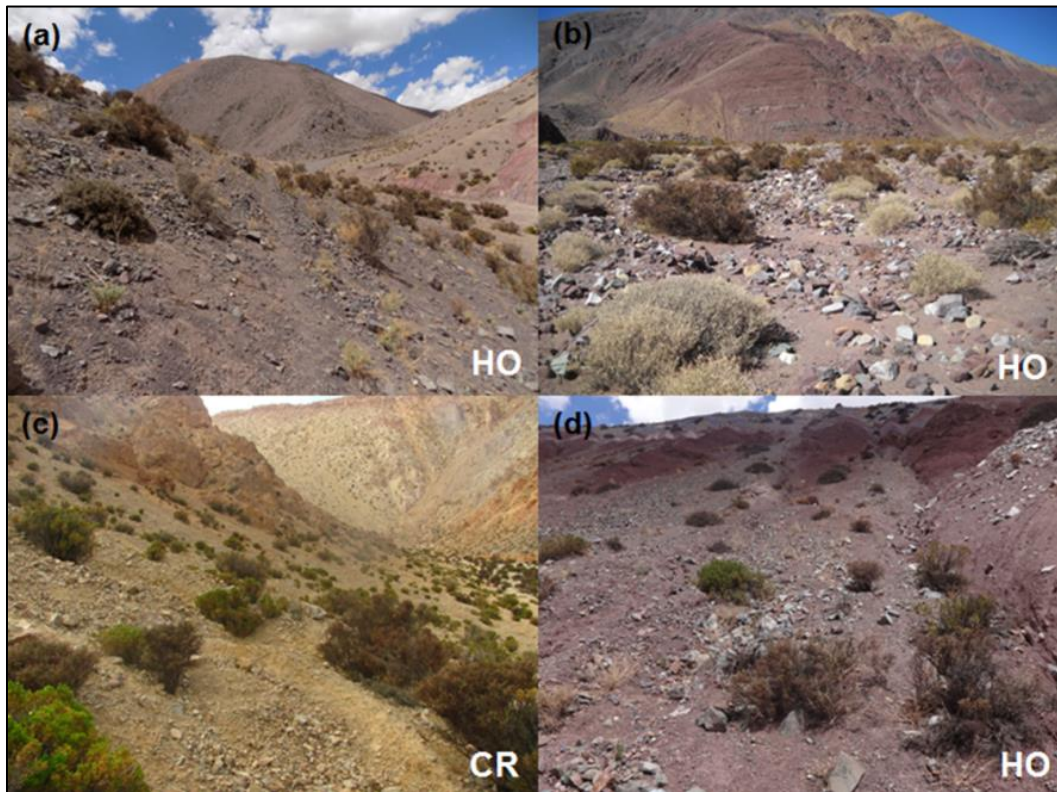
- Matorral de *Adesmia melanthes*
- Matorral de *Adesmia melanthes* y *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Adesmia melanthes* y *Baccharis tola*
- Matorral de *Adesmia melanthes*, *Baccharis tola* y *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Adesmia melanthes* y *Ephedra breana*

Para estos matorrales, la altura observada del estrato arbustivo varía entre <5 y 200 cm, pero mayoritariamente se sitúa en el rango entre 25 y 50 cm. En el estrato herbáceo, las alturas varían entre <5 y 50 cm de altura, aunque predomina el rango entre 5 y 25 cm; y el estrato de las especies suculentas (presente en una unidad cartográfica), se observa entre 5 y 25 cm de altura. En cuanto a las coberturas por estrato, en el arbustivo la cobertura varía de escasa a poco densa (5 a 75%), aunque dominan aquellas claras (25-50%). El estrato herbáceo presenta coberturas que varían de escasas (5-10%), principalmente, a muy claras (10-25%) y el estrato de suculentas presenta una cobertura muy escasa (menor a un 5%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-19.

Esta agrupación de formaciones cubre una superficie de 210,0 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto, representando 3,8% del recubrimiento matorral. En ésta, se distribuyen en 46 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas a una altitud de entre 3.500 y 4.250 m s.n.m. aproximadamente, en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, concentrándose principalmente en las quebradas Jovita, Blanca, Ramucho y Ornajuno (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06 y -13). En estas zonas, las formaciones se localizan tanto en terrenos planos, depresiones abiertas y cerradas, como en diversas situaciones de baja, media y alta ladera y cumbres escarpadas, sobre pendientes y exposición variadas. En cuanto a su grado de alteración, prácticamente sólo se observan unidades “en estado natural”, salvo una unidad con “vegetación alterada”, ubicada en sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 62 especies de flora vascular, de las cuales 18 corresponden a especies endémicas de Chile, una posee una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y una se encuentra en alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-19. Fisonomía de las formaciones de matorral con dominancia de *Adesmia melanthes*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquintipa - Ormajuno; CR: Quebrada Choja - Ramucho.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Adesmia melanthes*; (b) Matorral de *A. melanthes* y *Atriplex glaucescens*; (c) Matorral de *A. melanthes* y *Baccharis tola*; (d) Matorral de *A. melanthes* y *Ephedra breana*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con dominancia de *Baccharis boliviensis*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por el arbusto *Baccharis boliviensis* (Fotografía 3.3.1-20). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, el grupo reúne las siguientes tres formaciones vegetales:

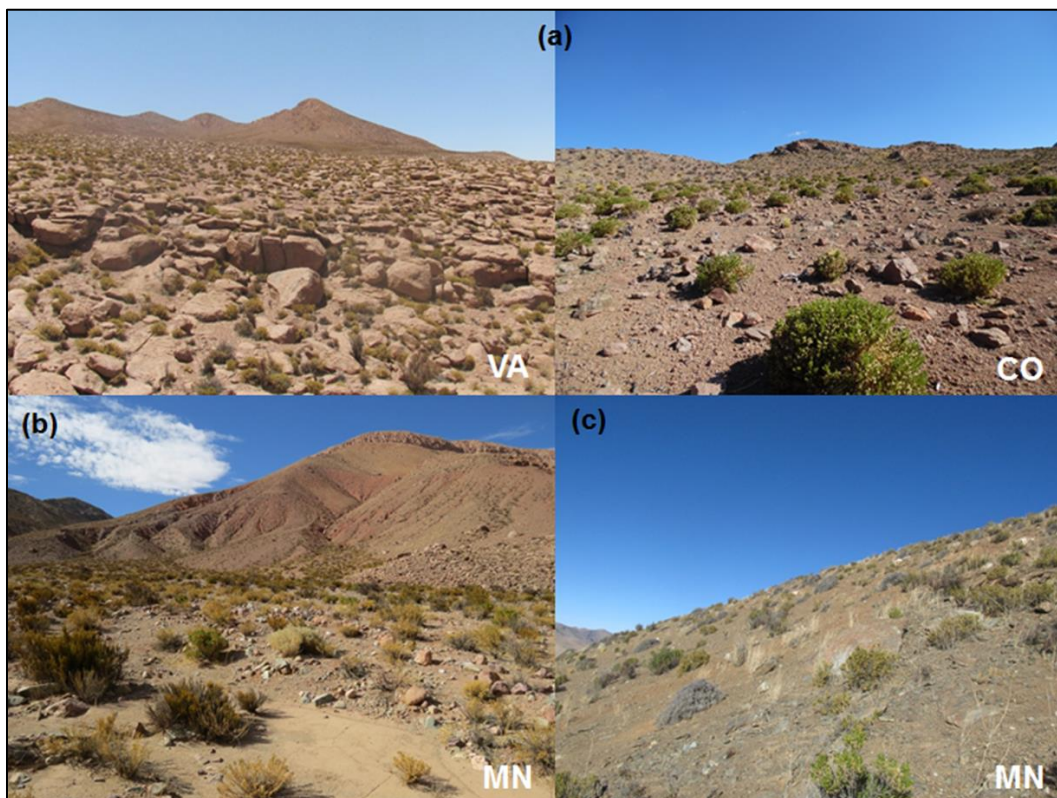
- Matorral de *Baccharis boliviensis*
- Matorral de *Baccharis boliviensis* y *Fabiana denudata*
- Matorral de *Baccharis boliviensis*, *Fabiana ramulosa* y *Ephedra breana*

El estrato arbustivo presenta un rango de altura dominante entre 25 y 50 cm, pudiendo variar entre 5 y 100 cm y el estrato herbáceo presenta una altura frecuente entre 5 y 25 cm, variando entre 5 y 50 cm. La cobertura del estrato leñoso varía entre muy clara y clara (10 a 50%), siendo dominante una cobertura clara (25-50%); mientras que el estrato herbáceo varía entre muy escasa y muy clara (<5 a 25%), principalmente de cobertura escasa (5 a 10%). Además, en una unidad cartográfica se observa un estrato de suculentas, entre 5 y 25 cm de altura y con una cobertura muy escasa (< 5%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-20.

El recubrimiento registrado para agrupación es de 173,4 hectáreas, lo que representa 3,1% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. La agrupación fue registrada en nueve unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-02, -03, -05, -09 y -13). Allí, los matorrales se localizan en diferentes posiciones de ladera, sobre una amplia gama de pendientes (de 10 a 100%) y diversas exposiciones, a una altitud entre 3.500 y 4.150 m s.n.m. En cuanto a su grado de alteración, todas las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 54 especies de flora vascular, de las cuales ocho corresponden a especies endémicas de Chile y seis se encuentran en alguna categoría de conservación, de estas, un total de cinco en categoría precautorias y una especie en categoría de amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-20. Fisonomía de la formación de matorral con dominancia de *Baccharis boliviensis*



Donde: Sectores: VA: Altiplano Variante A-97B; CO: Cordón Occidental; MN: altiplano Mina - Planta.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Baccharis boliviensis*; (b) Matorral de *B. boliviensis* y *Fabiana denudata*; (c) Matorral de *B. boliviensis*, *Fabiana ramulosa* y *Ephedra breana*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con dominancia de *Baccharis tola*

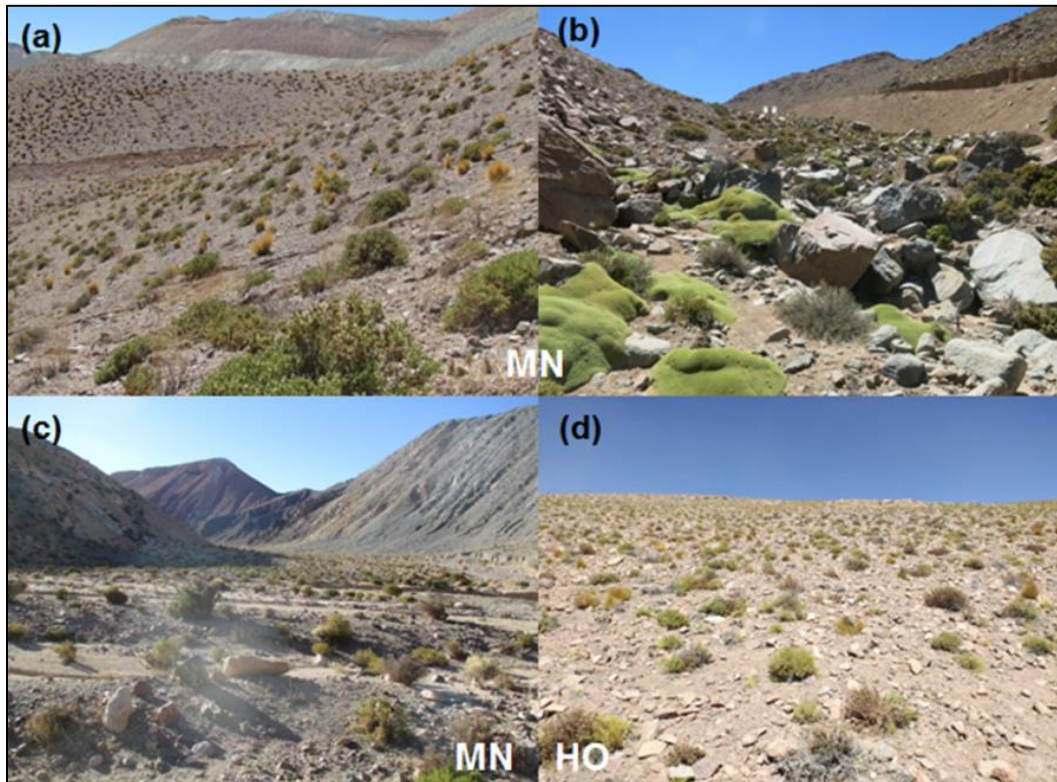
Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por el arbusto *Baccharis tola* (Fotografía 3.3.1-21). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, en la agrupación se identifican cuatro formaciones vegetales:

- Matorral de *Baccharis tola*
- Matorral de *Baccharis tola* y *Azorella compacta*
- Matorral de *Baccharis tola* y *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Baccharis tola* y *Senecio dryophyllus*

En estos matorrales, el estrato arbustivo de la formación varía su altura entre 5 y 200 cm, siendo predominante el rango entre 25 y 50 cm. En el caso de las especies herbáceas, el rango de altura varía entre <5 y 100 cm, si bien predomina el estrato entre 5 a 25 cm. En cuanto a la cobertura, la de las especies leñosas oscila entre escasa y poco densa (5 a 75%), siendo dominante una cobertura muy clara (10 a 25%); y la del estrato herbáceo entre muy escasa (<5%) y clara (25 a 50%), dominando una cobertura escasa (5 a 10%). Una sola unidad cartográfica presenta, además, un estrato de suculentas de *Maihueniopsis boliviana*, desarrollado entre 5 y 25 cm, con una cobertura muy escasa (<5%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-21.

El recubrimiento de estos matorrales es de 230,5 hectáreas, lo que representa un 4,1% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. La agrupación, representada por 50 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas en un rango de altitud entre 3.500 y 4.350 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06 y -13). En estos sectores, los matorrales se distribuyen tanto en depresiones abiertas y cerradas, como en diferentes situaciones de ladera, en un amplio rango de pendientes y de exposición. En cuanto a su grado de alteración, la mayor proporción de unidades de estas formaciones se observan “en estado natural”, excepto nueve unidades ubicadas en sector Altiplano Mina – Planta, con “vegetación alterada”, principalmente producto de cortes de caminos que interrumpen la continuidad de estas formaciones.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 70 especies de flora vascular, de las cuales 17 son endémicas de Chile, tres poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y dos clasifican con alguna categoría de conservación, una en categoría precautoria y una en categoría de amenaza (Tabla 3.3.1-29). El listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-21. Fisonomía de matorrales con dominancia de *Baccharis tola*

Donde: Sectores: MN: altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Baccharis tola*; (b) Matorral de *B. tola* y *Azorella compacta*; (c) Matorral de *B. tola* y *Atriplex glaucescens*; (d) Matorral de *B. tola* y *Senecio dryophyllus*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Escallonia angustifolia*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie *Escallonia angustifolia*. Presenta un estrato arbustivo con una altura entre 1 y 2 m y una cobertura poco densa (50 a 75%), ver Fotografía 3.3.1-22 y Tabla 3.3.1-27.

El recubrimiento de este matorral es de 0,04 hectáreas, lo que representa un 0,001% de la superficie del recubrimiento matorral en el área de influencia. Esta formación está representada por una unidad cartográfica localizada en quebrada Choja del sector Quebrada Choja - Ramucho a una altitud aproximada de 3.300 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-27, Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-03). En cuanto a su grado de alteración, la formación se registra "en estado natural".

La riqueza total registrada en esta formación es de seis especies de flora vascular, de las cuales no se registran especies endémicas de Chile o en alguna categoría de conservación (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-22. Fisonomía de la formación de matorral de *Escallonia angustifolia* en el sector Quebrada Choja - Ramucho

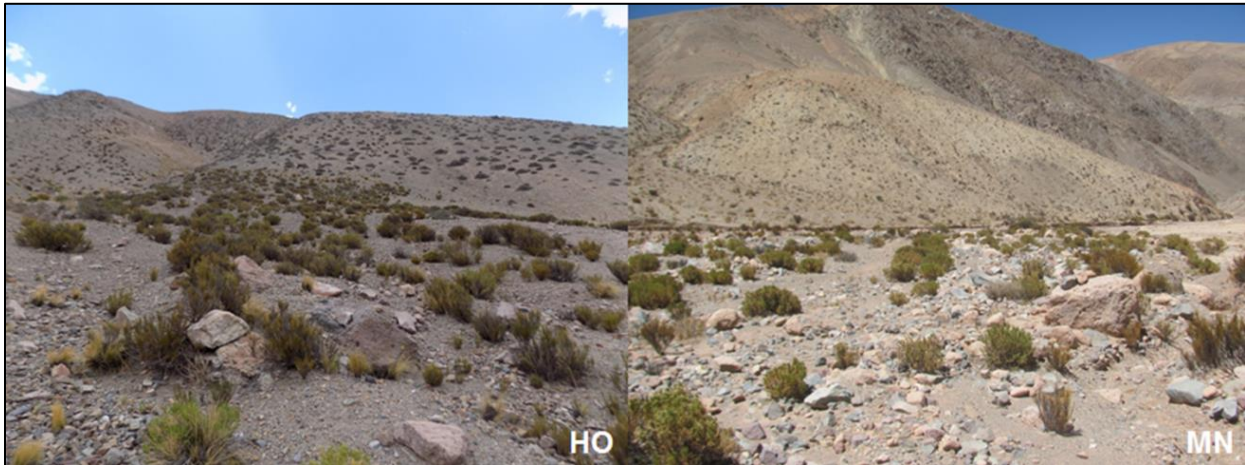
Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Fabiana denudata*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, con un estrato arbustivo dominante, compuesto principalmente de la especie *Fabiana denudata*. El estrato en altura observado para la formación se sitúa entre 5 y 100 cm, mayoritariamente observado entre 25 y 50 cm, mientras que su cobertura vegetal arbustiva es generalmente clara (25 a 50%), oscilando de muy clara a poco densa (10 a 75%; ver Fotografía 3.3.1-23 y Tabla 3.3.1-27).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 16,0 hectáreas, lo que representa un 0,3% del recubrimiento en el área de influencia (Tabla 3.3.1-28). La formación está representada por seis unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas entre 3.500 y 4.000 m s.n.m., en los sectores Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-02, -03, -05, -06 y -09). Allí las formaciones se localizan en depresiones o diferentes situaciones de ladera, sobre pendientes variables, bajo un 30%, aproximadamente. En cuanto a su grado de alteración, todas las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 22 especies de flora vascular, de las cuales cuatro corresponden a especies endémicas de Chile y una clasifica con alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-23. Fisonomía de la formación de matorral de *Fabiana denudata*

Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, MN= Altiplano Mina - Planta
Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral con dominancia de *Fabiana ramulosa*

En esta agrupación se reúnen ocho formaciones con fisonomía de matorral, dominadas por la especie arbustiva *Fabiana ramulosa*, sola o acompañada por diferentes especies arbustivas dominantes (Fotografía 3.3.1-24). En función de éstas, la agrupación reúne las siguientes seis formaciones:

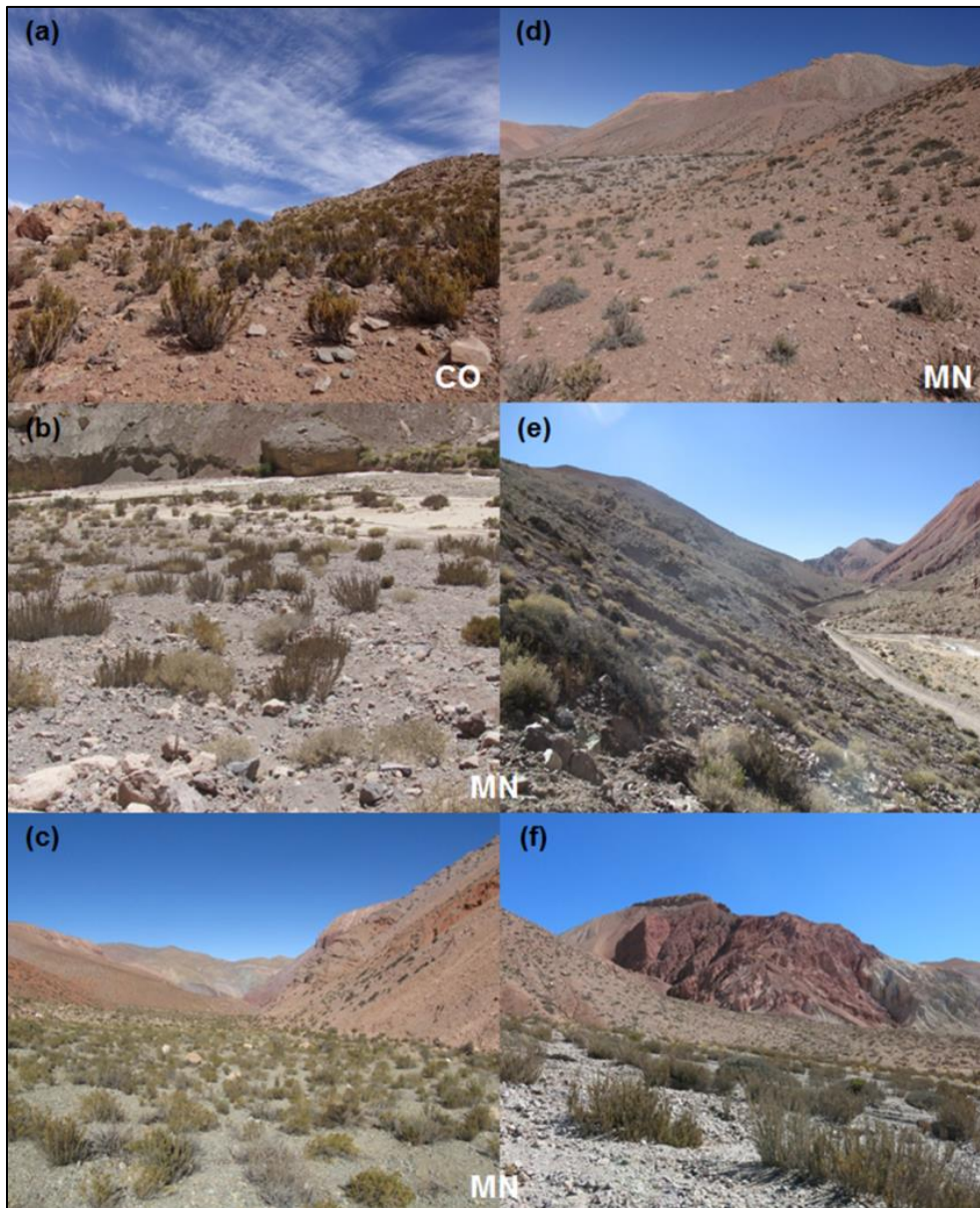
- Matorral de *Fabiana ramulosa*
- Matorral de *Fabiana ramulosa* y *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Fabiana ramulosa* y *Baccharis boliviensis*
- Matorral de *Fabiana ramulosa* y *Ephedra breana*
- Matorral de *Fabiana ramulosa*, *Ephedra breana* y *Atriplex glaucescens*
- Matorral de *Fabiana ramulosa*, *Ephedra breana* y *Baccharis boliviensis*

En estos matorrales, el estrato leñoso bajo registra una altura dominante entre 25 y 50 cm (pudiendo variar entre 5 y 200 cm); y el estrato herbáceo, se desarrolla en un rango dominante entre 5 y 25 cm (pudiendo variar <5 y 50 cm). La cobertura de las especies leñosas varía entre escasa y poco densa (5 a 75%), aunque se presenta mayoritariamente muy clara (10 a 25%). El estrato herbáceo también muestra una amplia variación de cobertura entre formaciones, fluctuando entre muy escasa y clara (<5 a 50%), aunque domina una cobertura escasa (5 a 10%) (Ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-24).

El recubrimiento de estos matorrales es de 581,4 hectáreas, las que representan un 10,5% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. La agrupación está representada por 82 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas entre 3.400 y 4.200 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -05, -06 y -13). En estos sectores, los matorrales se localizan en situaciones diversas, desde terrenos planos,

depresiones, y diversas posiciones en laderas, y por consiguiente en un amplio rango de pendientes y de exposición. En cuanto a su grado de alteración, la mayoría de las unidades se observan “en estado natural”, salvo siete unidades caracterizadas “con vegetación alterada”, todas estas ubicadas en sector Altiplano Mina – Planta, afectadas el establecimiento de caminos y respectiva fragmentación.

Fotografía 3.3.1-24. Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de *Fabiana ramulosa*



Donde: Sectores: MN: altiplano Mina – Planta; CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Fabiana ramulosa*; (b) Matorral de *F. ramulosa* y *Atriplex glaucescens*; (c) Matorral de *F. ramulosa* y *Baccharis boliviensis*; (d) Matorral de *F. ramulosa* y *Ephedra breana*; (e) Matorral de *F. ramulosa*, *E. breana* y *A. glaucescens*; (f) Matorral de *F. ramulosa*, *E. breana* y *B. boliviensis*.

Fuente: Cedrem Consultores.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 84 especies de flora vascular, de las cuales 21 corresponden a especies endémicas de Chile, una posee una distribución restringida a la I Región y cuatro clasifican con alguna categoría de conservación, de estas, tres en categoría precautoria y una especie en categoría de amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

- Matorral con dominancia de *Fabiana squamata*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie arbustiva *Fabiana squamata* (Fotografía 3.3.1-25). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, el grupo reúne cuatro formaciones vegetales:

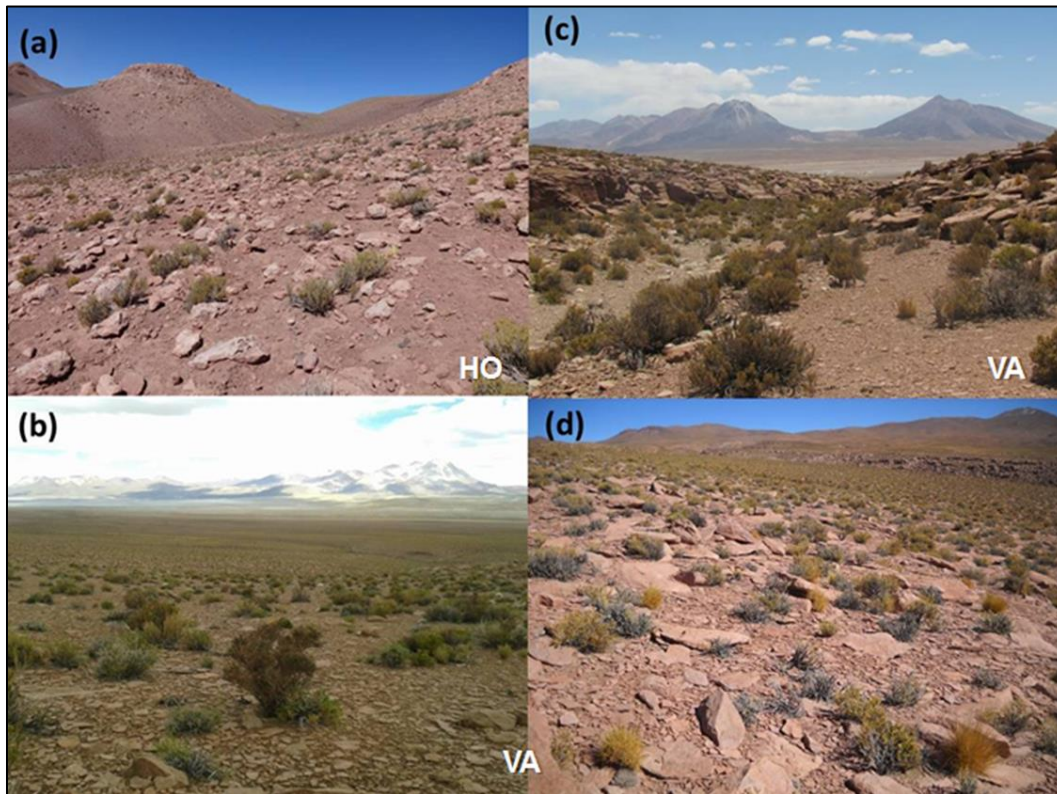
- Matorral de *Fabiana squamata*
- Matorral de *Fabiana squamata* y *Baccharis boliviensis*
- Matorral de *Fabiana squamata* y *Baccharis tola*
- Matorral de *Fabiana squamata* y *Junellia seriphioides*

Se registraron tres tipos de estratos en la agrupación: leñoso bajo, herbáceo y, en tres unidades un estrato de suculentas. El estrato arbustivo presenta una altura que oscila entre 5 y 100 cm (dominando el rango entre 25 y 50 cm). Para el estrato herbáceo, el rango varía mayoritariamente entre los 5 y 25 cm de altura (pudiendo variar entre 5 y 50 cm) y de igual manera para el estrato de suculentas, presentando sin embargo una mayor variación (entre <5 y 100 cm). En cuanto a la cobertura, para las especies leñosas varía de escasa a clara (5 a 50%), aunque predomina una cobertura clara (25 a 50%); la del estrato herbáceo varía entre muy escasa y muy clara (<5 a 25%), predominando el rango escaso, de 5 a 10%; en el caso de las especies suculentas no supera el 5% (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-25).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 643,2 hectáreas, las que representan un 11,6% de la superficie del área de influencia ocupada por matorrales. Las formaciones están representadas por 23 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas en un rango de altitud entre 3.000 y 4.300 m s.n.m. aproximadamente, en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -07 y -09). Allí se distribuyen en zonas planas, depresiones, lomajes y diversas situaciones de ladera, con un amplio rango de pendientes, generalmente bajo un 50%. En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 50 especies de flora vascular, de las cuales nueve corresponden a especies endémicas de Chile y cinco clasifican con alguna categoría de conservación, de estas, cuatro en categoría precautoria y una amenazada (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-25. Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de *Fabiana squamata*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; VA: Altiplano Variante A-97B.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Fabiana squamata*; (b) Matorral de *F. squamata* y *Baccharis boliviensis*; (c) Matorral de *F. squamata* y *Baccharis tola*; (d) Matorral de *F. squamata* y *Junellia seriphioides*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Junellia seriphioides*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie arbustiva *Junellia seriphioides*. Tanto el estrato arbustivo y el herbáceo -este último dominado por *Neuontobotrys tarapacana* y *Descurainia stricta*- presentan un rango de altura entre 5 y 25 cm. La cobertura vegetal de ambos estratos es muy clara, entre 10 y 25% (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-26).

El recubrimiento de esta formación es de 5,1 hectáreas, lo que representa un 0,1% del recubrimiento de matorral en el área de influencia. La formación está representada por dos unidades cartográficas en el sector Cordón Occidental (ver Tabla 3.3.1-27, Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-06), localizadas en lo alto de laderas de exposición este a noreste, en pendientes de 20 a 100%, a una altitud aproximada de 4.160 m s.n.m. En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 18 especies de flora vascular, de las cuales tres corresponden a especies endémicas de Chile y una se encuentra en alguna categoría de

conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-26. Fisonomía de la formación de matorral de *Junellia seriphioides* en el sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral con dominancia de *Parastrephia teretiuscula*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Parastrephia teretiuscula*. En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, la agrupación comprende las siguientes tres formaciones (Fotografía 3.3.1-27):

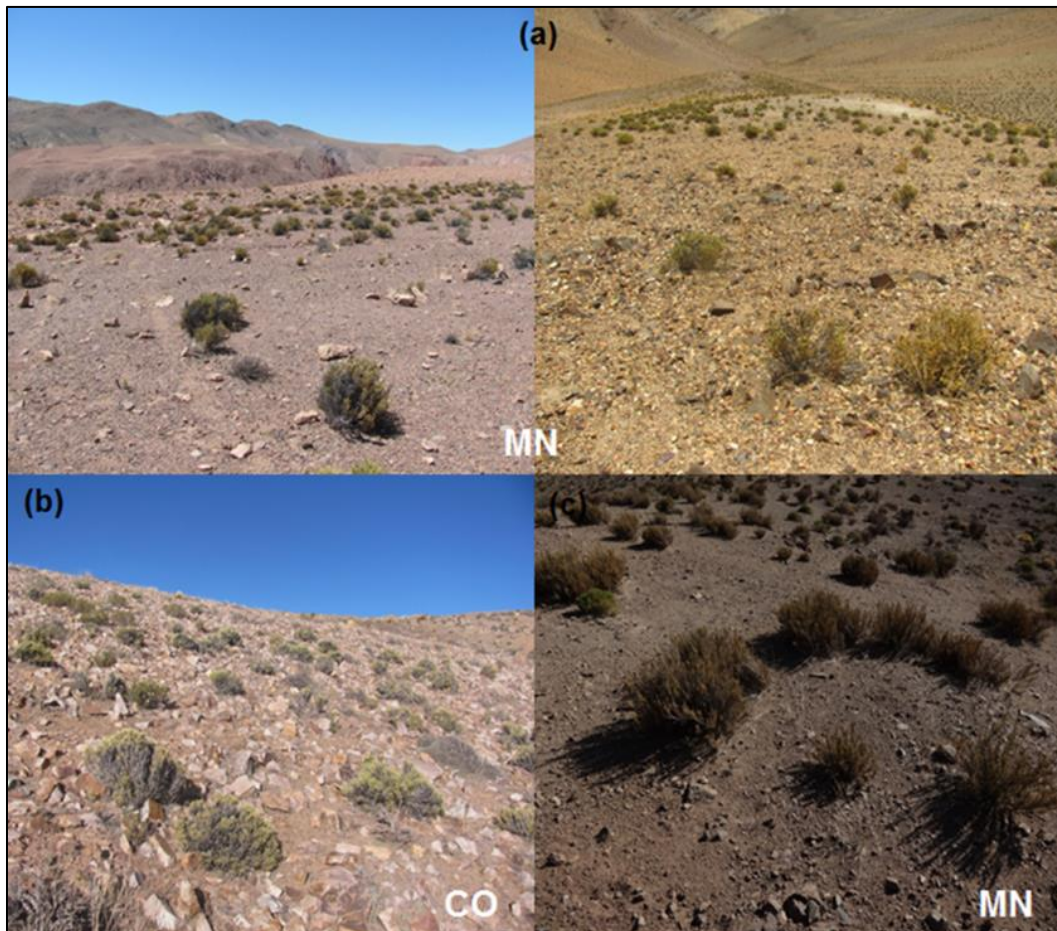
- Matorral de *Parastrephia teretiuscula*
- Matorral de *Parastrephia teretiuscula* y *Baccharis boliviensis*
- Matorral de *Parastrephia teretiuscula* y *Baccharis tola*

El estrato arbustivo de estas formaciones se presenta, principalmente, en un rango de altura entre 25 y 50 cm (pudiendo variar entre 5 y 100 cm), y el herbáceo se observa entre <5 a 25 cm, frecuentemente entre 5 y 25 cm. La cobertura de ambos estratos varía entre escasa y clara (5 a 50%), siendo dominante en el estrato arbustivo una cobertura muy clara (10 a 25%) y escasa en las herbáceas (5 a 10%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-27.

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 57,1 hectáreas, lo que representa un 1,0% del recubrimiento de matorrales para el área de influencia. Esta formación está representada por nueve unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), cinco de ellas en el sector Cordón Occidental y cuatro en el sector Altiplano Mina – Planta (ver, Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03 y -13). Allí se localizan en laderas de exposición norte, noroeste y sur, y sobre pendientes variadas (5 a <100%), en un rango altitudinal entre 3.800 y 4.200 m s.n.m. En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 30 especies de flora vascular, de las cuales siete corresponden a especies endémicas de Chile y una clasifica con alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-27. Fisonomía de la formación de matorral con dominancia de *Parastrephia teretiuscula*



Donde: Sectores= MN: Altiplano Mina - Planta; CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Parastrephia teretiuscula*; (b) Matorral de *P. teretiuscula* y *Baccharis boliviensis*; (c) Matorral de *P. teretiuscula* y *Baccharis tola*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, dominadas por la especie *Parastrephia quadrangularis* (Fotografía 3.3.1-28). En función de que esta última se encuentre sola o acompañada por otras especies arbustivas dominantes, la agrupación reúne cinco formaciones vegetales:

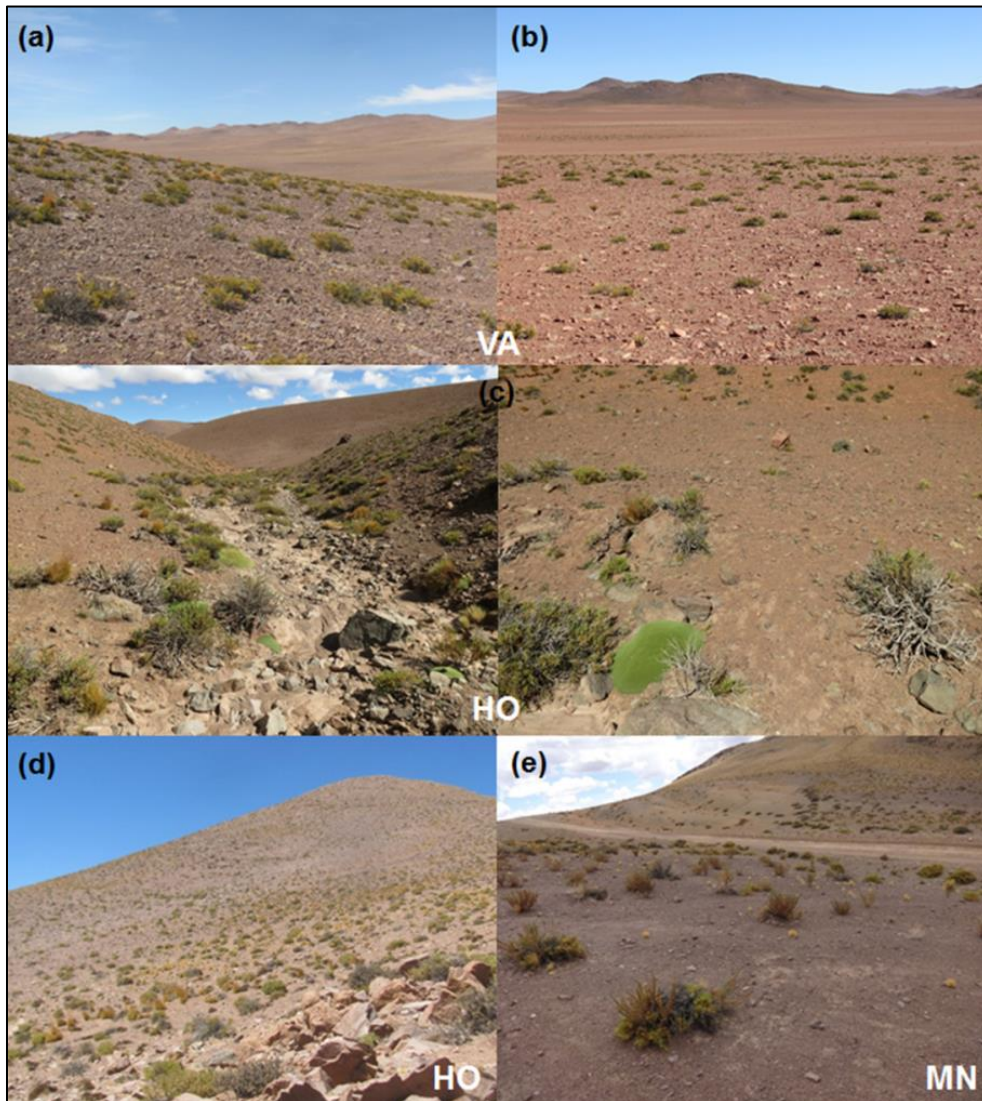
- Matorral de *Parastrephia quadrangularis*
- Matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Azorella compacta*
- Matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Adesmia minor* var. *caespitosa*
- Matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tola*
- Matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Senecio nutans*

El estrato arbustivo de estas formaciones presenta alturas que generalmente oscilan en un rango entre 25 y 50 cm de altura, aunque pueden variar <5 y 200 cm. El estrato herbáceo se registra normalmente entre 5 y 25 cm de altura, pudiendo variar entre <5 y 50 cm. Algunas unidades (9) presentan un estrato suculento de *Maihuenopsis boliviana*, en un rango de altura dominante inferior a 5 cm (pudiendo alcanzar 50 cm en algunos casos). La cobertura arbustiva de la formación oscila entre escasa y poco densa (5 a 75%), siendo mayoritariamente muy clara (10 a 25%). La cobertura herbácea es menor, mayormente escasa (5-10%), aunque pudiendo oscilar entre muy escasa y muy clara (<5 a 25%). El estrato de suculentas no sobrepasa el 5% de recubrimiento (muy escasa). Entre las especies dominantes de la formación destacan también las cespitosas *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla*, *Pappostipa frigida* y *Nassella nardoides* (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-28).

El recubrimiento registrado para esta agrupación de es de 675,0 hectáreas, lo que representa un 12,2% de los matorrales en el área de influencia. Está representada por 107 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B, entre 3.700 y 4.500 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -07, -08, -09, -10, -11 y -12). Estos matorrales se registraron en diversas situaciones topográficas, principalmente en terrenos planos, depresiones o lomajes, en pendientes menores a un 20%, y en menor frecuencia se observan en distintas situaciones de ladera, con pendientes mayores y diversas exposiciones. En cuanto a su grado de alteración, la mayoría de las unidades se observan “en estado natural”. Sin embargo, una importante proporción de unidades presenta “vegetación alterada”, siendo un total de 25, distribuidas en los sectores Altiplano Mina – Planta, Altiplano Variante A-97B y Quebradas Huinquentipa – Ornajuno. Estas unidades se encuentran alteradas principalmente producto de la presencia de caminos que fragmentan las formaciones.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 74 especies de flora vascular, de las cuales 14 corresponden a especies endémicas de Chile y cinco clasifican con alguna categoría de conservación, de estas, dos en categoría precautoria y tres en amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-28. Fisonomía de formaciones de matorral con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*



Donde: Sectores: VA: Altiplano Variante A-97B; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; MN: Altiplano Mina - Planta.

Formaciones vegetales: (a) Matorral de *Parastrephia quadrangularis*; (b) Matorral de *P. quadrangularis* y *Adesmia minor* var. *caespitosa*; (c) Matorral de *P. quadrangularis* y *Azorella compacta*; (d) Matorral de *P. quadrangularis* y *Baccharis tola*; (e) Matorral de *P. quadrangularis* y *Senecio nutans*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Senecio nutans*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie arbustiva *Senecio nutans*. El estrato arbustivo se desarrolla entre 5 y 50 cm de altura, mayoritariamente entre 25 y 50 cm, mientras que el estrato herbáceo, con *Pappostipa frigida* principalmente se observa entre 5 y 25 cm de altura. La cobertura del estrato arbustivo varía entre muy clara (10 a 25%), principalmente, y clara (25 a 50%), mientras que la cobertura herbácea oscila entre muy escasa y escasa (<10%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-29).

El recubrimiento registrado para estos matorrales en el área de influencia es de 9,5 hectáreas, lo que representa un 0,2% de la superficie del recubrimiento de matorrales para el área de influencia. Esta formación está representada por siete unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas entre 4.000 y 4.300 m s.n.m., en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina – Planta (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05 y -06). Éstas se distribuyen tanto en terrenos planos y terrazas, como en laderas de exposición suroeste, este y oeste, sobre un rango de pendientes variables, con pendientes hasta un 80% en las laderas. En cuanto a su grado de alteración, la mayoría de las unidades se observan “en estado natural”, a excepción de dos unidades con “vegetación deteriorada”, ubicadas en el sector Cordón Occidental.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 15 especies de flora vascular, de las cuales una corresponde a una especie endémica de Chile y una clasifica con alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-29. Fisonomía de la formación de matorral de *Senecio nutans* en el sector Altiplano Mina - Planta



Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Senecio volckmanii*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie *Senecio volckmanii* (pudiendo ser dominante también la herbácea *Pycnophyllum molle*). El estrato arbustivo presenta una altura que varía entre <5 a 25 cm, principalmente entre 5 y 25 cm; y el estrato herbáceo no supera los 5 cm de altura. La cobertura del estrato arbustivo es muy clara (10 a 25%) y la del herbáceo es escasa (5 a 10%; ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-30).

El recubrimiento de estos matorrales es de 5,8 hectáreas, lo que representa un 0,1% de la superficie del recubrimiento matorral en el área de influencia. Esta formación está representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), casi contiguas, localizadas en quebrada Llareta

del sector Altiplano Mina – Planta (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01 y -02), en cumbres y laderas escarpadas de exposición sur, a una altitud aproximada de 4.250 m s.n.m. En cuanto a su grado de alteración, las dos unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 12 especies de flora vascular, de las cuales dos corresponden a especies endémicas de Chile y una clasifica con alguna categoría de conservación de amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-30. Fisonomía de la formación de matorral *Senecio volckmanii* en el Sector Altiplano Mina - Planta y detalle de la especie



Fuente: Cedrem Consultores.

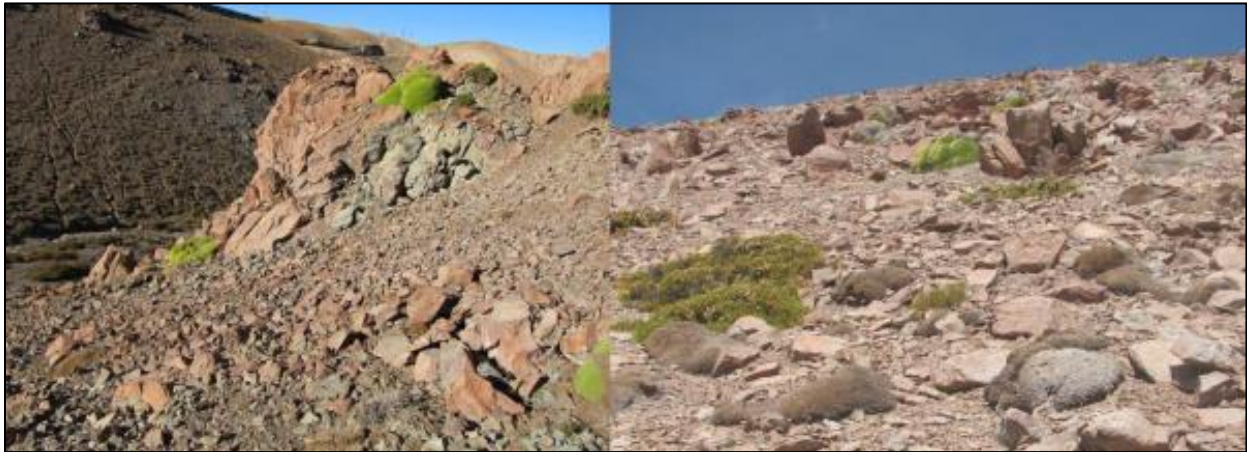
- Matorral de *Azorella compacta*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por la especie *Azorella compacta* (siendo otra especie arbustiva frecuente en la formación *Parastrephia quadrangularis*). El estrato arbustivo registrado varía entre 5 y 100 cm de altura (dominando el rango entre 25 y 50 cm) y presenta una cobertura escasa (5 a 10%). Una de las dos unidades de esta formación presenta un estrato herbáceo compuesto por *Anatherostipa venusta*, desarrollado entre 5 y 25 cm de altura, con una cobertura que no sobrepasa el 5% (muy escasa; ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-31).

La superficie registrada para estos matorrales es de 5,9 hectáreas, lo que representa un 0,1% de la superficie del recubrimiento de matorrales para el área de influencia. Esta formación está representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), ubicadas entre 4.300 y 4.500 m s.n.m. aproximadamente, en los sectores Altiplano Mina - Planta y Altiplano Cerro Quitala (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-01, -04 y -12). Las unidades se registraron en situaciones de ladera escarpada, en pendientes fuertes de 75 a 100% y otra unidad observada en una cumbre redondeada con pendientes del 20%. En cuanto a su grado de alteración, la formación del cerro Quitala presenta vegetación “alterada” (individuos de *A. compacta* con signos de deterioro) y la del sector Altiplano Mina - Planta se registra como “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 18 especies de flora vascular, de las cuales tres corresponden a especies endémicas de Chile y dos clasifican con alguna categoría de conservación, una en categoría precautoria y una en amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, la abundancia de las especies por inventario florístico se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-31. Fisonomía de la formación de matorral de *Azorella compacta* en el sector Cerro Quitala



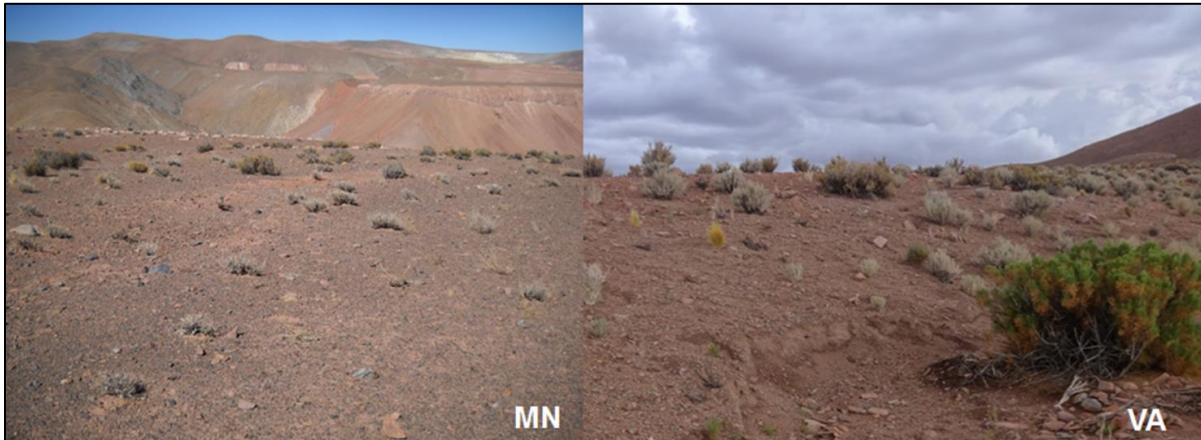
Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral de *Aloysia deserticola*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominado por la especie *Aloysia deserticola*. El rango de altura registrado para el estrato arbustivo oscila entre 5 y 100 cm (aunque mayoritariamente se sitúa entre 25 y 50 cm), y el estrato herbáceo se observa entre 5 y 25 cm de altura. La cobertura del estrato arbustivo es principalmente poco densa (50-75%), pudiendo variar entre escasa a poco densa (5 a 75%), mientras que la cobertura del estrato herbáceo no sobrepasa el 5% (muy escasa). Entre las especies dominantes de la formación destaca también el arbusto *Fabiana denudata* y *Adesmia horrida* (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-32).

El recubrimiento de estos matorrales es de 52,2 hectáreas, lo que representa un 0,9% del recubrimiento en el área de influencia (Tabla 3.3.1-28). La formación es descrita para cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), distribuidas entre 3.700 y 4.000 m s.n.m., en los sectores Altiplano Mina - Planta y principalmente en Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-02, -03, -07 y -09). Las mismas se localizan sobre terrenos planos, lomajes y laderas, sobre pendientes inferiores a un 20%. En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan todas “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 33 especies de flora vascular, de las cuales seis corresponden a especies endémicas de Chile y tres clasifican con alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-32. Fisonomía de la formación de matorral de *Aloysia deserticola*

Donde: MN: Sector Altiplano Mina – Planta; VA: Sector Altiplano Variante A-97B.
Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Adesmia horrida*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por las especies arbustivas *Parastrephia quadrangularis* y *Adesmia horrida*. Los ejemplares de estas especies se observan en un estrato entre 5 y 100 cm de altura (entre 25 y 50 cm principalmente), y presentan una cobertura clara (25-50%) pudiendo variar entre muy clara y clara (10 a 50%). El estrato herbáceo se observa entre 5 y 50 cm, principalmente entre 25 y 50 cm con una cobertura escasa (5 a 10%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-33.

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 44,2 hectáreas, lo que representa un 0,8% del recubrimiento de matorrales en el área de influencia (Tabla 3.3.1-28). Esta formación se registra en dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizada en el sector Altiplano Variante A-97B, a una altitud aproximada de 3.800 m s.n.m. (Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-07), en lomajes o media ladera en pendientes bajo un 15%. En cuanto a su grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 12 especies de flora vascular, de las cuales cuatro corresponden a especies endémicas de Chile y no se registran especies en categoría de conservación (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-33. Fisonomía de la formación de matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Adesmia horrida* en el sector Altiplano Variante A-97B

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral de *Adesmia atacamensis* y *Mutisia ledifolia*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, dominada por las especies arbustivas *Adesmia atacamensis* y *Mutisia ledifolia* (siendo *Adesmia melanthes* otra especie registrada como dominante de la formación). Los ejemplares de estas especies se observan desarrollados en un estrato entre 5 y 100 cm de altura (principalmente entre 25 y 50 cm), y presentan una cobertura clara (25 a 50%; ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-34).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 3,5 hectáreas, que representa un 0,1% del recubrimiento de matorrales en el área de influencia. Esta formación se registró en una unidad cartográfica, en la quebrada Ornajuno del sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno, (ver Tabla 3.3.1-27, Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-05 y -06), localizada en una ladera de exposición noreste con una pendiente mayor al 75% y a una altitud aproximada de 3.900 m s.n.m. En cuanto a su grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 15 especies de flora vascular, de las cuales dos corresponden a especies endémicas de Chile y no se registran especies en alguna categoría de conservación (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-34. Fisonomía de la formación de matorral de *Adesmia atacamensis* y *Mutisia ledifolia* en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral con suculentas con dominancia de *Haageocereus fascicularis* y *Cumulopuntia sphaerica*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, en las que dominan las especies suculentas *Haageocereus fascicularis* y/o *Cumulopuntia sphaerica* (Fotografía 3.3.1-35), y entre las especies arbustivas dominan *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Ambrosia artemisioides* y *Ophryosporus pinifolius*. De acuerdo a la presencia de éstas últimas, se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral con suculentas de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Haageocereus fascicularis* y *Cumulopuntia sphaerica*
- Matorral con suculentas de *Ambrosia artemisioides*, *Ophryosporus pinifolius* y *Cumulopuntia sphaerica*

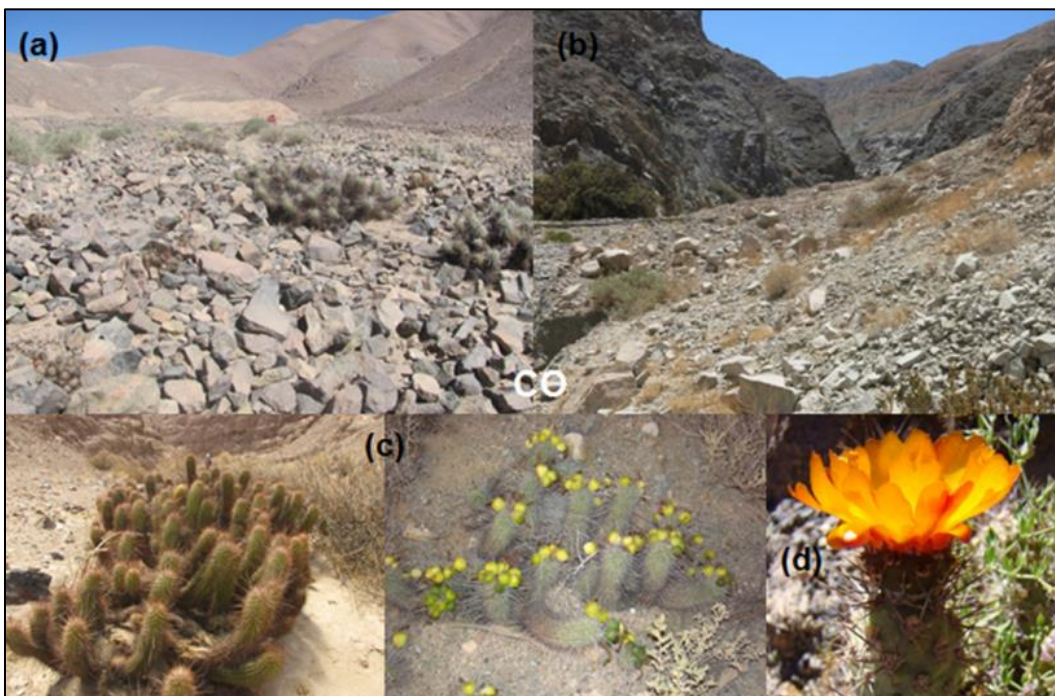
Para estas formaciones, el estrato arbustivo registra un rango de altura entre 25 y 200 cm (aunque se desarrolla principalmente entre 50 y 100 cm); el estrato herbáceo oscila entre <5 y 25 cm, estando mayoritariamente bajo los 5 cm de altura; y el estrato de suculentas oscila entre <5 y 50 cm, aunque se desarrolla entre 5 y 25 cm, principalmente. La cobertura registrada para el estrato arbustivo es muy clara (10 a 25%); la cobertura de suculentas oscila entre escasa y muy clara (5 a 25%), principalmente muy clara (10 a 25%); y la cobertura herbácea se observa con una cobertura escasa entre 5 y 10% (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-35).

El recubrimiento registrado para esta agrupación de matorrales es de 7,7 hectáreas, que representan un 0,1% del recubrimiento de matorrales en el área de influencia. Estas formaciones se encuentran representadas por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas en los sectores Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho, entre 2.600 y 3.050 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-03 y -15), en terrenos planos de quebrada y en una ladera baja de

exposición norte, sobre pendientes entre 20 y 60%. En cuanto a su grado de alteración, ambas unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 34 especies de flora vascular, de las cuales 13 corresponden a especies endémicas de Chile, dos poseen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y seis clasifican con alguna categoría de conservación, de estas, tres precautorias y tres en categoría de amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-35. Fisonomía de las formaciones de matorral con suculentas con dominancia de *Haageocereus fascicularis* y *Cumulopuntia sphaerica*



Donde: Sector: CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Matorral con suculentas de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Haageocereus fascicularis* y *Cumulopuntia sphaerica*; (b) Matorral con suculentas de *Ambrosia artemisioides*, *Ophryosporus pinifolius* y *C. sphaerica*; (c) Individuos de *Haageocereus fascicularis*; (d) Individuo de *Cumulopuntia sphaerica*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con suculentas con dominancia de *Oreocereus leucotrichus*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral, en las que dominan distintas especies arbustivas junto con la especie suculenta *Oreocereus leucotrichus* (Fotografía 3.3.1-36). En función de estas especies arbustivas dominantes, se distinguen las siguientes cinco formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral con suculentas de *Atriplex glaucescens*, *Ephedra breana* y *Oreocereus leucotrichus*

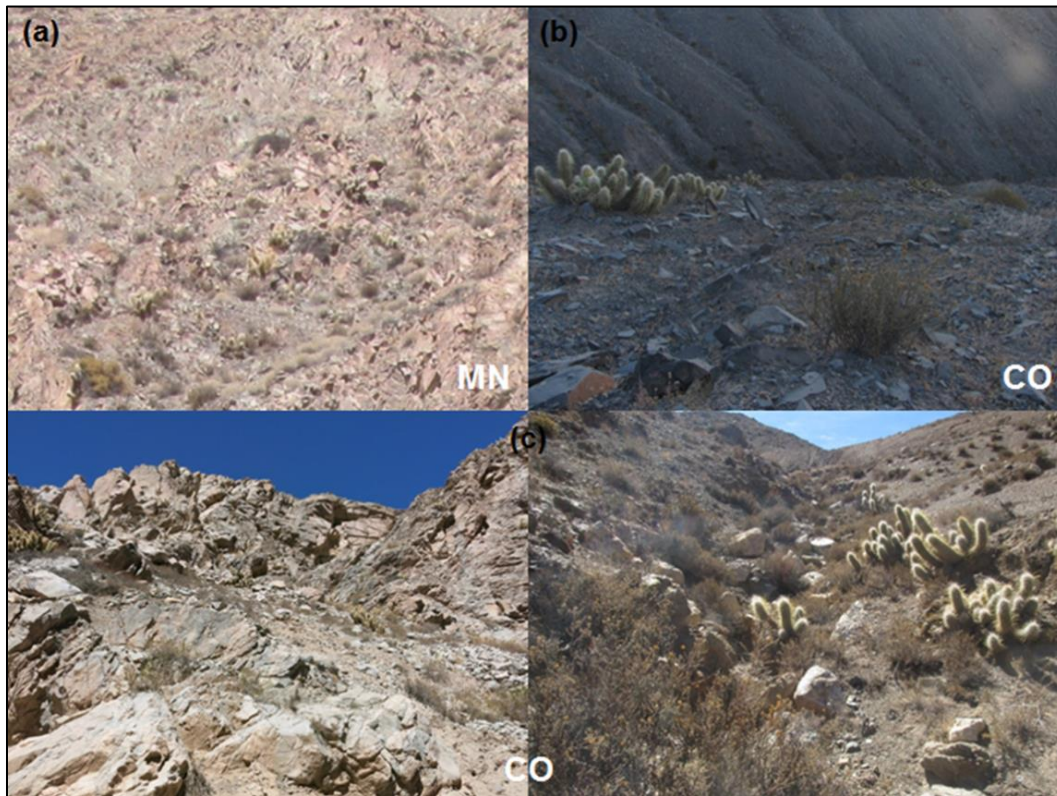
- Matorral con suculentas de *Atriplex glaucescens* y *Oreocereus leucotrichus*
- Matorral con suculentas de *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia microphylla* y *Oreocereus leucotrichus*
- Matorral con suculentas de *Balbisia microphylla* y *Oreocereus leucotrichus*
- Matorral con suculentas de *Senecio ctenophyllus* y *Oreocereus leucotrichus*

El estrato arbustivo de estas formaciones registra un rango de altura entre 5 y 100 cm (aunque se desarrolla principalmente entre 25 y 50 cm) y el estrato de suculentas varía entre 5 y 100 cm (principalmente entre 50 cm y 1 m), la altura del estrato herbáceo se desarrolla entre <5 y 25 cm. La cobertura del estrato arbustivo y herbáceo varía entre escasa y clara (5 a 50%), siendo dominante el rango entre 10 y 25% (muy clara), mientras que la cobertura registrada para el estrato de las suculentas fue escasa (5 a 10%), ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-36.

El recubrimiento registrado para esta agrupación de matorrales es de 78,8 hectáreas, lo que representa un 1,4% del recubrimiento en el área de influencia. La agrupación está representada por 13 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas en los sectores Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho y Altiplano Mina - Planta, entre 3.300 y 3.600 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-28 y Plano 3.3.1-02, -03, -13 y -14), principalmente sobre laderas de exposición norte u noroeste y sobre pendientes superiores a un 70%. En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”, salvo dos unidades del sector Cordón Occidental, con “vegetación deteriorada”

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 31 especies de flora vascular, de las cuales siete corresponden a especies endémicas de Chile y cuatro clasifican con alguna categoría de conservación, tres en categoría precautoria y una en amenaza (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-36. Fisonomía de las formaciones de matorral con suculentas con dominancia de *Oreocereus leucotrichus*



Donde: Sectores= MN: Altiplano Mina – Planta; CO: Cordón Occidental.

Formaciones vegetales: (a) Matorral con suculentas de *Atriplex glaucescens*, *Ephedra breana* y *Oreocereus leucotrichus*; (b) Matorral con suculentas de *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia microphylla* y *O. Leucotrichus*; (c) Matorral con suculentas de *B. microphylla* y *O. leucotrichus*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral con suculentas con dominancia de *Maihueniopsis boliviana*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral con dominancia del cactus *Maihueniopsis boliviana* y de especies arbustivas (Fotografía 3.3.1-37). De acuerdo a la presencia de éstas últimas, se distinguen las siguientes tres formaciones vegetales en esta agrupación:

- Matorral con suculentas de *Baccharis tola*, *Adesmia spinosissima* y *Maihueniopsis boliviana*
- Matorral con suculentas de *Baccharis tola*, *Ephedra breana* y *Maihueniopsis boliviana*
- Matorral con suculentas de *Ephedra breana* y *Maihueniopsis boliviana*

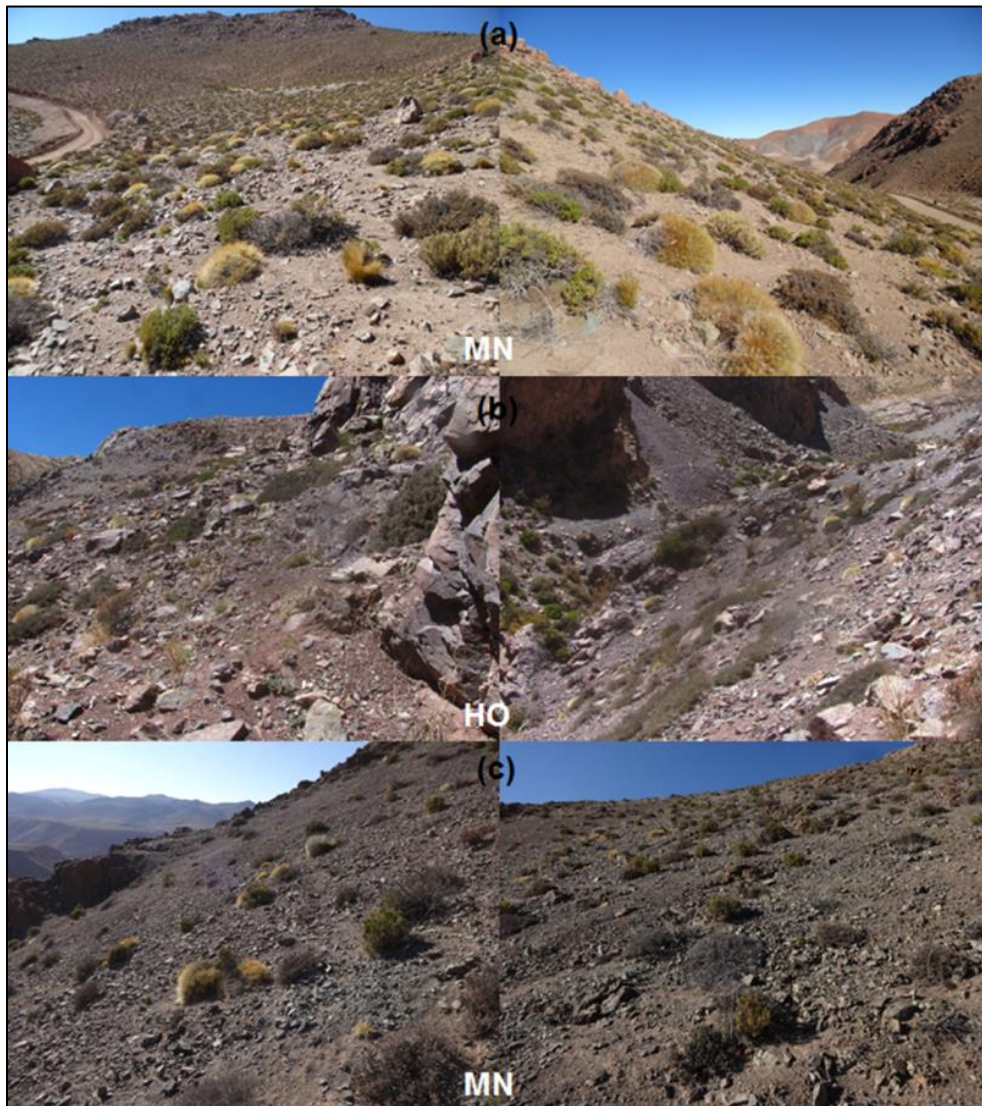
En estos matorrales con suculentas, el estrato arbustivo se registra en alturas de 5 a 50 cm (aunque se desarrolla principalmente entre 25 y 50 cm); el herbáceo se desarrolla principalmente entre 5 y 25 cm (pudiendo variar con alturas menores a 5 cm); y el estrato de suculentas varía entre 5 y 50 cm, desarrollándose mayoritariamente entre 5 y 25 cm. La cobertura arbustiva varía

entre muy clara (10 a 25%), principalmente, y clara (25 a 50%), mientras que la cobertura de herbáceas es escasa (5 a 10%) y la de suculentas varía entre escasa y muy clara (5 a 25%), mayoritariamente entre 5 y 10% (ver Tabla 3.3.1-27 y Fotografía 3.3.1-37).

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 17,2 hectáreas, las que representan un 0,3% del recubrimiento de matorrales en el área de influencia. Esta formación está representada por cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-27), localizadas en los sectores Quebradas Huinquintipa - Ornajuno y Altiplano Mina – Planta (Ver Tabla 3.3.1-28, Fotografía 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01, -02 y -05), a una altitud aproximada entre 3.900 y 4.250 m s.n.m., en laderas principalmente de exposición norte y sobre pendientes fuertes (>40%). En cuanto a su grado de alteración, las unidades se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 46 especies de flora vascular, de las cuales nueve corresponden a especies endémicas de Chile y una clasifica con alguna categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-29). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-37. Fisonomía de formaciones de matorral con suculentas con dominancia de *Maihueniopsis boliviana*



Donde: Sectores= MN: Altiplano Mina – Planta; Ho: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

Formaciones vegetales: (a) Matorral con suculentas de *Baccharis tola*, *Adesmia spinosissima* y *Maihueniopsis boliviana*; (b) Matorral con suculentas de *Ephedra breana* y *M. boliviana*; (c) Matorral con suculentas de *B. tola*, *E. breana* y *M. boliviana*

Fuente: Cedrem Consultores.

a.iii) Matorral – Estepa

En el área de influencia se identificaron 51 formaciones vegetales correspondientes al recubrimiento Matorral - Estepa, las que se caracterizan por estar dominadas por una combinación de especies arbustivas y herbáceas. De estas formaciones, 50 corresponden al tipo matorral - pajonal y una al tipo matorral - pajonal con suculentas.

Para simplificar la descripción, la información de 49 de las 50 formaciones vegetales de matorral - pajonal se reúnen en 13 agrupaciones, de acuerdo a una composición similar de especies dominantes.

La Tabla 3.3.1-30 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones vegetales/agrupaciones de este recubrimiento identificadas en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-31 presenta las superficies y representatividad de cada una. Finalmente, la Tabla 3.3.1-32 resume algunas características relevantes de la flora de cada formación vegetal/agrupación de este recubrimiento. El listado florístico de cada formación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo, se encuentra en el Anexo 3.3.1- 5.

Tabla 3.3.1-30. Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el área de Influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia horrida</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Aho pf Ck	3(2-4)	3(2-3)			3(2-4)	4(3-4)			4	0,7
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i> y <i>Papostipa frigida</i>	Ame Bt pf Eb	3(2-3)	2(1-3)			3(2-3)	3			4	0,7
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia minor var. caespitosa</i> y <i>Nassella nardoides</i>	Amc fc nn Pq pf Sn	1(1-3)	2(1-3)	2		3(2-5)	3(3-5)	1		21	3,7
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Ads Bt pf Pq nt Eb fc pch	3(1-4)	2(1-3)	1		3(2-5)	4(2-5)			104	18,5
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	Bt av pf fc nn Ads	3(1-5)	2(1-3)	3		3(2-4)	4(2-5)	1		125	22,2
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Ephedra breana</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Bb Eb ds pf Fr Bt	3(2-4)	2(1-3)	3		3(2-4)	3(2-4)	1		15	2,7
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Bt Fs pf av Js	3(2-4)	2(1-3)			4(3-5)	4(3-4)			12	2,1
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Junellia pappigera</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Nassella nardoides</i>	Jp nn Pq	2(1-3)	1(1-2)			3(2-3)	4(3-4)			5	0,9
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Pq av fc pf nn Fs Sn pm	3(2-5)	2(1-4)	2		3(2-4)	4(2-5)	1		172	30,6
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	Bt Pq fc pf av	3(1-4)	2(1-4)	2		3(2-5)	4(2-5)	1		84	15,0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio nutans</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Sn av fc nn pf	3(2-3)	2(1-4)			3(2-4)	3(3-4)			6	1,1
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio volckmanii</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Sv av fc pm pf	3(2-4)	2(1-4)			3(2-3)	4(3-5)			6	1,1
Matorral - Pajonal de <i>Aloysia deserticola</i> , <i>Chuquiraga kuscheii</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Ad Ck pf	5(4-5)	2			3	3			1	0,2

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Azorella compacta</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Ac Pq av Bt fc	3(2-3)		3		3		4		2	0,4
Matorral - Pajonal con suculentas de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Maihueiopsis boliviana</i>	Fs Pq av pf mB		3	4(3-4)	2		3	3	2	1	0,2
Total Unidades Cartográficas en Matorral - Estepa										562	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras											
Tipo biológico:				Códigos de especies							
LA	Leñoso Alto	H	Herbáceo	Especies Arbustivas (LB):				Especies Herbáceas (H):			
LB	Leñoso Bajo	S	Suculento	Ac	<i>Azorella compacta</i>	Eb	<i>Ephedra breana</i>	av	<i>Anatherostipa venusta</i>	ds	<i>Descurainia stricta</i>
Altura vegetal (m) LB, H, S:				Ad	<i>Aloysia deserticola</i>	Fr	<i>Fabiana ramulosa</i>	fc	<i>Festuca chrysophylla</i>	nn	<i>Nassella nardoides</i>
1	0 – 0,05	4	0,5 – 1	Ads	<i>Adesmia spinosissima</i>	Fs	<i>Fabiana squamata</i>	nt	<i>Neuontobotrys tarapacana</i>		
2	0,05 – 0,25	5	1 – 2	Aho	<i>Adesmia horrida</i>	Js	<i>Junellia seriphioides</i>				
3	0,25 – 0,50	6	>2	Amc	<i>Adesmia minor var. caespitosa</i>	Jp	<i>Junellia pappigera</i>				
Cobertura vegetal (%)				Ame	<i>Adesmia melanthes</i>	Pq	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	pch	<i>Pappostipa chrysophylla</i>		
1	muy escasa (1-5)	4	clara (25-50)	Bb	<i>Baccharis boliviensis</i>	Sn	<i>Senecio nutans</i>	pf	<i>Pappostipa frigida</i>		
2	escasa (5-10)	5	poco densa (50-75)	Bt	<i>Baccharis tola</i>	Sv	<i>Senecio volckmannii</i>	pm	<i>Pycnophyllum molle</i>		
3	muy clara (10-25)	6	densa (75-90)	Ck	<i>Chuquiraga kuschelii</i>	Especies Suculentas (S):		mB	<i>Maihueiopsis boliviana</i>		

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-31. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia horrida</i> y <i>Pappostipa frigida</i>								128,6	128,6	2,4
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i> y <i>Papostipa frigida</i>			14,7				20,9		35,6	0,7
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia minor var. caespitosa</i> y <i>Nassella nardoides</i>								418,0	418,0	7,6
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Pappostipa frigida</i>			381,5				343,3	15,8	740,5	13,5
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>			197,1		43,5	687,6	39,5	30,3	998,0	18,3
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Ephedra breana</i> y <i>Pappostipa frigida</i>					1,7	122,1			123,8	2,3
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Pappostipa frigida</i>					40,7	85,1		64,1	189,9	3,5
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Junellia pappigera</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Nassella nardoides</i>								206,7	206,7	3,8
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>			49,5		318,8	861,2	3,0	387,2	1.619,8	29,6
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>			53,8		144,1	541,5	4,5	97,1	841,0	15,4
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio nutans</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>					0,6	16,9			17,6	0,3
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio volckmanii</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>					30,3	24,9			55,2	1,0
Matorral - Pajonal de <i>Aloysia deserticola</i> , <i>Chuquiraga kuscheii</i> y <i>Pappostipa frigida</i>								10,7	10,7	0,2
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Azorella compacta</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>								76,1	76,1	1,4
Matorral - Pajonal con suculentas de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Maihueniopsis boliviana</i>						7,2			7,2	0,1
Total general			696,6		579,7	2.710,8	62,8	1.418,8	5.468,7	100

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquintipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-32. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorral - Estepa en el Área de Influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Matorral - Pajonal	123	1	2	25	2
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia horrida</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	15	0	1	3	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia melanthes</i> y <i>Papostipa frigida</i>	25	0	1	5	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia minor</i> var. <i>caespitosa</i> y <i>Nassella nardoides</i>	32	1	1	4	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	52	1	1	8	1
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	71	1	1	14	1
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Ephedra breana</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	38	1	1	7	1
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	33	1	1	3	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Junellia pappigera</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Nassella nardoides</i>	21	0	0	2	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	59	1	2	8	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Pappostipa frigida</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	47	1	1	9	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio nutans</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	19	0	1	1	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Senecio volckmanii</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	24	1	1	2	0
Matorral - Pajonal de <i>Aloysia deserticola</i> , <i>Chuquiraga kuscheii</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	10	0	0	3	0
Matorral - Pajonal con dominancia de <i>Azorella compacta</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	21	1	1	2	0

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Matorral - Pajonal con suculentas	13	1	1	2	0
Matorral - Pajonal con suculentas de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Maihueniopsis boliviana</i>	13	1	1	2	0
TOTAL MATORRAL - ESTEPA	123	4	7	25	2

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Adesmia horrida* y *Pappostipa frigida*

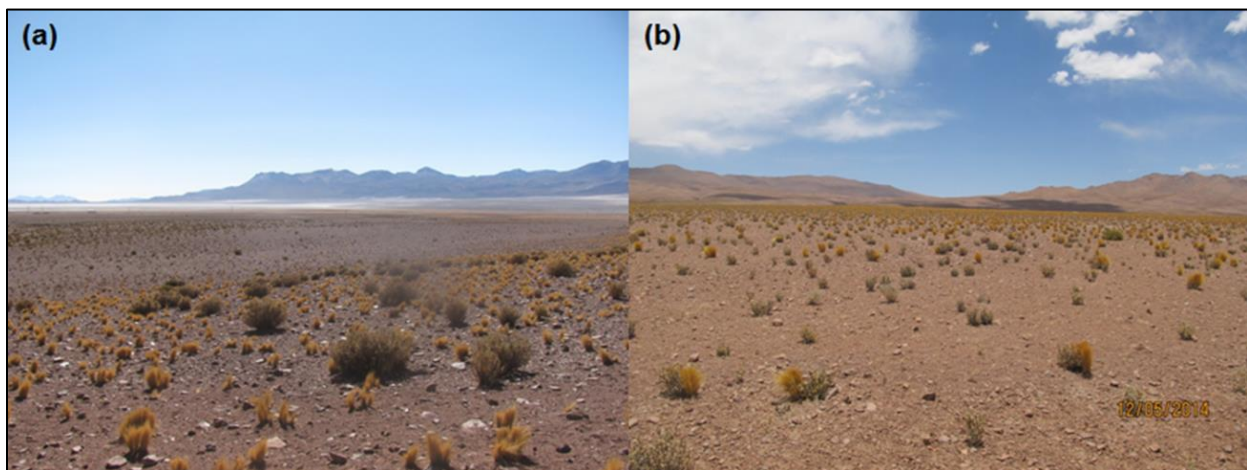
Formación vegetal con fisonomía de matorral-pajonal, dominada por la especie arbustiva *Adesmia horrida* y la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida*. El estrato en altura de las especies arbustivas varía entre 5 a 100 cm. En el caso de las especies herbáceas, el rango registrado varía entre 5 y 50 cm, siendo dominantes las alturas entre 25 y 50 cm para ambos estratos. La cobertura de las especies arbustivas oscila generalmente entre 5 y 50% (principalmente coberturas muy claras: 10 a 25%), y la de las herbáceas entre 10 y 50% (cobertura clara; ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-38). Se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Adesmia horrida*, *Chuquiraga kuscheii*, y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia horrida* y *Pappostipa frigida*

La superficie ocupada por estos matorrales es de 128,6 hectáreas, lo que representa un 2,4% de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por cuatro unidades cartográficas, distribuidas en depresiones abiertas y lomajes en el sector Altiplano Variante A97-B, a 3.800 m s.n.m. aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-30, Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-07). En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 15 taxa de flora vascular, de los cuales tres son especies endémicas de Chile y uno se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1- 5.

Fotografía 3.3.1-38. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Adesmia horrida* y *Pappostipa frigida* en sector Altiplano Variante A-97B



Formaciones vegetales: (a) Matorral - Pajonal de *Adesmia horrida*, *Chuquiraga kuscheii*, y *Pappostipa frigida* (b) Matorral - Pajonal de *A. horrida*, y *P. frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Adesmia melanthes* y *Pappostipa frigida*

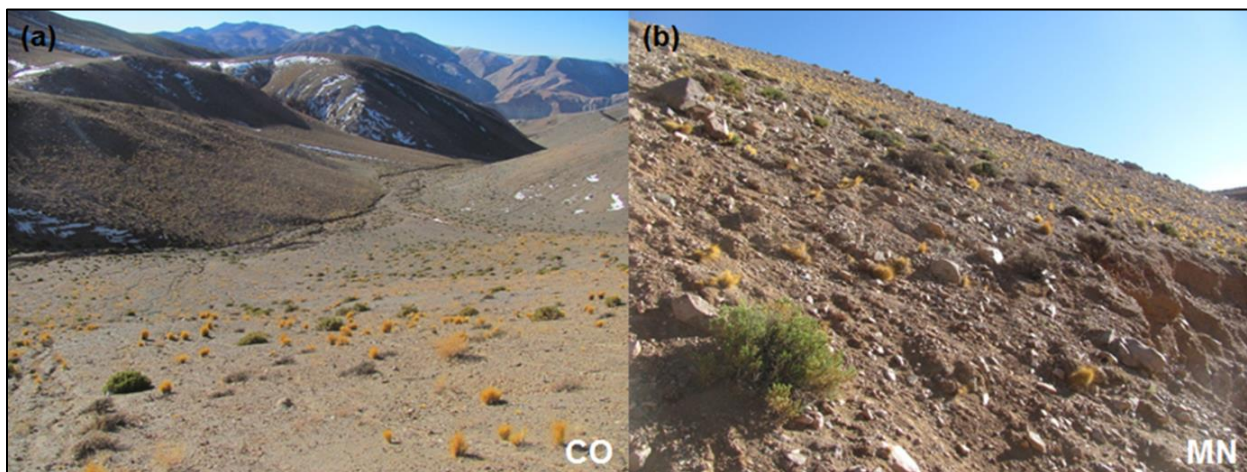
Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Adesmia melanthes* y la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida*. El estrato arbustivo varía en altura entre 5 y 50 cm, con una altura dominante de 25 a 50 cm, mientras que el estrato herbáceo presenta alturas entre <5 y 50 cm, mayoritariamente entre 5 y 25 cm. La cobertura para las especies arbustivas varía de escasa a muy clara (entre 5 y 25%), siendo principalmente muy clara (10-25%) al igual que la cobertura herbácea (ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-39). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Adesmia melanthes*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia melanthes*, *Ephedra breana* y *Pappostipa frigida*

El recubrimiento de estos matorrales es de 35,6 hectáreas, lo que representa un 0,7% del recubrimiento matorral - estepa en el área de influencia. Esta formación está representada por cuatro unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en dos sectores: Cordón Occidental y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-31, y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -06 y -13). Allí se distribuyen entre 4.050 y 4.200 m s.n.m., en planicies y laderas de pendiente variable de 50 a 90%. En cuanto al grado de alteración, las formaciones vegetales se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 25 taxa de flora vascular, de los cuales cinco especies son endémicas de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad, se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-39. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Adesmia melanthes* y *Pappostipa frigida*



Donde: Sectores= CO: Cordón Occidental; MN: Altiplano Mina - Planta; Formaciones (a): Matorral - Pajonal de *Adesmia melanthes*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*; (b): Matorral - Pajonal de *A. melanthes*, *Ephedra breana* y *P. frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Adesmia minor* var. *caespitosa* y *Nassella nardoides*

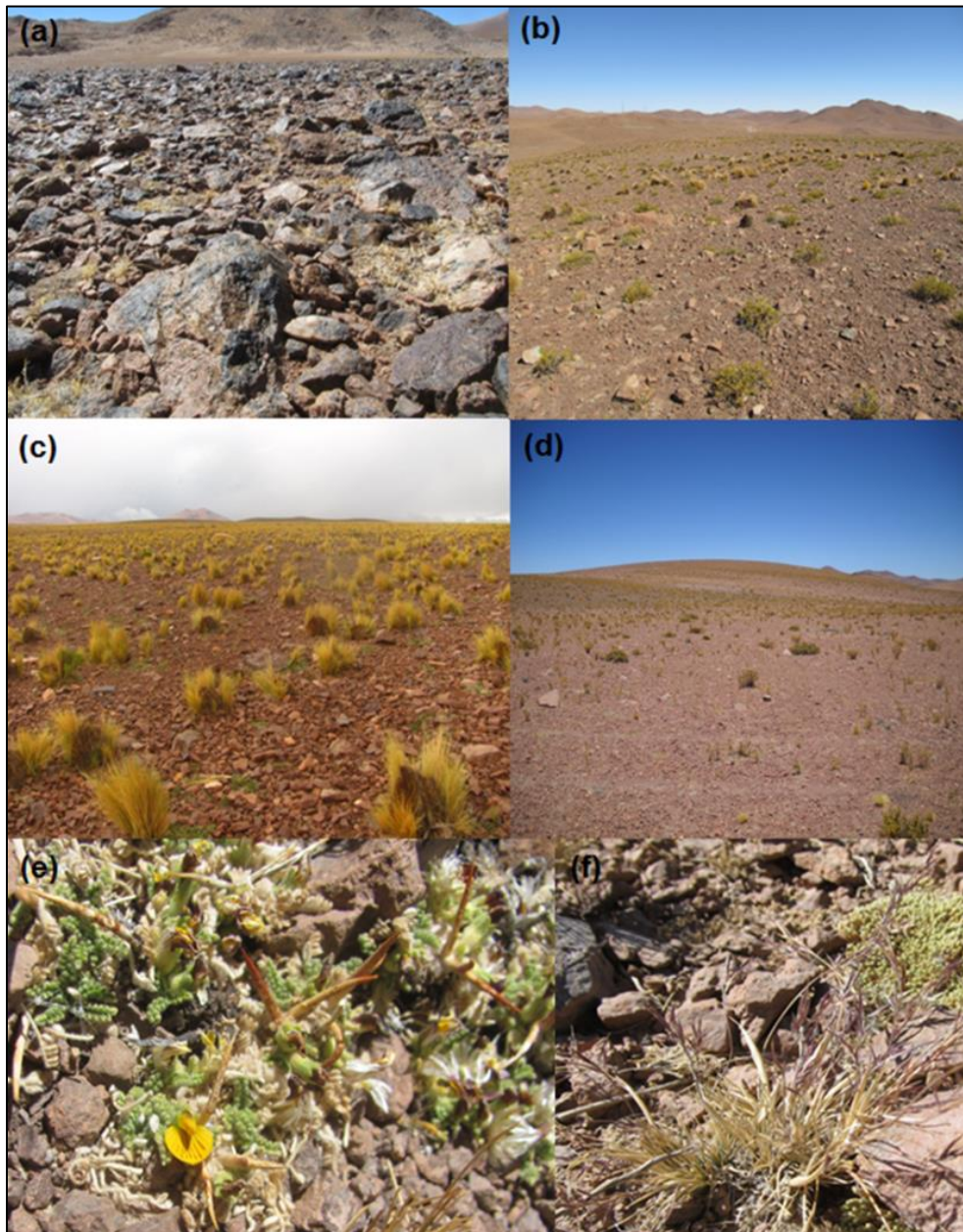
Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por las especies *Adesmia minor* var. *caespitosa* (arbustiva) y *Nassella nardoides* (herbácea) (Fotografía 3.3.1-40). El estrato en altura varía, tanto para las especies arbustivas como herbáceas, entre <5 y 50 cm; con una altura dominante para las arbustivas <5 cm, y para las herbáceas entre 5 - 25 cm. También se observa un estrato de especies suculentas con alturas que varían entre 5 y 25 cm. La cobertura vegetal que se observa para el estrato arbustivo oscila entre 5 y 75%, para las especies herbáceas entre 10 y 75%, siendo mayormente muy clara, entre 10 y 25% para ambos estratos. Las suculentas presentan una cobertura menor al 5% (Tabla 3.3.1-30). Se distinguen las siguientes cuatro formaciones vegetales en esta agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Adesmia minor* var. *caespitosa* y *Nassella nardoides*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia minor* var. *caespitosa*, *Parastrephia quadrangularis*, *Festuca chrysophylla* y *Nassella nardoides*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia minor* var. *caespitosa*, *Parastrephia quadrangularis*, *Pappostipa frigida* y *Nassella nardoides*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia minor* var. *caespitosa*, *Senecio nutans* y *Nassella nardoides*

El recubrimiento de estos matorrales es de 418,0 hectáreas, lo que representa un 7,6% del recubrimiento matorral - estepa en el área de influencia. Esta formación está representada por 21 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en el sector de Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-10 y -11), en un rango de altitud de 4.200 a 4.450 m s.n.m., ya sea en laderas, lomajes o planicies en pendientes bajo un 50%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 20 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que una se observa “alterada”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 32 taxa de flora vascular, de los cuales cuatro corresponden a especies endémicas de Chile y dos son especies en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria) Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-40. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Adesmia minor* var. *caespitosa* y *Nassella nardoides* en sector Altiplano Variante A-97B



Donde: (a): Matorral - Pajonal de *Adesmia minor* var. *caespitosa* y *Nassella nardoides* y (b) Matorral - Pajonal de *A. minor* var. *caespitosa*, *Parastrephia quadrangularis*, *Festuca chrysophylla* y *N. nardoides*; (c) Matorral - Pajonal de *A. minor* var. *caespitosa*, *P. quadrangularis*, *Pappostipa frigida* y *N. nardoides*; (d) Matorral - Pajonal de *A. minor* var. *caespitosa*, *Senecio nutans* y *N. nardoides*; (e) *Nassella nardoides*; (f) *Adesmia minor* var. *caespitosa*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Adesmia spinosissima* y *Pappostipa frigida*

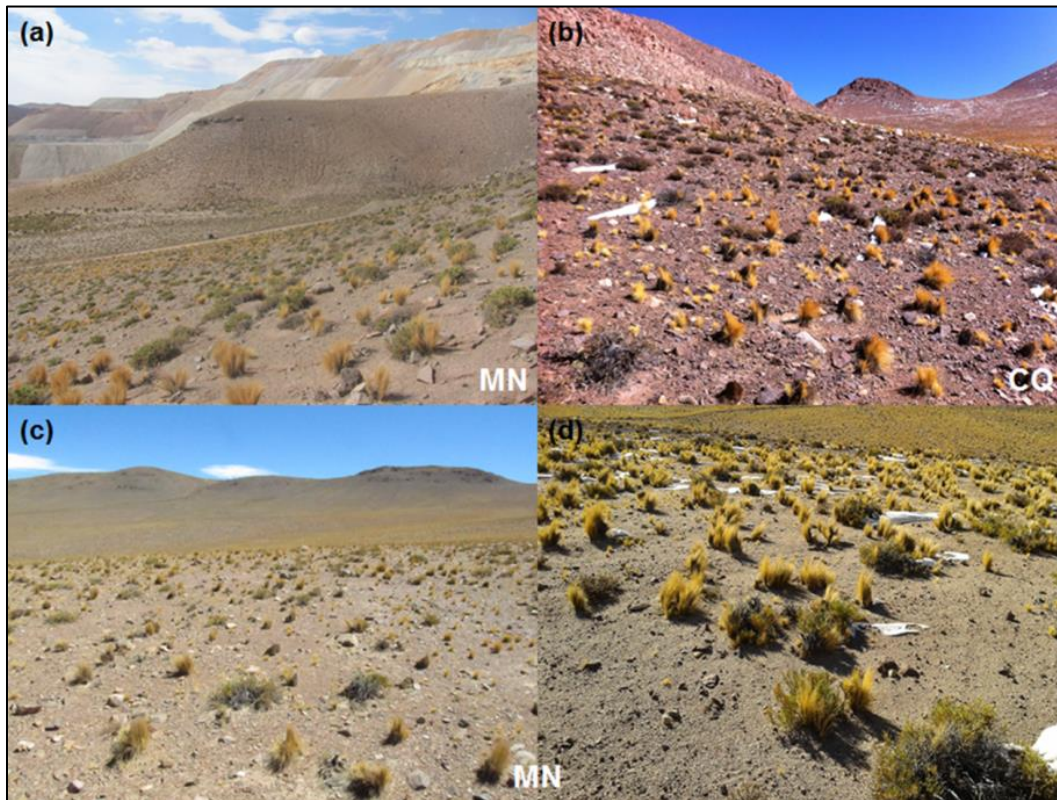
Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Adesmia spinosissima*, y la herbácea *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-41). El estrato en altura para las especies arbustivas varía entre <5 y 100 cm (siendo dominante el rango entre 25 y 50 cm); para las especies herbáceas varía de <5 y 50 cm (dominando el estrato entre 5 y 25 cm); y el estrato de suculentas no supera los 5 cm de altura. La cobertura observada para los arbustos es principalmente muy clara (10 a 25%), con un amplio rango de variación entre 5 y 75%. El mayor porcentaje de cobertura corresponde al estrato herbáceo (entre 5 y 75%), situado principalmente entre 25 y 50%. Las suculentas presentan una cobertura muy escasa (<5%), ver Tabla 3.3.1-30. Se distinguen las siguientes cinco formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Ephedra breana* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia spinosissima* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida*

El recubrimiento de estos matorrales – pajonales es de 740,5 hectáreas, lo que representa un 13,5% de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 104 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en los sectores de Cordón Occidental, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Cerro Quitala, entre 3.900 y 4.400 m s.n.m. aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -12 y -13). Se localizan en variadas posiciones topográficas, tales como planicies, depresiones abiertas y cerradas, laderas, lomajes, laderas escarpadas, y cumbres; con pendientes entre 0 y 100%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 101 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que tres se observan “alteradas” en el sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 52 taxa de flora vascular, de los cuales ocho corresponden a especies endémicas de Chile, una especie es restringida a la I Región de Tarapacá y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-41. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Adesmia spinosissima* y *Pappostipa frigida*



Dónde, Sectores: CQ: Altiplano Cerro Quitala; MN: Altiplano Mina – Planta

Formaciones vegetales: (a) Matorral – Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa chrysophylla*; (b) Matorral – Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*; (c) Matorral – Pajonal de *Adesmia spinosissima* y *Pappostipa frigida*; (d) Matorral – Pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Baccharis tola*, *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla* y *Anatherostipa venusta*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Baccharis tola*, y especies de la familia Poaceae, *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-42). Se distinguen las siguientes cinco formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Baccharis tola* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral - Pajonal de *Baccharis tola*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Baccharis tola* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Baccharis tola*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*

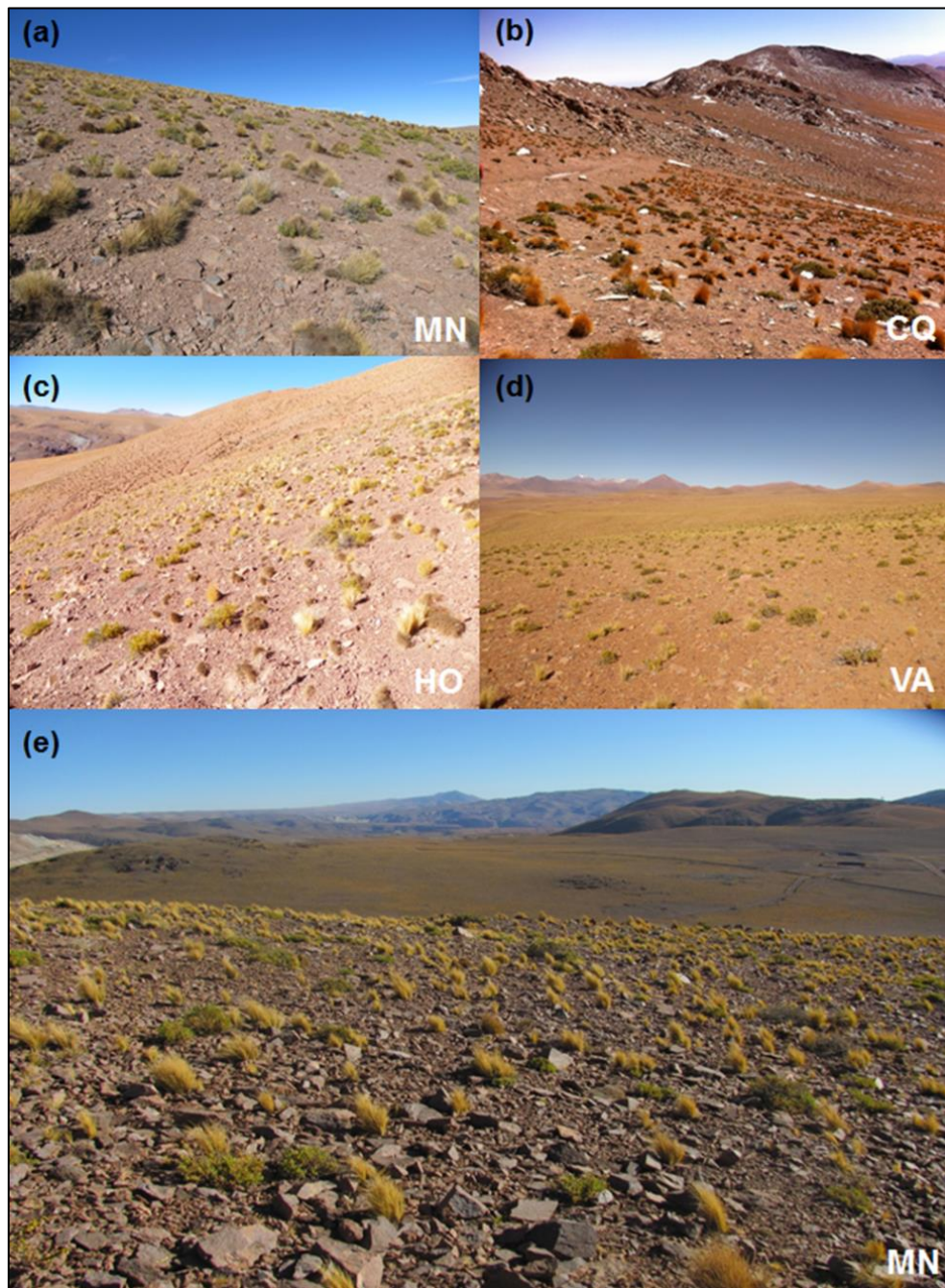
El estrato en altura de las especies arbustivas varía entre <5 cm y 2 m, y mayoritariamente entre una altura de 25 a 50 cm. En el caso de las especies herbáceas, el rango registrado varía entre <5 y 50 cm, siendo mayoritarias las alturas entre 5 y 25 cm. Se observa además un estrato de

suculentas entre 25 y 50 cm de altura. La cobertura observada oscila entre 5 y 50% para las especies arbustivas y para las herbáceas el rango fue más amplio, ya que se observan coberturas entre 5 y 75% (siendo dominante la cobertura clara: 25 a 50%). Las suculentas presentan coberturas muy escasas, inferiores al 5% (Tabla 3.3.1-30).

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 998,0 hectáreas, lo que representa un 18,3% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 125 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas entre 3.800 y 4.500 m s.n.m. de altitud, en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta (con más de un 50% de la superficie de la agrupación), Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -10, -12 y -13), principalmente en planicies, lomajes, y laderas de pendientes variables de 0 a 100%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 123 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que dos se observan “alteradas”, con una unidad en el sector Altiplano Mina – Planta y otra en el sector Altiplano Cerro Quitala.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 71 taxa de flora vascular, siendo la formación con mayor riqueza florística del recubrimiento matorral - estepa. Entre éstas, 14 corresponden a especies endémicas de Chile, un taxa presenta una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria) Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-42. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Baccharis tola*, *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla* y *Anatherostipa venusta*



Donde: Sectores: CQ: Altiplano Cerro Quitala; HO: Quebradas Huinquintipa – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; VA: Altiplano Variante A-97B.

Formaciones vegetales: (a): Matorral - Pajonal de *Baccharis tola* y *Festuca chrysophylla*; (b): Matorral - Pajonal de *B. tola* y *Anatherostipa venusta*, (c): Matorral - Pajonal de *B. tola*, *A. venusta* y *Pappostipa frigida*; (d): Matorral – Pajonal de *B. tola* y *P. frigida*; (e): Matorral - Pajonal de *B. tola*, *P. frigida* y *F. chrysophylla*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Ephedra breana* y *Pappostipa frigida*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominada por la especie arbustiva *Ephedra breana* y la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-43). Se distinguen las siguientes tres formaciones vegetales en la agrupación:

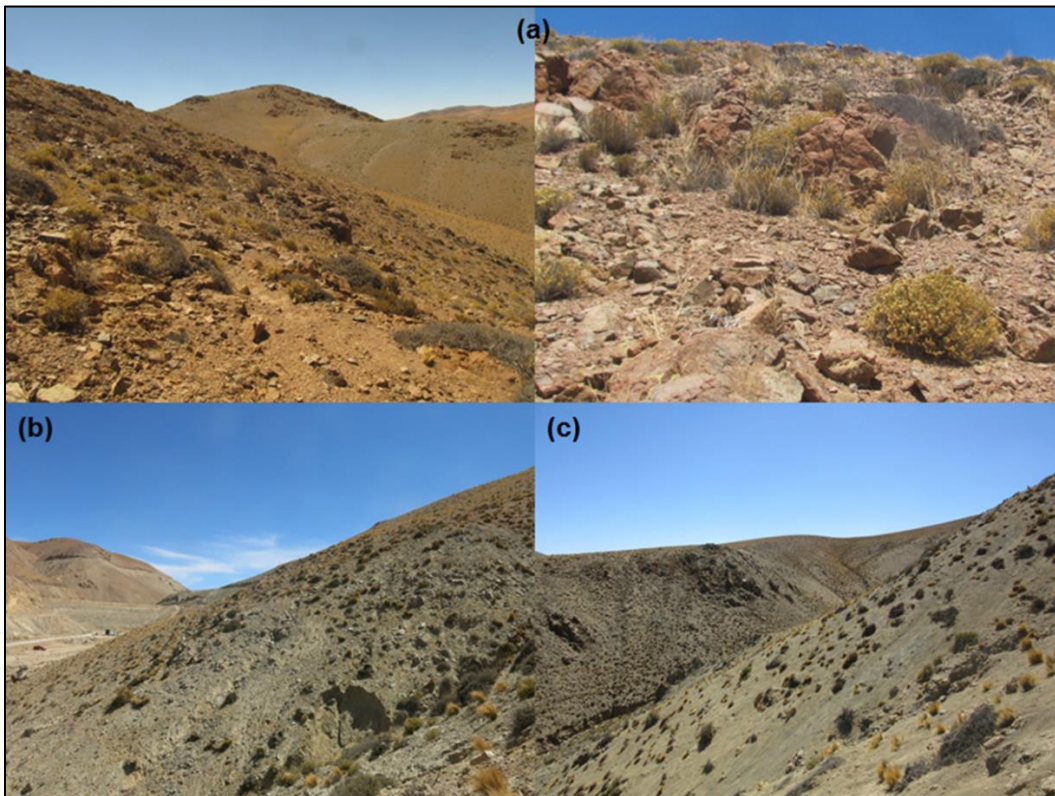
- Matorral - Pajonal de *Ephedra breana*, *Baccharis boliviensis* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Ephedra breana*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Ephedra breana* y *Pappostipa frigida*

El estrato en altura de las especies arbustivas varía entre 5 y 100 cm, siendo mayoritario el rango entre 25 y 50 cm. Las herbáceas presentan alturas entre <5 y 50 cm, siendo dominante el estrato de 5 a 25 cm. Se observa también un estrato de suculentas entre 25 y 50 cm de altura. La cobertura observada oscila entre 5 y 50% para los arbustos y las herbáceas, presentando ambos estratos coberturas principalmente muy claras (10-25%), mientras que la cobertura de suculentas es muy escasa (<5%), ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-43.

El recubrimiento de estos matorrales es de 123,8 hectáreas, lo que representa un 2,3% de la superficie del recubrimiento matorral - estepa del área de influencia. Esta formación está representada por 15 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en los sectores de Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -05 y -06), donde se registra en un rango de altitudes entre 3.800 y 4.200 m s.n.m., en laderas de pendientes variables, principalmente entre 50 y 100%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de estas formaciones vegetales se observan habitualmente en “estado natural”, mientras que una unidad en el sector Altiplano Mina - Planta se observa “alterada”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 38 taxa de flora vascular, de los cuales siete corresponden a especies endémicas de Chile, una restringida a la I Región de Tarapacá, y dos en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria) ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-43. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Ephedra breana* y *Pappostipa frigida* en el sector Altiplano Mina - Planta



Donde: (a) Matorral - Pajonal de *Ephedra breana*, *Baccharis boliviensis* y *Pappostipa frigida* (b) Matorral - Pajonal de *E. breana*, *Baccharis tola* y *P. frigida* y (c) Matorral - Pajonal de *E. breana* y *P. frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por las especies arbustivas *Fabiana squamata* y *Baccharis tola*, junto a la herbácea *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-44). Se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales en la agrupación:

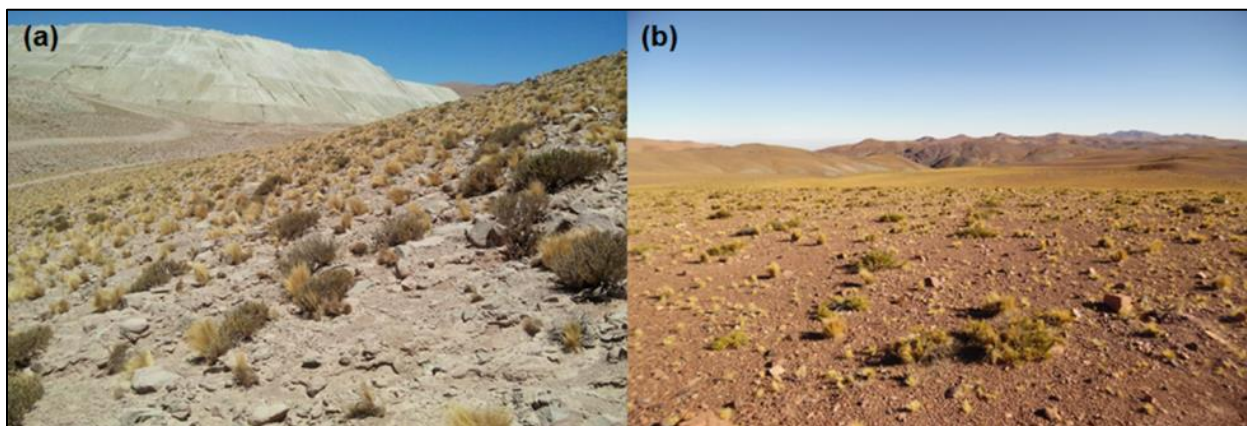
- Matorral - Pajonal de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*

Para las especies leñosas bajas, la altura varía entre 5 y 100 cm, aunque predomina el rango entre 25 y 50 cm; para las herbáceas es mayoritario el rango de 5 a 25 cm, variando entre <5 a 50 cm. La cobertura observada oscila, por su parte, entre 10 y 75% para los arbustos y entre 10 y 50% para las herbáceas, siendo dominante el rango de cobertura clara en ambos casos (25-50%), ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-44.

El recubrimiento registrado para estos matorrales es de 189,9 hectáreas, lo que representa un 3,5% de la superficie de vegetación mixta matorral - pajonal del área de influencia. Esta formación está representada por 12 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas a una altitud entre 4.000 y 4.350 m s.n.m., en los sectores de Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05 y -09), en lomajes y laderas de pendiente variable entre 0 y 70%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, las unidades de estas formaciones vegetales se observan habitualmente en “estado natural”, mientras que una unidad en el sector Altiplano Mina - Planta se observa “alterada”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 33 taxa de flora vascular, de los cuales tres corresponden a especies endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-44. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida* en sector Altiplano Mina - Planta



Donde: (a) Matorral - Pajonal de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida* y (b) Matorral - Pajonal de *Fabiana squamata*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Junellia pappigera*, *Parastrephia quadrangularis* y *Nassella nardoides*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Junellia pappigera* y/o *Parastrephia quadrangularis*, junto a la herbácea *Nassella nardoides* (Fotografía 3.3.1-45). Se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Junellia pappigera* y *Nassella nardoides*
- Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Nassella nardoides*

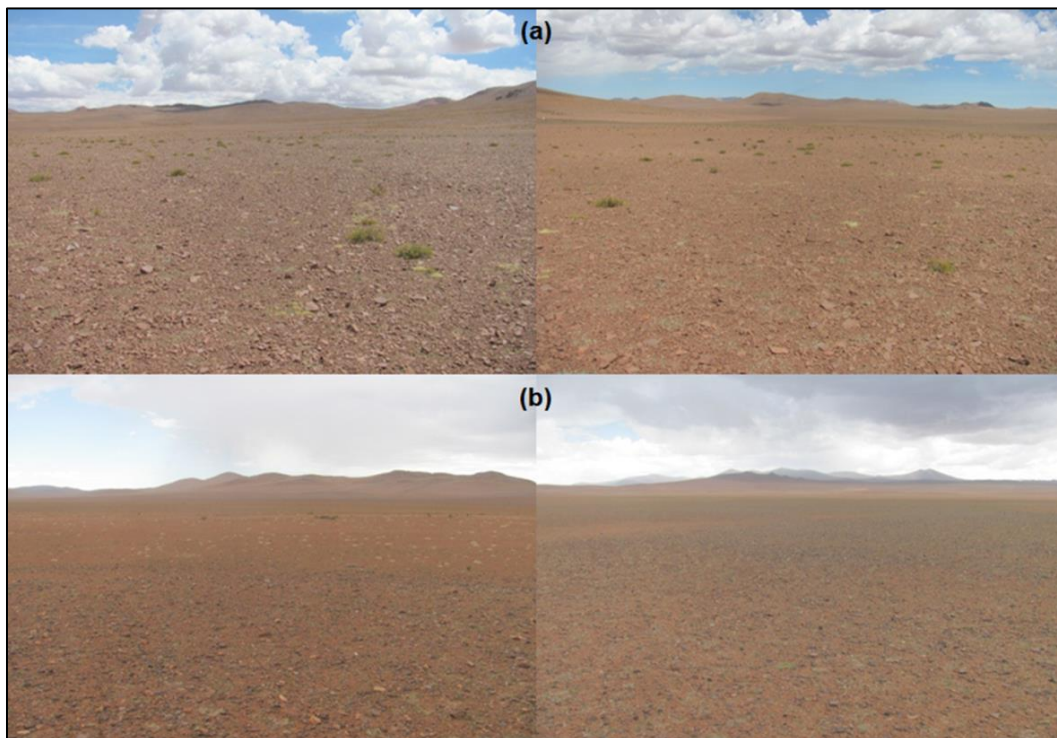
El estrato en altura para las especies arbustivas varía entre <5 y 50 cm, presentando mayoritariamente una altura de entre 5 y 25 cm; el estrato de las especies herbáceas es <5 hasta

25 cm, siendo más común <5 cm. La cobertura arbustiva oscila entre 5 y 50%, siendo mayoritariamente muy clara (10 a 25%). La cobertura herbácea varía entre muy clara y clara (10-50%), dominando el rango entre 25 y 50% (Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-45).

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 206,7 hectáreas, lo que representa un 3,8% de la superficie de este recubrimiento de suelo en el área de influencia. Esta formación está representada por cinco unidades distribuidas en el sector Altiplano Variante A-97B (Tabla 3.3.1-30, Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-08 y -10). La agrupación se observa en un rango de altitud entre 4.200 y 4.300 m s.n.m., en planicies o lomajes de pendientes menores al 10%. En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 21 taxa de flora vascular, de los cuales dos corresponden a especies endémicas de Chile (Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-45. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Junellia pappigera*, *Parastrephia quadrangularis* y *Nassella nardoides* en sector Altiplano Variante A-97B



Donde: (a): Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Nassella nardoides* y (b): Matorral - Pajonal de *Junellia pappigera* y *Nassella nardoides*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*.

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Parastrephia quadrangularis*, junto a las especies herbáceas *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-46). Se distinguen las siguientes nueve formaciones vegetales en esta agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Anatherostipa venusta* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Fabiana squamata* y *Pappostipa frigida*.
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Senecio nutans* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Senecio nutans* y *Pappostipa frigida*

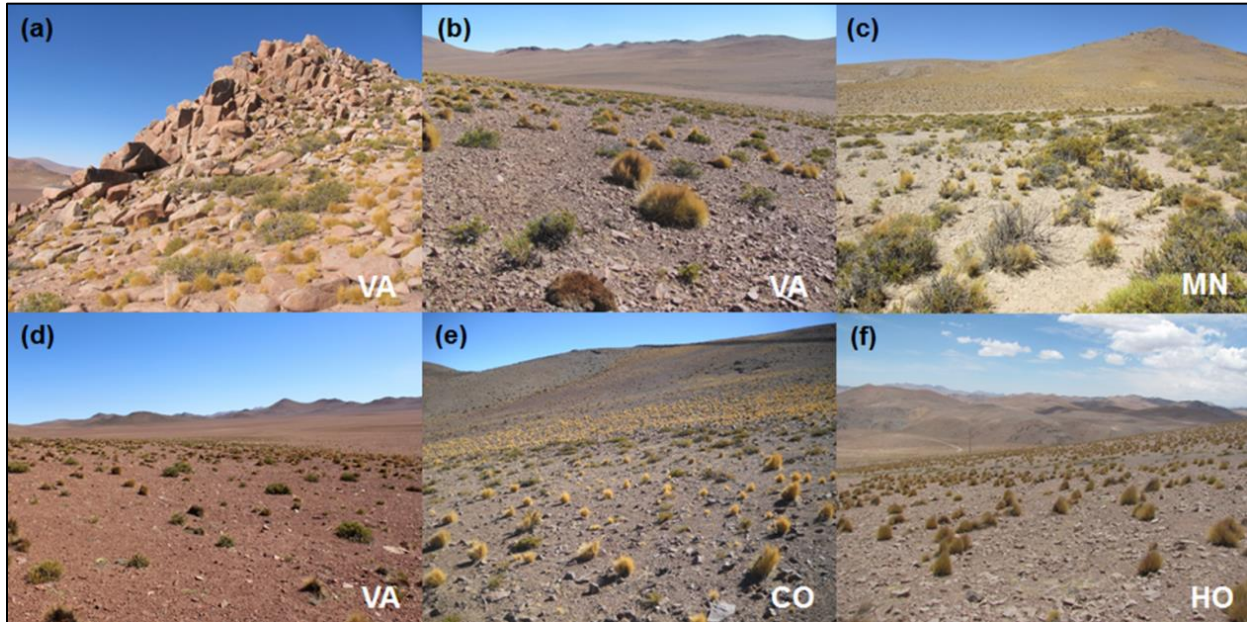
El estrato en altura de estas formaciones varía para las especies arbustivas entre 5 cm y 2 m (mayoritariamente entre 25 y 50 cm). Para las herbáceas la variación en altura se sitúa entre <5 cm y 1 m, aunque principalmente se desarrollan entre 5 y 25 cm. Las especies suculentas presentan un estrato entre 5 y 25 cm de altura. La cobertura arbustiva oscila entre 5 y 50%, siendo mayoritariamente muy clara (10 a 25%). La cobertura herbácea varía entre escasa y poco densa (5 a 75%), dominando el rango entre 25 y 50% y para las suculentas no supera el 5% (Tabla 3.3.1-30).

El recubrimiento de estos matorrales es de 1.619,8 hectáreas, lo que representa un 29,6% de la superficie de este tipo de recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 172 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05, -06, -07, -09, -10, -11 y -12). Estas formaciones vegetales se localizan en un rango de altitud entre 3.750 y 4.600 m s.n.m., en variadas posiciones topográficas, ya sea en laderas, lomajes o planicies, raras veces en pendientes fuertes.

En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 139 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que 33 unidades se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta y en Quebradas Huinquentipa - Ornajuno con menor representatividad en Cordón Occidental (dos unidades). En los sectores Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B se trata de unidades escarpadas en el sector, una unidad en cada sector.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 59 taxa de flora vascular, de los cuales ocho corresponden a especies endémicas de Chile y tres son especies en categoría de conservación (una amenazada y dos precautorias), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-46. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*



Donde: Sector: CO: Cordón Occidental; HO: Quebradas Huiniquinta – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; VA: Altiplano Variante A-97B.

Formaciones vegetales: (a) Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta*; (b) Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *A. venusta* y *Festuca chrysophylla*; (c) Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *A. venusta* y *Pappostipa frigida*; (d) Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis* y *F. chrysophylla*; (e) Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Fabiana squamata* y *P. frigida*, y (f) Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *Senecio nutans* y *F. chrysophylla*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola*, *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla* y *Anatherostipa venusta*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por las especies arbustivas *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tola*. En el estrato herbáceo se observan distintas especies de la familia Poaceae, entre las cuales destacan *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida* (Fotografía 3.3.1-47). Se distinguen las siguientes seis formaciones vegetales en la agrupación:

- Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *A. venusta*, y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *A. venusta* y *Pappostipa frigida*

- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola* y *F. chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola* y *P. frigida*
- Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *P. frigida* y *F. chrysophylla*

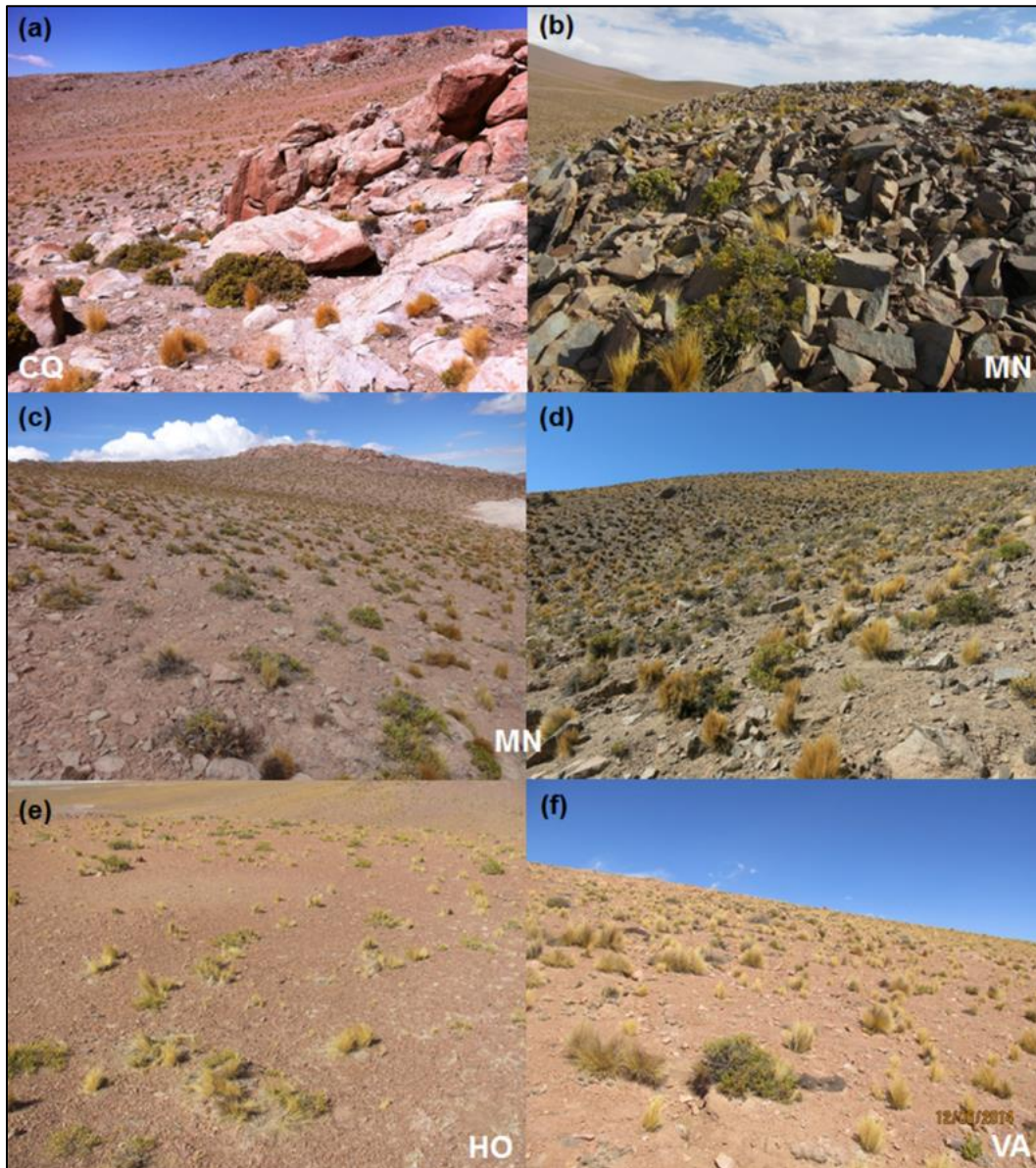
El estrato en altura varía ampliamente para las especies arbustivas y herbáceas, entre <5 a 100 cm, siendo mayoritario el rango 25 a 50 cm para las arbustivas, y para las herbáceas, entre 5 y 25 cm. La cobertura observada oscila entre 5 y 75% para ambos estratos, pero principalmente entre 10 y 25% para el estrato arbustivo y entre 25 y 50% para el estrato herbáceo. En algunas unidades de estas formaciones se registra un estrato de suculentas, inferior a 25 cm de altura, con una cobertura inferior a 5% (Tabla 3.3.1-30).

El recubrimiento de estos matorrales es de 841,0 hectáreas, lo que representa un 15,4% de la superficie de este tipo de recubrimiento en el área de influencia. La agrupación está representada por 84 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en los sectores Cordón Occidental, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02, -03, -04, -05, -06, -09, -10, -12 y -13). Las formaciones se registran en un rango de altitud entre 3.900 y 4.600 m s.n.m., en lomajes, planicies o laderas de pendientes variables entre 10 y >100%.

En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 78 de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que seis unidades se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta y una unidad en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 47 taxa de flora vascular, de los cuales nueve corresponden a especies endémicas de Chile y dos son especies en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-47. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola*, *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla* y *Anatherostipa venusta*



Donde: Sectores: CQ: Altiplano Cerro Quitala; MN: Altiplano Mina Planta; HO: Quebradas Huinquentipa Ornajuno; VA: Altiplano Variante A-97B

(a): Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola* y *Anatherostipa venusta*; (b): Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *A. venusta*, y *Festuca chrysophylla*; (c): Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *A. venusta* y *Pappostipa frigida*; (d): Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola*, *P. frigida* y *F. chrysophylla*; (e): Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola* y *P. frigida*; (f): Matorral - Pajonal de *P. quadrangularis*, *B. tola* y *F. chrysophylla*

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Senecio nutans*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Senecio nutans*. En el estrato herbáceo son frecuentes las especies *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-48). Se distinguen las siguientes cinco formaciones vegetales:

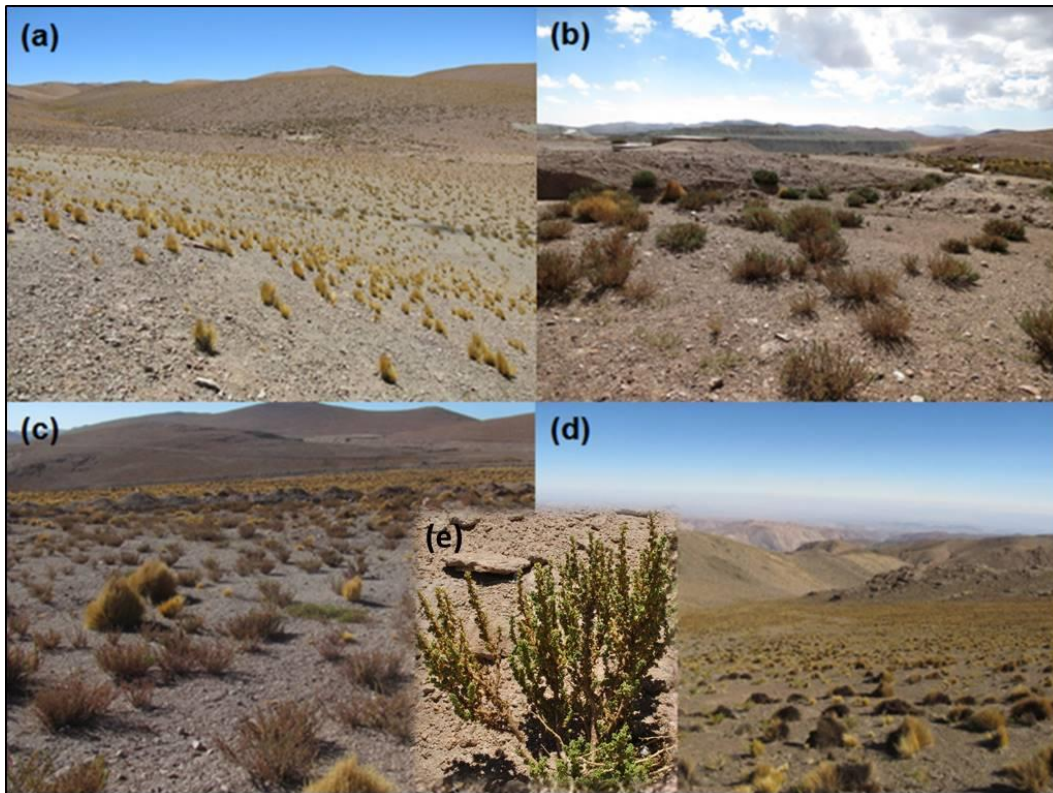
- Matorral - Pajonal de *Senecio nutans* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral - Pajonal de *Senecio nutans*, *Festuca chrysophylla* y *Nassella nardoides*
- Matorral - Pajonal de *Senecio nutans* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *Senecio nutans*, *Pappostipa frigida* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral - Pajonal de *Senecio nutans*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*

El estrato arbustivo, varía entre 5 y 50 cm de altura, presentándose mayoritariamente entre 25 y 50 cm; y el estrato herbáceo varía entre <5 y 100 cm, siendo la altura dominante entre 5 y 25 cm. La cobertura de las especies arbustivas varía entre 5 y 50% y la cobertura herbácea varía entre 10 y 50%, presentándose mayormente entre 10 y 25% en ambos estratos (ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-48).

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 17,6 hectáreas, lo que representa un 0,3% de la superficie en el área de influencia. Esta formación está representada por seis unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02 y -04), entre los 4.100 a 4.500 m s.n.m., principalmente en terrenos planos, aunque también se desarrolla en laderas con pendientes variables del 40 al 100%. En cuanto al grado de alteración de la vegetación, la vegetación se observa mayoritariamente en "estado natural", con dos unidades que se observan "alteradas" en el sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 19 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-48. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Senecio nutans*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla* en sector Altiplano Mina - Planta



Donde: (a): Matorral - Pajonal de *Senecio nutans* y *Pappostipa frigida*; (b): Matorral - Pajonal de *S. nutans*, *Festuca chrysophylla* y *Nassella nardoides*; (c): Matorral – Pajonal de *S. nutans* *P. frigida* y *Anatherostipa venusta*; (d): Matorral – Pajonal de *S. nutans* *P. frigida* y *F. chrysophylla*; (e): Individuo de *Senecio nutans*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal de *Senecio volckmannii*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida*, y *Festuca chrysophylla*

Formación vegetal con fisonomía de matorral - pajonal, dominada por la especie arbustiva *Senecio volckmannii* y, en el estrato herbáceo, las herbáceas *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida*, *Pycnophyllum molle* y *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-49). Se distinguen las siguientes dos formaciones vegetales:

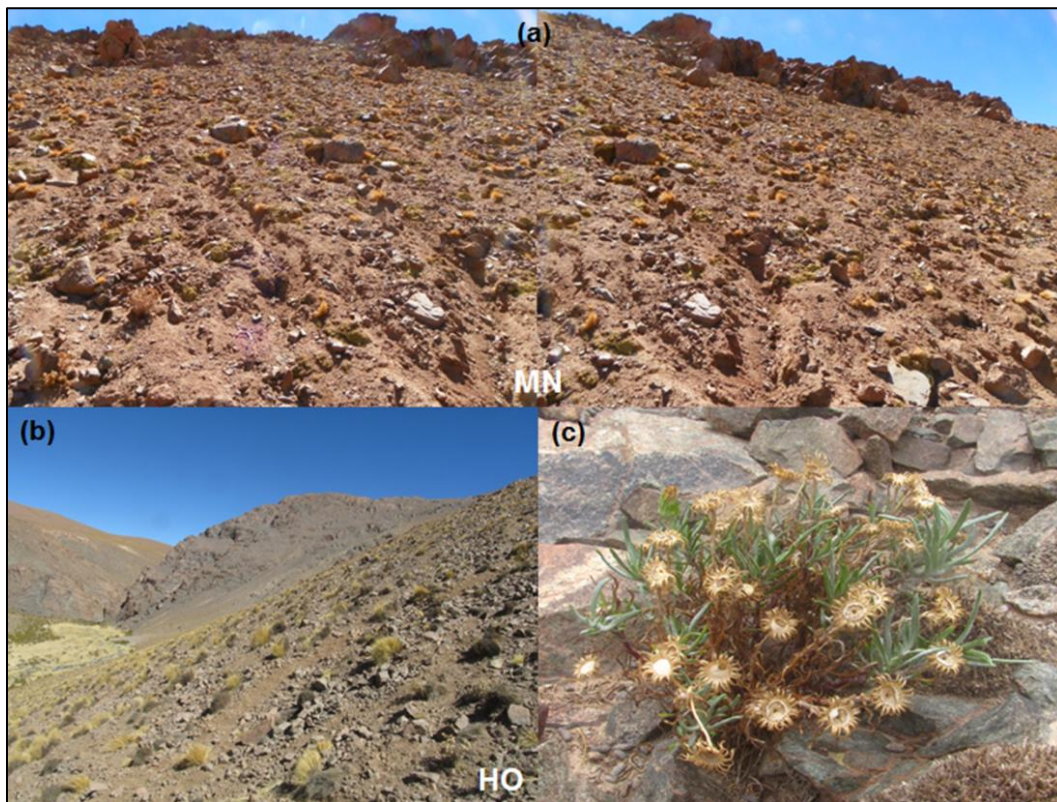
- Matorral - Pajonal de *S. volckmannii*, *A. venusta*, *Pycnophyllum molle* y *Pappostipa frigida*
- Matorral - Pajonal de *S. volckmannii* y *Festuca chrysophylla*

El estrato arbustivo varía entre 5 y 100 cm, y el herbáceo entre <5 y 100 cm de altura, aunque principalmente se presentan entre los 5 y 25 cm. En cuanto a la cobertura, el estrato arbustivo varía entre escaso y muy claro (5 a 25%), mientras que el estrato herbáceo varía entre 10 y 75%, presentando más frecuentemente una cobertura clara (25 a 50%), ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-49.

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 55,2 hectáreas, que representan un 1,0% de la superficie del recubrimiento matorral - pajonal en el área de influencia. La formación está representada por seis unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), localizadas en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01, -02 y -04), entre los 4.100 y 4.300 m s.n.m., en laderas de exposición sur y sureste, con pendientes variables entre el 5 y 100%. En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observaron en “estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 24 taxa de flora vascular, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-49. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Senecio volckmannii*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida*, y *Festuca chrysophylla*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta, HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

(a): Matorral - Pajonal de *Senecio volckmannii*, *Anatherostipa venusta*, *Pycnophyllum molle* y *Pappostipa frigida*;

(b): Matorral - Pajonal de *Senecio volckmannii* y *Festuca chrysophylla* y (c): Individuo de *Senecio volckmannii*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal de *Aloysia deserticola*, *Chuquiraga kuschelii* y *Pappostipa frigida*

Formación vegetal con fisonomía de matorral - pajonal, dominada por las especies arbustivas *Aloysia deserticola*, *Chuquiraga kuschelii* y la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida*. El estrato en altura varía, para las especies arbustivas, entre 50 y 200 cm, si bien domina el rango entre 1 y 2 metros; las especies herbáceas varían entre 5 y 25 cm. La cobertura para ambos estratos es muy clara (10 a 25%), ver Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-50.

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 10,7 hectáreas, lo que representa un 0,2% del recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada en una unidad cartográfica, presente en el sector Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-30, Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-07 o -09), sobre los 3.800 m s.n.m., en lomajes de pendientes inferiores a 5%. En cuanto al grado de alteración, esta formación se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 10 taxa de flora vascular, de los cuales tres especies son endémicas de Chile (Tabla 3.3.1-32). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-50. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal de *Aloysia deserticola*, *Chuquiraga kuschelii* y *Pappostipa frigida* en sector Altiplano Variante A-97B



Donde: Detalle de especies (a): Individuo de *Aloysia deserticola*; (b): Individuo de *Chuquiraga kuschelii*; (c): Individuo de *Pappostipa frigida*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con dominancia de *Azorella compacta*, *Anatherostipa venusta*, y *Festuca chrysophylla*

Agrupación de formaciones vegetales con fisonomía de matorral - pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Azorella compacta* y las herbáceas *Anatherostipa venusta*, y *Festuca chrysophylla* (Fotografía 3.3.1-51). Se distinguen dos formaciones vegetales en la agrupación:

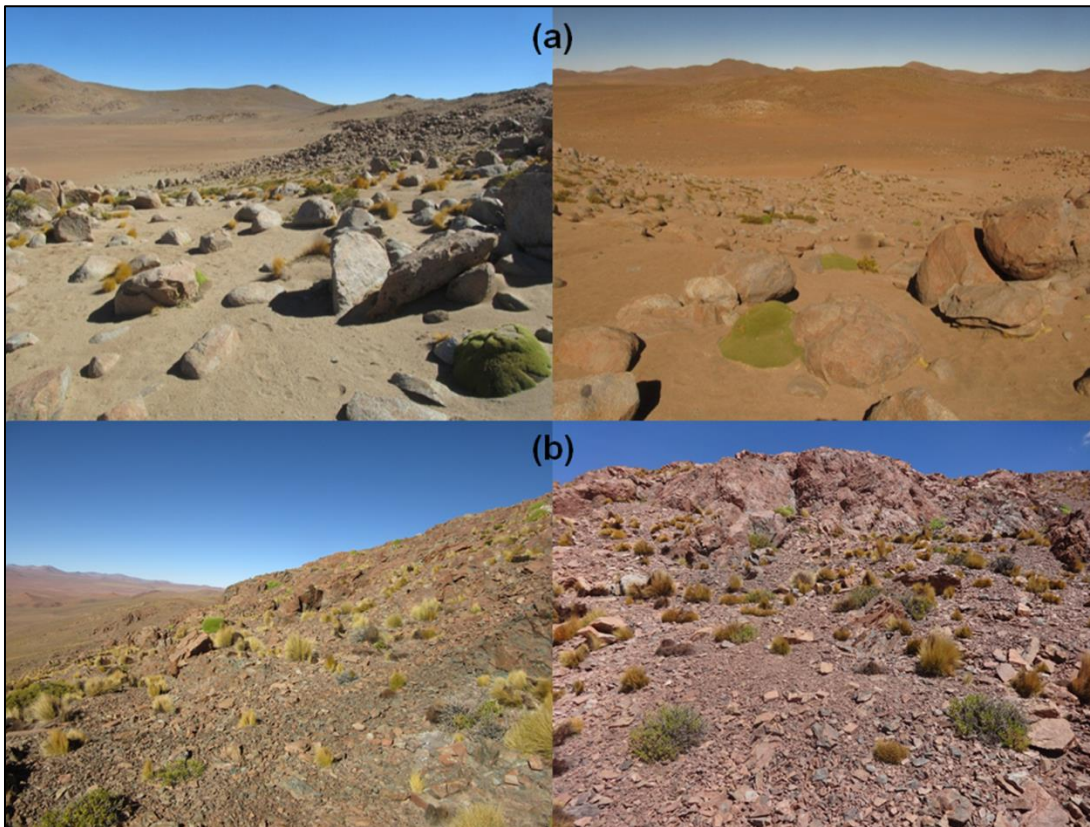
- Matorral - Pajonal de *Azorella compacta*, *Baccharis tola* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral - Pajonal de *Azorella compacta*, *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta*

El estrato en altura para las arbustivas varía entre 5 y 50 cm (dominando el estrato entre 25 y 50 cm); y las especies herbáceas se desarrollan entre 25 y 50 cm. La cobertura de las arbustivas es muy clara (10 a 25%) y la de las herbáceas clara (25 a 50%), ver Tabla 3.3.1-30.

El recubrimiento de estos matorrales - pajonales es de 76,1 hectáreas, lo que representa un 1,4% de la superficie del recubrimiento en el área de influencia. Esta agrupación está representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-30), distribuidas en el sector Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-08 y -11), entre 4.300 y 4.500 m s.n.m., en laderas con roqueríos con pendientes sobre los 90%. En cuanto al grado de alteración, las formaciones se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 21 taxa de flora vascular, de los cuales dos son especies endémicas de Chile y dos presentan categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-51. Fisonomía de formaciones de matorral - pajonal con dominancia de *Azorella compacta*, *Anatherostipa venusta*, y *Festuca chrysophylla* en sector Altiplano Variante A-97B



Dónde: (a): Matorral - Pajonal de *Azorella compacta*, *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta* y (b): Matorral - Pajonal de *Azorella compacta*, *Baccharis tola* y *Festuca chrysophylla*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral - Pajonal con suculentas de *Fabiana squamata*, *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida*, y *Maihueniopsis boliviana*

Formación vegetal con fisonomía de matorral - pajonal, con dominancia de tres estratos, uno arbustivo, uno herbáceo y uno suculento. Las especies dominantes corresponden a las arbustivas *Fabiana squamata* y *Parastrephia quadrangularis*, las herbáceas *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*, y la suculenta *Maihueniopsis boliviana*. El estrato arbustivo registra una altura de 25 a 50 cm, el herbáceo se observa entre 50 y 100 cm. El estrato de suculentas se desarrolla entre 5 y 25 cm. En cuanto a la cobertura de la formación, los estratos arbustivo y herbáceo presentan una cobertura muy clara (10 a 25%), y las suculentas se observan con una cobertura escasa, hasta un 10% (Tabla 3.3.1-30 y Fotografía 3.3.1-52).

El recubrimiento registrado para esta formación es de 7,2 hectáreas, que representan un 0,1% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. La formación está representada por una unidad cartográfica, localizada en el sector Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-30,

Tabla 3.3.1-31 y Plano 3.3.1-01 o -02), en una ladera de aproximadamente 30% de pendiente y de exposición norte, al norte de quebrada Llareta, alrededor de los 4.400 m s.n.m. En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 13 taxa de flora vascular, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y dos presentan categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-32. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-52. Fisonomía de formaciones de matorral con suculentas - pajonal de *Fabiana squamata*, *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta*, *Pappostipa frigida*, y *Maihueiopsis boliviana* en sector Altiplano Mina - Planta



Fuente: Cedrem consultores.

a.iv) *Bosque nativo*

En el área de influencia se identificó una formación vegetal correspondiente al recubrimiento de Bosque nativo, descrita a continuación.

- Bosque nativo de *Schinus areira*

Formación vegetal con un estrato arbóreo dominante, compuesto por la especie *Schinus areira*, y un estrato arbustivo acompañante, compuesto por *Baccharis salicifolia*. El primero, ocupa un estrato que varía entre 2 y 12 metros de altura, y una cobertura poco densa, entre 50 y 75%. El estrato arbustivo presenta una estratificación entre 50 y 200 cm de altura y una cobertura clara, entre 25 y 50% (ver Fotografía 3.3.1-53).

La formación está representada por una unidad cartográfica, ubicada en la Quebrada de Maní en el sector Desierto Interior (ver Plano 3.3.1-24). El recubrimiento de esta unidad de bosque es de 0,6 hectáreas, lo que representa un 100% de la superficie del recubrimiento de bosque nativo del área de influencia. En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa como vegetación “alterada”, con signos de intervención antrópica, probablemente debido al estar contigua al camino principal que recorre la Quebrada de Maní, lo cual también estaría afectando la continuidad espacial de esta formación.

La riqueza registrada en esta formación vegetal es de siete taxa de flora vascular, de los cuales, dos especies son endémicas de Chile y una presenta alguna categoría de conservación precautoria. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

En cuanto a su estructura, se observó una formación coetánea definida como “monte alto regular”, y su estado de desarrollo se observó con individuos mayoritariamente desarrollados, es decir en estado “adulto”.

Esta formación constituye un Bosque nativo de preservación, debido a la presencia de *Prosopis alba* “algarrobo blanco”, especie arbórea evaluada en Preocupación menor en el D.S N°13/2013.

Fotografía 3.3.1-53. Fisonomía de la formación de bosque nativo en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

b) Vegetación Azonal

b.i) Desierto

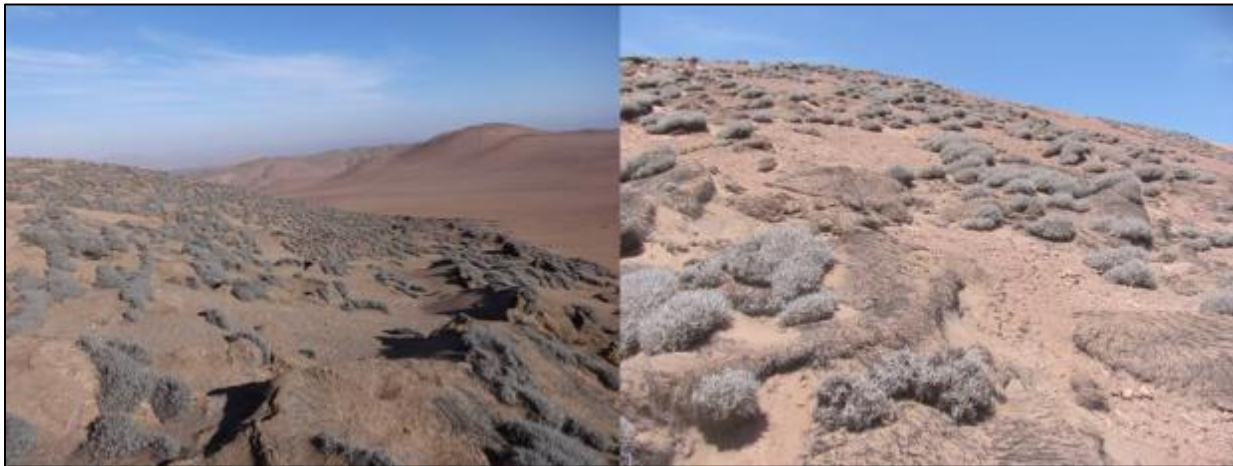
En el área influencia se identificó una formación vegetal correspondiente al recubrimiento de suelo de Desierto. Esta formación se describe a continuación.

- Herbazal de *Tillandsia landbeckii*

Formación vegetal con un estrato herbáceo dominado exclusivamente por la hierba perenne *Tillandsia landbeckii*, constituyendo una formación vegetal monoespecífica, que se desarrolla en un estrato generalmente entre 5 y 25 cm de altura (pudiendo variar entre <5 y 50 cm), con una cobertura variable, entre escasa (5 a 10%) y clara (25 a 50%), aunque habitualmente se encuentra en el rango entre 10 a 25% (Fotografía 3.3.1-54).

El recubrimiento de estos “*tillandsiales*” es de 15,2 hectáreas, lo que representa un 100% de la vegetación del recubrimiento de desierto en el área de influencia. Esta formación está representada por 35 unidades cartográficas, distribuidas en forma discontinua en un área específica del sector Desierto costero (ver Plano 3.3.1-21). En esta área, la formación se desarrolla en parches de distinta superficie, inferiores a 3.000 m², los que se localizan en las cumbres o en lo alto de las laderas con exposición suroeste, en un cordón montañoso que cruza el sector entre 900 y 1.100 m s.n.m. La altitud y la cercanía al mar, permite el desarrollo de estas formaciones conocidas como “oasis de niebla”. En cuanto a su grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan habitualmente “en estado natural”, a excepción de una unidad que se observó “alterada”.

La riqueza registrada en la formación es de un taxa de flora vascular, correspondiente a la especie *T. landbeckii*, hierba perenne de origen nativo. Esta especie está clasificada como Vulnerable en los anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre (Hoffmann & Flores, 1989). Para mayor detalle, en el Anexo 3.3.1-5 se observan los registros de su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad.

Fotografía 3.3.1-54. Fisonomía de formaciones de herbazal de *Tillandsia landbeckii* en sector Desierto Costero

Fuente: Cedrem Consultores.

b.ii) Matorrales

En el área de influencia se identificaron 10 formaciones vegetales de tipo matorral hídrico (ocho de ellas agrupadas), correspondientes al recubrimiento azonal de matorrales. Estas formaciones se caracterizan por estar dominadas principalmente por especies arbustivas que dependen de condiciones específicas locales, generalmente un mayor suministro de agua o de humedad (carácter azonal).

Para simplificar la descripción de las formaciones, se han agrupado aquellas que presentan una composición similar de especies dominantes. De esta manera, se presenta la descripción de dos formaciones vegetales y de tres agrupaciones de formaciones vegetales, estas últimas agrupando ocho formaciones.

La Tabla 3.3.1-33 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones vegetales de este recubrimiento identificadas en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-34 presenta las superficies y representatividad de cada formación vegetal. Finalmente, la Tabla 3.3.1-35 resume algunas características relevantes de la flora de cada formación vegetal de este recubrimiento. El listado florístico de cada formación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo, se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Tabla 3.3.1-33. Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis alnifolia</i>	Bal Pq Op Ea co de po	4(2-6)		3(1-4)		4(3-6)		3(2-3)		21	23,9
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis calliprinos</i>	Bc Ag	4(2-6)		3(2-3)		4(3-5)		3		18	20,5
Matorral hídrico con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i>	Pl Bt fi	4(2-5)		2(1-4)		4(2-7)		1(1-3)		19	21,6
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	Pq	3(2-5)		2(1-3)		4(3-6)		2(1-2)		12	13,6
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Parastrephia lucida</i>	Pl Pq	4(2-5)		2(2-3)		5(3-6)		2		18	20,5
Total Unidades Cartográficas Matorrales										88	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras						
Tipo biológico:		Cobertura vegetal (%)		Códigos de especies		
LA Leñoso Alto	H Herbáceo	1	muy escasa (1-5)	Especies Arbustivas (LB):		Pl <i>Parastrephia lucida</i>
LB Leñoso Bajo	S Suculento	2	escasa (5-10)	Ag	<i>Atriplex glaucescens</i>	Pq <i>Parastrephia quadrangularis</i>
Altura vegetal (m) LB, H, S:		3	muy clara (10-25)	Bal	<i>Baccharis alnifolia</i>	Especies Herbáceas (H):
1 0 – 0,05	4 0,5 – 1	4	clara (25-50)	Bc	<i>Baccharis calliprinos</i>	co <i>Cortaderia speciosa</i>
2 0,05 – 0,25	5 1 – 2	5	poco densa (50-75)	Bt	<i>Baccharis tola</i>	de <i>Deyeuxia eminens</i>
3 0,25 – 0,50	6 >2	6	densa (75-90)	Ea	<i>Escallonia angustifolia</i>	fi <i>Festuca rigescens</i>
		7	muy densa (90-100)	Op	<i>Ophryosporus pinifolius</i>	po <i>Polypogon australis</i>

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-34. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis alnifolia</i>				32,0	7,0				39,0	23,9
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis calliprinos</i>				4,7	49,9				54,6	33,5
Matorral hídrico con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i>					12,3	5,4			17,8	10,9
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i>					27,0	3,8			30,8	18,9
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Parastrephia lucida</i>					8,4	12,5			20,9	12,8
Total general				36,7	104,7	21,8			163,1	100

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquintipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.
Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-35. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Matorrales (azonales) en el área de influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Matorral hídrico	155	4	4	29	4
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis alnifolia</i>	119	3	3	22	4
Matorral hídrico con dominancia de <i>Baccharis calliprinos</i>	64	1	4	13	1
Matorral hídrico con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i>	37	2	1	3	1
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	30	1	1	5	0
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Parastrephia lucida</i>	32	1	1	5	0
TOTAL MATORRALES	155	4	4	29	4

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico con dominancia de *Baccharis alnifolia*

Agrupación de cuatro formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía de matorral hídrico, dominadas por la especie arbustiva *Baccharis alnifolia*, pudiendo encontrarse acompañada de otras especies arbustivas dominantes, entre las que destaca la hierba perenne *Cortaderia speciosa* (Fotografía 3.3.1-55). Se distinguen las siguientes cuatro formaciones vegetales:

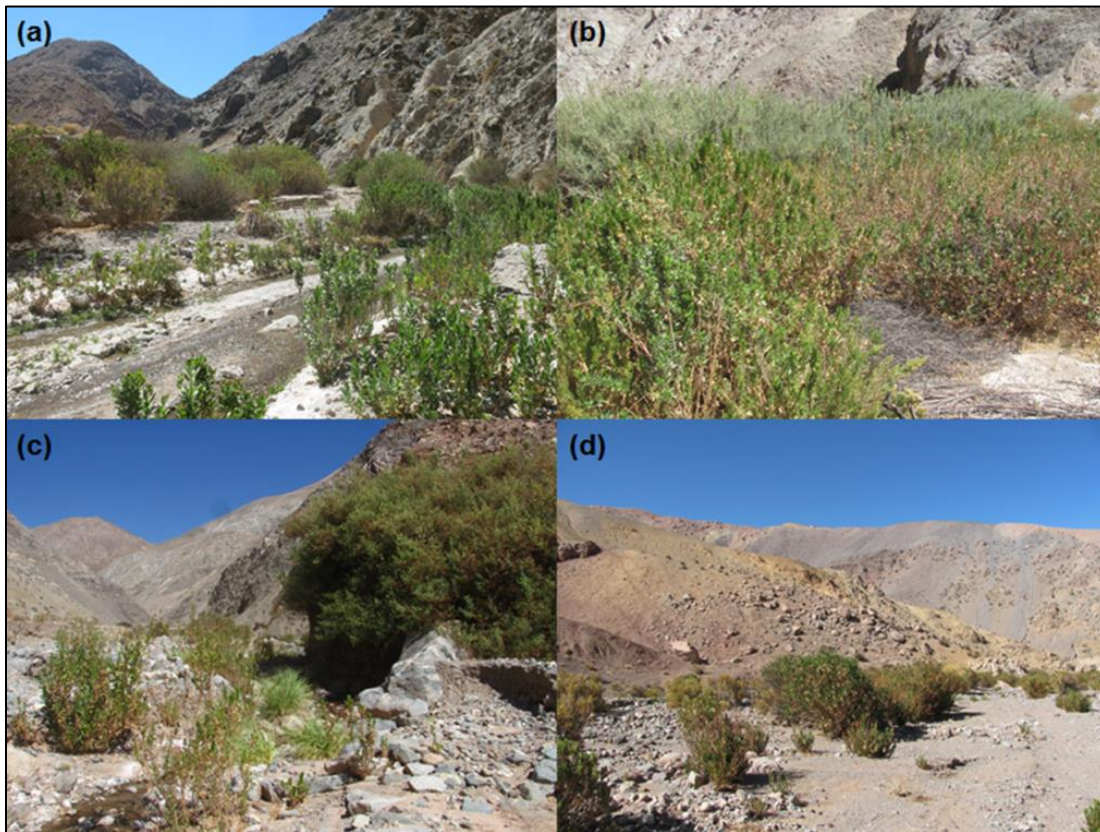
- Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia*
- Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Escallonia angustifolia*
- Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Ophryosporus pinifolius*
- Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Parastrephia quadrangularis*

La altura registrada de los estratos de vegetación varía entre <5 y 100 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 25 a 50 cm); y entre 5 cm a más de 200 cm de altura para el estrato arbustivo, siendo más habitual el rango entre 50 y 100 cm. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones varía entre escasa y muy clara (5 a 25%), desarrollando predominantemente una cobertura en el rango de un 10 a 25%; mientras que la cobertura del estrato arbustivo varía entre un 10 a 90%, sin embargo, se observa generalmente clara, entre 25 y 50% (ver Tabla 3.3.1-33 y Fotografía 3.3.1-55).

El recubrimiento de estos matorrales es de 39,0 hectáreas, lo que representa un 23,9% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 21 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-33), distribuidas en los sectores Quebrada Choja - Ramucho y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, estando particularmente desarrolladas en fondos de quebradas entre 3.000 y 4.000 m s.n.m. (ver Tabla 3.3.1-34 y Plano 3.3.1-02, -03, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 12 unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural” y otras nueve se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

La riqueza total registrada en esta agrupación es de 119 taxa de flora vascular, de los cuales 22 especies son endémicas de Chile, cuatro presentan una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y seis especies se encuentran en categoría de conservación (tres amenazadas y tres precautorias), ver Tabla 3.3.1-35. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-55. Fisonomía de formaciones de matorral hídrico con dominancia de *Baccharis alnifolia*



Donde: (a) Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia*, (b) Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Escallonia angustifolia*, (c) Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Ophryosporus pinifolius* y (d) Matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Parastrephia quadrangularis*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral hídrico con dominancia de *Baccharis calliprinos*¹⁰

Agrupación de dos formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía de matorral hídrico, dominadas por la especie arbustiva *Baccharis calliprinos*, pudiendo estar acompañada de la especie *Atriplex glaucescens* (Fotografía 3.3.1-56). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Matorral hídrico de *Baccharis calliprinos*
- Matorral hídrico de *Baccharis calliprinos* y *Atriplex glaucescens*

En estos matorrales hídricos, el estrato arbustivo varía entre 5 a más de 200 cm en altura (Fotografía 3.3.1-56), predominando el rango de altura entre 50 y 100 cm. El estrato herbáceo, presenta alturas que varían entre 5 y 50 cm, predominando las alturas entre 25 y 50 cm. La cobertura del estrato arbustivo se observa generalmente clara (25 a 50%), pudiendo variar entre

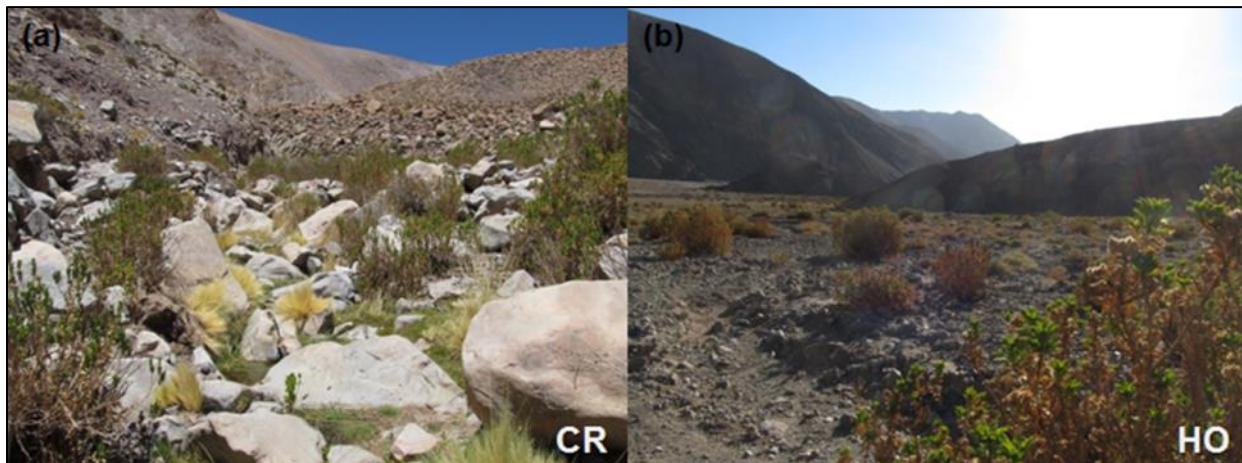
¹⁰ sinonimia de *Baccharis scandens* auct. non (Ruiz & Pav.) Pers.

muy clara a poco densa (10 a 75%); mientras que el estrato herbáceo presenta una cobertura muy clara (10 a 25%), en todas las unidades (ver Tabla 3.3.1-33 y Fotografía 3.3.1-56). Entre las especies acompañantes, se encuentran la arbustiva *Ophryosporus pinifolius* y las hierbas perennes *Cortaderia speciosa* y *Polypogon australis*.

El recubrimiento de estos matorrales es de 54,6 hectáreas, lo que representa un 33,5% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. Estas formaciones están representadas por 18 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-33), distribuidas en los sectores Quebrada Choja - Ramucho y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, particularmente en fondos de quebradas entre los 3.200 y 3.650 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-34 y Plano 3.3.1-02, -03, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración, la mayoría de estas formaciones se observan en “estado natural”, salvo una unidad caracterizada como vegetación “alterada”, en el sector de Quebrada Choja - Ramucho.

La riqueza registrada en esta agrupación es de 64 taxa de flora vascular, de los cuales 13 especies son endémicas de Chile, una presenta una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y cinco especies se encuentran clasificadas en categoría de conservación (una amenazada y cuatro precautorias), ver Tabla 3.3.1-35. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-56. Fisonomía de formaciones de matorral hídrico con dominancia de *Baccharis calliprinos*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; CR: Quebrada Choja - Ramucho;
Formaciones vegetales: (a) Matorral hídrico de *Baccharis calliprinos*, (b) Matorral hídrico de *B. calliprinos* y *Atriplex glaucescens*.

Fuente: Cedrem consultores.

- Matorral hídrico con dominancia de *Parastrephia lucida*

Agrupación de dos formaciones vegetales, con fisonomía de matorral hídrico, dominadas por la especie arbustiva *Parastrephia lucida*, pudiendo encontrarse acompañada de la especie *Baccharis tola* (Fotografía 3.3.1-57). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

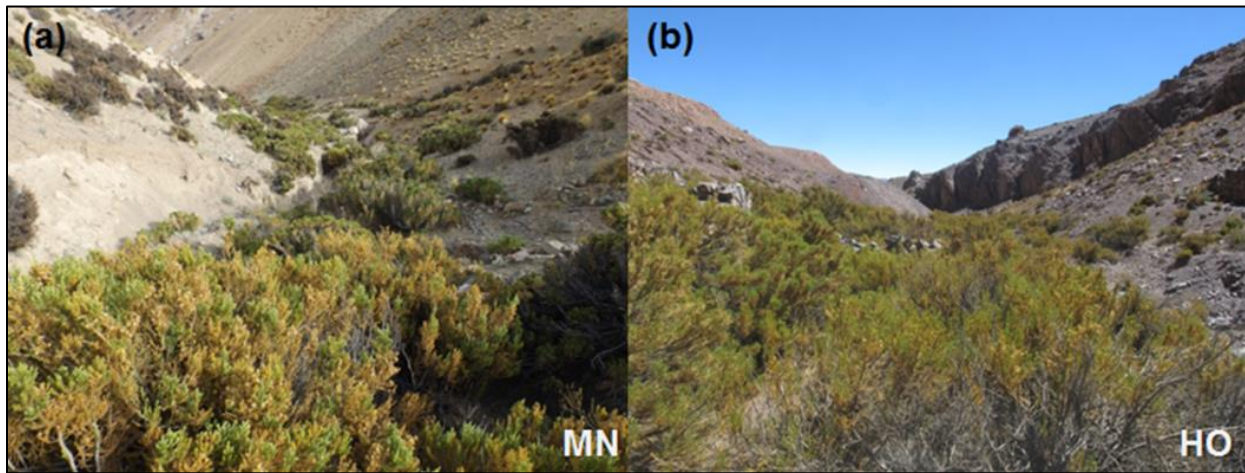
- Matorral hídrico de *Parastrephia lucida*
- Matorral hídrico de *Parastrephia lucida* y *Baccharis tola*

La altura del estrato arbustivo varía entre 5 y 200 cm, predominando el rango de 50 a 100 cm. El estrato herbáceo por su parte, presenta alturas que varían entre <5 y 100 cm, predominando el rango de 5 a 25 cm. Por otro lado, la cobertura arbustiva varía de escasa (5 a 10%) a muy densa (90 a 100%), siendo principalmente una cobertura clara (25 a 50%); mientras que la cobertura herbácea es principalmente muy escasa (<5%), pudiendo variar hasta muy clara (10 a 25%) (Tabla 3.3.1-33). Entre las especies acompañantes en las formaciones, se la hierba perenne *Festuca rigescens*.

El recubrimiento de estos matorrales hídricos es de 17,8 hectáreas, que representan un 10,9% de la superficie de este recubrimiento del área de influencia. La formación está constituida por 19 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-33), distribuidas principalmente en fondos de quebradas de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, entre los 3.800 y 4.350 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-34 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, 16 unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural” y otras tres se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta, específicamente en quebrada del Carmen.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 37 taxa de flora vascular, de los cuales tres especies son endémicas de Chile, una presenta una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y tres se encuentran en categoría de conservación (dos amenazadas y una precautoria), ver Tabla 3.3.1-35. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-57. Fisonomía de matorrales hídricos con dominancia de *Parastrephia lucida*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

Formaciones vegetales: (a) Matorral hídrico de *Parastrephia lucida*; (b) Matorral hídrico de *Parastrephia lucida* y *Baccharis tola*.

Fuente: Cedrem consultores.

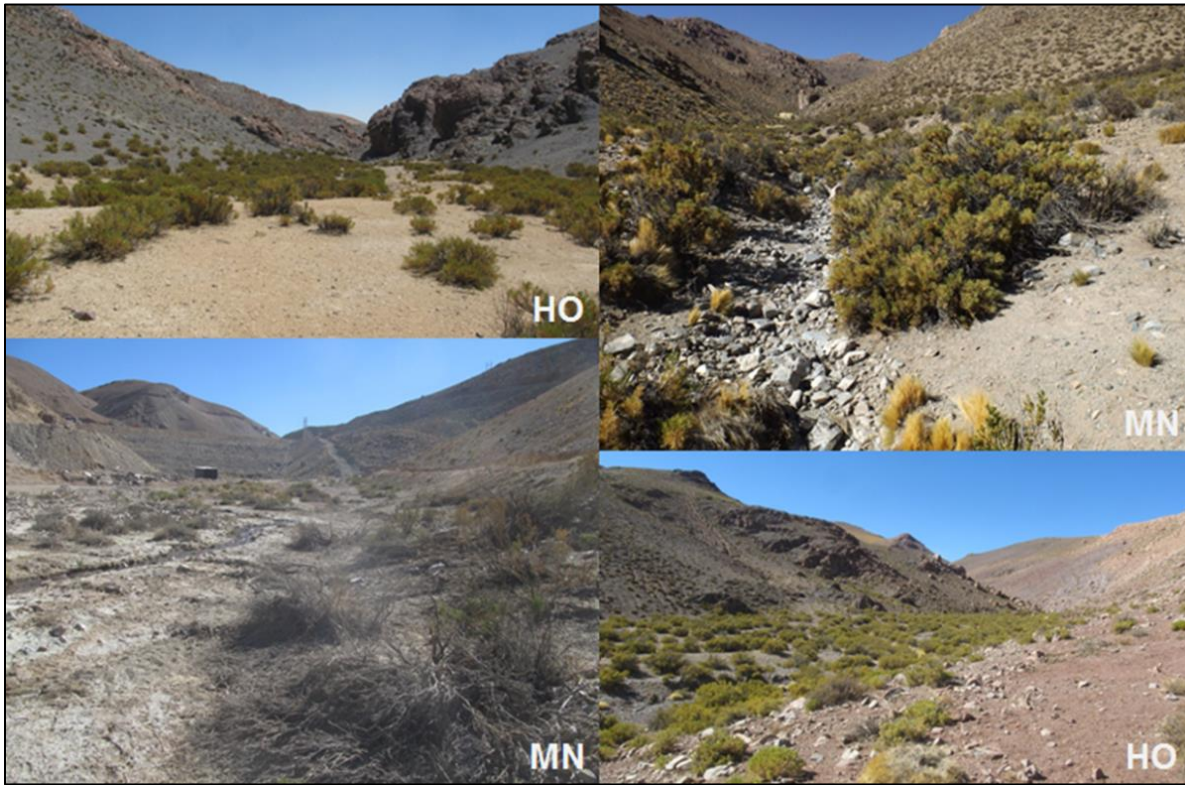
- Matorral hídrico de *Parastrephia quadrangularis*

Formación vegetal con fisonomía de matorral hídrico, dominada por la especie arbustiva *Parastrephia quadrangularis* (Fotografía 3.3.1-58). La altura del estrato arbustivo varía entre 5 y 200 cm, predominando el rango que entre 25 a 50 cm. El estrato herbáceo presenta alturas que van de <5 a 50 cm, pero predomina el rango entre 5 y 25 cm. La formación presenta una cobertura arbustiva que varía entre unidades, desde muy clara (10 a 25%) a densa (75 a 90%), siendo principalmente clara; y una cobertura herbácea variando de muy escasa (1 a 5%) a escasa (5 a 10%) (Tabla 3.3.1-33).

El recubrimiento de esta formación de matorral hídrico es de 30,8 hectáreas, lo que representa un 18,9% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 12 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-33), distribuidas en forma discontinua, principalmente en fondos de quebrada de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, entre los 3.500 y 4.300 m s.n.m., aproximadamente (Ver Tabla 3.3.1-34 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración de la vegetación, nueve unidades de esta formación vegetal se observan en “estado natural” y otras tres se observan “alteradas”. Las unidades alteradas, son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta, específicamente observadas en quebrada Llaretta y una de las unidades al norte de quebrada Blanca.

La riqueza registrada en la formación es de 30 taxa de flora vascular, entre los cuales cinco especies son endémicas de Chile y dos especies se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-35. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-58. Fisonomía de formación de matorral hídrico de *Parastrephia quadrangularis*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta.
Fuente: Cedrem consultores.

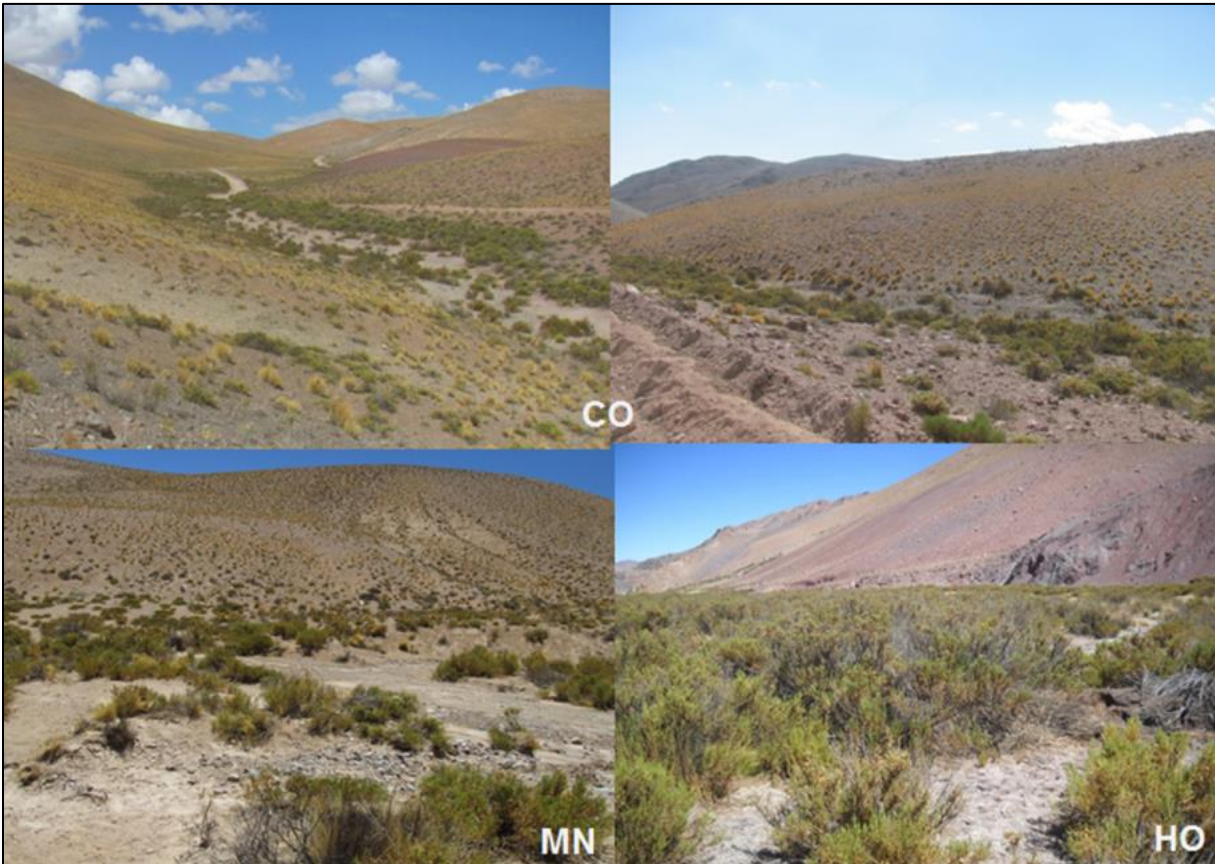
- Matorral hídrico de *Parastrephia quadrangularis* y *Parastrephia lucida*

Formación vegetal con fisonomía de matorral hídrico, dominada por las especies arbustivas *Parastrephia quadrangularis* y *P. lucida* (Fotografía 3.3.1-59). La altura del estrato arbustivo varía entre 5 y 200 cm, predominando el rango de 50 a 100 cm. El estrato herbáceo presenta alturas que van de 5 a 50 cm, pero predomina el rango entre 5 y 25 cm. La formación presenta una cobertura arbustiva que varía entre unidades, desde muy clara (10 a 25%) a densa (75 a 90%), siendo principalmente poco densa (50-75%); y una cobertura herbácea escasa (5-10%) (Tabla 3.3.1-33 y Fotografía 3.3.1-59).

El recubrimiento de estos matorrales hídricos es de 20,9 hectáreas, lo que representa un 12,8% de la superficie de este recubrimiento en el área de influencia. Esta formación está representada por 18 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-33), distribuidas en forma discontinua, principalmente en fondos de quebrada en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, entre los 3.600 y 4.150 m s.n.m, aproximadamente (Ver Tabla 3.3.1-34 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación se observan principalmente “en estado natural”, exceptuando una unidad cercana al área industrial en el sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza registrada en la formación es de 32 taxa de flora vascular, de los cuales cinco son especies endémicas de Chile y dos son especies que se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-35. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-59. Fisonomía de la formación de matorral hídrico de *Parastrephia quadrangularis* y *Parastrephia lucida*



Donde: Sectores: CO: Cordón Occidental; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; MN: Altiplano Mina - Planta.
Fuente: Cedrem Consultores.

b.iii) Humedales

En el área de influencia se identificaron 22 formaciones vegetales correspondientes al recubrimiento azonal de humedales. Estas formaciones se caracterizan por estar dominadas principalmente por especies herbáceas y por depender de condiciones locales de un alto y/o permanente suministro de agua. Estas formaciones corresponden a pajonales hídricos (tres formaciones vegetales), dominados por gramíneas cespitosas; vegas (cuatro formaciones vegetales), dominados por hierbas que forman céspedes; bofedales (tres formaciones vegetales), dominados por especies de crecimiento en cojín; una formación azonal muerta; y 11 formaciones mixtas, donde se dan combinaciones entre vegas, bofedales y pajonales hídricos.

Para simplificar la descripción de estas formaciones vegetales, 13 de ellas se han agrupado de acuerdo a su composición similar de especies dominantes. De esta manera se entrega la descripción de cinco agrupaciones de formaciones y de nueve formaciones vegetales.

La Tabla 3.3.1-36 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones vegetales de este recubrimiento identificadas en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-37 presenta las superficies y representatividad de cada formación vegetal. Finalmente, la Tabla 3.3.1-38 resume algunas características relevantes de la flora de cada formación vegetal de este recubrimiento. El listado florístico de cada formación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Tabla 3.3.1-36. Descripción de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Pajonal hídrico con dominancia de <i>Festuca rigescens</i>	fi de	4		5(4-5)		2		6(6-7)		5	6,3
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>	dc oa fi	4(3-5)		2(1-4)		1		5(4-6)		8	10,1
Vega de <i>Distichlis humilis</i>	dh	4		1		1		5(4-7)		5	6,3
Vega de <i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> y <i>Polypogon australis</i>	ep po			3(1-3)				5		1	1,3
Vega de <i>Juncus balticus</i> y <i>Schoenoplectus americanus</i>	jb sam			5(4-5)				7		1	1,3
Bofedal con dominancia de <i>Oxychloë andina</i>	oa dc fi zm	4		2(1-5)		2(1-2)		6(4-7)		13	16,5
Bofedal de <i>Phylloscirpus acaulis</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i>	pac pd Pl dm cua	5		1		2		6		2	2,5
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	oa dy			2(1-3)				7		1	1,3
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>	fi oa dc pd	4(3-5)		2(1-5)		1(1-2)		5(3-7)		28	35,4
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Zameioscirpus muticus</i> , <i>Festuca rigescens</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	zm fi dy cma Pl	2		1(1-3)		2		7(6-7)		2	2,5
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	dc oa pd			2(1-3)				5(4-6)		3	3,8
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Eleocharis atacamensis</i>	oa eat			1				7		1	1,3
Vega - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Deyeuxia curvula</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	fi pd dc	3(2-3)		2(1-4)		2(1-2)		5(5-7)		4	5,1
Vegetación muerta	-			3				1		5	6,3
Total Unidades Cartográficas Humedales										79	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras			
Tipo biológico:	Cobertura vegetal (%)	Códigos de especies	
LA Leñoso Alto	1 muy escasa (1-5)	Especies Herbáceas (H):	

COT: Carta Ocupación de Tierras						
LB Leñoso Bajo	2	escasa (5-10)	cma	<i>Carex maritima</i>	fi	<i>Festuca rigescens</i>
H Herbáceo	3	muy clara (10-25)	cua	<i>Cuatrecasasiella argentina</i>	jb	<i>Juncus balticus</i>
S Suculento	4	clara (25-50)	dc	<i>Deyeuxia curvula</i>	oa	<i>Oxychloë andina</i>
Altura vegetal (m):	5	poco densa (50-75)	de	<i>Deyeuxia eminens</i>	pac	<i>Phylloscirpus acaulis</i>
1 0 - 0,05	6	densa (75-90)	dh	<i>Distichlis humilis</i>	pd	<i>Phylloscirpus deserticola</i>
2 0,05 - 0,25	7	muy densa (90-100)	dm	<i>Distichia muscoides</i>	po	<i>Polypogon australis</i>
3 0,25 - 0,50	Códigos de especies		dy	<i>Deyeuxia chrysantha</i>	sam	<i>Schoenoplectus americanus</i>
4 0,5 - 1,0	Especies Arbustivas (LB):		eat	<i>Eleocharis atacamensis</i>	zm	<i>Zameioscirpus muticus</i>
5 1,0 - 2,0	PI	<i>Parastrephia lucida</i>	ep	<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i>		

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-37. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
Pajonal hídrico con dominancia de <i>Festuca rigescens</i>					0,6	1,3			1,9	4,0
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>					1,2	1,0		3,0	5,2	11,1
Vega de <i>Distichlis humilis</i>					6,5				6,5	13,9
Vega de <i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> y <i>Polypogon australis</i>				0,03					0,03	0,1
Vega de <i>Juncus balticus</i> y <i>Schoenoplectus americanus</i>				0,3					0,3	0,6
Bofedal con dominancia de <i>Oxychloë andina</i>					2,5	1,9			4,5	9,5
Bofedal de <i>Phylloscirpus acaulis</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i>					0,4				0,4	0,9
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>					1,2				1,2	2,6
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>					16,7	1,2			17,9	38,1
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Zameioscirpus muticus</i> , <i>Festuca rigescens</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>					1,2				1,2	2,5
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>					1,3	0,5			1,9	4,0
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Eleocharis atacamensis</i>					1,4				1,4	3,0
Vega - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Deyeuxia curvula</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>					0,6	0,3			0,9	1,8
Vegetación muerta					2,3	1,4			3,7	7,9
Total general				0,3	36,0	7,7		3,0	46,9	100

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquintipa - Ormajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-38. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales del recubrimiento Humedales en el área de influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Pajonal hídrico	31	0	1	2	0
Pajonal hídrico con dominancia de <i>Festuca rigescens</i>	31	0	1	2	0
Vega	65	2	1	4	0
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>	31	2	1	2	0
Vega de <i>Distichlis humilis</i>	16	0	0	1	0
Vega de <i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> y <i>Polypogon australis</i>	18	0	0	1	0
Vega de <i>Juncus balticus</i> y <i>Schoenoplectus americanus</i>	31	1	0	3	0
Vega - Pajonal hídrico	19	1	1	2	0
Vega - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Deyeuxia curvula</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	19	1	1	2	0
Bofedal	34	1	0	1	0
Bofedal con dominancia de <i>Oxychloë andina</i>	27	1	0	1	0
Bofedal de <i>Phylloscirpus acaulis</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i>	21	1	0	1	0
Bofedal - Pajonal hídrico	70	2	1	7	0
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	9	0	0	1	0
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>	65	2	1	6	0
Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de <i>Zameioscirpus muticus</i> , <i>Festuca rigescens</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	29	0	1	2	0
Bofedal - Vega	37	1	1	2	0
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Eleocharis atacamensis</i>	19	1	0	1	0
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	27	0	1	2	0
Formación azonal muerta	3	0	0	1	0
Vegetación muerta	3	0	0	1	0
TOTAL HUMEDALES	101	2	1	7	0

Fuente: Cedrem Consultores.

- Pajonal hídrico con dominancia de *Festuca rigescens*

Agrupación de tres formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía de pajonal, dominadas por la hierba perenne *Festuca rigescens*, pudiendo estar acompañada por otras herbáceas dominantes, destacando entre las arbustivas *Parastrephia lucida* (Fotografía 3.3.1-60). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Pajonal hídrico de *Festuca rigescens*
- Pajonal hídrico de *Festuca rigescens* y *Deyeuxia eminens*
- Pajonal hídrico de *Festuca rigescens* y *Juncus balticus*

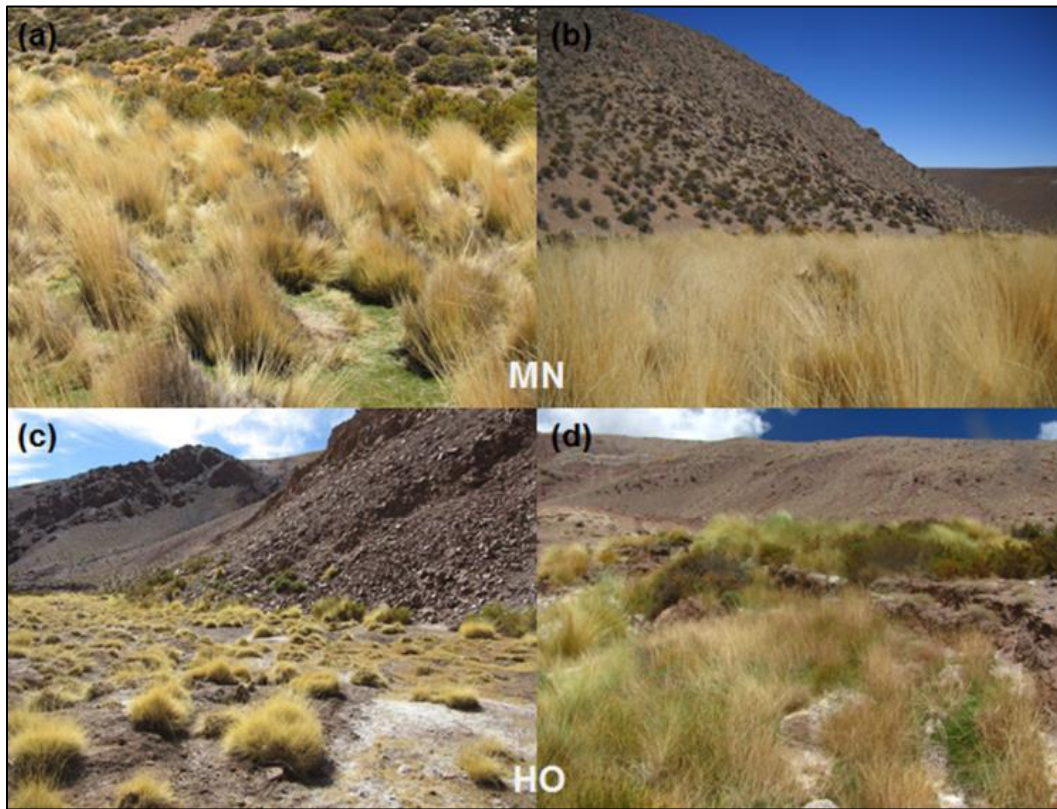
La altura registrada de los estratos de vegetación varía entre 50 a 100 cm para las especies arbustivas y entre 50 a 200 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 100 y 200 cm de altura). La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones es mayormente densa (75-90%), variando hasta muy densa (75-100%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es escasa en todos los casos (5-10%), ver Tabla 3.3.1-36.

El recubrimiento de estos pajonales hídricos es de 1,9 hectáreas, lo que representa un 4,0% del recubrimiento de humedal en el área de influencia (ver Tabla 3.3.1-37). Estas formaciones se distribuyen en cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), a una altitud entre los 3.700 y 4.200 m s.n.m., localizadas en depresiones principalmente, en los sectores Quebradas Huinquintipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-37 y ver Plano 3.3.1-01,-02, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración, estas formaciones vegetales se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 31 taxa de flora vascular, dos de los cuales son especies endémicas de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, estas formaciones de pajonal hídrico presentan mayormente una distribución homogénea (continua) de la vegetación y un contenido de materia orgánica variable (3 a >20%) en las distintas unidades. Con respecto al contenido de humedad del suelo, éste puede encontrarse tanto saturado como no saturado y se observa, además, una variación desde un 10% a un 30% de afloramientos salinos entre unidades.

Fotografía 3.3.1-60. Fisonomía de formaciones de pajonal hídrico con dominancia de *Festuca rigescens*



Donde: Sectores: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta.

Formaciones vegetales: (a) y (c) Pajonal hídrico de *Festuca rigescens* en invierno 2015 y primavera 2015, (b) Pajonal hídrico de *F. rigescens* y *Deyeuxia eminens* en otoño 2015, (d) Pajonal hídrico de *F. rigescens* y *Juncus balticus* en verano 2015.

Fuente: Cedrem consultores.

- Vega de *Deyeuxia curvula*

Formación vegetal con fisonomía de vega, dominada por la hierba perenne *Deyeuxia curvula*. La altura del estrato herbáceo es variable (<5 a 100 cm), desarrollándose mayoritariamente entre 5 y 25 cm; mientras que la altura del estrato arbustivo, cuando está presente, varía entre 25 a 200 cm, siendo más habitual el rango entre los 50 a 100 cm. La cobertura herbácea en general es poco densa (entre 50 y 75%), aunque pueden observarse unidades con coberturas que varían entre claras a densas (25 a 90%). Por otro lado, la cobertura arbustiva representada por las especies *Parastrephia quadrangularis* y *P. lucida*, es muy escasa, en todos los casos (<5%) (Tabla 3.3.1-36 y Fotografía 3.3.1-61). Entre las especies acompañantes de la formación destacan las hierbas *Festuca rigescens* y *Oxychloë andina*.

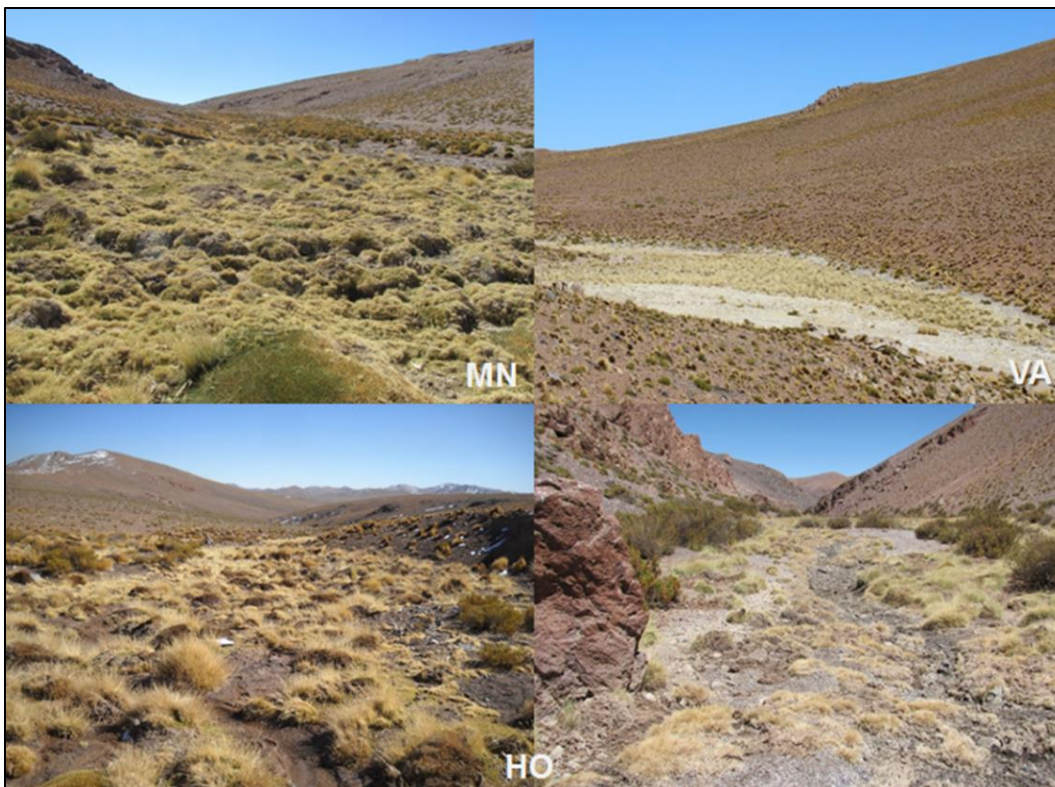
El recubrimiento de esta formación de vega es de 5,2 hectáreas, lo que representa un 11,1% del recubrimiento de humedal en el área de influencia; y está representada por ocho unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas principalmente en depresiones, a una altitud entre los 4.000 y 4.450 m s.n.m., en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01, -02, -04 y -11). En cuanto

al grado de alteración, la mayoría de las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”, aunque una unidad en quebrada Llaretta (sector Altiplano Mina - Planta) se observa “alterada” y una unidad del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno se observa “deteriorada”.

La riqueza total registrada en la formación es de 31 taxa de flora vascular, entre los cuales dos especies son endémicas de Chile, y tres especies se encuentran en categoría de conservación (dos amenazadas y una precautoria), ver Tabla 3.3.1-38. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

La vegetación de esta formación de vega posee una distribución espacial variable entre unidades (parchosa y homogénea) y un contenido de materia orgánica que varía desde bajo a alto (3 a >20%). El suelo puede encontrarse en condiciones de saturación en algunas unidades; con una variación desde <10% hasta un 30% de afloramientos salinos entre unidades.

Fotografía 3.3.1-61. Fisonomía de la formación de vega de *Deyeuxia curvula*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa – Ornajuno; VA: Altiplano Variante A-97B;
Fuente: Cedrem Consultores.

- Vega de *Distichlis humilis*

Formación vegetal con fisonomía de vega, dominada por la hierba perenne *Distichlis humilis*. La altura del estrato herbáceo es inferior a 5 cm (Fotografía 3.3.1-62), mientras que su cobertura

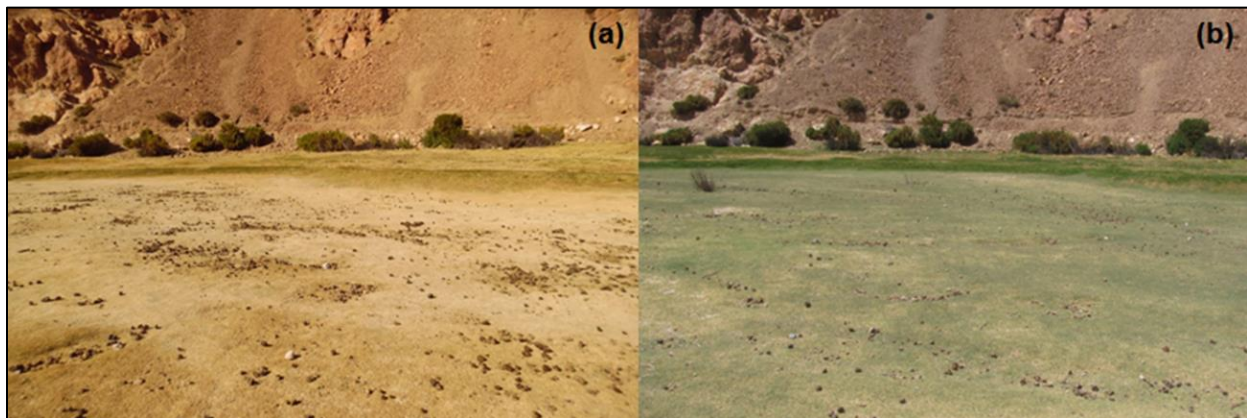
observada varía entre clara y muy densa (25 a 100%), aunque es predominante el rango entre 50 a 75% de cobertura. En una unidad se presenta un estrato arbustivo acompañante, de la especie *Baccharis calliprinos*, cuya cobertura es muy escasa (<5%), con una altura entre 50 y 100 cm (Tabla 3.3.1-36).

El recubrimiento de esta formación de vega es de 6,5 hectáreas, lo que representa un 13,9% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. Esta formación está representada por cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), distribuidas en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, entre los 3.500 y los 3.550 m s.n.m. de altitud, aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-06). En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en la formación es de 16 taxa de flora vascular, incluyendo una especie endémica de Chile (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, esta formación de vega presenta una distribución parchosa de la vegetación, con bajo contenido en materia orgánica (<10%) y entre 10 a 30% de afloramientos salinos. Además, el suelo no se presenta saturado de humedad.

Fotografía 3.3.1-62. Fisonomía de la formación de vega de *Distichlis humilis* en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: (a) fisonomía en otoño 2015, (b) fisonomía en verano 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Vega de *Eleocharis pseudoalbibracteata* y *Polypogon australis*

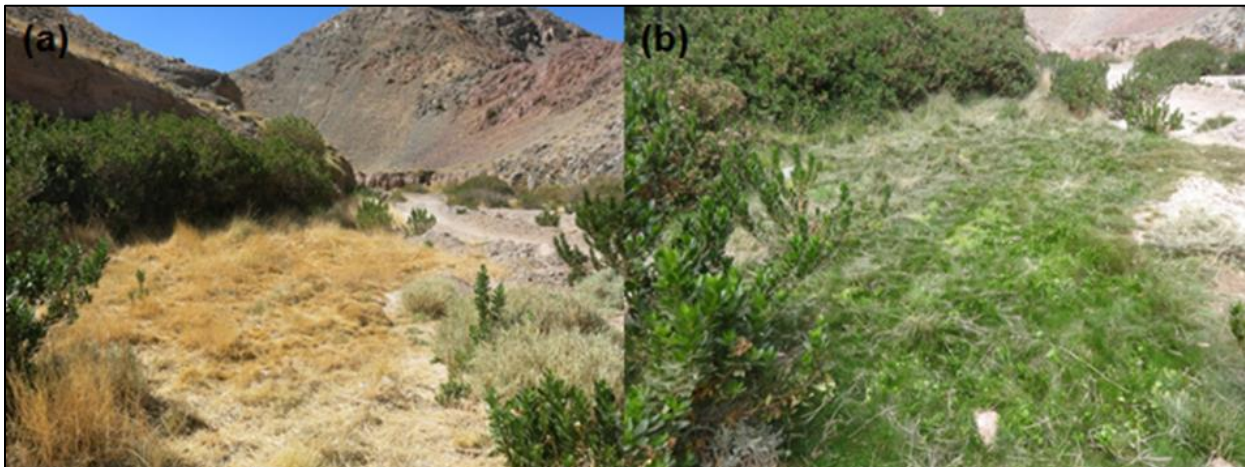
Formación vegetal con fisonomía de vega, dominada por las hierbas *Eleocharis pseudoalbibracteata* y *Polypogon australis*. La altura del estrato herbáceo varía de <5 a 50 cm, desarrollándose principalmente de 25 a 50 cm (Fotografía 3.3.1-63). La cobertura herbácea que se observa es poco densa, entre 50 y 75% (Tabla 3.3.1-36).

El recubrimiento de esta formación de vega es de 0,03 hectáreas, lo que representa un 0,1% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. La formación está representada por una unidad cartográfica (Tabla 3.3.1-36), localizada en la confluencia de las quebradas Ramucho, Blanca y Choja, en el sector Quebrada Choja - Ramucho, a una altitud aproximada de 3.500 m s.n.m. (Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-02 o -03). En cuanto al grado de alteración, la unidad se observa como vegetación “alterada”.

La riqueza registrada en la formación es de 18 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, esta formación de vega presenta una distribución homogénea (continua) de la vegetación y un bajo contenido de materia orgánica. El suelo se caracteriza como no saturado y con menos de un 10% de afloramientos salinos.

Fotografía 3.3.1-63. Fisonomía de la formación de vega de *Eleocharis pseudoalbibracteata* y *Polypogon australis* en sector Quebrada Choja - Ramucho



Donde: (a) fisonomía en invierno 2014, (b) fisonomía en verano 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Vega de *Juncus balticus* y *Schoenoplectus americanus*

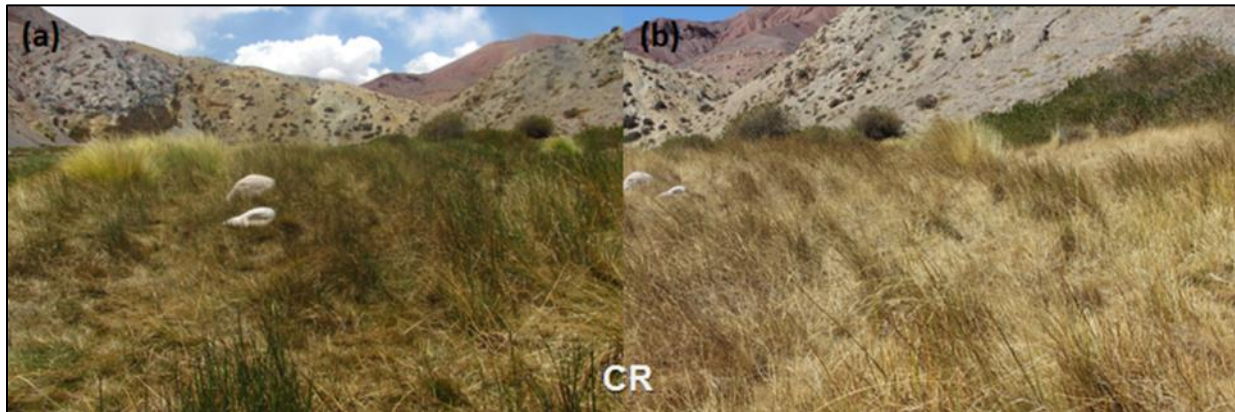
Formación vegetal con fisonomía de vega, dominada por las hierbas perennes *Juncus balticus* y *Schoenoplectus americanus*. La altura del estrato herbáceo varía de 50 a 200 cm, desarrollándose principalmente entre 100 y 200 cm (Fotografía 3.3.1-64), mientras que la cobertura herbácea que se observa es muy densa, entre 90 y 100% (Tabla 3.3.1-36).

El recubrimiento de esta formación de vega es de 0,3 hectáreas, lo que representa un 0,6% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. La formación está representada por una unidad cartográfica, localizada en el sector Quebrada Choja - Ramucho, a una altitud

aproximada de 3.550 m s.n.m. al interior de la quebrada Ramucho (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-02 o -03). Con respecto al grado de alteración, la unidad se caracteriza en “estado natural”.

La riqueza registrada en la formación es de 31 taxa de flora vascular, tres de los cuales son especies endémicas de Chile y uno se encuentra en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-64. Fisonomía de la formación de vega de *Juncus balticus* y *Schoenoplectus americanus*



Donde: CR: Quebradas Choja - Ramucho; (a) fisonomía en verano 2015, (b) fisonomía en otoño 2015.

Fuente: Cedrem Consultores

- Bofedal con dominancia de *Oxychloë andina*

Agrupación de dos formaciones vegetales con fisonomía de bofedal, dominadas por la hierba perenne *Oxychloë andina*, la que puede estar acompañada de *Zameioscirpus muticus*. Se distinguen las siguientes formaciones vegetales (Fotografía 3.3.1-65):

- Bofedal de *Oxychloë andina*
- Bofedal de *Oxychloë andina* y *Zameioscirpus muticus*

La altura registrada de los estratos de vegetación varía entre <5 y 200 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura); y entre 50 a 100 cm para las especies arbustivas. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones de bofedal varía entre 25 a 100%, siendo predominantemente densa (75-90%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo varía entre un <5 a 10% (ver Tabla 3.3.1-36). Entre las especies acompañantes de la agrupación, destacan las herbáceas *Deyeuxia curvula* y *Festuca rigescens*.

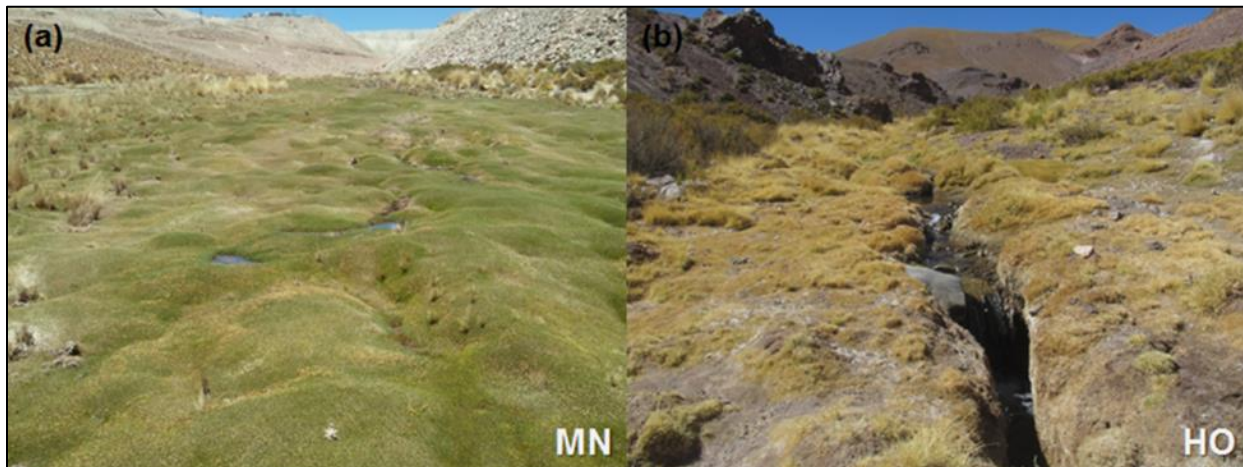
El recubrimiento de esta agrupación de bofedales es de 4,5 hectáreas, lo que representa un 9,5% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia (ver Tabla 3.3.1-37). Esta agrupación está representada por 13 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), distribuidas en

distintas quebradas de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, a una altitud entre los 4.100 y los 4.500 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01, -02, -04 y -06). En cuanto al grado de alteración, las unidades de estas formaciones vegetales se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 27 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una se encuentra en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, estas formaciones presentan generalmente una distribución variable de la vegetación (continua y parchosa), con un contenido de materia orgánica también variable entre unidades, que va desde muy bajo a alto. El contenido de humedad del suelo abarca desde suelos no saturados a suelos sobresaturados; mientras que el porcentaje de afloramientos salinos no supera el 10%.

Fotografía 3.3.1-65. Fisonomía de la formación bofedal con dominancia de *Oxychloë andina*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa – Ornajuno;
Formaciones vegetales (a) Bofedal de *Oxychloë andina* en primavera 2014, (b) Bofedal de *O. andina* y *Zameioscirpus atacamensis* en invierno 2014.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Bofedal de *Phylloscirpus acaulis* y *Phylloscirpus deserticola*

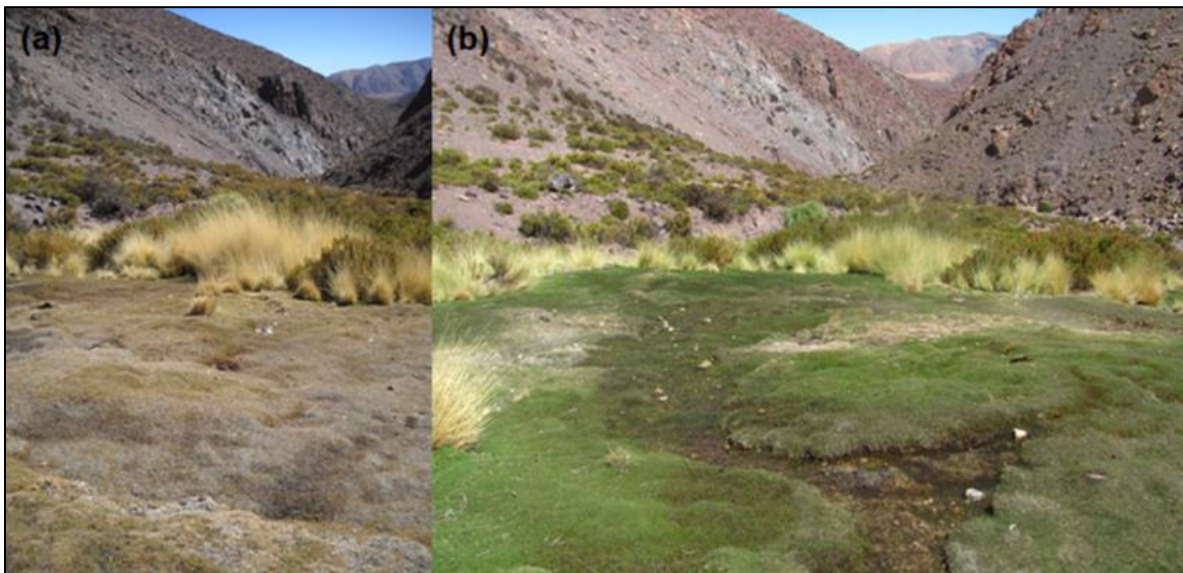
Formación vegetal con fisonomía de bofedal, dominada por las hierbas perennes *Phylloscirpus acaulis* y *P. deserticola*. La altura del estrato herbáceo, en el que destacan las herbáceas acompañantes *Cuatrecasasiella argentina* y *Distichia muscoides*, no supera los 5 cm; y el estrato arbustivo, representado por *Parastrephia lucida*, fluctúa entre 100 y 200 cm. La cobertura de las herbáceas es densa, entre 75 y 90%, mientras que la cobertura del estrato arbustivo no supera el 10% (ver Fotografía 3.3.1-66 y Tabla 3.3.1-36).

El recubrimiento de esta formación es de 0,4 hectáreas, lo que representa un 0,9% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. Esta formación está representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas ambas en la quebrada Huinquintipa del sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, sobre los 4.000 m s.n.m. de altitud (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-04 o -05). En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en la formación es de 21 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una se encuentra en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, esta formación de bofedal presenta una distribución de la vegetación tanto homogénea como parchosa; un nivel variable de materia orgánica, que va de bajo a alto y porcentaje de afloramientos salinos menor al 10%. El suelo de esta formación se caracteriza como saturado.

Fotografía 3.3.1-66. Fisonomía de la formación de bofedal de *Phylloscirpus acaulis* y *Phylloscirpus deserticola* en sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno



Donde: (a) fisonomía en otoño 2015, (b) fisonomía en verano 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

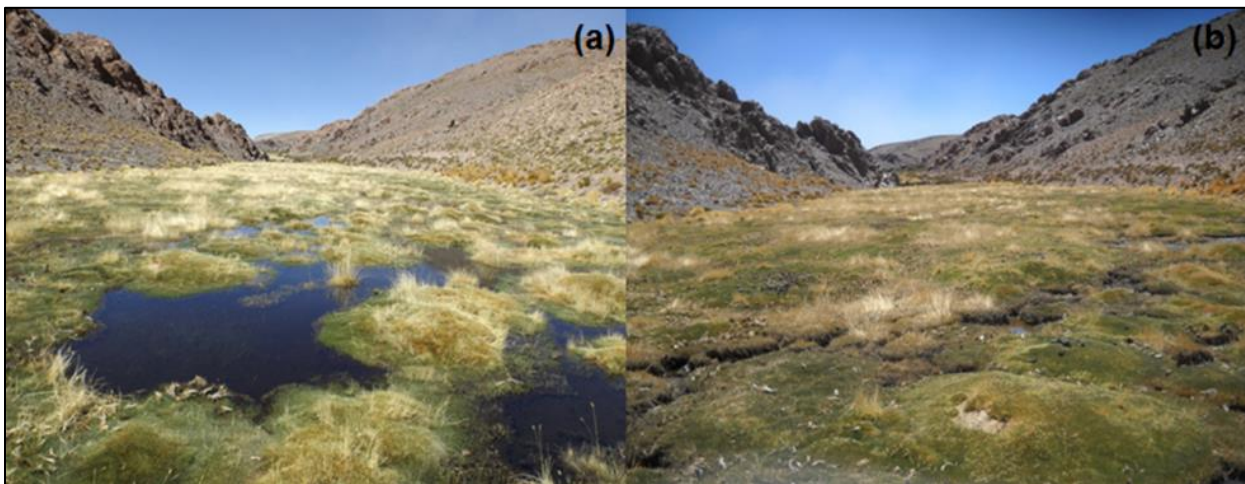
- Bofedal - Pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Deyeuxia chrysantha*

Formación vegetal con una fisonomía mixta entre bofedal y pajonal hídrico, dominada por las especies *Oxychloë andina* y *Deyeuxia chrysantha*. El estrato herbáceo se desarrolla mayoritariamente entre 5 y 25 cm de altura, pudiendo variar entre <5 a 50 cm, y presenta una cobertura muy densa de 90 a 100% (ver Tabla 3.3.1-36 y Fotografía 3.3.1-67).

El recubrimiento de esta formación es de 1,2 hectáreas, lo que representa un 2,6% de la superficie del recubrimiento de humedales del área de influencia; y está representada por una unidad cartográfica en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, a los 4.300 m s.n.m. de altitud, aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-04). En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza registrada en la formación es de nueve taxa de flora vascular, con una especie endémica de Chile (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-67. Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Deyeuxia chrysantha* en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: (a) fisonomía en otoño 2015, (b) fisonomía en primavera 2014.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens*

Agrupación de tres formaciones vegetales con una fisonomía mixta entre bofedal y pajonal hídrico, dominadas por las especies *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens* (Fotografía 3.3.1-68). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Bofedal - Pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens*
- Bofedal - Pajonal hídrico de *Oxychloë andina*, *Phylloscirpus deserticola* y *F. rigescens*
- Bofedal - Pajonal hídrico de *Oxychloë andina*, *Zameioscirpus muticus* y *F. rigescens*

La altura registrada para los estratos de vegetación varía entre <5 y 200 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura); y entre 25 y 200 cm para las especies arbustivas, siendo más habitual el rango entre 50 y 100 cm de altura. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones mixtas es mayormente poco densa (50-75%), variando entre muy clara y muy densa (10 a 100%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es predominantemente muy escasa (<5%), pudiendo variar hasta un 10% (ver Tabla 3.3.1-36 y

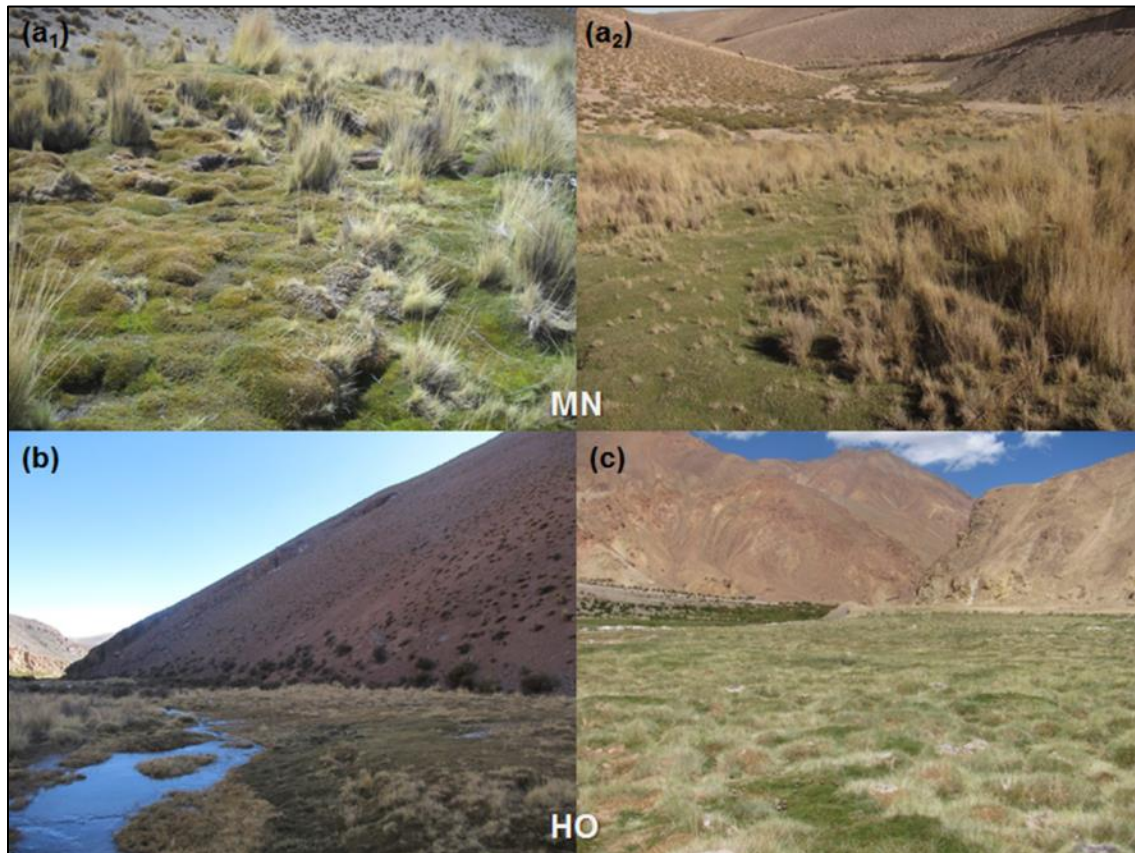
Fotografía 3.3.1-68). Entre las especies acompañantes de la agrupación destacan las herbáceas *Deyeuxia curvula*, *Phylloscirpus deserticola*, *P. acaulis*, *Zameioscirpus muticus* y *Deyeuxia chrysantha* y la arbustiva *Parastrephia lucida*.

El recubrimiento de estas formaciones vegetales es de 17,9 hectáreas, lo que representa un 38,1% de la superficie del recubrimiento humedal en el área de influencia. La agrupación está representada por 28 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), distribuidas en los fondos de quebradas de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipá - Ornajuno, entre los 3.500 y 4.500 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -05 y -06). En cuanto al grado de alteración, todas las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 65 taxa de flora vascular, de los cuales seis son endémicas de Chile y tres especies presentan categoría de conservación (dos amenazadas y una precautoria), Tabla 3.3.1-38. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, en estas formaciones de bofedal - pajonal hídrico se observa una distribución de la vegetación mayormente homogénea, y un contenido de humedad del suelo variable (suelos no saturados a sobresaturados). Además, el contenido de materia orgánica varía entre unidades (bajo a alto; 3 a más de 20%) y los afloramientos salinos están por debajo del 30%.

Fotografía 3.3.1-68. Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico con dominancia de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno;
 Formaciones vegetales: (a): Bofedal - Pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens*, (a₁): localizado en Quebrada Llaleta, (a₂): localizado en Quebrada del Carmen; (b): Bofedal - Pajonal hídrico de *O. andina*, *Phylloscirpus deserticola* y *F. rigescens* localizado en quebrada Huinquentipa; (c) Bofedal - Pajonal hídrico de *O. andina*, *Zameioscirpus muticus* y *F. rigescens* localizado en quebrada Guatacondo.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Bofedal - Pajonal hídrico con dominancia de *Zameioscirpus muticus*, *Festuca rigescens* y *Deyeuxia chrysantha*

Agrupación de dos formaciones vegetales con una fisonomía mixta entre bofedal y pajonal hídrico, dominadas por las especies *Zameioscirpus muticus* y *Festuca rigescens* o *Deyeuxia chrysantha* (Fotografía 3.3.1-69). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales:

- Bofedal - Pajonal hídrico de *Zameioscirpus muticus* y *Deyeuxia chrysantha*
- Bofedal - Pajonal hídrico de *Zameioscirpus muticus* y *Festuca rigescens*

La altura registrada para los estratos de vegetación varía entre <5 y 50 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango <5 cm de altura); y entre 5 y 25 cm para las especies arbustivas. La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones mixtas es mayormente muy densa (90-100%), aunque se observan unidades con menor cobertura (75-

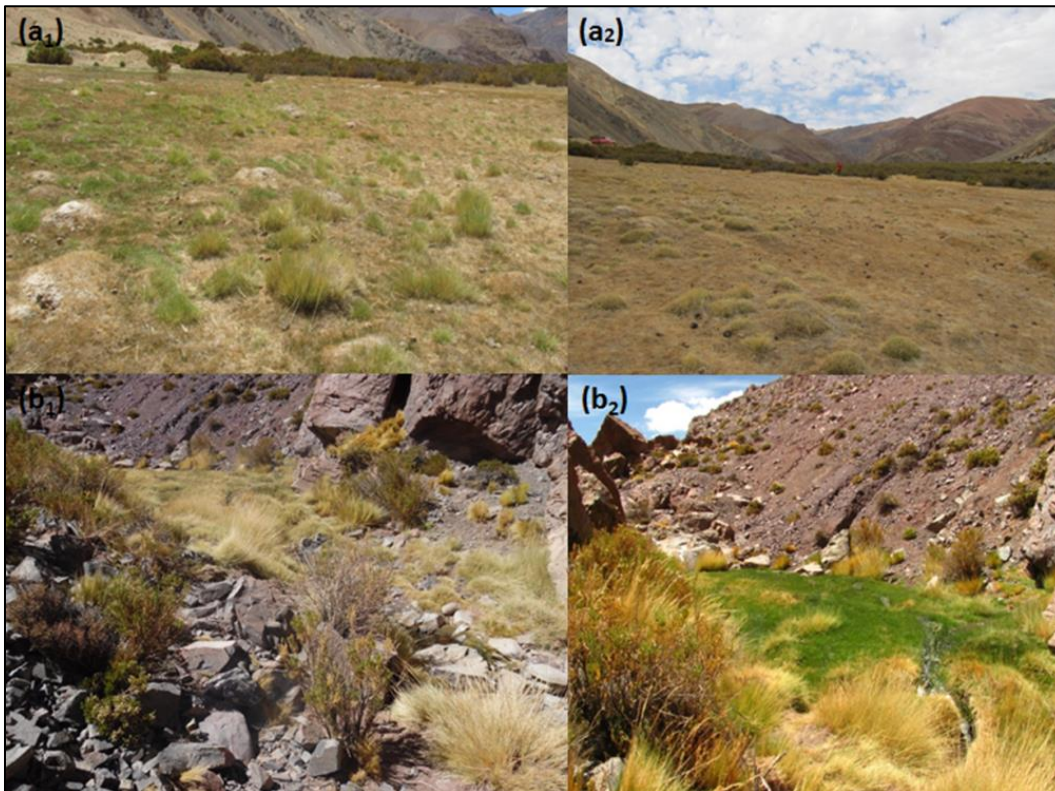
90%); mientras que la cobertura del estrato arbustivo es escasa (5-10%), ver Tabla 3.3.1-36 y Fotografía 3.3.1-69. Entre las especies acompañantes de la agrupación destacan la hierba perenne *Carex maritima* y el arbusto *Parastrephia lucida*.

El recubrimiento de estas formaciones es de 1,2 hectáreas, lo que representa un 2,5% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. Esta agrupación se encuentra representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, entre los 3.500 y 4.150 m s.n.m., aproximadamente (Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-04 y -06). Respecto al grado de alteración de la vegetación, esta formación se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 29 taxa de flora vascular, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y una especie clasifica en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, estas formaciones de bofedal - pajonal hídrico se observan con una distribución homogénea (continua) de la vegetación, en suelos sin saturación de agua y un bajo contenido de materia orgánica. Por otra parte, la presencia de afloramientos salinos es menor al 30%.

Fotografía 3.3.1-69. Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico con dominancia de *Zameioscirpus muticus*, *Festuca rigescens* y *Deyeuxia chrysantha* en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; (a) Bofedal - Pajonal hídrico de *Zameioscirpus muticus* y *Festuca rigescens*, (a₁) en verano 2015 y (a₂) en invierno 2015; (b) Bofedal - Pajonal hídrico de *Z. muticus* y *Deyeuxia chrysantha*, (b₁) en primavera 2015 y (b₂) en verano 2016.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Bofedal - Vega de *Oxychloë andina* y *Deyeuxia curvula*

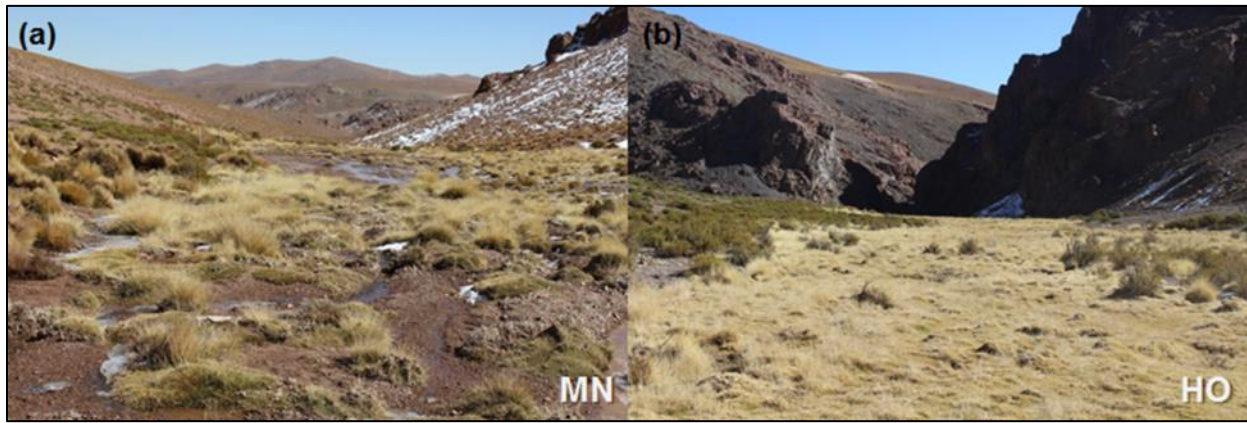
Formación vegetal con una fisonomía mixta entre bofedal y vega, dominada por las especies *Oxychloë andina* y *Deyeuxia curvula* (Fotografía 3.3.1-70). El estrato herbáceo es variable en altura (entre <5 a 50 cm), pero mayoritariamente se observa en un rango entre 5 y 25 cm; mientras que la cobertura del estrato herbáceo oscila entre 25 y 90%, aunque predomina la cobertura poco densa, entre 50 y 75% (Tabla 3.3.1-36). Entre las especies acompañantes de la formación destacan las hierbas *Phylloscirpus deserticola* y *Festuca rigescens*.

El recubrimiento de esta formación es de 1,9 hectáreas, lo que representa un 4,0% de la superficie del recubrimiento humedal en el área de influencia. Esta formación está representada por tres unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, entre los 4.100 y los 4.400 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01 y -04). En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en la formación es de 27 taxa de flora vascular, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y una especie se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad, se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, esta formación de bofedal - vega presenta una distribución parchosa (discontinua) de la vegetación, en suelos saturados como no saturados de humedad, con un contenido de materia orgánica variable (muy bajo a bajo; >3 a 10%) y afloramientos salinos entre un 10 y 50%.

Fotografía 3.3.1-70. Fisonomía de la formación bofedal - vega de *Oxychloë andina* y *Deyeuxia curvula*



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno;
Observaciones: (a) localizado en Quebrada Agua del Mote, (b) localizado en Quebrada Huinquentipa.
Fuente: Cedrem Consultores.

- Bofedal - Vega de *Oxychloë andina* y *Eleocharis atacamensis*

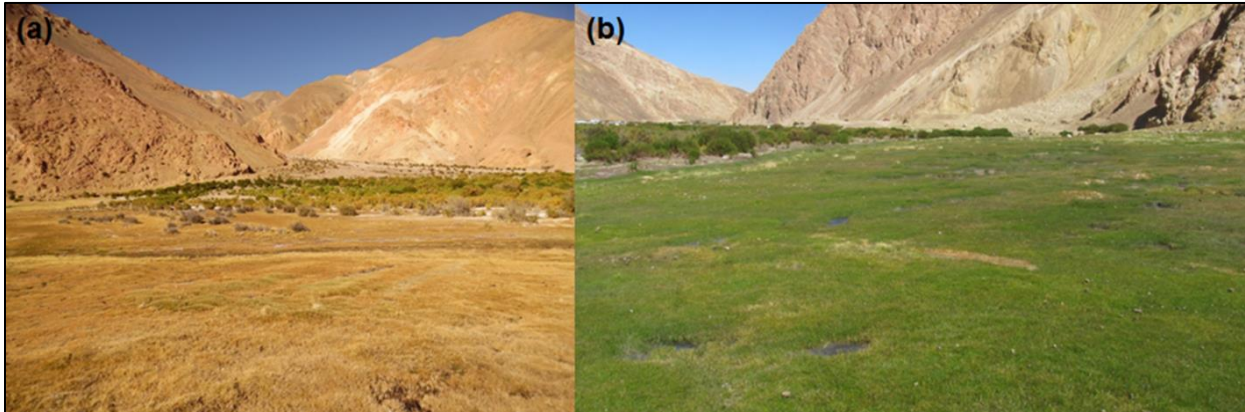
Formación vegetal con una fisonomía mixta entre bofedal y vega, dominado por las especies *Oxychloë andina* y *Eleocharis atacamensis*. El estrato herbáceo de esta formación no supera los 5 cm de altura y la cobertura es muy densa (90 a 100%), ver Tabla 3.3.1-36 y Fotografía 3.3.1-71.

El recubrimiento de esta formación es de 1,4 hectáreas, lo que representa un 3,0% de la superficie del recubrimiento humedal en el área de influencia. Se encuentra representada por una unidad cartográfica (Tabla 3.3.1-36), localizada en la quebrada de Guatacondo del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, a unos 3.500 m s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-06). En cuanto al grado de alteración, esta formación se observa “en estado natural”.

La riqueza registrada en la formación es de 19 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una especie está clasificada en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-38). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, esta formación se observa con una distribución homogénea de la vegetación, en un suelo sobresaturado de agua, con un porcentaje de materia orgánica alto (>20%) y afloramientos salinos inferiores al 10%.

Fotografía 3.3.1-71. Fisonomía de la formación bofedal - vega de *Oxychloë andina* y *Eleocharis atacamensis* en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: (a) fisonomía en otoño 2015, (b) fisonomía en verano 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Vega - Pajonal hídrico con dominancia de *Deyeuxia curvula*, *Phylloscirus deserticola* y *Festuca rigescens*

Agrupación de tres formaciones vegetales, las cuales presentan una fisonomía mixta de vega y pajonal hídrico, estando dominadas por las hierbas perennes *Deyeuxia curvula*, *Phylloscirus deserticola* y *Festuca rigescens*, acompañadas por la especie arbustiva *Parastrephia lucida* (Fotografía 3.3.1-72). Se distinguen las siguientes formaciones vegetales en la agrupación:

- Vega - Pajonal hídrico de *Deyeuxia curvula* y *Festuca rigescens*
- Vega - Pajonal hídrico de *Phylloscirus deserticola*, *D. curvula* y *Festuca rigescens*
- Vega - Pajonal hídrico de *P. deserticola* y *Festuca rigescens*

La altura registrada para los estratos de vegetación varía entre <5 y 100 cm para las especies herbáceas (aunque es predominante el rango entre 5 y 25 cm de altura); y entre 5 a 50 cm para las especies arbustivas (siendo más habitual el rango entre 25 a 50 cm). La cobertura del estrato herbáceo en estas formaciones mixtas es predominantemente poco densa (50-75%), aunque puede alcanzar más de un 90%; mientras que la cobertura del estrato arbustivo varía entre unidades de <5 a 10% (ver Tabla 3.3.1-36 y Fotografía 3.3.1-72).

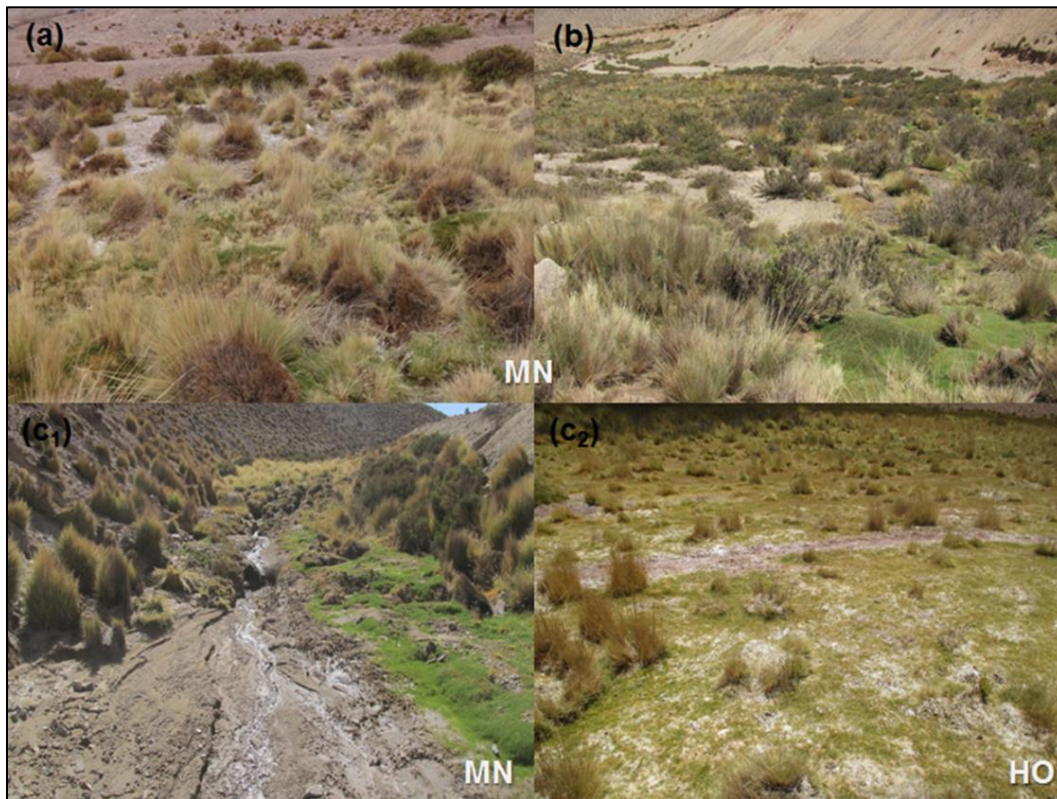
El recubrimiento de estas formaciones es de 0,9 hectáreas, lo que representa un 1,8% de la superficie del recubrimiento de humedal del área de influencia. Esta agrupación está representada por cuatro unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta, entre los 4.000 y 4.350 m s.n.m, aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-37 y Plano 3.3.1-01 y -04). En cuanto al grado de alteración,

las unidades de estas formaciones vegetales se observan mayoritariamente “en estado natural”, a excepción de una unidad “alterada” en quebrada Ciénaga del sector Altiplano Mina - Planta.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 19 especies de flora vascular, de las cuales dos son endémicas de Chile y dos se encuentran clasificadas en una categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-38. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Por otro lado, estas formaciones se observan con una distribución homogénea de la vegetación, en suelos saturados de humedad. Además, el contenido de materia orgánica observado es medio (10-20%) y los afloramientos salinos bajo el 10%.

Fotografía 3.3.1-72. Fisonomía de la formación vega - pajonal hídrico con dominancia de *Deyeuxia curvula*, *Phylloscirpus deserticola* y *Festuca rigescens*



Donde: MN: Altiplano Mina - Planta, HO: Quebradas Huiniquinta - Ormajuno; (a) Vega - Pajonal hídrico de *Deyeuxia curvula* y *Festuca rigescens*, (b) Vega - Pajonal hídrico de *Phylloscirpus deserticola* y *F. rigescens*, (c) Vega - Pajonal hídrico de *P. deserticola*, *D. curvula* y *F. rigescens*; (c₁) localizado en Altiplano Mina - Planta y (c₂) localizado en Quebradas Huiniquinta - Ormajuno.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Vegetación muerta

Este recubrimiento corresponde a varias unidades identificadas como formaciones azonales del recubrimiento de suelo humedal, en las cuales se observa una cobertura vegetal totalmente muerta.

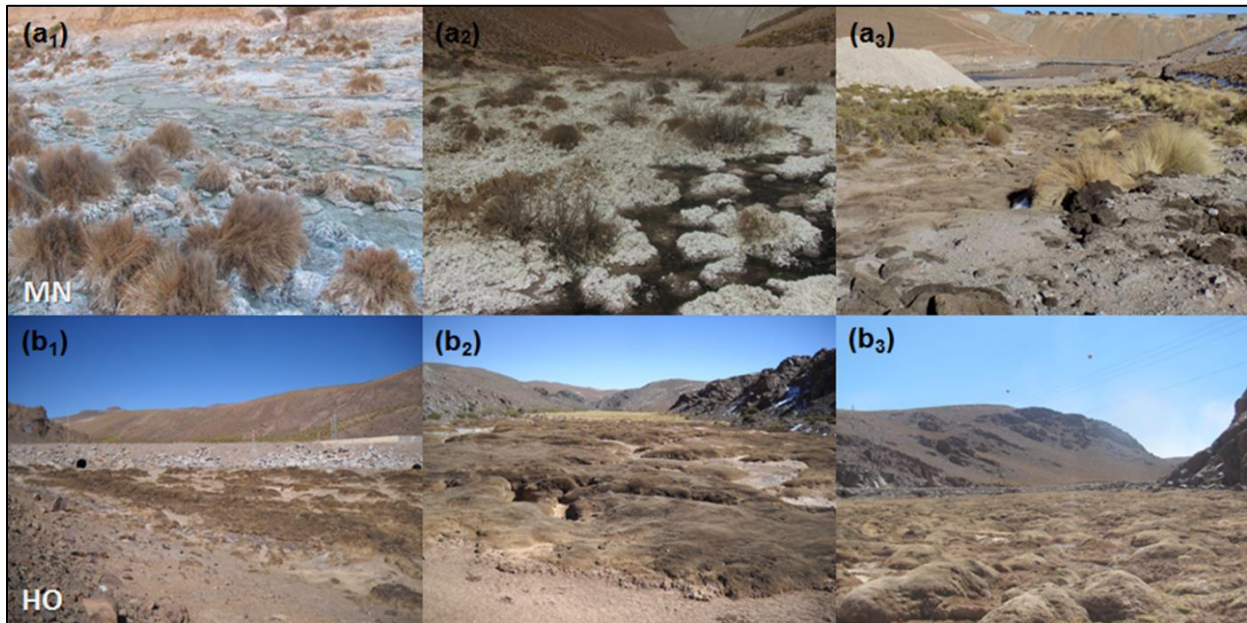
La superficie de esta vegetación es de 3,7 hectáreas, lo que representa un 7,9% de la superficie del recubrimiento de humedales en el área de influencia (Tabla 3.3.1-37) y está representada por cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-36), localizadas entre los 3.900 y 4.300 m s.n.m., aproximadamente, en dos sectores del área de influencia: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (Tabla 3.3.1-37).

Para algunas de estas unidades se pudo identificar la sucesión del tipo de formación vegetal al cual corresponderían. A continuación, se describe esta vegetación muerta de acuerdo a su localización y la distribución de sus unidades (ver Plano 3.3.1-01, -02 y -04; Fotografía 3.3.1-73):

- Unidades del sector Altiplano Mina - Planta: se observan tres unidades correspondientes a un pajonal hídrico localizado en Quebrada Blanca, un bofedal localizado en Quebrada Ciénaga y un bofedal - pajonal hídrico localizado en una quebrada sin nombre entre las quebradas Agua del Mote y del Carmen (Fotografía 3.3.1-73a). Estas unidades se observan con un alto porcentaje de afloramientos salinos (>80%), en suelos con escurrimiento superficial y un contenido de humedad del suelo saturado a sobresaturado.
- Unidades del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno: se observan dos unidades correspondientes a una unidad de bofedal y otra unidad de bofedal - pajonal hídrico, ambas localizadas en el extremo este de la quebrada Huinquentipa, donde la quebrada se encuentra interrumpida con el camino Pintados que accede a la minera Quebrada Blanca (Fotografía 3.3.1-73b).

Dentro de estas formaciones de vegetación muerta, que no superan el 5% de cobertura, se identificaron y registraron algunas especies. La riqueza total registrada en estas unidades de vegetación muerta es de tres taxa de flora vascular, que incluye una especie endémica de Chile (Tabla 3.3.1-38).

Fotografía 3.3.1-73. Fisonomía de la formación azonal muerta



Donde: Sectores: MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa – Ormajuno;
 Observaciones: (a₁): Pajonal hídrico muerto localizado en quebrada Blanca, (a₂): Bofedal - Pajonal hídrico muerto localizado en quebrada sin nombre, (a₃): Bofedal muerto localizado en quebrada Ciénaga; (b₁): Bofedal - Pajonal hídrico muerto localizado en quebrada Huinquentipa, (b₂ y b₃): Bofedal muerto localizado en quebrada Huinquentipa.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.iv) Mixtas: Matorral - Estepa y Matorral - Humedal

En el área de influencia se identificaron nueve formaciones vegetales correspondientes a los recubrimientos azonales mixtos de Matorral - Estepa y Matorral - Humedal. Estas formaciones se caracterizan por la dominancia de especies arbustivas combinadas con especies herbáceas, dependientes de condiciones locales como, generalmente, el mayor suministro de agua o humedad (carácter azonal). Estas formaciones mixtas corresponden a los tipos matorral hídrico - pajonal (cinco formaciones vegetales), matorral hídrico - pajonal hídrico (una formación vegetal), matorral hídrico - vega (dos formaciones vegetales) y matorral - pajonal hídrico (una formación vegetal). Con el objetivo de simplificar la descripción de estas formaciones, la información de tres de ellas es presentada en una agrupación de acuerdo a una composición similar de especies dominantes. De esta manera se entrega información de una agrupación y de seis formaciones vegetales.

La Tabla 3.3.1-39 muestra una descripción resumida de las características de las formaciones vegetales/agrupaciones de estos dos recubrimientos, identificadas en el área de influencia, mientras que la Tabla 3.3.1-40 presenta las superficies y la representatividad de cada formación vegetal/agrupación. Finalmente, la Tabla 3.3.1-41 resume algunas características relevantes de la flora de cada formación vegetal/agrupación de estos recubrimientos. El listado florístico de cada formación/agrupación, indicando su abundancia registrada en cada punto de muestreo, se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Tabla 3.3.1-39. Descripción de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	ESPECIES DOMINANTES	ALTURA VEGETAL				COBERTURA VEGETAL				UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
		Mediana (Rango)*				Mediana (Rango)*				N°	(%)
		LA	LB	H	S	LA	LB	H	S		
Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	Pl av fc pf Pq		3(2-5)	3(1-4)		4(2-6)	5(3-5)			11	36,7
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Pq fc		2	3		4	4			1	3,3
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	Pl Pq fc pf		4(2-4)	3(2-4)		4(3-4)	4			2	6,7
Matorral - Pajonal hídrico de <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	Bt fi pf		4	4(2-5)		2	3			1	3,3
Matorral hídrico - Pajonal hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca rigescens</i>	Pl fi oa pd dc fc		3(2-4)	3(1-4)		3(2-4)	4(3-5)			9	30,0
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	Pl dc pd fi cma		4(2-5)	2(1-3)		3(2-4)	4(3-4)			5	16,7
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Phylloscirpus acaulis</i>	Pl fi pac		5	2(1-3)		3	5			1	3,3
Total Unidades Cartográficas Matorral - Estepa y Matorral - Humedal										30	100

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Donde:

COT: Carta Ocupación de Tierras						
Tipo biológico:		Cobertura vegetal (%)		Códigos de especies		
LA Leñoso Alto	H Herbáceo	1	muy escasa (1-5)	Especies Herbáceas (H):		pd <i>Phylloscirpus deserticola</i>
LB Leñoso Bajo	S Suculento	2	escasa (5-10)	av	<i>Anatherostipa venusta</i>	pf <i>Pappostipa frigida</i>
Altura vegetal (m) LB, H, S:		3	muy clara (10-25)	cma	<i>Carex maritima</i>	pac <i>Phylloscirpus acaulis</i>
1 0 – 0,05	4 0,5 – 1	4	clara (25-50)	dc	<i>Deyeuxia curvula</i>	Especies Arbustivas (LB):
2 0,05 – 0,25	5 1 – 2	5	poco densa (50-75)	fc	<i>Festuca chrysophylla</i>	
3 0,25 – 0,50	6 >2	6	densa (75-90)	fi	<i>Festuca rigescens</i>	Pl <i>Parastrephia lucida</i>
				oa	<i>Oxychloë andina</i>	Pq <i>Parastrephia quadrangularis</i>

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-40. Representatividad y superficies de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia

Agrupación o Formación vegetal	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	(ha)	%
Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Pappostipa frigida</i>					0,9	6,2		14,9	22,0	63,2
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>					1,6	0,2			1,8	5,2
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>						0,5			0,5	1,4
Matorral - Pajonal hídrico de <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca rigescens</i>							1,6		1,6	4,6
Matorral hídrico - Pajonal hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca rigescens</i>							4,9		4,9	14,1
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>					3,6	0,5			4,1	11,8
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Phylloscirpus acaulis</i>					0,1				0,1	0,3
Total general					6,0	13,9		14,9	34,8	100,0

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquintipa – Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-41. Resumen características de la flora de las formaciones vegetales azonales del recubrimiento matorral - estepa y matorral - humedal en el área de influencia

Tipo de formación <i>Agrupación o Formación vegetal</i>	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDA A LA I REGIÓN
Matorral hídrico - Pajonal	41	1	1	5	0
Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	40	1	1	5	0
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	10	0	1	1	0
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	18	1	1	2	0
Matorral - Pajonal hídrico	19	1	0	1	0
Matorral - Pajonal hídrico de <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	19	1	0	1	0
Matorral hídrico - Pajonal hídrico	27	1	1	3	0
Matorral hídrico - Pajonal hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca rigescens</i>	27	1	1	3	0
Matorral hídrico - Vega	42	1	1	4	0
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	41	1	1	4	0
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Phylloscirpus acaulis</i>	9	0	0	1	0
TOTAL (MATORRAL - ESTEPA / MATORRAL - HUMEDAL)	66	1	1	7	0

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de *Parastrephia lucida*, *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida*

Agrupación de tres formaciones vegetales, con una fisonomía mixta de matorral hídrico y pajonal, dominadas por la especie arbustiva *Parastrephia lucida* (Fotografía 3.3.1-74). En función de las especies herbáceas dominantes que acompañan a esta última especie, se distinguen las siguientes formaciones vegetales dentro de la agrupación:

- Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia lucida* y *Anatherostipa venusta*
- Matorral hídrico - Pajonal de *P. lucida* y *Festuca chrysophylla*
- Matorral hídrico - Pajonal de *P. lucida* y *Pappostipa frigida*

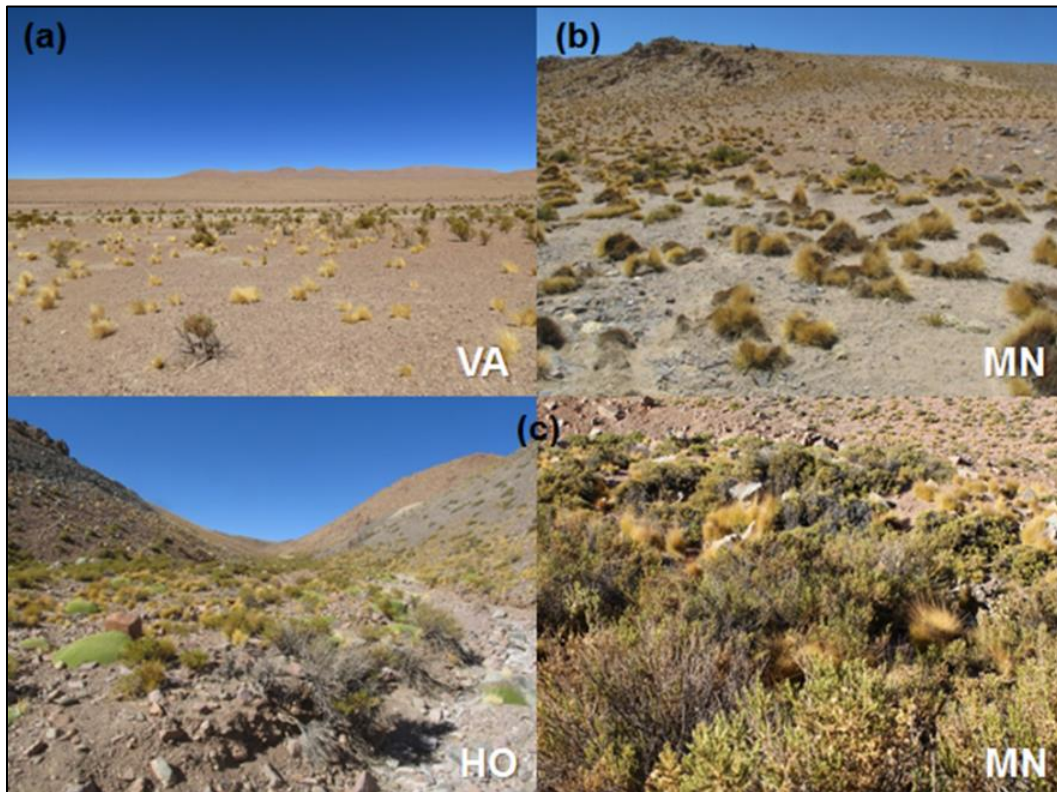
El estrato arbustivo de estas formaciones mixtas, en el que destaca la especie acompañante *Parastrephia quadrangularis*, varía entre 5 y 200 cm en altura; mientras que el estrato herbáceo oscila entre <5 y 100 cm de altura, predominando el rango entre 25 y 50 cm para ambos estratos. La cobertura de estas formaciones varía entre escasa (5-10%) y densa (75-90%) para el estrato arbustivo, siendo predominantemente clara (25-50%); mientras que el estrato herbáceo presenta coberturas que varían de 10 a 75% (predominando el rango entre 50-75%; ver Tabla 3.3.1-39).

El recubrimiento registrado para estas formaciones mixtas es de 22,0 hectáreas, lo que representa un 63,2% del recubrimiento azonal mixto en el área de influencia (ver Tabla 3.3.1-40). La agrupación está representada por 11 unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-39), distribuidas entre 3.750 y 4.450 m s.n.m., aproximadamente, en los sectores Quebradas Huiniquinta - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-01, -02, -04, -07 y -11). Las formaciones se distribuyen en terrenos planos o depresiones abiertas (quebradas), en pendientes suaves (<20% aproximadamente).

En cuanto al grado de alteración de la vegetación, cuatro de las unidades de estas formaciones vegetales se observan en “estado natural”, mientras que siete unidades se observan “alteradas”. Las unidades alteradas son principalmente por cortes de caminos que interrumpen la continuidad de la formación en el sector Altiplano Mina - Planta y dos unidades al norte de sector Altiplano Variante A-97B.

La riqueza total registrada en estas formaciones es de 40 taxa de flora vascular, de los cuales cinco corresponden a especies endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-41. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-74. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal con dominancia de *Parastrephia lucida*, *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida*



Donde: Sectores= MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; VA: Altiplano Variante A-79B
Formaciones vegetales: (a) Matorral hídrico - Pajonal de *P. lucida* y *Pappostipa frigida*; (b) Matorral hídrico - Pajonal de *P. lucida* y *Festuca chrysophylla*; (c) Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia lucida* y *Anatherostipa venusta*.
Fuente: Cedrem Consultores.

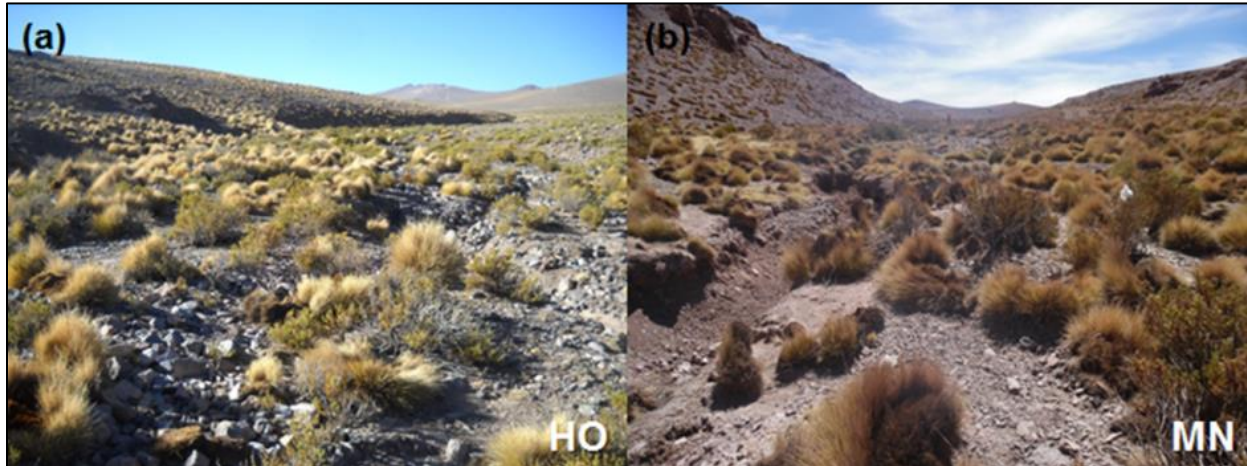
- Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia lucida*, *P. quadrangularis* y *Festuca chrysophylla*

Formación vegetal con una fisonomía mixta de matorral hídrico y pajonal, dominada por las especies arbustivas *Parastrephia lucida*, *P. quadrangularis* y la hierba perenne *Festuca chrysophylla*. El estrato arbustivo y herbáceo varía en un rango de altura de 5 a 100 cm, pero predomina el rango entre 50 y 100 cm en las arbustivas y de 25 a 50 cm en las herbáceas. La cobertura arbustiva es mayormente clara (25-50%), sin embargo, se observa una unidad con menor cobertura (10-25%). La cobertura de las herbáceas es clara (25-50%) en todas las unidades (ver Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-75).

El recubrimiento de esta formación mixta es de 1,8 hectáreas, lo que representa un 5,2% del recubrimiento azonal mixto en el área de influencia. Se encuentra representada por dos unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-39), en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-01 y -04), en depresiones con pendientes suaves (<15%), entre los 4.350 y 4.450 m s.n.m., aproximadamente. En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 10 taxa de flora vascular, de los cuales una corresponde a una especie endémica de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria (Tabla 3.3.1-41). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-75. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia lucida*, *P. quadrangularis* y *Festuca chrysophylla*



Donde: Sectores= MN: Altiplano Mina – Planta; HO Quebradas Huinquentipa Ormajuno.

Formaciones vegetales: (a) y (b) Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia lucida*, *P. quadrangularis* y *Festuca chrysophylla*.

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca chrysophylla*

Formación vegetal con una fisonomía mixta entre matorral hídrico y pajonal, dominada por la especie arbustiva *Parastrephia quadrangularis* y la herbácea perenne *Festuca chrysophylla*. El estrato arbustivo de la formación se desarrolla entre los 5 y 25 cm de altura, mientras que el estrato herbáceo se desarrolla en un rango superior, entre los 25 a 50 cm de altura. La cobertura para ambos estratos es clara, entre 25 y 50% (ver Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-76).

El recubrimiento registrado para esta formación es de 0,5 hectáreas, que representan 1,4% del recubrimiento de formaciones mixtas azonales en el área de influencia. La formación vegetal está representada por una unidad cartográfica (Tabla 3.3.1-39), ubicada un fondo de quebrada, sobre los 4.300 m s.n.m. en quebrada Agua del Mote del sector Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-01 o -04). En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 18 taxa de flora vascular, de los cuales dos corresponden a especies endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-41. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-76. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca chrysophylla* en sector Altiplano Mina - Planta

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral - Pajonal hídrico de *Baccharis tola* y *Festuca rigescens*

Formación vegetal con una fisonomía mixta de matorral y pajonal hídrico, dominada por la especie arbustiva *Baccharis tola* y la hierba perenne *Festuca rigescens*. El estrato arbustivo se desarrolla en un rango de altura de 50 a 100 cm, y el herbáceo varía entre 5 y 200 cm, siendo predominante el rango de 50 a 100 cm de altura. La cobertura arbustiva es escasa (5-10%), mientras que la cobertura herbácea es muy clara (10-25%) (Ver Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-77).

El recubrimiento registrado para esta formación es de 1,6 hectáreas, lo que representa un 4,6% del recubrimiento azonal mixto en el área de influencia. La formación está representada por una unidad cartográfica (Tabla 3.3.1-39), localizada en quebrada Jovita, en el sector Altiplano Mina - Planta, a 3.950 m.s.n.m., aproximadamente (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-02). En cuanto al grado de alteración, esta formación vegetal se observa “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 19 taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile y una se encuentra en categoría de conservación amenazada (Tabla 3.3.1-41). Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallada por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-77. Fisonomía de la formación Matorral - Pajonal hídrico de *Baccharis tola* y *Festuca rigescens* en sector Altiplano Mina - Planta

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico - Pajonal hídrico de *Parastrephia lucida* y *Festuca rigescens*

Formación vegetal con una fisonomía mixta de matorral hídrico y pajonal hídrico, dominada por la especie arbustiva *Parastrephia lucida* y la herbácea perenne *Festuca rigescens*. El estrato arbustivo de la formación se desarrolla entre los 5 y 100 cm de altura (predominando el rango entre 25 a 50 cm de altura); mientras que el estrato herbáceo varía entre <5 y 100 cm de altura, desarrollándose predominantemente en el rango entre 25 a 50 cm. La cobertura arbustiva varía de escasa a clara (5-50%), pero se observa una cobertura mayormente muy clara (10-25%); la cobertura herbácea es frecuentemente clara (25-50%), pero puede variar desde un 10 hasta un 75% (ver Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-78).

El recubrimiento registrado para esta formación es de 4,9 hectáreas, que representan un 14,1% del recubrimiento de formaciones mixtas azonales en el área de influencia. La formación vegetal está representada por nueve unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-39), ubicadas entre los 3.950 y 4.500 m s.n.m., aproximadamente, en el sector Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-01 y -02), en terrenos planos y depresiones abiertas o cerradas. En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan principalmente “en estado natural”, con excepción de una unidad observada en los alrededores del campamento como “alterada”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 27 taxa de flora vascular, de los cuales tres corresponden a especies endémicas de Chile y dos se encuentran en alguna categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-41. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-78. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Pajonal hídrico de *Parastrephia lucida* y *Festuca rigescens* en sector Altiplano Mina - Planta



Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Deyeuxia curvula*

Formación vegetal mixta con una fisonomía de matorral hídrico y vega, dominada por la especie arbustiva *Parastrephia lucida* y la herbácea perenne *Deyeuxia curvula*. El estrato arbustivo presenta una altura variable entre unidades, entre 5 y 200 cm de altura, aunque predomina el rango entre 50 y 100 cm; mientras que el estrato herbáceo se desarrolla mayoritariamente entre 5 y 25 cm, pudiendo alcanzar los 50 cm de altura en algunos casos. La cobertura arbustiva varía entre escasa (5-10%) y clara (25-50%), con una dominancia de recubrimiento muy claro (10-25%), mientras que la cobertura del estrato herbáceo se observa principalmente clara (25-50%), sin embargo pueden observarse unidades con una menor cobertura (10-25%; ver Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-79).

El recubrimiento presentado por esta formación es de 4,1 hectáreas, que representan 11,8% del recubrimiento azonal mixto del área de influencia. Esta formación está representada por cinco unidades cartográficas (Tabla 3.3.1-39), distribuidas entre 3.900 y 4.350 m s.n.m., aproximadamente, en los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-01, -02 y -04), en depresiones abiertas o cerradas sobre pendientes suaves, mayormente. En cuanto al grado de alteración, las unidades de esta formación vegetal se observan “en estado natural”.

La riqueza total registrada en esta formación es de 41 taxa de flora vascular, de los cuales cuatro especies son endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria), ver Tabla 3.3.1-41. Para mayor detalle, el listado de las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-79. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Deyeuxia curvula*

Fuente: Cedrem Consultores.

- Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Phylloscirpus acaulis*

Formación vegetal mixta con una fisonomía de matorral hídrico y vega, dominada por la especie arbustiva *Parastrephia lucida* y la herbácea perenne *Phylloscirpus acaulis*. El estrato arbustivo se desarrolla en el rango entre 100 y 200 cm de altura, mientras que el estrato herbáceo observado varía entre <5 a 50 cm de altura (principalmente por la presencia de la especie acompañante *Festuca rigescens*), estando ubicado predominantemente en el rango entre 5-25 cm de altura. La cobertura del estrato arbustivo es muy clara (10-25%), mientras que la cobertura del estrato herbáceo es poco densa (50-75%) (Tabla 3.3.1-39 y Fotografía 3.3.1-80).

El recubrimiento presentado por esta formación es de 0,1 hectáreas, que representan un 0,3% del recubrimiento azonal mixto del área de influencia. Esta formación está representada por una unidad cartográfica, ubicada a los 4.100 m s.n.m., aproximadamente, en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (ver Tabla 3.3.1-40 y Plano 3.3.1-04). En cuanto al grado de alteración, se observa a esta formación vegetal “en estado natural”.

La riqueza total de especies registrada en esta formación es de nueve taxa de flora vascular, de los cuales una especie es endémica de Chile (Tabla 3.3.1-41). Para mayor detalle, el listado de

las especies con su abundancia relativa, detallado por inventario florístico y estacionalidad se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Fotografía 3.3.1-80. Fisonomía de la formación Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Phylloscirpus acaulis* en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: (a) Matorral hídrico – Vega de *Parastrephia lucida* y *Phylloscirpus acaulis*,
Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.1.5.3 Flora registrada en el área de influencia

a) Riqueza

La riqueza de la flora total registrada en el área de influencia, en las nueve campañas estacionales, es de 299 taxa de plantas vasculares.

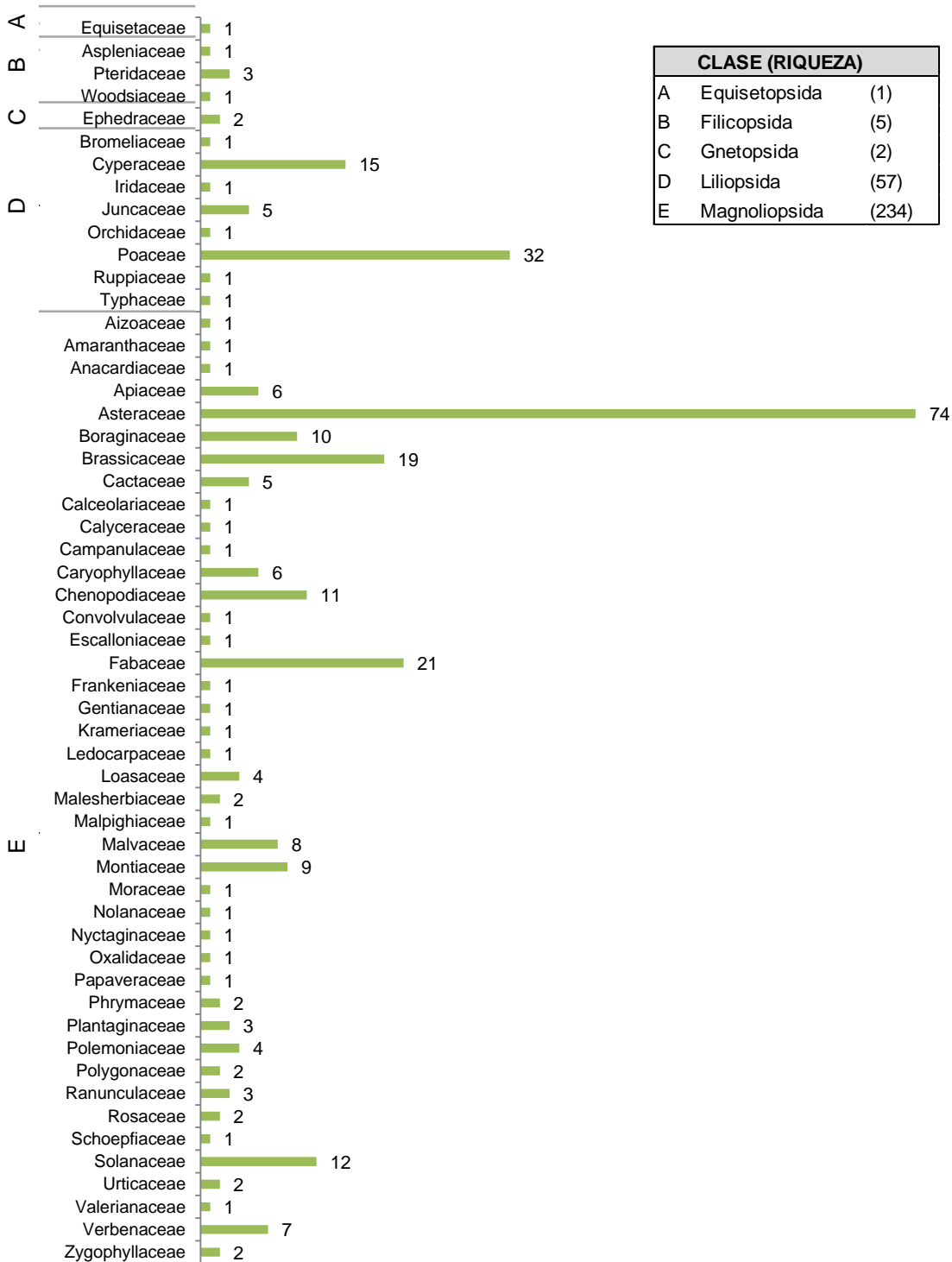
Entre el total de taxa registrados, 234 corresponden a especies de la Clase Magnoliopsida, 57 corresponden a la Clase Liliopsida, la Clase Gnetopsida registra dos especies, la Clase Filicopsida cinco especies y la Clase Equisetopsida una especie (ver Figura 3.3.1-10).

Los 299 taxa registrados corresponden a 55 familias, entre las cuales, las mejores representadas en términos de riqueza de especies son Asteraceae (74 especies), Poaceae (32 especies), Fabaceae (21 especies) y Brassicaceae (19 taxa). Un total de 28 familias fueron representadas por una especie (ver Figura 3.3.1-10).

Del total de especies, 13 taxa (4,4% de la riqueza total) no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie (11 a nivel de género “sp.”, una “aff.” y una “cf.”), por tratarse de individuos que se encontraron totalmente secos y/o sin los caracteres morfológicos necesarios para su identificación a tal nivel, a lo largo de las campañas realizadas.

El listado taxonómico de la flora registrada se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Figura 3.3.1-10. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el área de influencia



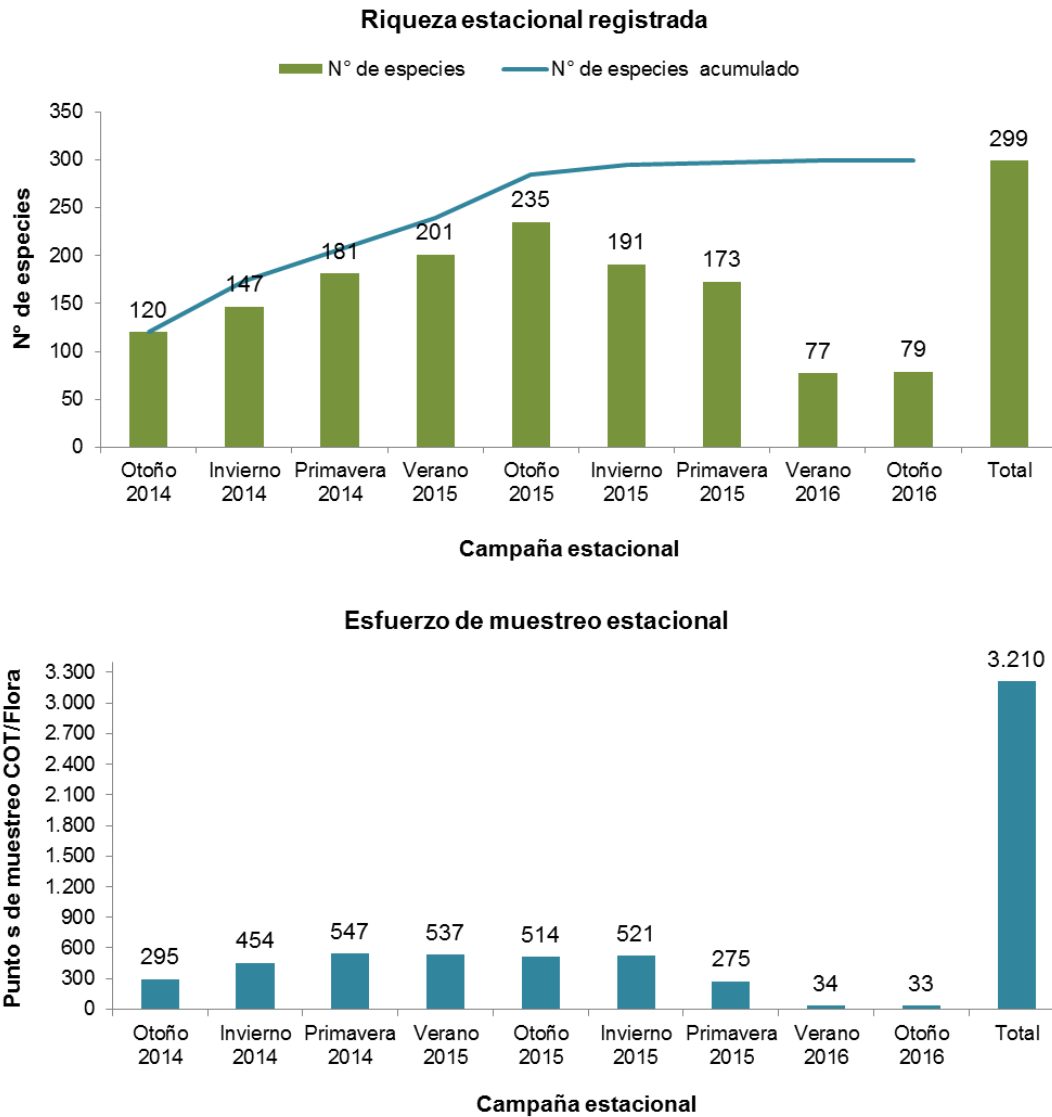
Fuente: Cedrem Consultores.

a.i) Riqueza estacional (por campaña)

En cuanto a la variación estacional de la riqueza del área de influencia, la Figura 3.3.1-11 permite relacionar la riqueza obtenida por campaña con el esfuerzo de muestreo realizado en cada caso. En términos generales se puede observar un aumento continuo y progresivo de la curva de riqueza total acumulada, a medida que se avanzaba en las campañas estacionales realizadas, hasta alcanzar un valor máximo registrado en otoño 2015. A partir de esta última estación, la curva de acumulación se estabiliza, dado que el registro de nuevas especies fue menor en las siguientes campañas, aun cuando el esfuerzo de muestreo fuera mayor que campañas anteriores (invierno y primavera 2015). Esta tendencia a la estabilidad que muestra la curva, especialmente a partir de primavera 2015, permitiría considerar que, teóricamente, se alcanzaba el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, validando el esfuerzo de muestreo desplegado.

En concordancia a estos resultados, la mayor riqueza florística en el área de influencia se registró durante la campaña de otoño 2015, con 235 taxa (ver Figura 3.3.1-11). Esta mayor riqueza se explica en parte por el esfuerzo de muestreo de esta campaña (el cuarto más importante), pero principalmente porque éste fue realizado en un período favorable para la vegetación, después de las lluvias altiplánicas estivales, las que fueron especialmente abundantes durante esta estación y año. Por su parte, la menor riqueza florística se registró durante las estaciones de verano y otoño 2016 (77 y 79 taxa, respectivamente), lo que se explica, en este caso, principalmente por el menor esfuerzo de muestreo desplegado en estas campañas (34 y 33 puntos de muestreo con inventario), las que estaban abocadas, como ya fue indicado, a las formaciones vegetales menos muestreadas hasta entonces (baja representatividad en puntos de muestreo), concentradas en cinco de los ocho sectores (los de mayor altitud), y a los planes de acción de especies en categoría. De igual manera, la campaña de otoño 2014 presenta el tercer valor más bajo de riqueza florística, y un menor número de puntos de muestreo con inventario (COT/Flora) en relación a las otras estaciones, debido a que consideró sólo seis de los ocho sectores del área de influencia, por encontrarse el proyecto en sus primeras etapas (los sectores Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B fueron incorporados después, como también así parte de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina – Planta, los que fueron ampliados posteriormente).

Figura 3.3.1-11. Riqueza estacional registrada en el Área de Influencia en relación al esfuerzo de muestreo, por campaña y acumulada



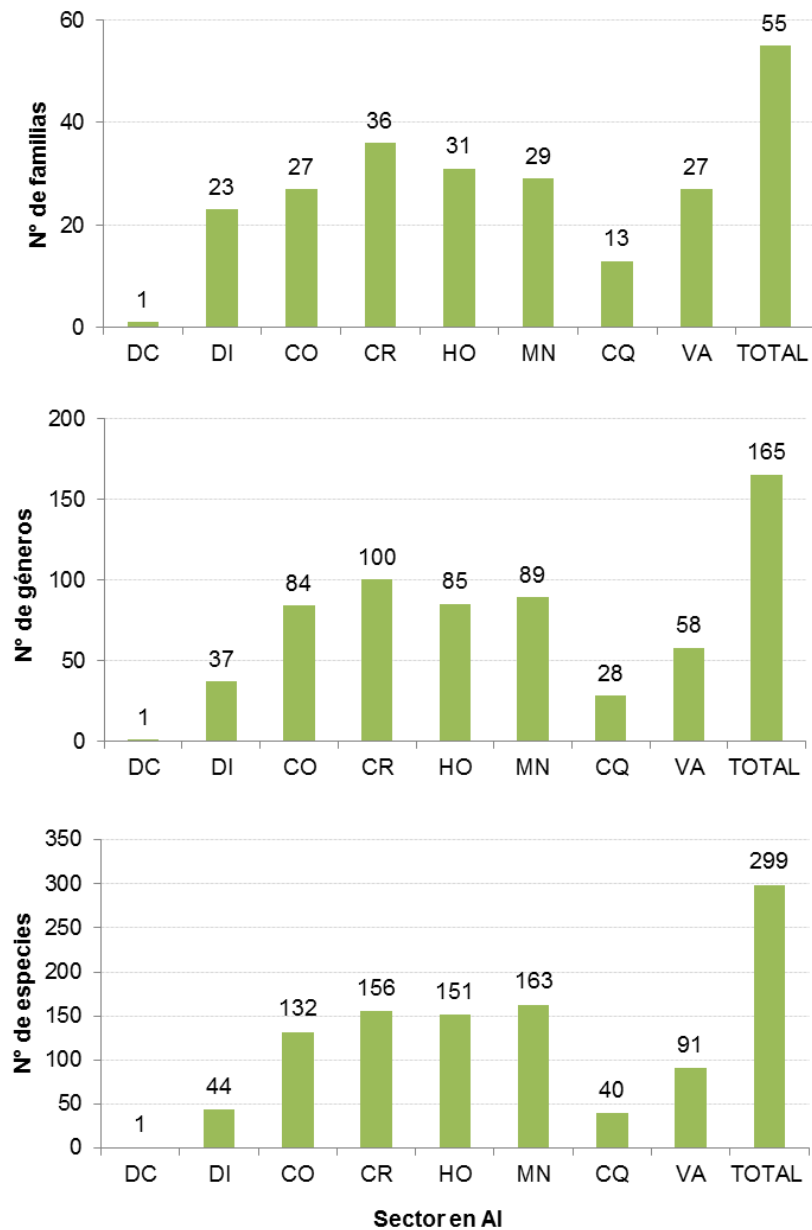
Donde: Puntos de Muestreo COT/Flora corresponden a los puntos de muestreo en que se realizó un inventario florístico.
 Fuente: Cedrem Consultores.

a.ii) Riqueza por sectores del AI

Los 299 taxa florísticos registrados en el área de influencia pertenecen a 165 géneros correspondientes a 55 familias botánicas (ver Figura 3.3.1-12). El sector que registró la mayor riqueza florística dentro del área de influencia fue Altiplano Mina - Planta con 163 taxa, pertenecientes a 89 géneros y 29 familias; seguido por el sector Quebrada Choja - Ramucho, con 156 taxa, pertenecientes a 100 géneros y 36 familias (el mayor número de géneros y familias de todos los sectores); y el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, con 151 taxa, pertenecientes

a 85 géneros y 31 familias. Por otro lado, el sector Desierto Costero registró la menor riqueza, con la presencia exclusiva de la especie *Tillandsia landbeckii*. Los sectores Desierto Interior y Altiplano Cerro Quitala, presentan también bajas riquezas (44 y 40 taxa, respectivamente), presentando este último el menor número de familias y géneros (ver Figura 3.3.1-12).

Figura 3.3.1-12. Número absoluto de especies, géneros y familias registrados durante campañas estacionales entre otoño 2014 y otoño 2016 en el área de influencia



Donde: AI: Área de influencia; Sectores = DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ormajuno; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

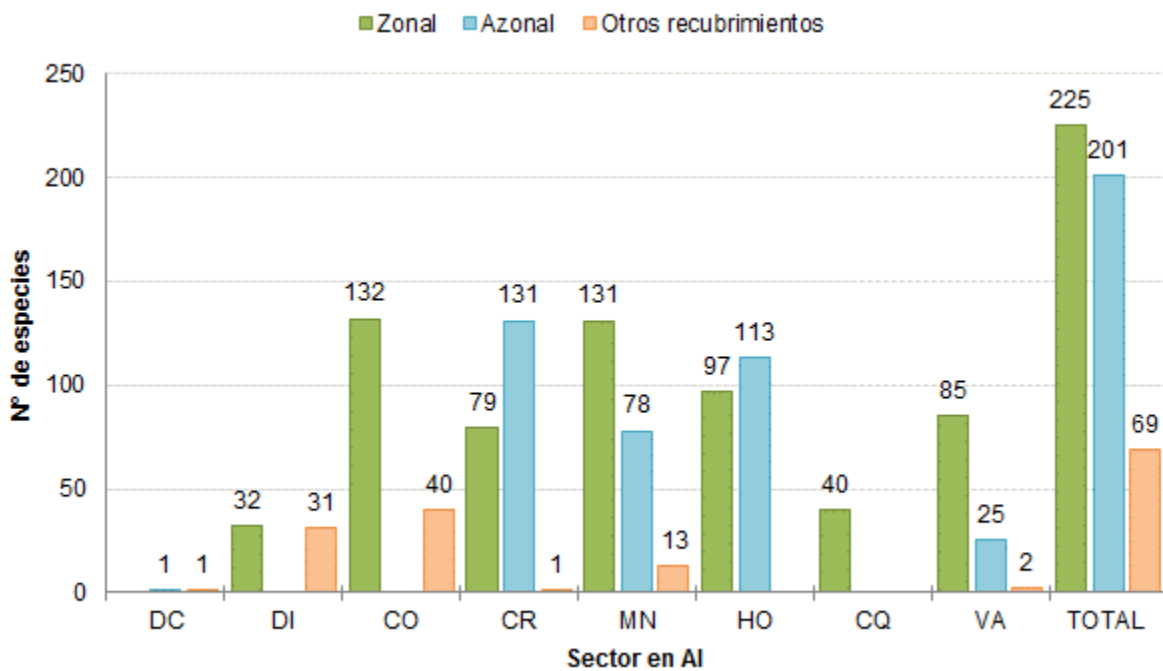
Fuente: Cedrem Consultores.

a.iii) Riqueza por tipos de recubrimientos del AI

Si se analiza la riqueza por tipo de recubrimiento (especies comunes comprendidas), se observa que para el tipo de vegetación zonal se registra la mayor riqueza con 225 taxa, que representan una proporción de 75,3% del total de 299 taxa registradas en el área de influencia. El tipo de vegetación Azonal se acerca bastante al anterior, con 201 taxa (67,2% de la riqueza total). Para el tipo otros recubrimientos, se registra un total de 69 especies (23,1% de la riqueza total) (Ver Figura 3.3.1-13 y sección 3.3.1.5.3e).

Los sectores Cordón Occidental y Altiplano Mina - Planta, presentaron las mayores riquezas del tipo de vegetación zonal (132 y 131 taxa, respectivamente); mientras que los sectores Quebrada Choja - Ramucho y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, presentaron los mayores valores de riqueza en los recubrimientos azonales (131 y 113 taxa, respectivamente). En los sectores Desierto Interior, Cordón Occidental y Altiplano Cerro Quitala, no se registró el tipo de vegetación azonal, mientras que en el sector Desierto Costero fue el único tipo de vegetación presente.

Figura 3.3.1-13. Riqueza de especies por tipo de recubrimiento, registrada por sector y en el área de influencia



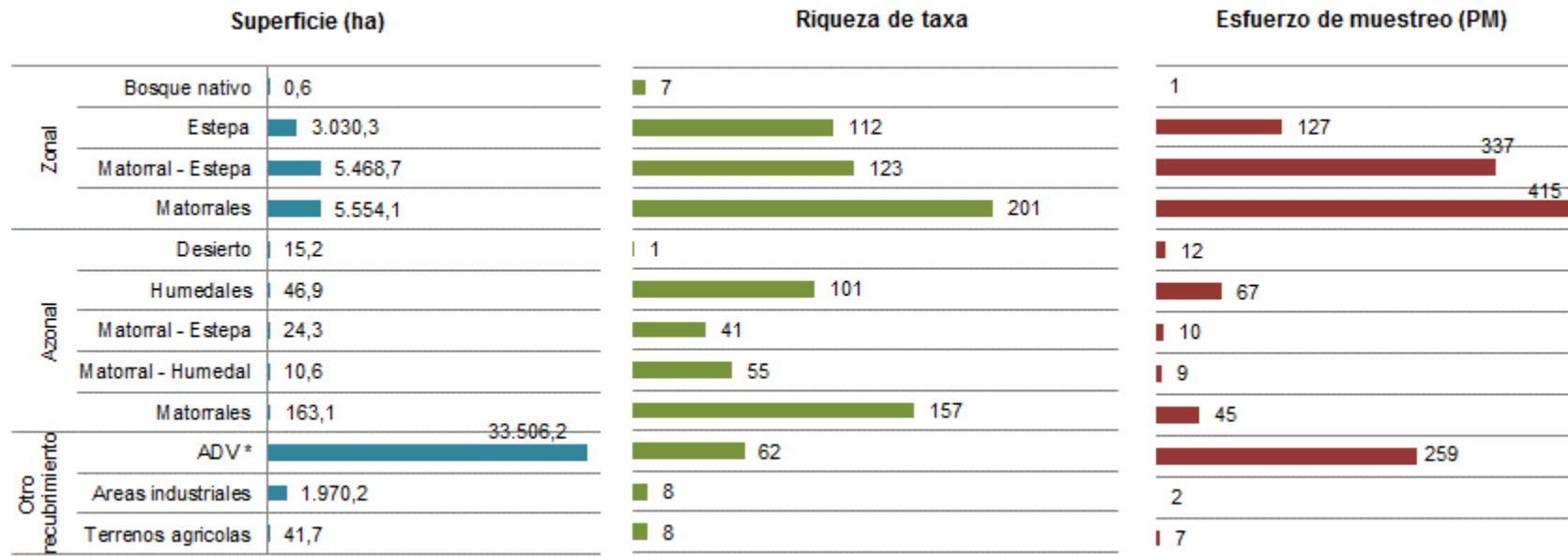
Donde: AI: Área de influencia; DC: Sector Desierto Costero; DI: Sector Desierto Interior; CO: Sector Cordón Occidental; CR: Sector Quebrada Choja – Ramucho; MN: Sector Altiplano Mina - Planta; HO: Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; CQ: Sector Altiplano Cerro Quitala; VA: Sector Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

En una escala de mayor detalle, el análisis de la riqueza florística según recubrimiento en el área de influencia (ver Figura 3.3.1-14), muestra que el mayor número de especies se registra para el recubrimiento de matorrales zonales (201 taxa), seguido del recubrimiento de matorrales azonales (157 taxa) y del recubrimiento mixto zonal matorral - estepa (123 taxa). Por otra parte, el menor valor de riqueza, con una sola especie, lo presenta el recubrimiento de desierto, en el sector Desierto Costero.

La Figura 3.3.1-14 permite analizar como la riqueza de especies, si bien puede variar en función de la superficie del recubrimiento y del esfuerzo de muestreo realizado en ellos, es dependiente principalmente de las características de las formaciones vegetales que estos conforman, sus condiciones ecológicas y su estado de alteración. Así, por ejemplo, el recubrimiento de matorrales zonales, que registra la mayor riqueza de especies, presenta una superficie equivalente al 11,1% del área de influencia, proporción muy similar al del recubrimiento de matorral - estepa zonal, el que presenta sin embargo 78 taxa menos. Igualmente, las áreas industriales presentan la misma baja riqueza que los terrenos agrícolas abandonados, recubrimiento que tiene una superficie muy inferior. Por otra parte, el recubrimiento de matorrales, con mayor riqueza, es el que concentró el mayor esfuerzo de muestreo (415 puntos de muestreo), en relación a su superficie, ya que presenta la mayor variabilidad de formaciones vegetales a lo largo de toda el área de influencia, lo que influye ciertamente en el alto valor de especies registradas; sin embargo, los matorrales azonales, que registraron la segunda mayor riqueza, presentan un número de puntos de muestreo muy inferior (45), ya que su superficie también es menos representativa en el área de influencia y concentrada en menos sectores a diferencia de la vegetación zonal (ver Figura 3.3.1-14).

Figura 3.3.1-14. Relación de la riqueza florística registrada en los recubrimientos y tipos de recubrimiento del Área de Influencia con su superficie y el esfuerzo de muestreo realizado en ellos



Donde: ADV*: Áreas desprovistas de vegetación; PM: puntos de muestreo
Fuente: Cedrem Consultores.

a.iv) Comparación flora observada con flora potencial

Según la información recopilada, la riqueza potencial del área de influencia (de la I Región de Tarapacá) está compuesta por un total de 660 taxa, de los cuales, uno (0,2%) corresponde a la clase Equisetopsida; dos especies (0,3%) corresponden a la clase Gnetopsida; 10 (1,5%) a Filicopsida; 130 especies (19,7%) a la clase Liliopsida y 517 especies (78,3%) a la clase Magnoliopsida (ver Figura 3.3.1-15 y detalles en Anexo 3.3.1-1).

La Figura 3.3.1-15 presenta una comparación entre las especies con presencia potencial y las especies registradas en el área de influencia. En base a estos datos, en términos totales, en el área de influencia del presente estudio se registró el 36,4% (240 de 660) de la flora potencial establecida para la I Región, correspondiente sólo a los taxa identificados a nivel de especie (sin considerar los 11 taxa "sp.", "cf." y "aff."). Las clases en donde se registró en terreno un mayor número de especies potenciales, corresponden a Magnoliopsida (Dicotiledóneas) y Liliopsida (Monocotiledóneas), con un registro del 36,6% (189 de 517) y 34,6% (45 de 130) de las especies potenciales de dichas clases, respectivamente. En el resto de las clases taxonómicas, se detectó un menor número de registros, aunque abarcan gran parte (Filicopsida) o la totalidad de sus especies potenciales (Equisetopsida y Gnetopsida).

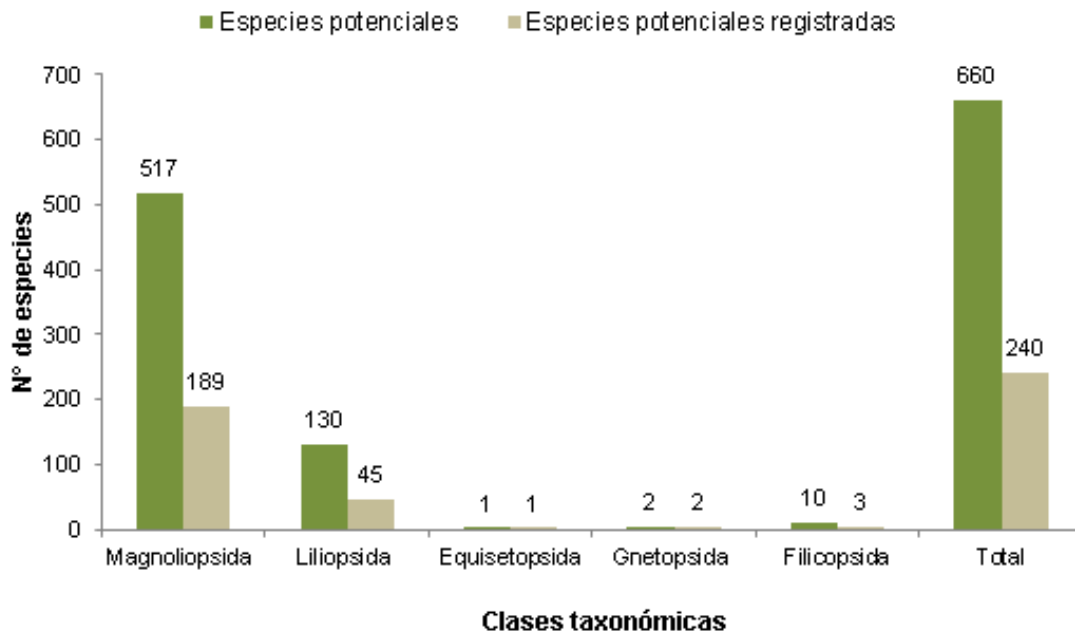
En relación al endemismo, el listado de flora potencial identifica 152 taxa de flora vascular endémica, con distribución exclusiva en nuestro país, de los cuales 41 (27%) fueron registrados en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que, a lo largo de las campañas estacionales del estudio, se identificaron y registraron 46 taxa no presentes en el listado de la flora potencial, los que corresponderían, por tanto, a nuevos registros de dichas especies para la I Región de Tarapacá o bien, en algunos casos, a la confirmación de su presencia¹¹.

Si realizamos este análisis por sectores del área de influencia (Tabla 3.3.1-42), vemos que para el sector Altiplano Mina - Planta se registra la mayor proporción de especies potenciales citadas para la región (21,2%), seguido de los sectores Quebradas Huiniquinta – Ornajuno (20,0%) y Quebrada Choja – Ramucho (19,8%). Estos mismos sectores presentan más del 50% del total de especies registradas en el área de influencia. Sin considerar el sector Desierto Costero (con la presencia de una especie, indicada en la flora potencial), los sectores Desierto Interior y Altiplano Cerro Quitala presentan la menor proporción de especies potenciales para la I Región de Tarapacá (5,9%), a la vez presentan la menor riqueza dentro del área de influencia.

¹¹ Recordemos que para algunas especies indicadas para la "antigua" I Región, su distribución geográfica fue precisada y acotada en XV y I Regiones "actuales" en base al artículo de Gatica-Castro et al. (2015). Para algunas de estas especies, circunscritas por estos autores sólo a la XV región de Arica y Parinacota, que fueron registradas en el área de influencia, se trataría más bien de confirmaciones de su presencia en la I Región "actual".

Figura 3.3.1-15. Comparación del número de especies de la flora potencial en relación a la flora registrada en el área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-42. Riqueza por sectores en relación al total del área de influencia (AI) y de la flora potencial de la I Región de Tarapacá (I R)

SECTORES	RIQUEZA (N° especies)		PROPORCIÓN DEL TOTAL DE ESPECIES (%)	
	Total en el sector	Flora potencial en el sector	Área de influencia	Flora potencial - IR (660 taxa)
Desierto Costero	1	1	0,3	0,2
Desierto Interior	44	39	14,7	5,9
Cordón Occidental	132	111	44,1	16,8
Quebrada Choja - Ramucho	156	131	52,2	19,8
Quebradas Huinquentipa - Ornajuno	151	132	50,5	20,0
Altiplano Mina - Planta	163	140	54,5	21,2
Altiplano Cerro Quitala	40	39	13,4	5,9
Altiplano Variante A-97B	91	77	30,4	11,7
Total Área de Influencia	299¹²	240	-	36,4

Donde: AI: Área de influencia; IR: I Región de Tarapacá
Fuente: Cedrem Consultores.

¹² Los 299 taxa registrados en el área de influencia se desglosan así en 240 especies indicadas como potenciales para la I Región de Tarapacá, 46 nuevos registros para la región y 13 taxa no identificados a nivel de especie ("sp.", "aff.", "cf").

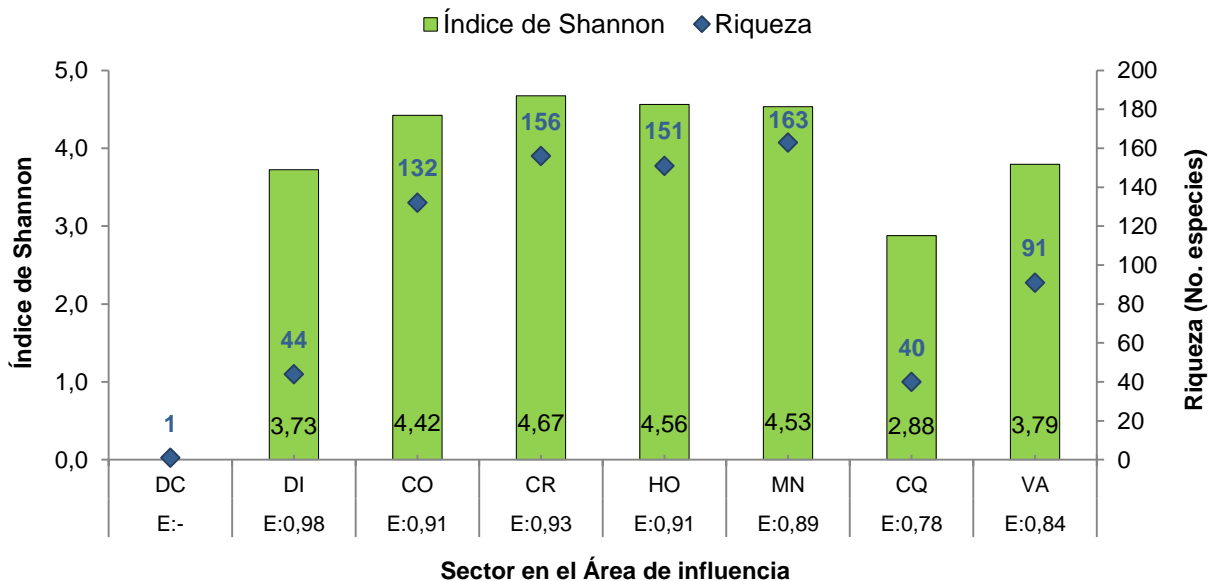
b) *Diversidad, equidad y similitud de la flora registrada*

La Figura 3.3.1-16 compara la riqueza (S) y la diversidad florística entre los diferentes sectores del área de influencia, a través de los índices de Shannon-Wiener (H') y de Pielou (E). Respecto a esta diversidad *alfa*, acorde a los valores obtenidos del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), la mayor diversidad florística se registra en el sector Quebrada Choja - Ramucho (H'=4,67), siguiéndole los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (H'=4,56) y Altiplano Mina - Planta (H'=4,53).

Esta mayor diversidad del sector Quebrada Choja - Ramucho, sería resultado de una mayor proporcionalidad en la abundancia de las especies presentes; lo que se expresa también en una mayor equitatividad (E: 0,93, el segundo más alto), considerando que su riqueza (156 especies), si bien es importante, es ligeramente inferior a la del sector Altiplano Mina - Planta (163 especies). En este último sector se observa, sin embargo, un menor valor de equitatividad (E=0,89), es decir, una abundancia más heterogénea entre sus diferentes especies.

El menor valor de diversidad se registra en el sector Altiplano Cerro Quitala (2,88), el que presenta tanto una baja riqueza (40 taxa), por su menor superficie, como una repartición desigual de sus abundancias respectivas (E: 0,78, el más bajo). En el sector Desierto Costero no se pudo realizar los cálculos de Shannon-Wiener y Pielou debido a que la riqueza es de sólo una especie.

Figura 3.3.1-16 Índice de diversidad Shannon-Wiener (H'), índice de Pielou (E) y riqueza (S) florística de los sectores del Área de Influencia



Donde: Sectores = DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.
 Fuente: Cedrem Consultores.

Esta estimación de diversidad registrada en cada sector varía estacionalmente, junto a la variación de la riqueza y abundancia de sus especies, así como también en función del esfuerzo de muestreo desplegado en cada campaña. La Figura 3.3.1-17 representa la variación por campaña de los valores de riqueza, de diversidad y de equidad por sector, relacionándolos con el esfuerzo de muestreo realizado en ellas.

En este sentido, y en base a estos gráficos, podemos indicar que existe una tendencia general a una relación directa entre un mayor esfuerzo de muestreo por sector y el aumento en su riqueza de especies, en la equiparación de sus abundancias relativas y, por ende, en su valor de diversidad. Lo anterior es especialmente manifiesto, por ejemplo, en el sector Quebrada Choja - Ramucho, cuyo valor de diversidad aumentó de 1,72 en otoño 2014, campaña en que se realizaron sólo tres inventarios florísticos, a 3,92 en la campaña de otoño 2015, en la que se realizó un total de 22 puntos. Este aspecto, además de justificar el aumento del esfuerzo de muestreo desplegado en el presente estudio, lleva a considerar los valores de diversidad obtenidos entre las campañas de primavera 2014 y de primavera 2015, como los más representativos para los diferentes sectores por el mayor esfuerzo de muestreo desplegado en ellos (una vez definida la superficie total y definitiva del área de influencia, y antes de las dos últimas campañas, concentradas en muestreos de formaciones menos representadas y de los planes de acción para especies en categoría).

Por otra parte, en algunos sectores las variaciones de sus valores de diversidad presentan una mayor independencia del esfuerzo de muestreo desplegado en cada caso, lo que indica, a su vez, una mayor dependencia (o independencia) de la vegetación de estos sitios a las condiciones estacionales. Así, por ejemplo, el sector Desierto Interior registró su menor valor de diversidad (1,34) en verano 2015, a pesar de ser la campaña que contó con el mayor esfuerzo de muestreo para el sector (80 puntos de muestreo con inventario). El valor de diversidad de las formaciones vegetales de este sector responde, en este caso, a las condiciones menos favorables de la estación (más seca), lo que habría hecho disminuir tanto su número de especies como, sobre todo, la abundancia de algunas en relación a otras (E: 0,49; ver Figura 3.3.1-17).

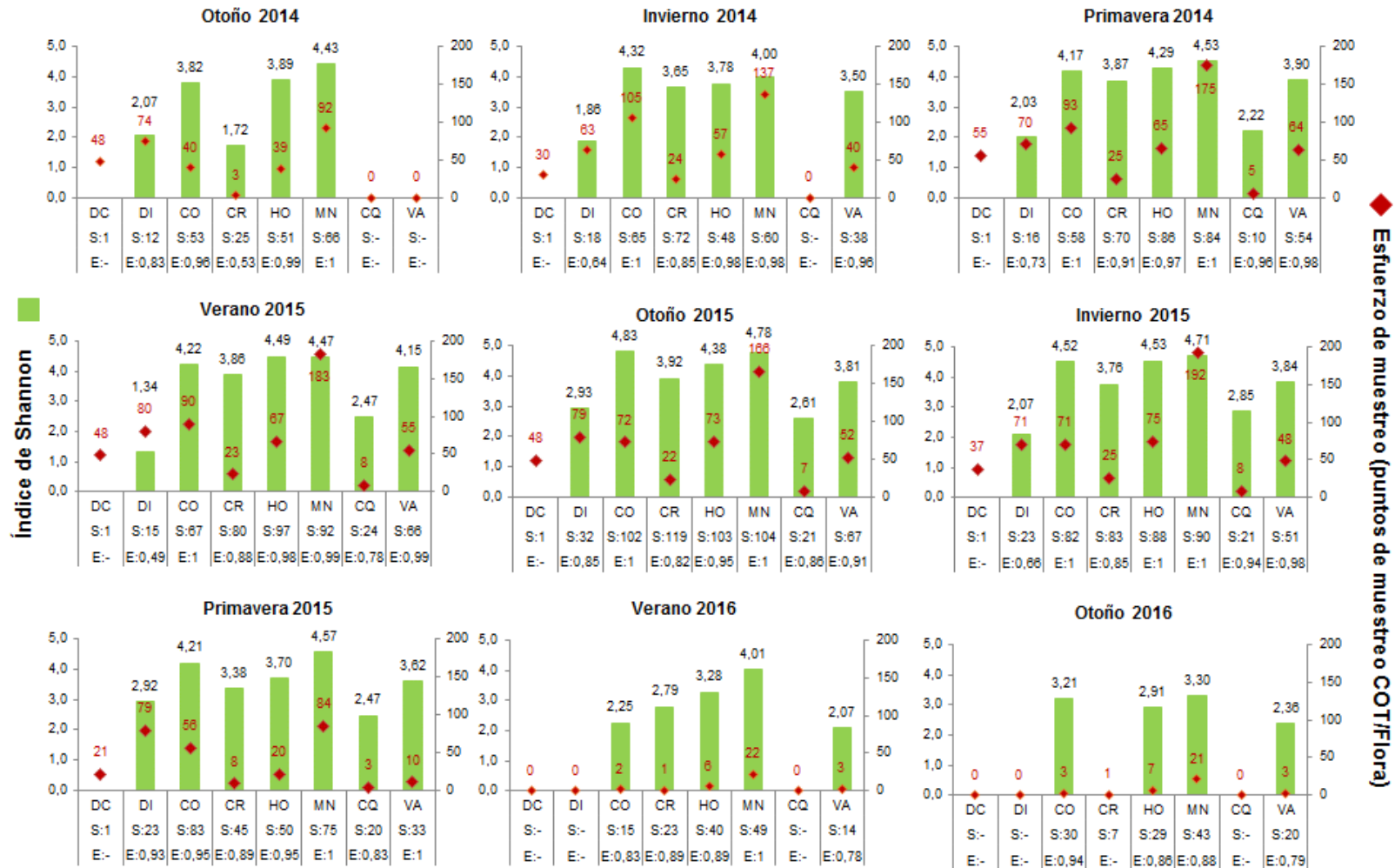
Efectivamente, el sector Desierto Interior es el que presenta una de los menores valores de riqueza y la mayor proporción de especies de hierbas anuales en el total de su composición florística (13 sobre 44), las que se encontraban seguramente secas en el curso de esta campaña, determinando una variación estacional importante en la estructura y composición de su vegetación.

En el caso contrario, los sectores Altiplano Mina - Planta y Altiplano Cerro Quitala, presentan también las menores variaciones de sus valores de diversidad entre campañas, y una menor variación estacional. En el caso del sector Altiplano Mina - Planta, el valor de diversidad varía entre un mínimo de 3,30 (otoño 2016) y un máximo de 4,78 (otoño 2015), principalmente debido a que, si bien la riqueza varía entre campañas, la abundancia proporcional entre las especies también es alta y prácticamente no varía entre estaciones (E: de 0,88 a 1). Esta situación se repite en gran parte de las campañas, a pesar del menor esfuerzo de muestreo existente en verano

2016, siendo la campaña de otoño 2016 la única anormal en este sentido (menores valores en diversidad y equitatividad). En el caso del sector Cerro Quitala, dos campañas presentaron el mismo valor de diversidad 2,47 en verano 2015 y primavera 2015. En ambos casos, una mayor riqueza es compensada por una menor equitatividad en la distribución de las especies, y viceversa, a pesar de tratarse de valores bajos para las dos variables (ver Figura 3.3.1-17). Estos resultados responderían, en ambos casos, a las características de la estructura de la vegetación de estos sectores, para lo cual es necesario analizar el tipo de formaciones.

En términos generales se puede indicar, también, que los mayores valores de diversidad y, principalmente, de riqueza se registraron en la campaña de otoño 2015, por las condiciones extraordinariamente favorables de una estación muy lluviosa.

Figura 3.3.1-17. Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E) en los sectores del Área de Influencia



Donde: Sectores = DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B; E: Índice de Equidad; S: Riqueza; Puntos de Muestreo COT/Flora: puntos de muestreo con inventario florístico.

* En las campañas de otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, no se muestrearon el total de los sectores del área de influencia (valor de esfuerzo de muestreo "0").

**Para el sector Quebrada Choja- Ramucho, en la campaña de otoño 2016 no se registró la abundancia de las especies necesarias para estimar los índices.

Fuente: Cedrem Consultores.

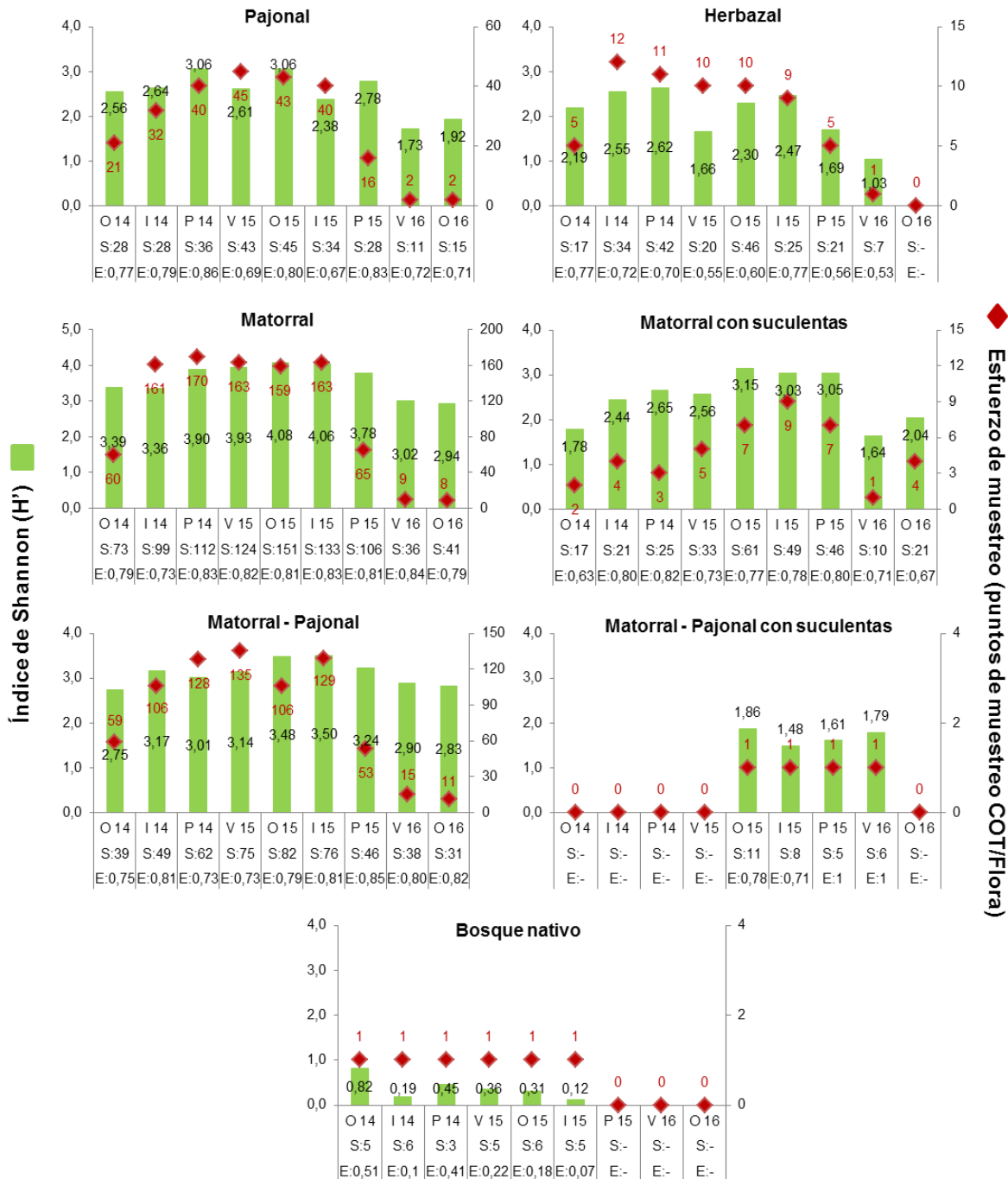
Si se analiza la variación estacional de la diversidad florística por tipo de formación vegetal, se observan diferencias entre los tipos de recubrimiento zonal (Figura 3.3.1-18) y azonal (Figura 3.3.1-19).

En cuanto a la vegetación zonal (ver Figura 3.3.1-18), los valores de diversidad (H') por campaña se sitúan entre 0,12 (bosque renoval en invierno 2015) y 4,08 (matorral en otoño 2015). Los matorrales presentan, en general, una menor variación estacional de sus valores de diversidad, así como los mayores valores de diversidad máxima. Entre éstos, destaca el tipo matorral (*sensu stricto*), con valores de diversidad H' superiores a 3,00 en casi todas las campañas registradas, los que varían entre 4,08 en otoño 2015 y 2,94 en otoño 2016. Estos altos valores se explicarían por los altos valores de riqueza (los más altos de la vegetación de tipo zonal) y de equidad entre especies ($>0,70$). Esta última característica, es compartida también por el tipo mixto matorral - pajonal y el tipo matorral con suculentas, los que, si bien presentan una menor riqueza, registran los segundos mayores valores de diversidad estacional máxima: 3,50 (en invierno 2015) y 3,15 (otoño 2015), respectivamente (ver Figura 3.3.1-18). Esto indicaría la relevancia de una equidad en las abundancias relativas para explicar la alta diversidad de los matorrales, lo que se condice con la dominancia de especies arbustivas de estos tipos de formaciones.

Los tipos de formaciones zonales herbáceas, por su parte, presentan mayores variaciones estacionales de sus valores de diversidad, principalmente el tipo herbazal, el que registra, además, valores de diversidad más bajos ($<2,65$). Esto se explica, como mencionáramos anteriormente, por la mayor fluctuación de la presencia (riqueza) y la abundancia (equidad) de las herbáceas anuales características de estas formaciones vegetales. El tipo pajonal, por su parte, registró valores altos de diversidad máxima (3,06 en primavera 2014 y otoño 2015), manteniéndose los valores, aunque fluctuantes, sobre 1,70. Si bien sus valores de riqueza son similares al tipo herbazal, este tipo de formaciones presenta una mayor y constante equidad en la abundancia de sus especies ($E:>0,65$ en todas las estaciones), derivada de la dominancia de hierbas perennes cespitosas, la que aumenta su diversidad florística (ver Figura 3.3.1-18).

El tipo de formación bosque renoval, con menor representación (una unidad) y por ende menor esfuerzo de muestreo desplegado entre campañas, presenta los menores valores de diversidad entre los tipos zonales (H' máxima: 0,82), determinados por una baja riqueza (siete taxa) y, especialmente, una muy desigual distribución de las abundancias de las especies entre campañas (E máxima: 0,51 en otoño 2014).

Figura 3.3.1-18. Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E), en los tipos de formaciones vegetales zonales registradas en el Área de Influencia



Donde: Campañas = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016; O 16: otoño 2016.

Puntos de Muestreo COT/Flora: puntos de muestreo con inventario florístico. * En las campañas de otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, no se muestrearon el total de los sectores del área de influencia (valor de esfuerzo de muestreo "0").

Fuente: Cedrem Consultores.

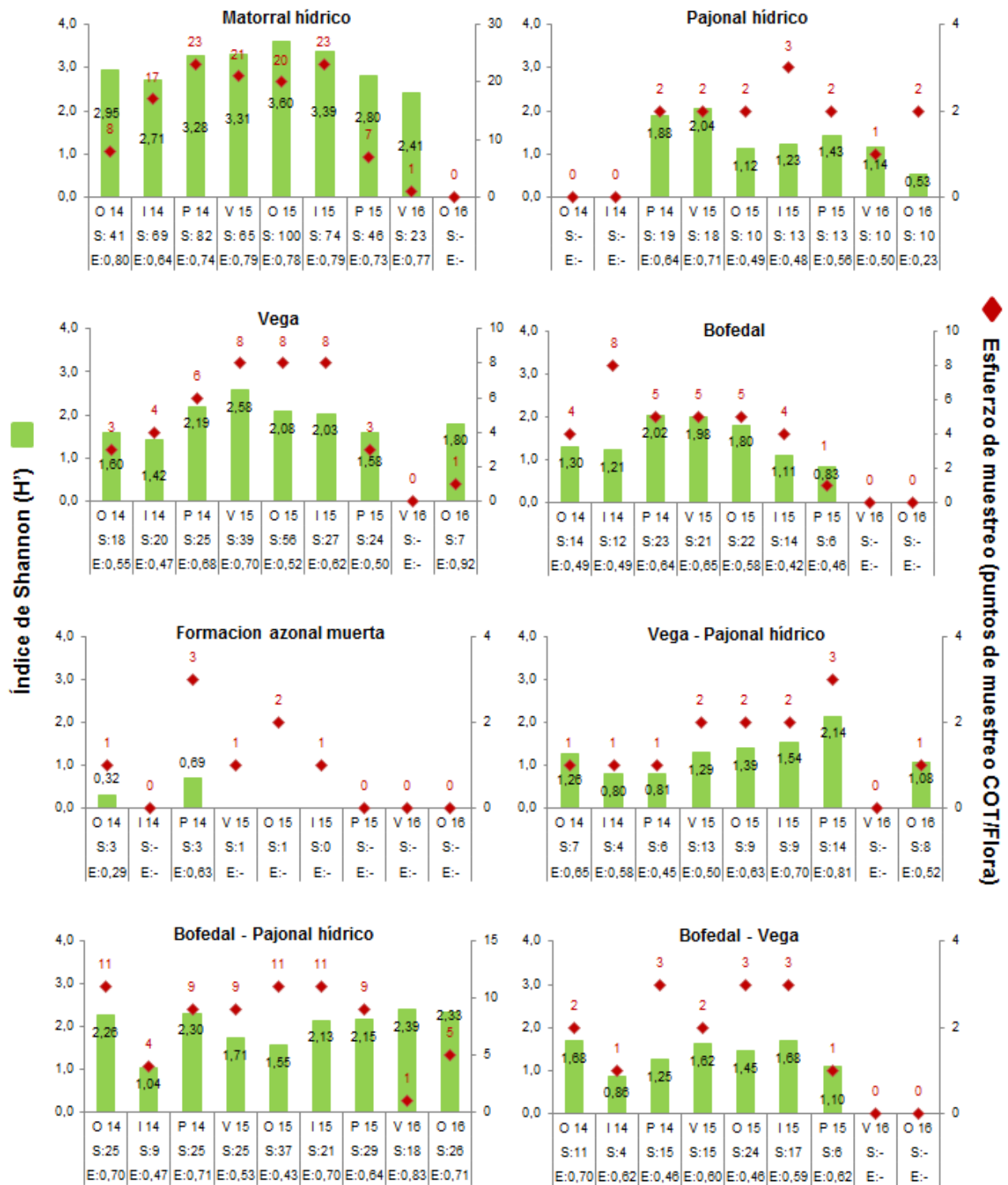
En cuanto a la vegetación azonal, por su parte (ver Figura 3.3.1-19), los valores de diversidad (H') de los tipos de formaciones azonales por campaña se sitúan entre 0,32 (valor superior al mínimo registrado en los tipos zonales) y 3,60 (valor inferior al H' máximo de las formaciones zonales). Los tipos de formaciones azonales presentan, en términos generales y en relación a los tipos zonales, menores valores de riqueza (S : <60 taxa, exceptuando los matorrales hídricos), de equidad en la abundancia de sus especies (E : <0,85) y, por ende, de diversidad por campaña (H' mayormente <2,50), así como una mayor variación de estos últimos valores.

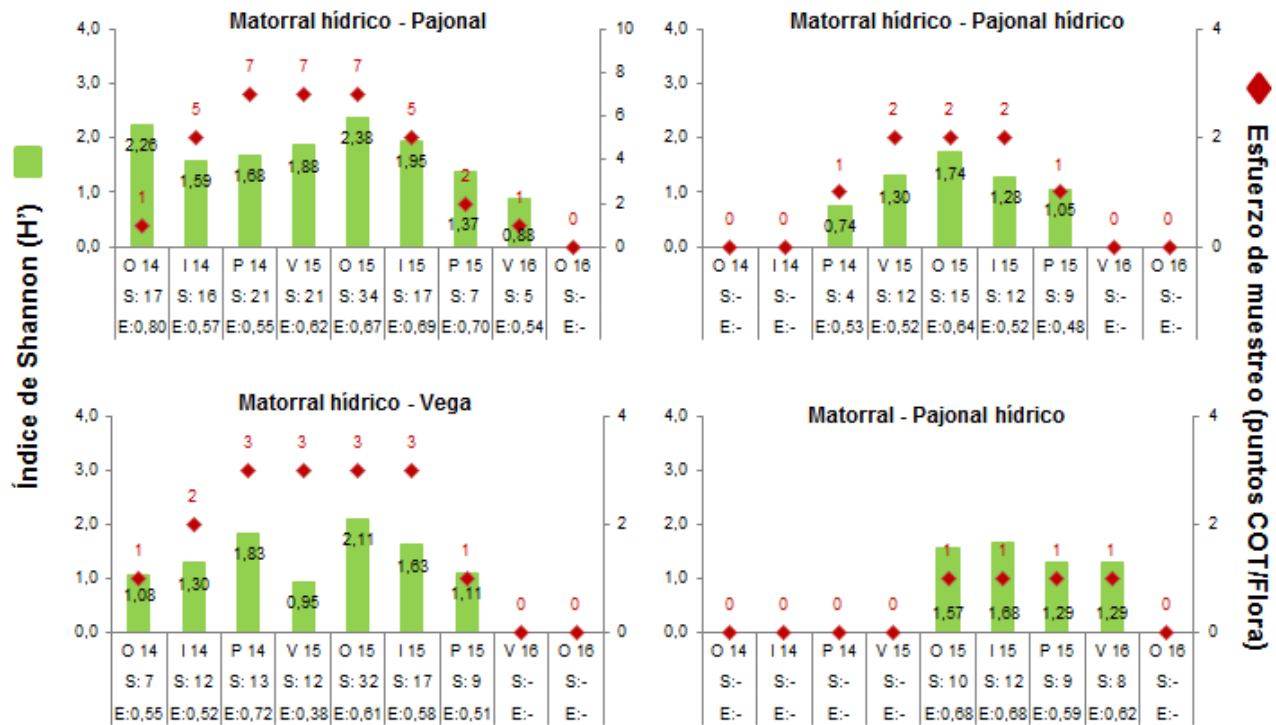
Destaca entre estos tipos de formaciones azonales, el matorral hídrico, con un valor de diversidad máximo de 3,60 (en otoño 2015) y valores estacionales siempre superiores a 2,40. Otra vez, estos mayores valores de diversidad se explican por corresponder al tipo de formación con mayores valores de riqueza de especies (S : entre 23 y 100) y de equitatividad entre sus abundancias (E : entre 0,64 y 0,80), y sin considerar que el valor más bajo corresponde a un caso con un único inventario.

Igualmente, alcanzan valores altos de diversidad por campaña los tipos de formación de vega (H' máxima: 2,58 en verano 2015), bofedal - pajonal hídrico (H' máxima: 2,39 en verano 2016) y matorral hídrico - pajonal (H' máxima: 2,38 en otoño 2015), en todos los casos con presencia de una, al menos, un caso de variación estacional importante en cuanto a la diversidad (>1).

Los menores valores de diversidad estacional, lo presentan el tipo bofedal - vega y el mixto matorral - pajonal hídrico, con un valor máximo de 1,68 en invierno de 2015 en los dos casos, además del tipo de formaciones azonales muertas, con un valor de diversidad inferior a 0,70 en dos campañas con una riqueza de tres taxa (ver Figura 3.3.1-19).

Figura 3.3.1-19. Variación estacional de la riqueza (S), del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y de Equidad de Pielou (E), de los tipos de formaciones vegetales azonales, registrados en el Área de Influencia





Donde: Campañas = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016; O 16: otoño 2016.

Puntos de Muestreo COT/Flora: puntos de muestreo con inventario florístico. * En las campañas de otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, no se muestrearon el total de los sectores del área de influencia (valor de esfuerzo de muestreo "0").

Fuente: Cedrem Consultores.

Finalmente, se compara la composición florística entre los sectores del Área de Influencia a través del cálculo del índice de Sorensen (Tabla 3.3.1-43) y de su esquematización a través de un dendrograma que esquematiza la similitud entre sectores, acorde al análisis de *cluster* realizado a partir de estos valores del índice de Sorensen (Figura 3.3.1-20).

De acuerdo a la diversidad *beta* estimada mediante el índice de Sorensen, la similitud en la composición florística de los sectores del área de influencia no supera el 75%. La mayor similitud florística es alcanzada al comparar los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (71,3%), los que presentan 112 especies en común. Le siguen los sectores Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho, con un 57,6% de similitud y 83 especies en común; los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Quebrada Choja - Ramucho, con 55,4% de similitud y 85 especies en común; y los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebrada Choja - Ramucho, con 55,2% de similitud y 88 especies en común. Otros valores de similitud destacables se registran también en los sectores de altura: entre los sectores Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (54,3%); entre Cordón Occidental y Altiplano Mina - Planta (53,6%); y entre Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Variante A-97B (53,7%). En cuanto al resto de los valores obtenidos, éstos no superan el 50% de similitud, siendo los sectores más disímiles Desierto Costero (0% de similitud con todos los otros sectores), Desierto Interior con Altiplano

Variante A-97B (4,4% de similitud, tres especies en común) y Desierto Interior con Altiplano Cerro Quitala (4,8% de similitud, dos especies en común; ver Tabla 3.3.1-43).

Del total de 299 taxa identificados en el área de influencia, ninguno fue registrado en todos los sectores de la misma; 13 taxa se registraron en seis de los ocho sectores; 28 en cinco de ellos; 39 taxa en cuatro sectores; 60 en tres sectores; 65 en dos de ellos; y 94 taxa se registraron exclusivamente en uno de los sectores, contribuyendo a su diferenciación.

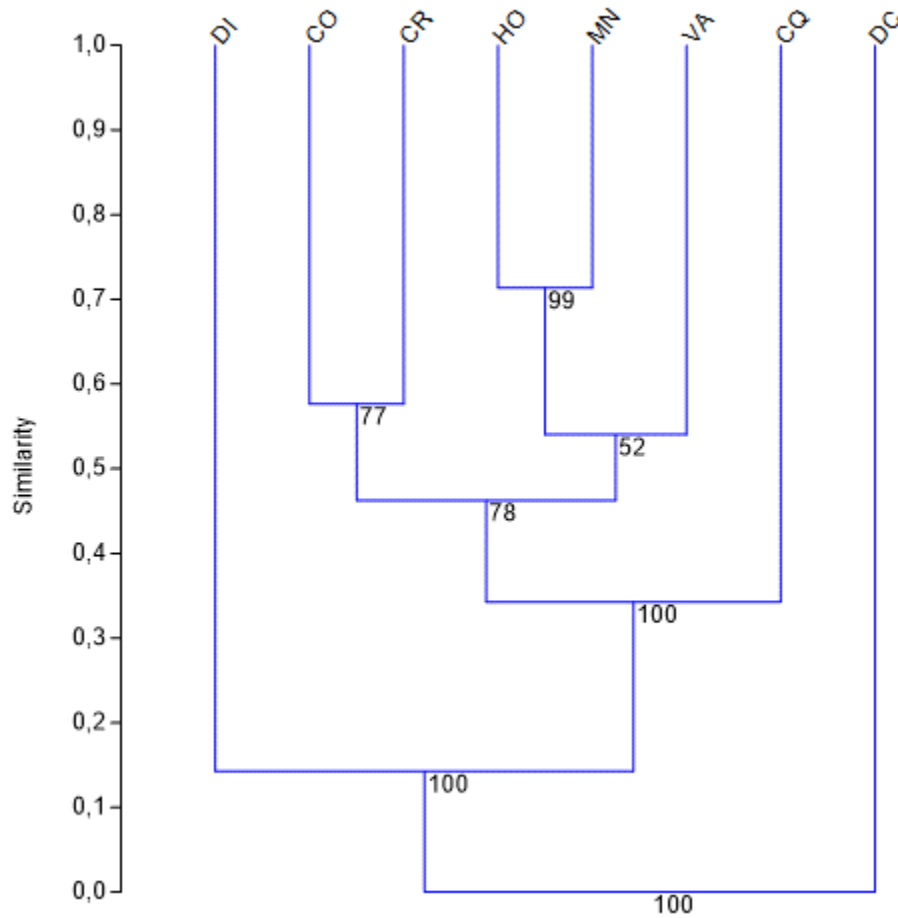
Tabla 3.3.1-43. Similitud florística: índices de Sorensen calculados para los sectores del Área de Influencia

SECTOR (RIQUEZA)	DC (1)	DI (44)	CO (132)	CR (156)	HO (151)	MN (163)	CQ (40)
DI (44)	0	-	29,5	23,0	11,3	12,6	4,8
CO (132)	0	29,5	-	57,6	47,4	53,6	32,6
CR (156)	0	23,0	57,6	-	55,4	55,2	21,4
HO (151)	0	11,3	47,4	55,4	-	71,3	37,7
MN (163)	0	12,6	53,6	55,2	71,3	-	38,4
CQ (40)	0	4,8	32,6	21,4	37,7	38,4	-
VA (91)	0	4,4	38,6	27,5	53,7	54,3	41,2

Donde: Sectores = DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.
Fuente: Cedrem Consultores.

De acuerdo a estos valores de similitud, el dendrograma del análisis de *cluster* (Figura 3.3.1-20), muestra en primer lugar, una diferenciación significativa (100%) del sector Desierto Costero con el resto del área de influencia, por contar con una sola especie que es exclusiva del sector. Se diferencia enseguida el sector Desierto Interior, con, igualmente, un valor de significancia del *bootstrap* de 100%, dado que comparte pocas especies con los otros sectores de mayor altitud (14 de sus 44 especies siendo exclusivas de este sector). Entre los sectores restantes, de mayor altitud, se distancia del resto, de manera muy significativa, el sector Altiplano Cerro Quitala (con un soporte de *bootstrap* de 100%), el que, si bien comparte el total de sus especies con al menos uno de los otros sectores, presenta una menor riqueza florística. Los restantes cuatro sectores, se encuentran casi significativamente diferenciados en dos grupos. El primero, reúne los dos sectores de transición del piedemonte cordillerano, Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho, casi diferenciados estadísticamente (77%), dado el alto número de especies que comparten (83, prácticamente la mitad de sus riquezas respectivas). El segundo grupo reúne los dos sectores de mayor similitud florística, Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, los que comparten un alto número de especies (112), aunque se encuentran significativamente diferenciados (soporte de *bootstrap* de 99%); y éstos, a su vez, se encuentran muy cercanos en términos de similitud con el sector Altiplano Variante A-97B, del que no llegan a diferenciarse de manera significativa (52%), los tres sectores compartiendo 57 especies.

Figura 3.3.1-20. Similitud florística: dendrograma de análisis de *cluster* entre sectores del Área de Influencia



Donde: Sectores = DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja – Ramucho; MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.
 Fuente: Cedrem Consultores.

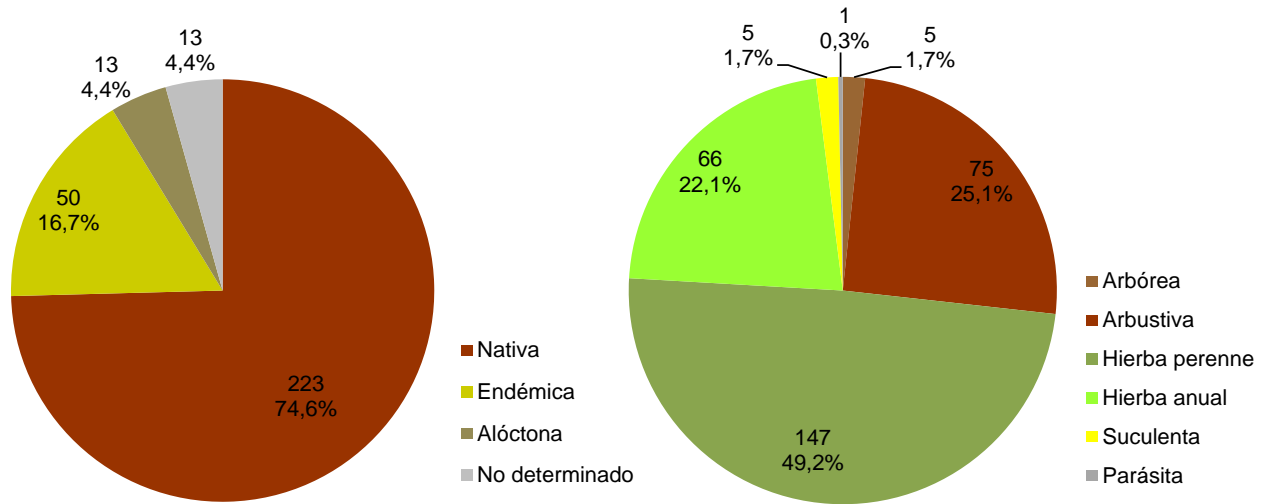
c) *Origen geográfico, formas de crecimiento y frecuencia*

En cuanto a su origen geográfico, de los 299 taxa de flora vascular registrados en el área de influencia, 223 (74,6%) corresponden a especies nativas, 50 a especies endémicas (16,7%), 13 son de origen alóctono (4,4%) y para 13 taxa (4,4%) no se pudo determinar el origen, por no encontrarse identificados hasta el nivel de especie (11 “sp.”, una “cf.” y una “aff.”), ver Figura 3.3.1-21.

La forma de vida dominante de la flora registrada en el área de influencia, corresponde a las hierbas perennes con 147, casi la mitad del total de las especies (49,2%). Le sigue en importancia la forma de vida arbustiva con 75 especies (25,1%) y las hierbas anuales con 66 (22,1%).

También se registran cinco especies suculentas (cactáceas) y cinco arbóreas (1,7%), y una especie parásita (0,3%), ver Figura 3.3.1-21.

Figura 3.3.1-21. Número de especies de flora vascular según su origen geográfico y sus formas de crecimiento, registrados en el área de influencia



Fuente: Cedrem Consultores, en base a muestreos estacionales realizados entre otoño 2014 y otoño 2016.

En la Tabla 3.3.1-44 se destacan las 15 especies, entre los 299 taxa de plantas vasculares registradas, que son especialmente frecuentes por encontrarse en más de 200 puntos de muestreo y en más de cinco sectores del área de influencia (en al menos una de las campañas estacionales). En consecuencia, con los resultados anteriores, de estas 15 especies, siete son arbustivas, seis corresponden a hierbas perennes, una a hierba anual y una es suculenta. Las tres especies más frecuentes corresponden a los arbustos *Baccharis tola* (726 puntos de muestreo) y *Parastrephia quadrangularis* (646), y a la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida* (655), todas presentes en los seis mismos sectores (los únicos sectores donde no se encuentran presentes son Desierto Costero e Interior).

Por otra parte, 54 taxa fueron registradas en sólo un punto de muestreo (en al menos una campaña estacional), correspondiendo a las especies menos frecuentes registradas en el área de influencia durante las ocho campañas estacionales.

Tabla 3.3.1-44. Listado de las especies frecuentes de flora vascular registradas en el área de influencia

ESPECIE	FORMA DE CRECIMIENTO	Nº PUNTOS DE MUESTREO	SECTORES								Total
			DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	
<i>Baccharis tola</i> Phil.	Arbustiva	726			X	X	X	X	X	X	6
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil.) Romasch.	Hierba perenne	655			X	X	X	X	X	X	6
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	Arbustiva	646			X	X	X	X	X	X	6
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Suculenta	507			X	X	X	X	X	X	6
<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	Arbustiva	428			X	X	X	X	X	X	6
<i>Adesmia spinosissima</i> Meyen	Arbustiva	373			X		X	X	X	X	5
<i>Neuontobotrys tarapacana</i> (Phil.) Al-Shehbaz	Hierba perenne	366			X	X	X	X	X		5
<i>Nassella nardoides</i> (Phil.) Barkworth	Hierba perenne	327			X		X	X	X	X	5
<i>Anatherostipa venusta</i> (Phil.) Peñailillo	Hierba perenne	303			X		X	X	X	X	5
<i>Ephedra breana</i> Phil.	Arbustiva	300			X	X	X	X	X	X	6
<i>Descurainia stricta</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	Hierba anual	288			X	X	X	X	X		5
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.	Hierba perenne	285			X	X	X	X	X	X	6
<i>Atriplex glaucescens</i> Phil.	Arbustiva	238		X	X	X	X	X		X	6
<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	Arbustiva	228			X	X	X	X		X	5
<i>Pycnophyllum molle</i> J. Remy	Hierba perenne	224			X		X	X	X	X	5

Donde: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; MN: Altiplano Mina - Planta; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el área de influencia = 1.278.

Fuente: Cedrem Consultores, en base a muestreos estacionales realizados entre otoño 2014 y otoño 2016.

d) *Especies en categoría de conservación*

Del total de 299 taxa, en el área de influencia se registraron 18 taxa en alguna categoría de conservación. En la Tabla 3.3.1-45 se muestran las especies que presentan clasificaciones según su estado de conservación. Se indican las categorías tanto oficiales (RCE, LRFT y Boletín N°47) como no oficiales (Anexos del LRFT). Además, se señalan los sectores del área de influencia en que fueron registradas cada una de estas especies.

El sector Quebrada Choja - Ramucho presenta la mayor cantidad de especies en categoría a pesar de su baja superficie (1,8% del área de influencia): nueve taxa, cuatro de ellos amenazados. Algo similar ocurre con los sectores Cordón Occidental y Altiplano Variante A-97B, con siete especies en categoría de conservación (tres amenazadas) cada uno y una proporción menor al 8% de la superficie del área de influencia. Este último sector presenta, además, de manera exclusiva tres de las cinco especies de helechos en categoría, dos de ellas amenazadas. Por otra parte, en el sector Desierto Costero, la única especie registrada en el sector se encuentra clasificada en una categoría de protección no oficial (ver Tabla 3.3.1-45).

A continuación, se mencionan las especies que presentan alguna categoría de conservación oficial.

Dentro de las especies **amenazadas**, destaca en primer lugar, la herbácea perenne *Metharme lanata* “metarma”, categorizada “En Peligro” según el D.S. N°42/2011 (Fotografía 3.3.1-81) Se trata de una especie de origen endémico, observada en áreas sin vegetación y con escasos individuos, en el sector Desierto Interior.

En categoría “Vulnerable” se distinguen tres especies: la arbustiva de origen nativo *Azorella compacta* “llareta”, que se encuentra listada en el D.S. N°51/2008 y que es registrada en cuatro de los sectores del área de influencia de mayor altitud (Fotografía 3.3.1-82); la arbustiva de origen endémico *Malesherbia tenuifolia* “piojillo”, listada en el D.S. N°42/2011 y registrada en tres sectores (ver Fotografía 3.3.1-83a); y la hierba perenne (orquídea) *Myrosmodes nervosa* “kolokolo”, clasificada en el D.S. N°41/2011, y registrada también en tres sectores (Fotografía 3.3.1-83b).

Por otro lado, se encontraron cuatro especies en categoría “Casi Amenazada”: la arbustiva *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* “monte blanco”, listada en el D.S. N°41/2011 y registrada en tres sectores del área de influencia (Fotografía 3.3.1-84a); la cactácea endémica *Haageocereus fascicularis* “quisco”, registrada en tres sectores (Fotografía 3.3.1-84b); y las herbáceas perennes (helechos) *Asplenium triphyllum* (Fotografía 3.3.1-85a) y *Woodsia montevidensis* (Fotografía 3.3.1-85b), registradas en el sector Altiplano Variante A-97B, las tres listadas en el D.S. N°13/2013.

En cuanto a las especies **precautorias**, se registra un total de nueve especies en la categoría “Preocupación Menor”. La cactácea *Oreocereus leucotrichus* “cardón blanco” (Fotografía

3.3.1-86d), los helechos (Pteridophyta) *Argyrochosma nivea* var. *nivea* “doradilla” (Fotografía 3.3.1-87a) y *Cheilanthes pruinata* “culantrillo” (Fotografía 3.3.1-87c), la hierba perenne *Equisetum giganteum* “cola de caballo” (Fotografía 3.3.1-87d) y la arbórea *Prosopis alba* “algarrobo blanco” (Fotografía 3.3.1-88), se encuentran listadas en el D.S. N°13/2013. Por otro lado, las cactáceas nativas *Cumulopuntia sphaerica* “gatito” (Fotografía 3.3.1-86b), *Maihueniopsis boliviana* “puskayo” (Fotografía 3.3.1-86c) y *Corryocactus brevistylus* “quisco” (Fotografía 3.3.1-86a), se encuentran en el D.S. N°19/2012. Por último, el helecho (Pteridophyta) *Pellaea ternifolia* “yuquelahuén” se encuentra en el D.S. N°52/2014 (Fotografía 3.3.1-87b).

Finalmente, en los anexos del LRFT (Hoffmann & Flores, 1989), se propone que el estado de conservación de la herbácea *Tillandsia landbekii* (Fotografía 3.3.1-89), presente en el sector desierto Costero, sería “Vulnerable” (categoría no oficial).

Tabla 3.3.1-45. Especies en categoría de conservación según fuentes oficiales y no oficiales registradas en el área de influencia

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FORMA DE CRECIMIENTO	ORIGEN GEOGRÁFICO	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN*	Sector											
					DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	Total			
EN CATEGORÍA OFICIAL																
<i>Metharme lanata</i> Phil. ex Engl.	Metarma	Hierba perenne	Endémica	Amenazadas	En Peligro ³ , En Peligro ⁷	x									1	
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Llaretá	Arbustiva	Nativa		Vulnerable ¹ , Vulnerable ⁷				x	x	x	x				4
<i>Malesherbia tenuifolia</i> D. Don	Piojillo	Arbustiva	Endémica		Vulnerable ³	x	x	x								3
<i>Myrosmodes nervosa</i> (Kraenzl.) Novoa, C. Vargas & Cisternas	Kolokolo, Lokoloko	Hierba perenne	Nativa		Vulnerable ²				x	x	x					3
<i>Aphyllocladus denticulatus</i> (J. Remy) Cabrera var. <i>calvus</i> (Phil.) Cabrera	Monte blanco, piyaya sureña	Arbustiva	Endémica		Casi Amenazada (a nivel de especie) ²	x	x	x								3
<i>Asplenium triphyllum</i> C. Presl	s/n	Hierba perenne	Nativa		Casi amenazada ⁵ , Rara ⁸ , Insuficientemente conocida ¹⁰									x		1
<i>Haageocereus fascicularis</i> (Meyen) F. Ritter	Quisco de la precordillera de Arica, Cardón	Suculenta	Endémica		Casi amenazada ⁵ , Vulnerable ⁸ , Fuera de Peligro ⁹	x	x	x								3
<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	s/n	Hierba perenne	Nativa		Casi amenazada ⁵ , Rara ⁸ , Rara ¹⁰									x		1
<i>Argyrochosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>nivea</i>	Doradilla, Rodadilla	Hierba perenne	Nativa		Preocupación menor ⁵ , Fuera de Peligro ¹⁰					x				x		2
<i>Cheilanthes pruinata</i> Kaulf.	Culantrillo, doradilla, chujchu	Hierba perenne	Nativa		Precautorias	Preocupación menor ⁵ , Rara ⁸ , Rara ¹⁰								x		1
<i>Corryocactus brevistylus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Britton & Rose	Quisco, Quisco de flores amarillas	Suculenta	Nativa	Preocupación menor ⁴ , Vulnerable ⁸ , Fuera de Peligro ⁹				x	x							2
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (J.R. Forst.) E.F. Anderson	Chuchampe, Gatito	Suculenta	Nativa	Preocupación menor ⁴ , Fuera de Peligro ⁹				x	x	x	x					4

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FORMA DE CRECIMIENTO	ORIGEN GEOGRÁFICO	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN*	Sector										
					DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	Total		
<i>Equisetum giganteum</i> L.	Limpia Plata, Cola de caballo	Hierba perenne	Nativa	Precautorias	Preocupación menor ⁵ , Rara ⁸ , Vulnerable ¹⁰				x						1
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Puskayo	Suculenta	Nativa		Preocupación menor ⁴ , Fuera de Peligro ⁸ (sus subespecies), Rara o Fuera de Peligro ⁹ (sus subespecies)			x	x	x	x	x	x		6
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter	Cardón blanco, viejito, chastudo	Suculenta	Nativa		Preocupación menor ⁵ , Fuera de peligro ⁸ , Fuera de Peligro ⁹			x	x		x				3
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link	Yuquelahuén, Cusapi	Hierba perenne	Nativa		Preocupación menor ⁶ , Insuficientemente conocida ⁸ , Insuficientemente conocida ¹⁰					x			x		2
<i>Prosopis alba</i> Griseb.	Algarrobo blanco	Arbórea	Nativa		Preocupación menor ⁵ , Vulnerable ⁷	x									1
EN CATEGORÍA NO OFICIAL															
<i>Tillandsia landbeckii</i> Phil.	Paja blanca, Calachunca	Hierba perenne	Nativa		Vulnerable ⁸	x									1
TOTAL						1	5	7	9	6	5	2	7	18	

Donde: Sector: DC: Desierto Costero; DI: Desierto Interior; CO: Cordón Occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; MN: Altiplano Mina - Planta; HO: Quebradas Huiniquinta - Ormajuno; CQ: Altiplano Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

*Categoría de conservación: se señalan en negrita las categorías de conservación vigentes según fuentes oficiales. (1) MINSEGPRES D.S. N°51/2008 Tercer proceso; (2) MMA D.S. N°41/2011 Sexto proceso; (3) MMA D.S. N°42/2011 Séptimo proceso; (4) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso; (5) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso; (6) MMA D.S. N°52/2014 Décimo Proceso; (7) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989); (8) Anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Regionales, Geófitas, Cactáceas, Bromeliáceas y Filicopsida: Benoit, 1989; Hoffmann & Flores, 1989; Rodríguez, 1989 y Hoffmann, 1989); (9) Boletín Nro. 47 del Museo Nacional de Historia Natural (Belmonte et al. 1998); (10) Boletín Nro. 47 del Museo Nacional de Historia Natural (Baeza et al. 1998).

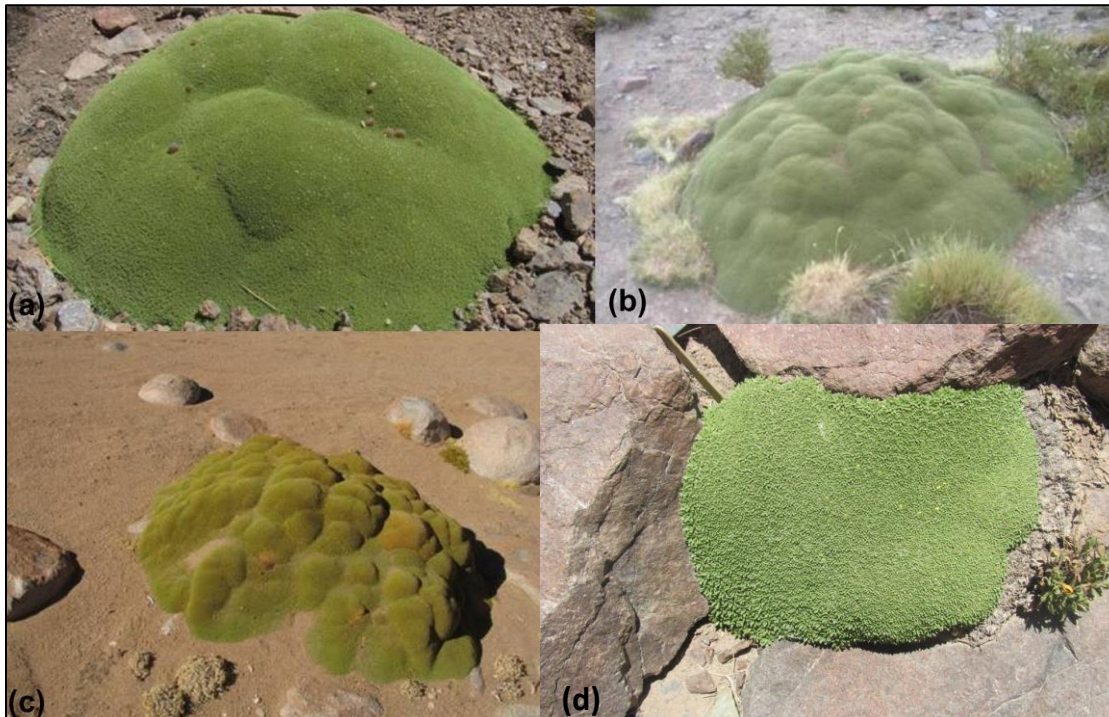
Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-81. Individuo de *Metharme lanata* avistado en áreas desprovistas de vegetación en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-82. Individuos de *Azorella compacta* “llareta”, identificadas en cuatro sectores del área de influencia



Donde: (a) y (d): Individuos en el sector Altiplano - Mina Planta; (b): Individuo avistado en una formación de bofedal - vega del sector Huinquentipa - Ormajuno; (c): Individuo detectado en sector Altiplano Cerro Quitala; (Fuente: Cedrem Consultores.

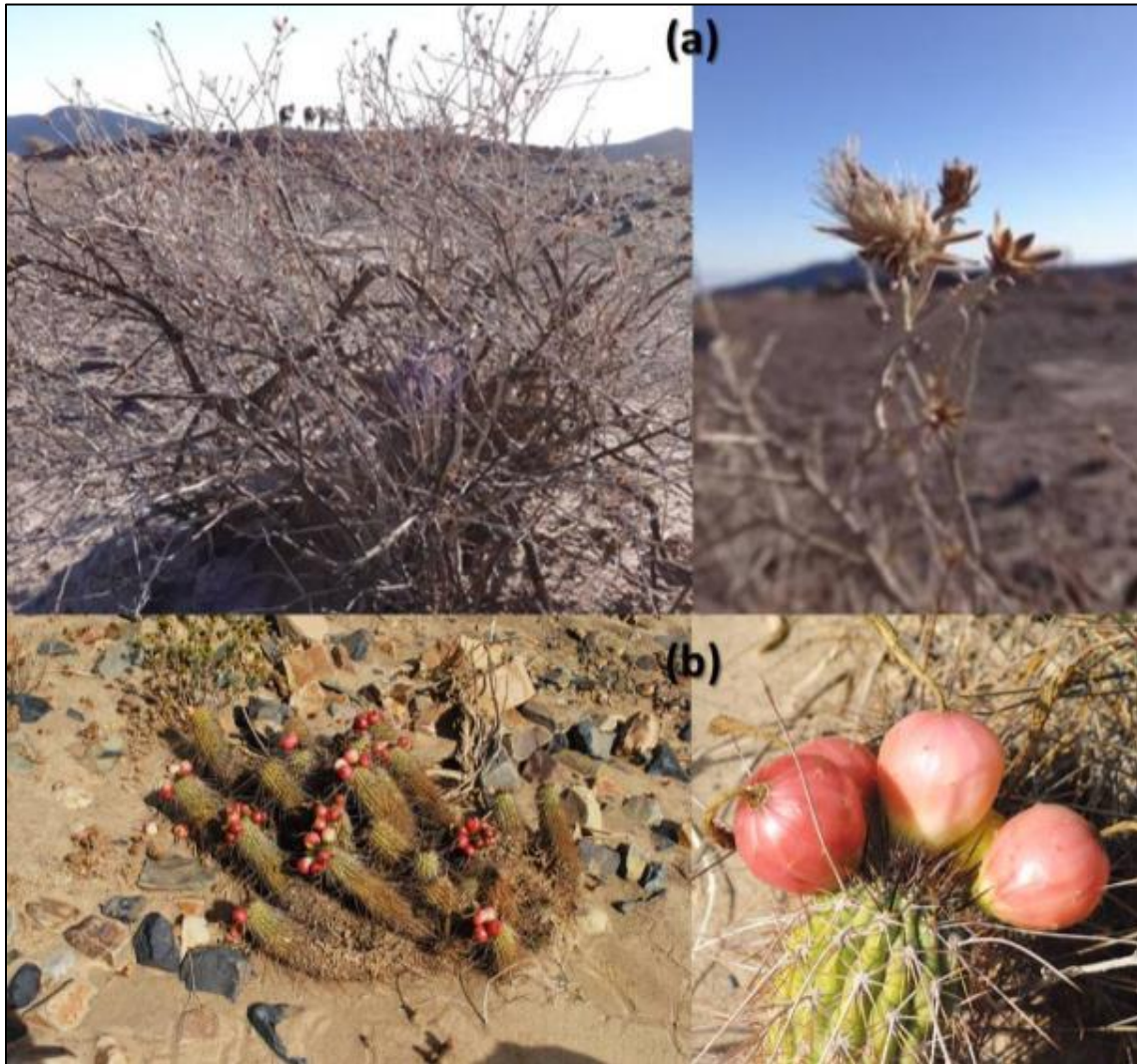
Fotografía 3.3.1-83. Especies Vulnerables en categoría oficial (RCE): *Malesherbia tenuifolia* “piojillo” y *Myrosmodes nervosa* “orquídea kolokolo”



Donde: (a) Individuos de *Malesherbia tenuifolia* registrados en el sector Cordón Occidental; (b) Individuos de *Myrosmodes nervosa* registrado en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.

Fuente: Cedrem Consultores.

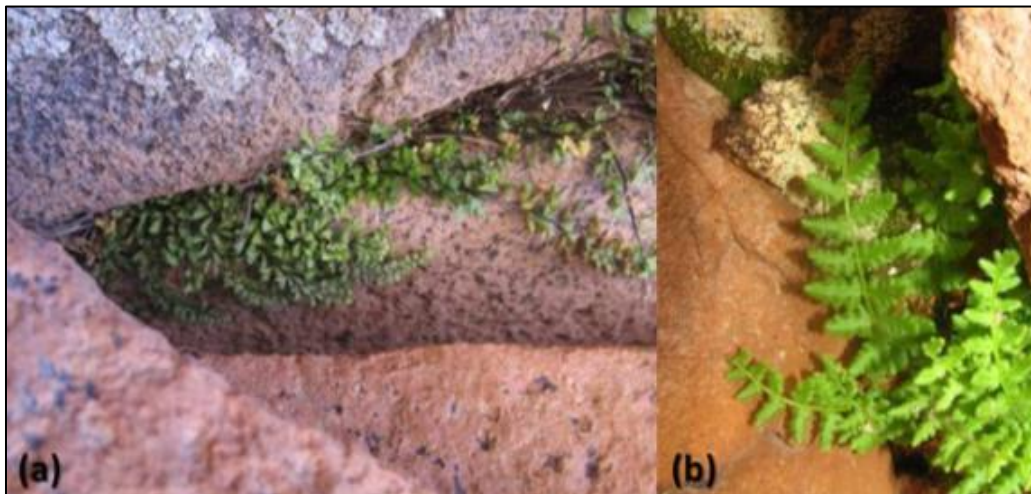
Fotografía 3.3.1-84. Especies Casi Amenazadas en categoría oficial (RCE): *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* “monte blanco” y *Haageocereus fascicularis* “cardón”



Donde: (a) Arbusto *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*; (b) Suculenta (cactácea) *Haageocereus fascicularis*.

Fuente: Cedrem Consultores.

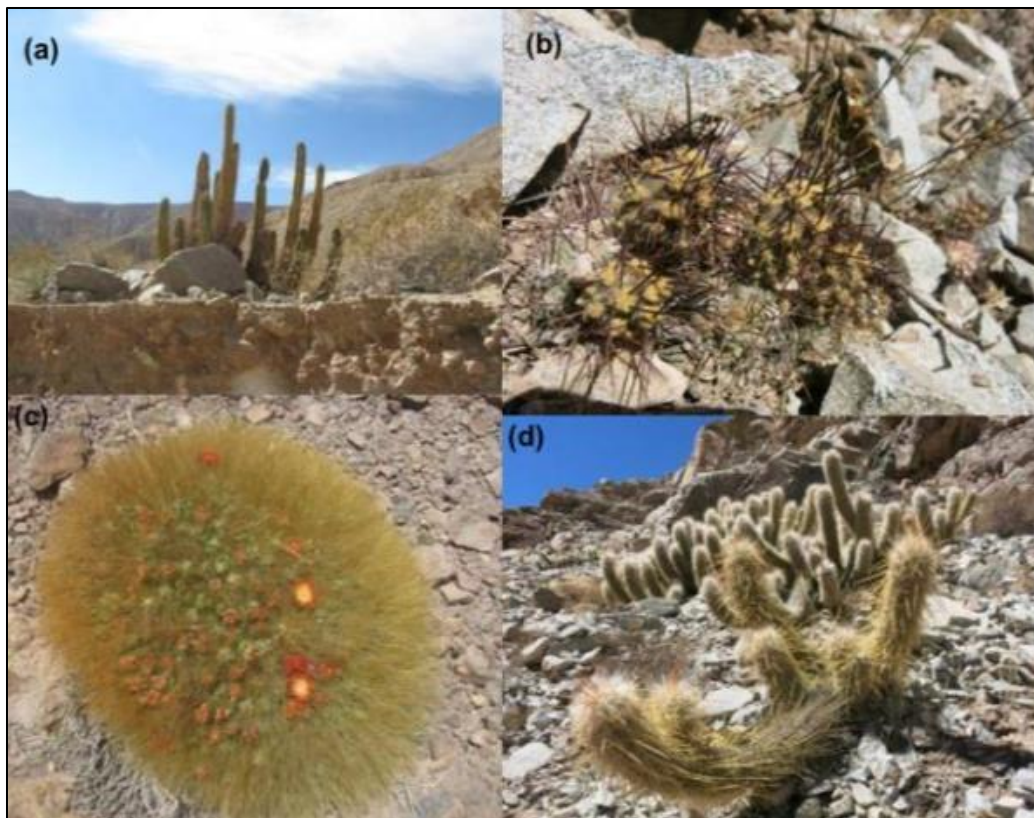
Fotografía 3.3.1-85. Especies de helechos clasificadas Casi Amenazadas en categoría oficial (RCE): *Asplenium triphyllum* y *Woodsia montevidensis*



Donde: (a) Individuo de *Asplenium triphyllum*; (b) Individuo de *Woodsia montevidensis*, ambos registrados en el sector Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

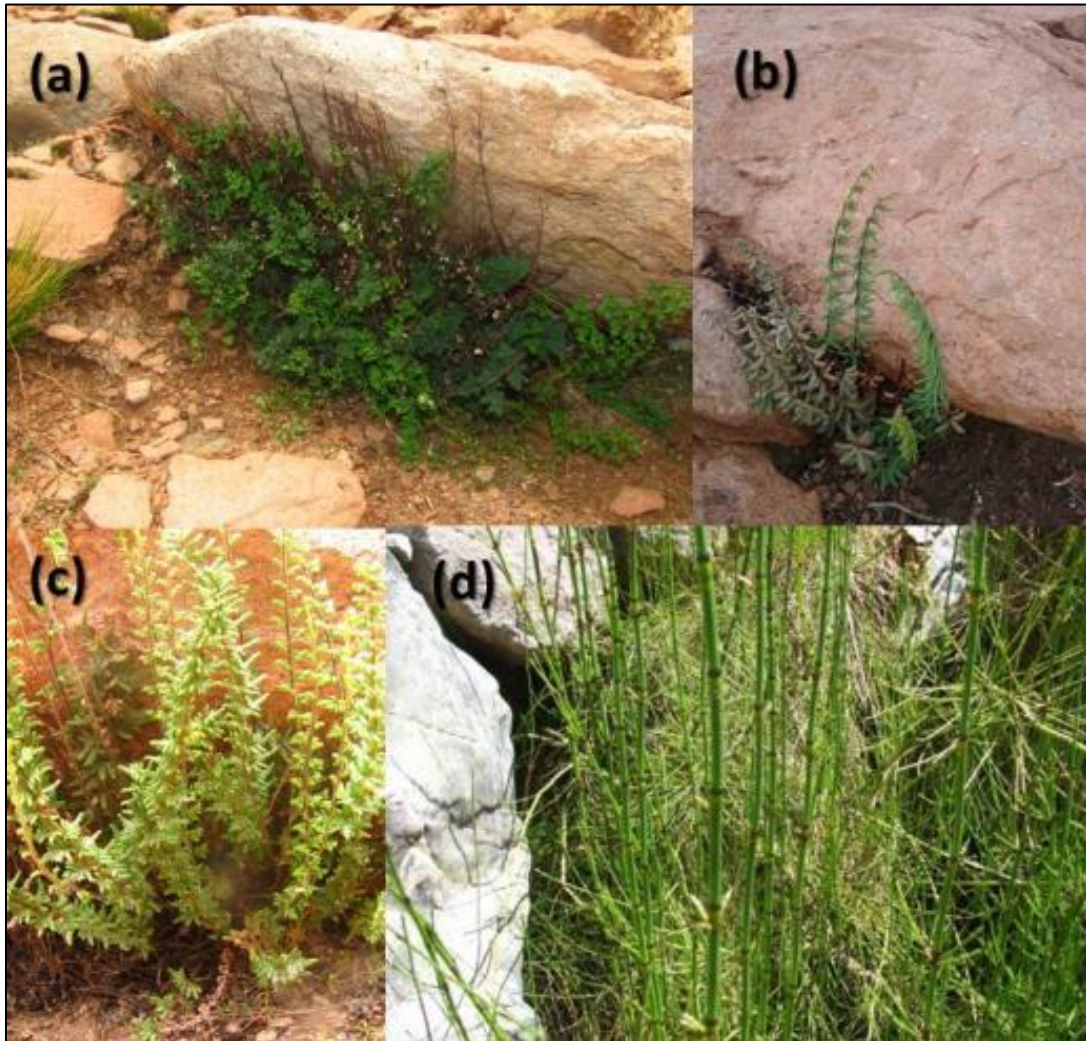
Fotografía 3.3.1-86. Especies suculentas clasificadas en Preocupación Menor, en categoría oficial (RCE)



Donde: (a): Individuo de *Corryocactus brevistylus* en el sector Cordón Occidental; (b): Individuo de *Cumulopuntia sphaerica* en el sector Cordón Occidental; (c): Individuo de *Maihueiopsis boliviana* en el sector Altiplano Mina - Planta; (d) Individuo de *Oreocereus leucotrichus* detectado en el sector Cordón Occidental.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-87. Especies herbáceas clasificadas en Preocupación Menor, en categoría oficial (RCE)



Donde: (a): Individuo de *Argyroschosma nivea* en el sector Altiplano Variante A-97B; (b): Individuo de *Pellaea ternifolia* en el sector Quebradas Huinquintipa - Ormajuno; (c): Individuo de *Cheilanthes pruinata* en el sector Altiplano Variante A-97B; (d) Individuo de *Equisetum giganteum* detectado en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-88. Individuos de *Prosopis alba* “algarrobo blanco”, avistado en un área denudada del sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-89. Individuos de *Tillandsia landbeckii*, “calachunca”, conformando una formación de herbazal en el sector Desierto Costero



Fuente: Cedrem Consultores.

e) *Flora observada en otros tipos de recubrimientos*

En el área de influencia se registran tres recubrimientos de suelo sin vegetación: áreas desprovistas de vegetación, áreas industriales y terrenos agrícolas, donde se han registrado algunos elementos de flora, con registros aislados, ya sea con presencia o muy baja abundancia de individuos en algunas unidades de estos recubrimientos (ver Figura 3.3.1-13 más arriba). Se destacan estos registros, ya que en algunos casos se trata de especies clasificadas en alguna categoría de conservación, pero es importante señalar que se registran en unidades donde no se alcanza una cobertura mínima necesaria para el desarrollo de vegetación. A continuación, se

describen por tipo de recubrimientos los registros de flora que han sido relevantes para tener presente en la caracterización de la flora del área de influencia:

e.i) Áreas industriales

Este recubrimiento se compone de, primero, áreas industriales propiamente tal, cuya mayor superficie se observa en el sector Altiplano Mina – Planta, concentrada principalmente en una gran unidad que envuelve todas las áreas de operaciones, construcciones y caminos; y, segundo, áreas con suelos removidos que se observan en varios sectores, aunque con menor representatividad en términos de superficie.

Para este recubrimiento se registran ocho especies de flora vascular en el área de influencia (Figura 3.3.1-14), dos de las cuales presentan alguna categoría de conservación y están presentes en dos unidades cartográficas, con un individuo en cada una:

- La especie arbórea *Prosopis alba*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°13/2013), registrada en la unidad cartográfica DI-002-249 del sector Desierto Interior.
- La especie suculenta *Maihueiopsis boliviana*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°19/2012), registrada en la unidad cartográfica MN-001-1469 del sector Altiplano Mina - Planta.

Para mayor detalle de sus registros y localizaciones, se pueden consultar los Anexos 3.3.1.8-4 y 3.3.1.8-5 y en la cartografía asociada en Plano 3.3.1-19 (Desierto Interior) y Plano 3.3.1-01, -02, -03 y -04 (Altiplano Mina - Planta).

e.ii) Áreas desprovistas de vegetación

Este recubrimiento se compone de tres tipos de formaciones: áreas denudadas, cumbres o afloramientos rocosos y cajas de río. Es importante mencionar, que este tipo de recubrimiento se trata de una formación natural, no intervenida a diferencia de las áreas industriales y de los terrenos agrícolas, por lo tanto, la presencia de elementos florísticos (en una cobertura siempre inferior al 5%) puede ser mayor y deberse a distintas razones, pero en ningún caso logra desarrollar y conformarse como vegetación.

Las áreas denudadas se observan principalmente en las zonas más desérticas, ocupando grandes extensiones en las que no logra desarrollarse vegetación, tanto por efectos climáticos como por escaso o nulo desarrollo de suelo. En las zonas de altiplano se observan unidades de áreas denudadas, pero en menor representatividad. Es en estas áreas denudadas donde se observa el mayor número de especies, principalmente entre los sectores Desierto Interior (28 especies) y Cordón Occidental (40 especies), donde aún hay una clara influencia del Desierto Absoluto, aunque comienza a desarrollarse vegetación a medida que se sube en altitud, en muchos casos con escasa cobertura, y en otros casos sólo la presencia de individuos (áreas denudadas con registros florísticos).

En los casos de cumbres o afloramientos rocosos, también se pueden observar especies, pero generalmente en casos de cumbres con elevada altitud, o con pendientes muy fuertes (hasta de 100%), y/o con abundante escarpe o rocas, dificultando el establecimiento de una comunidad de plantas, que sólo logran pocos individuos de algunas especies. En las cajas de ríos, la presencia de especies puede ser por arrastre de individuos que logran colonizar por un tiempo o por zonas ecotonales que pueden formarse entre formaciones.

En el recubrimiento áreas desprovistas de vegetación se registran 62 especies de flora vascular (Figura 3.3.1-14), en varias unidades desprovistas de vegetación del área de influencia y en casi todos los sectores (ver registros en detalle en el Anexo 3.3.1-5 y la ubicación de éstos en el Anexo 3.3.1-4). En cuanto a los registros de flora que toman importancia en el área, se presentan a continuación nueve especies con alguna categoría de conservación:

- La hierba perenne *Tillandsia landbeckii*, en clasificación Vulnerable (Anexos LRFT; Hoffmann & Flores, 1989), registrada en la unidad cartográfica DC-004-305 del sector Desierto Costero (Plano 3.3.1-21). Se observaron algunos individuos en forma aislada, cercanos a las formaciones de herbazal de esta especie.
- La hierba perenne *Metharme lanata*, en clasificación de Amenazada (En peligro; D.S. N°42/2011), registrada en seis unidades cartográficas (DI-016-205, DI-016-206, DI-016-241, DI-016-242, DI-016-243 y DI-016-331) del sector Desierto Interior (ver Plano 3.3.1-15, -16, -17, -23 y -24). Se observan de uno a no más de tres individuos por unidad cartográfica.
- La especie arbórea *Prosopis alba*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°13/2013), registrada en tres unidades cartográficas (DI-013-212, DI-017-222 y DI-020-247) del sector Desierto Interior (ver Plano 3.3.1-23 y -24).
- La especie arbustiva *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, en clasificación de Amenazada (Casi amenazada; D.S. N°41/2011), registrada en cuatro unidades cartográficas, una del sector Desierto Interior (DI-015-211) y en tres unidades del sector Cordón Occidental: CO-171-1211, CO-171-1216 y CO-176-1377 (ver Plano 3.3.1-15 y -24).
- La especie suculenta *Haageocereus fascicularis*, en clasificación de Amenazada (Casi amenazada; D.S. N°41/2011), registrada en cinco unidades cartográficas del sector Cordón Occidental: CO-173-1173, CO-171-1211, CO-171-1216, CO-173-1218 y CO-169-1364 (ver Plano 3.3.1-14 y -15).
- La especie suculenta *Cumulopuntia sphaerica*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°19/2012), registrada en la unidad cartográfica CO-174-1213 del sector Cordón Occidental (ver Plano 3.3.1-15).
- La especie suculenta *Oreocereus leucotrichus*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°13/2013), registrada en las unidades cartográficas CO-175-1183 y CO-175-1624 del sector Cordón Occidental (ver Plano 3.3.1-14).
- La especie suculenta *Maihueniopsis boliviana*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°19/2012), registrada en tres unidades cartográficas del

sector Cordón Occidental: CO-175-1183, CO-174-1213 y CO-175-1624 (ver Plano 3.3.1-14 y -15).

- La especie arbustiva *Azorella compacta*, en clasificación de Amenazada (Vulnerable; D.S. N°51/2008), registrada en la unidad cartográfica MN-466-484 del sector Altiplano Mina - Planta (ver Plano 3.3.1-01).

e.iii) *Terrenos agrícolas*

En este recubrimiento se observa un tipo de formación, correspondiente a terrenos agrícolas abandonados, ubicados en la Quebrada de Maní del sector Desierto Interior, entre 1.400 y 1.700 metros de altitud, aproximadamente. Si bien estos terrenos están abandonados por un tiempo desconocido y no presentan cultivos o indicadores de cultivos antiguos, es el único lugar donde se registran algunos elementos de flora diferentes a las formaciones vegetales del sector, tales como las hierbas *Argemone subfusiformis* y *Datura ferox*, y las especies arbóreas *Acacia macracantha* y *Schinus areira*.

Se registran ocho especies de flora vascular para este recubrimiento (Figura 3.3.1-14), en varias unidades cartográficas del sector Desierto Interior (ver registros en detalle en el Anexo 3.3.1-5 y la ubicación de éstos en el Anexo 3.3.1-4). En cuanto a los registros de flora que toman importancia en el área, se presenta una especie en categoría de conservación, correspondiente a la especie arbórea *Prosopis alba*, en clasificación de Precautoria (Preocupación menor; D.S. N°13/2013). Esta especie se registra en cuatro unidades cartográficas del sector Desierto Interior: DI-023-246, DI-023-254, DI-025-258 y DI-027-267 (ver Plano 3.3.1-24).

3.3.1.5.4 Descripción por sector

a) *Sector Desierto Costero*

a.i) *Recubrimiento y formaciones vegetales*

El sector Desierto Costero abarca una superficie de 11.973,4 hectáreas, que representa un 24,0% de la superficie del área de influencia. Se localiza en una zona de Desierto absoluto, desde el nivel del mar, en la localidad de Punta Patache, hasta unos 1.100 metros de altitud, aproximadamente, hacia el interior.

En el sector Desierto Costero, se describen dos tipos de recubrimiento: superficies cubiertas por vegetación de tipo azonal, que representa un 0,1% del área del sector con 15,2 hectáreas, y superficies correspondientes a otros recubrimientos, que ocupan el otro 99,9% del sector, con 11.958,2 hectáreas (ver Tabla 3.3.1-46 y Figura 3.3.1-22).

La superficie correspondiente a otros recubrimientos se encuentra representada por dos recubrimientos de suelo: áreas industriales (centros industriales), que abarca 169,1 hectáreas (1,4%) y áreas desprovistas de vegetación (cumbres y afloramientos rocosos, y áreas denudadas) que ocupan 11.789,1 hectáreas (98,5%).

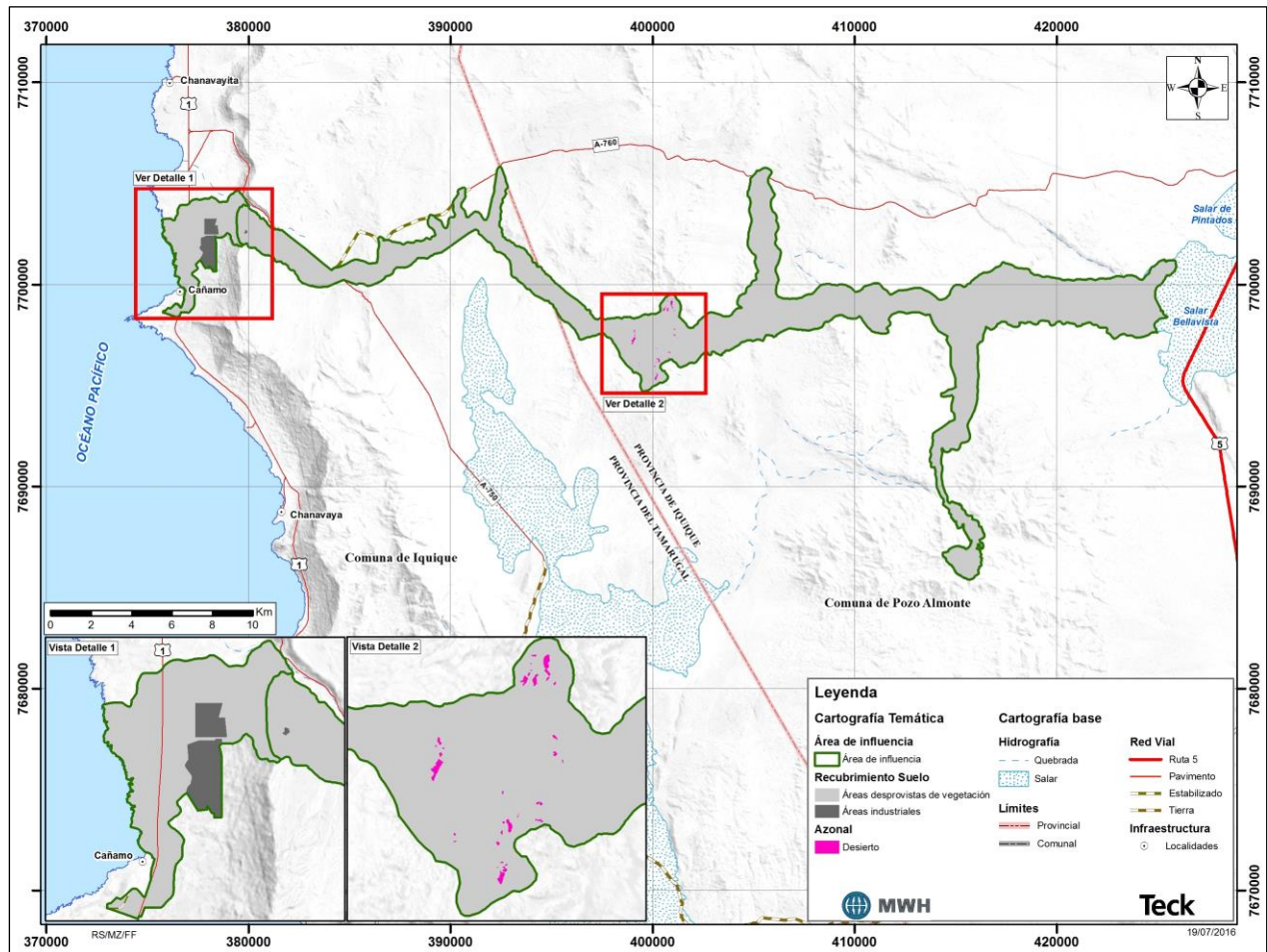
Por otro lado, la superficie ocupada por vegetación azonal se encuentra representada por un único recubrimiento: desierto. Presentando un tipo de formación vegetal, correspondiente a los herbazales de *Tillandsia landbeckii*, comúnmente llamados “tillandsiales, que ocupan 15,2 hectáreas del sector (ver Tabla 3.3.1-46).

Tabla 3.3.1-46. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el sector Desierto Costero

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	11.958,2	99,9	20	36,4
ÁREAS INDUSTRIALES	169,1	1,4	3	5,5
Centros industriales	169,1	1,4	3	5,5
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	11.789,1	98,5	17	30,9
Cumbres, afloramientos rocosos	151,6	1,3	1	1,8
Áreas denudadas	11.637,5	97,2	16	29,1
VEGETACIÓN AZONAL	15,2	0,1	35	63,6
DESIERTO	15,2	0,1	35	63,6
Herbazal	15,2	0,1	35	63,6
<i>Herbazal de Tillandsia landbeckii</i>	15,2	0,1	35	63,6
Total general	11.973,4	100,0	55	100,0

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-22. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Desierto Costero



Fuente: Cedrem Consultores.

a.ii) *Riqueza y composición florística*

En este sector se registra una especie de flora vascular, en siete campañas estacionales: *Tillandsia landbeckii*. La misma corresponde a una hierba perenne de la familia Bromeliaceae, de la Clase Liliopsida (Monocotyledoneae). El Anexo 3.3.1-3 analiza el esfuerzo de muestreo realizado en este sector, mientras que el listado taxonómico de la flora registrada se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

a.iii) *Origen geográfico*

La especie *Tillandsia landbeckii* es una planta vascular nativa de Chile, y se encuentra, según lo anteriormente señalado, en formaciones de herbazal en el sector de Desierto costero.

a.iv) Rangos de distribución

La especie *Tillandsia landbeckii*, presenta en Chile una distribución geográfica no restringida, dado que su distribución natural se extiende desde la XV Región de Arica y Parinacota hasta la IV Región de Coquimbo (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013).

a.v) Forma de crecimiento

La especie *Tillandsia landbeckii* corresponde a una hierba perenne.

a.vi) Frecuencia y abundancia de las especies

Se registró a *Tillandsia landbeckii* conformando formaciones de herbazales monoespecíficos en laderas del desierto costero con exposición suroeste. La especie fue registrada en un total de 12 inventarios a lo largo de las siete campañas, los que representan el 14,4% de los puntos de muestreo realizados en el sector. Sus valores de abundancia son constantes a través de las campañas estacionales y se encuentran siempre entre un 5% y 50% de cobertura de la formación vegetal (Tabla 3.3.1-47).

Tabla 3.3.1-47. Abundancia de la de flora vascular registrada en el sector Desierto Costero

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)								Total
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V16	
<i>Tillandsia landbeckii Phil.</i>	3(2-3)	3(2-3)	2(2-3)	2(2-3)	2(2-3)	3(2-3)	2(2-3)	-	2(2-3)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; v 16: verano 2016.

Donde rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a 2 = Cobertura, 5-25%, 3 = Cobertura 25-50%,
 N° de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 48; Campaña de Invierno 2014 = 30; Campaña de Primavera 2014 = 53; Campaña de Verano 2015= 47; Campaña de otoño 2015 = 48; Campaña de Invierno 2015 = 37; Campaña de Primavera 2015 = 20; Campaña de Verano 2015= 0.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 82.

Fuente: Cedrem Consultores.

a.vii) Especies en categorías de conservación

La especie *Tillandsia landbeckii* está en la categoría de conservación, no oficial, "Vulnerable", de acuerdo a los anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Estado de Conservación de las plantas regionales, Geófitas, Cactáceas y Bromeliáceas chilenas). La especie se localiza en los parches de vegetación que conforman los herbazales dominados por esta especie.

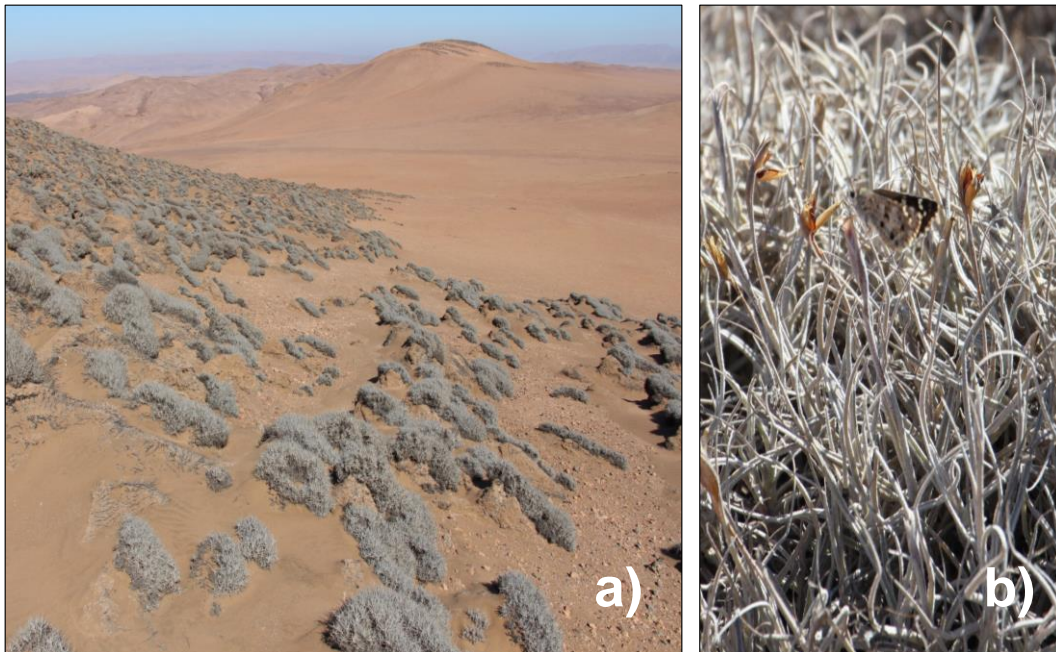
a.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

No se registraron especies en el Decreto N°68/2009 en el área correspondiente a Desierto Costero. Tampoco se registraron especies bajo otros decretos de protección a especies nativas.

a.ix) Singularidad ambiental

De acuerdo a la caracterización de la vegetación realizada para el sector Desierto Costero, las únicas formaciones vegetales existentes corresponden a herbazales de *Tillandsia landbeckii*. Dentro de este sector del área de influencia, se han identificado 35 unidades de esta formación, todas concentradas en el mismo sector de la Cordillera de la Costa (ver Figura 3.3.1-22 y Fotografía 3.3.1-90), sumando una superficie total de 15,2 hectáreas (0,1% del área del sector).

Fotografía 3.3.1-90. Formaciones singulares del sector Desierto Costero



Donde: a) Herbazal de *Tillandsia landbeckii*; b) Detalle de las hojas y estructuras florales de la especie.
Fuente: Cedrem Consultores.

Según Luebert y Pliscoff (2006), este tipo de formaciones de herbazal sólo se observan en algunos enclaves de la Cordillera de la Costa, en las zonas altas donde existe incidencia de neblinas, y cuya dinámica regenerativa puede estar asociada a los escasos eventos de precipitación que se producen. Por esta dependencia a sitios específicos donde hay aporte hídrico, esta formación vegetal fue clasificada como vegetación de tipo azonal. Se menciona también que existen muy pocos datos sobre sus composiciones florísticas.

Por otra parte, *Tillandsia landbeckii* es una especie evaluada de manera no oficial en categoría de conservación "Vulnerable", y, si bien su distribución no es restringida al área de influencia, forma parte del tipo de vegetación baja, denominada "oasis de niebla", desarrollado en la

Cordillera de la Costa entre 300 y 800 m de altitud, y que forma parte de un sistema de Sitios Prioritarios regionales para la conservación, entre los cuales se encuentra el Bien Nacional Protegido “Oasis de Niebla Alto Patache”, que limita con el área de influencia, y el sitio Prioritario regional “Pabellón de Pica” que se encuentra un poco más al sur (ver Anexo 3.3.1-2).

Por estos motivos, las 35 unidades de la formación de herbazal de *Tillandsia landbeckii* se han considerado como formaciones ambientalmente singulares, ver unidades en ver Plano 3.3.1-21 y en Anexo 3.3.1-4. En la siguiente tabla, se observa la superficie que corresponde a las 35 unidades singulares y su proporción con respecto a la superficie del sector y la superficie singular del área de influencia (Tabla 3.3.1-48).

Tabla 3.3.1-48. Superficie ambientalmente singular en sector Desierto Costero

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Desierto Herbazal	15,2	100
Total singular del sector (ha)	15,2	100
Proporción respecto al total del sector (%)	0,1	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	0,03	

Fuente: Cedrem Consultores.

b) *Sector Desierto Interior*

b.i) *Recubrimiento y formaciones vegetales*

En el sector Desierto Interior se describen dos tipos de recubrimiento: superficies cubiertas por vegetación de tipo zonal, que representa un 0,5% del área del sector con 100,2 hectáreas, y superficies correspondientes a otros recubrimientos, que ocupan el otro 99,5% del sector, con 20.988,2 hectáreas. Ambas, en conjunto, abarcan una superficie de 21.088,4 hectáreas del área de influencia del proyecto (ver Tabla 3.3.1-49 y Figura 3.3.1-23).

La superficie correspondiente a otros recubrimientos se encuentra representada por tres recubrimientos de suelo: áreas industriales (centros industriales y suelos removidos), que abarcan 34,8 hectáreas (0,2%); áreas desprovistas de vegetación (cajas de río, cumbres y afloramientos rocosos, y áreas denudadas) que ocupan 20.911,6 hectáreas (99,2%); y terrenos agrícolas (terreno agrícola abandonado) que abarcan 41,7 hectáreas del sector (0,2%).

Por otro lado, la superficie ocupada por vegetación zonal se encuentra representada por tres recubrimientos: estepas, matorrales y bosque nativo (ver Tabla 3.3.1-49 y Figura 3.3.1-23). El recubrimiento de estepa corresponde 24,8 hectáreas del sector Desierto Interior (0,1%), y está conformado por un único tipo de formación vegetal, el herbazal de *Neuontobotrys grayana* (Tabla 3.3.1-49). El recubrimiento de matorrales en el sector corresponde a 74,8 hectáreas (0,4%), y está conformado por tres formaciones vegetales de tipo matorral, que se distribuyen en forma discontinua por la Quebrada Maní. Entre estas, destaca la formación de matorral de *Huidobria fruticosa*, que representa el 0,3% de la superficie del sector con 60,4 hectáreas (ver Tabla

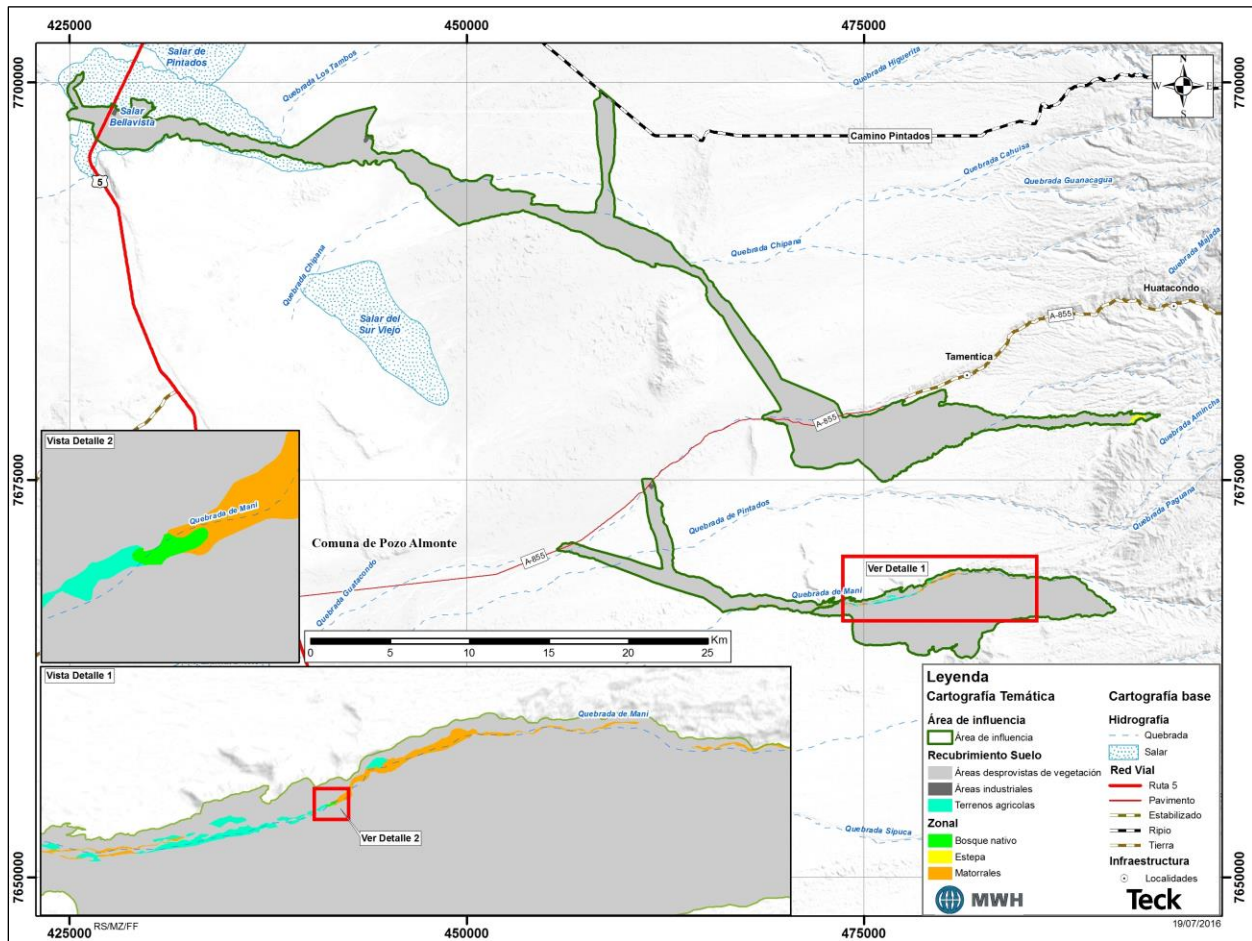
3.3.1-49). Finalmente, el recubrimiento del bosque nativo, ocupa en el sector una superficie de 0,6 hectáreas, que representan un 0,003% del área de Desierto Interior. Este recubrimiento se encuentra representado por un tipo de formación vegetal: el bosque renoval de *Schinus areira*, ubicado en la porción más occidental del fondo de la Quebrada de Maní (ver Tabla 3.3.1-49 y Figura 3.3.1-23).

Tabla 3.3.1-49. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Desierto Interior

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	20.988,2	99,5	73	89,0
ÁREAS INDUSTRIALES	34,8	0,2	3	3,7
Centros industriales	26,0	0,1	2	2,4
Suelos removidos	8,8	0,04	1	1,2
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	20.911,6	99,2	59	72,0
Caja de río	20,6	0,1	4	4,9
Cumbres, afloramientos rocosos	2288,1	10,9	4	4,9
Áreas denudadas	18.602,9	88,2	51	62,2
TERRENOS AGRÍCOLAS	41,7	0,2	11	13,4
Terreno agrícola abandonado	41,7	0,2	11	13,4
VEGETACIÓN ZONAL	100,2	0,5	9	11,0
ESTEPAS	24,8	0,1	1	1,2
Herbazal	24,8	0,1	1	1,2
<i>Herbazal de Neuontobotrys grayana</i> ¹	24,8	0,1	1	1,2
MATORRALES	74,8	0,4	7	8,5
Matorral	74,8	0,4	7	8,5
<i>Matorral de Hoffmannseggia aphylla</i>	7,5	0,04	3	3,7
<i>Matorral de Huidobria fruticosa</i>	60,4	0,3	3	3,7
<i>Matorral de Baccharis salicifolia</i>	6,9	0,03	1	1,2
BOSQUE NATIVO	0,6	0,003	1	1,2
Bosque nativo	0,6	0,003	1	1,2
<i>Bosque nativo de Schinus areira</i>	0,6	0,003	1	1,2
Total general	21.088,4	100	82	100

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-23. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

b.ii) Riqueza y composición florística

La riqueza de especies registrada durante las siete campañas estacionales realizadas en el sector es de 44 taxa, pertenecientes a 37 géneros, agrupados en 23 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-24). De la totalidad de especies registradas, 41 corresponden a la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), mientras que tres corresponden a la clase Liliopsida (Monocotiledóneas), sin registrarse especies de otras clases (Figura 3.3.1-25). En el Anexo 3.3.1-3 se presenta el esfuerzo de muestreo realizado en este sector, mientras que el listado taxonómico de la flora registrada se detalla en el Anexo 3.3.1-5.

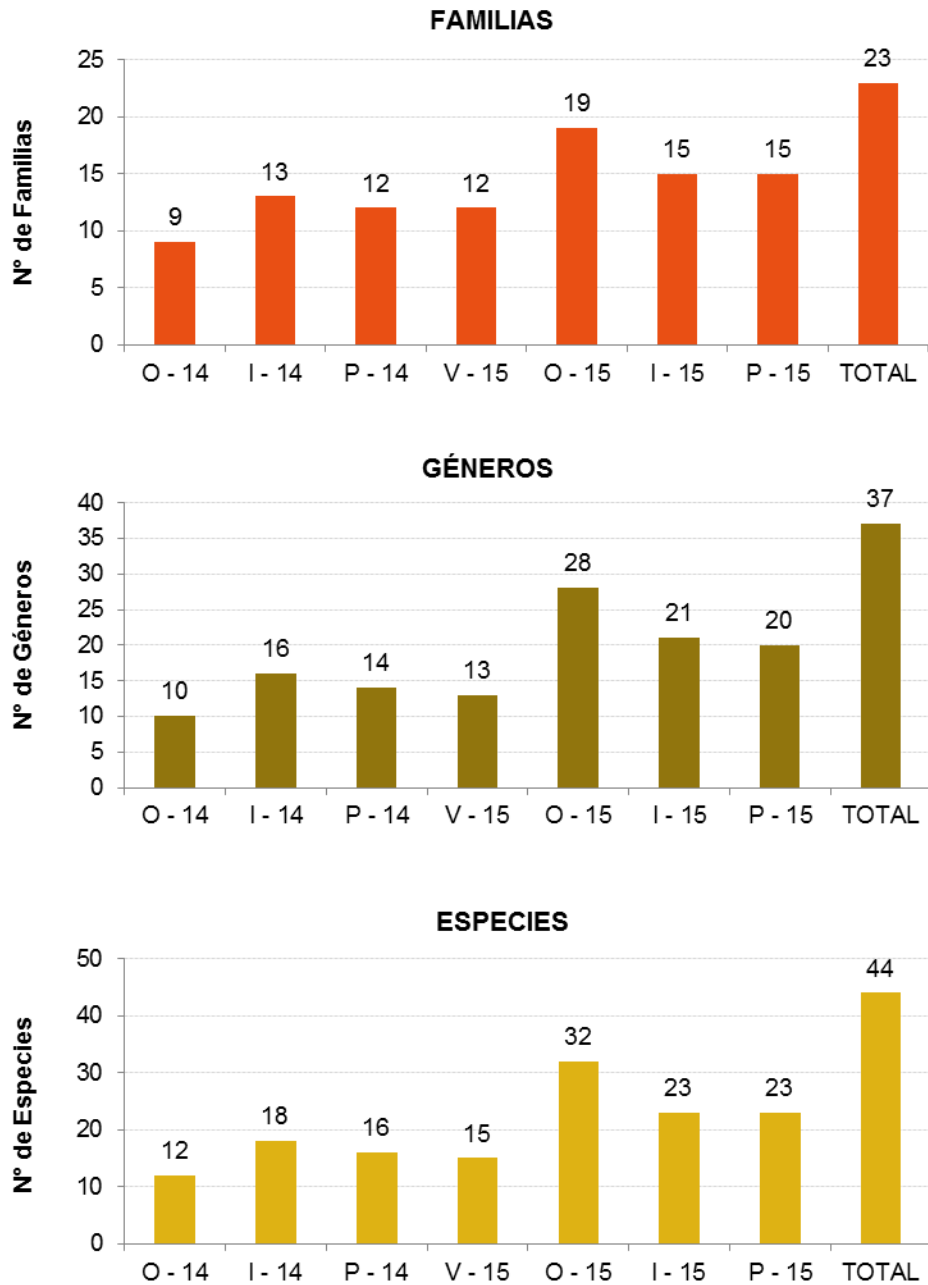
Por otra parte, un único taxón correspondiente a la clase Magnoliopsida, sólo pudo ser identificado a nivel de género durante las campañas, ya que se encontró totalmente seco y/o sin los caracteres morfológicos necesarios para su identificación a nivel de especie.

La mayor riqueza de especies en el sector Desierto Interior se registra durante la estación de otoño 2015, con 32 taxa. En contraste, otoño 2014 corresponde a la campaña con la menor

riqueza de especies, con 12 taxa (Figura 3.3.1-24). Durante las campañas verano y otoño 2016, este sector no fue relevado, debido a que el enfoque de la campaña fue abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría.

Las familias más representadas en la flora del sector son Asteraceae, con seis especies, seguida de Boraginaceae, Fabaceae y Montiaceae con cuatro especies cada una. Por otra parte, 14 familias se encuentran representadas por una única especie (ver Figura 3.3.1-25).

Figura 3.3.1-24. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Desierto Interior

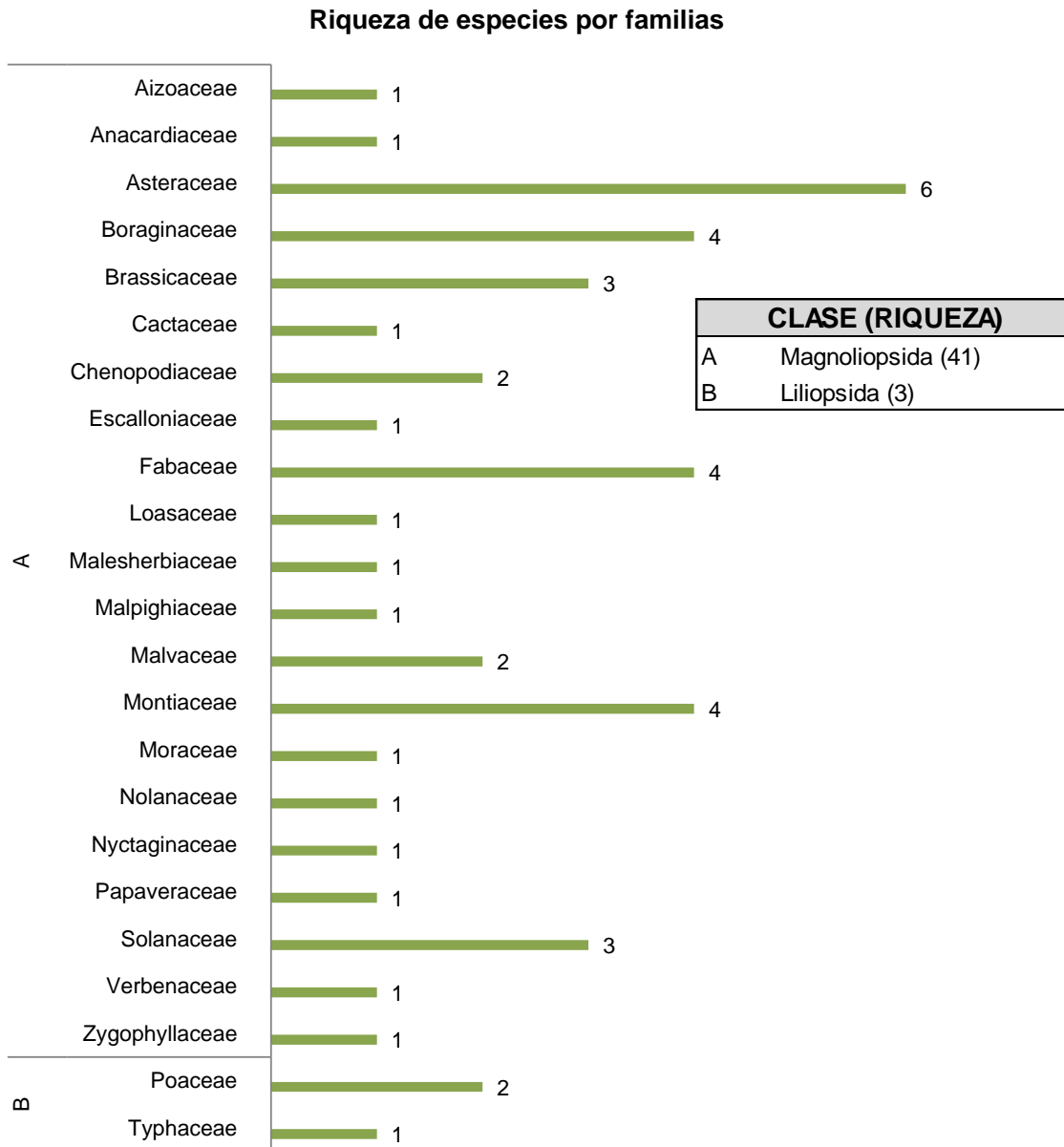


Donde: Campañas estacionales = O-14: otoño 2014; I- 14: invierno 2014; P- 14: primavera 2014; V- 15: verano 2015;
 O- 15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015.

* No se incluyen las estaciones verano 2016 ni otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-25. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

b.iii) Origen geográfico

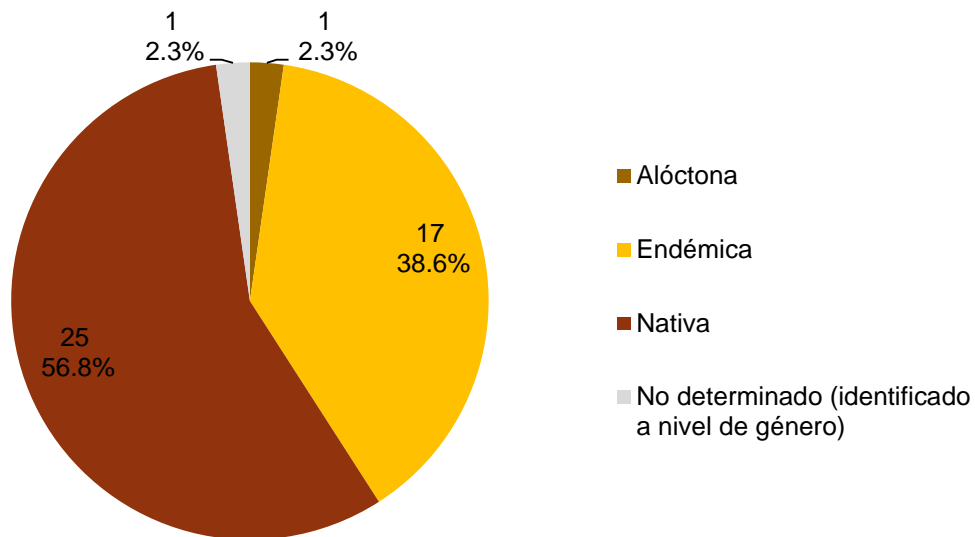
De los 44 taxa de flora vascular registrados en este sector, 25 especies corresponden a especies nativas (56,8%), 17 especies son endémicas de Chile (38,6%), una especie es alóctona (2,3%) y para un taxón (2,3%) no se determinó su origen geográfico por estar identificada sólo a nivel de género (ver Figura 3.3.1-26).

Entre las 25 especies nativas registradas, las más frecuentes corresponden al arbusto *Baccharis salicifolia* y la especie arbórea *Prosopis alba*. Ambas se encuentran presentes en tres formaciones vegetales de este sector, siendo *B. salicifolia* dominante en una formación de matorral y una de bosque nativo.

De las 17 especies endémicas, destaca por su frecuencia la arbustiva *Huidobria fruticosa*, presente en tres formaciones vegetales y dominante en una formación de matorral.

En cuanto a la especie alóctona detectada en este sector, ésta corresponde a *Ficus carica*, presente en una formación vegetal, exhibiendo baja cobertura.

Figura 3.3.1-26. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

b.iv) Rangos de distribución

Un 56,8% de las especies que conforman la riqueza florística del sector presentan una distribución geográfica moderadamente restringida al norte grande (con un registro de 25 especies). Le siguen las especies que presentan una distribución geográfica no restringida, y que representan el 22,7% de la riqueza considerada para el sector, con un registro de 10 especies (Figura 3.3.1-27).

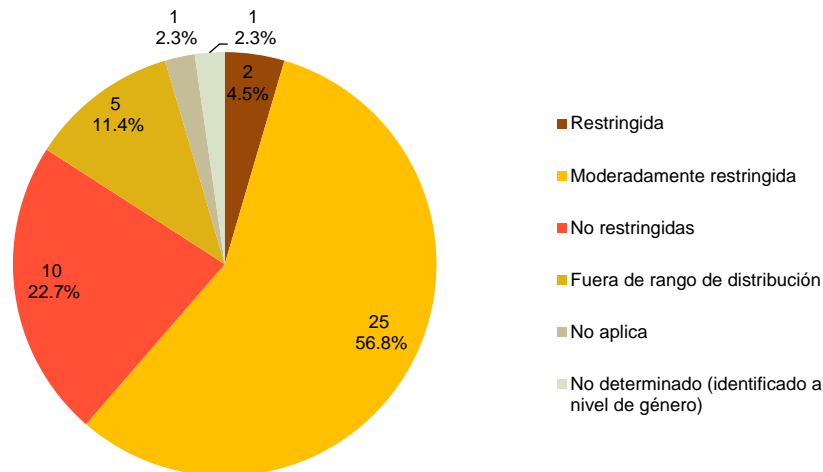
Dos especies presentan una distribución geográfica restringida a la I región de Tarapacá, las cuales representan el 4,5% de la riqueza del sector, y corresponden a *Eremodraba intricatissima* y *Malesherbia tenuifolia* (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013). Estas especies se encuentran en formaciones de baja cobertura vegetal en el sector, *E. intricatissima* en áreas desprovistas de vegetación, mientras que *M. tenuifolia* se encuentra en un tipo de formación de matorral.

Por otra parte, cinco especies (11,4% de la riqueza del sector) se encontrarían fuera de su rango de distribución, según lo indicado en la literatura, representando nuevos registros para la región: *Cistanthe minuscula*, *Cistanthe densiflora*, *Datura ferox*, *Dinemandra ericoides*, y *Exodeconus pusillus*. Las fuentes Flora Chilena y Darwinion indican que la especie *C. minuscula* habitaría la II Región de Antofagasta, y de acuerdo a Squeo et al. (2008), ha sido detectada en la III Región de Atacama. Según Stark (2013), *C. densiflora* habitaría las regiones de Antofagasta, Atacama y la IV Región de Coquimbo. La especie *D. ferox*, por su parte, habitaría en un rango de distribución que considera la III Región de Atacama, la IV Región de Coquimbo, la Región Metropolitana de Santiago, la VI Región de O'Higgins, la VII Región del Maule, la VIII Región de Bío-bío, y la X Región de Los Lagos (Zuloaga et al. 2008). *Dinemandra ericoides* habitaría desde la Región de Antofagasta hasta la de Atacama (Zuloaga et al, 2008; Stark, 2013). Finalmente, *Exodeconus pusillus* se encontraría en la XV Región de Arica y Parinacota (Gatica-Castro et al., 2015).

Para una especie (2,3% de la riqueza) no se aplica una clasificación en cuanto a rango de distribución en Chile por tratarse de un árbol alóctono cultivado (*Ficus carica*). Finalmente, para un taxón (2,3%) su distribución no pudo ser determinada, puesto que fue identificada sólo hasta nivel taxonómico de género (*Neuontobotrys sp.*), ver Figura 3.3.1-27.

Para mayor detalle, en el listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia, se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en el sector Desierto Interior (ver Anexo 3.3.1-5).

Figura 3.3.1-27. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

b.v) Forma de crecimiento

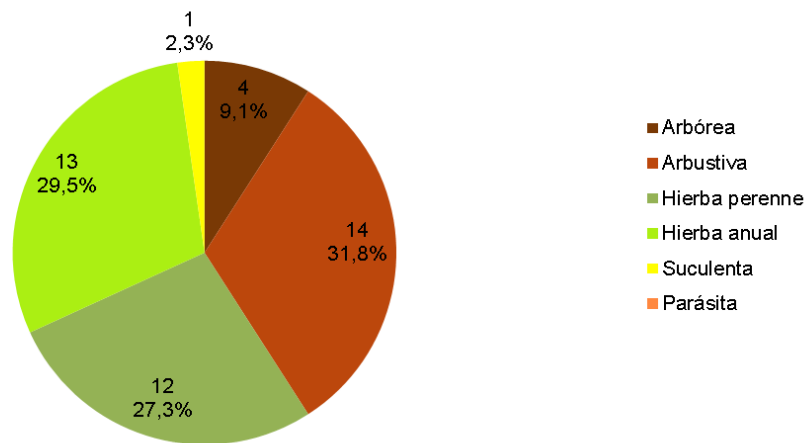
La forma de vida dominante en el sector Desierto Interior corresponde a la arbustiva, con 31,8% de la riqueza (14 especies; Figura 3.3.1-28). Las especies de hierbas anuales componen el 29,5%

de la riqueza (13 especies), seguidas de las hierbas perennes cuya presencia se manifiesta con un 27,3% de la riqueza (12 especies). Las especies arbóreas corresponden al 9,1% de la riqueza (cuatro especies), encontrándose en tipos de formaciones de matorral y bosque nativo, además se observan en forma aislada en áreas desprovistas de vegetación y terrenos agrícolas abandonados. Finalmente se registra una especie suculenta, *Haageocereus fascicularis*, la que representa el 2,3% de la riqueza del sector (ver Figura 3.3.1-28).

En términos comparativos entre estaciones (Figura 3.3.1-29), se observa la persistencia de nuevas presencias por forma de crecimiento a través de las distintas campañas realizadas en el sector, que tiende a disminuir conforme al avance de éstas. La mayor cantidad de nuevos registros se observa en las hierbas anuales, cuyo máximo de nuevas presencias se observó en la campaña de otoño 2015 (ocho). Le siguen, las hierbas perennes, cuyos máximos de nuevas presencias también se observan en la campaña de otoño 2015 (cinco). Adicionalmente, en especies arbustivas se registraron nuevas presencias hasta la campaña de primavera 2015. Las especies arbóreas, sólo registraron tres especies en la campaña de otoño 2014, sin nuevos registros posteriores. Para el caso de las especies suculentas, se observa un registro en la campaña de invierno 2014, sin nuevos registros en campañas posteriores (Figura 3.3.1-29). En términos generales, destaca la mayor incidencia de nuevos registros (especialmente herbáceos) en la campaña de otoño 2015, evento que puede asociarse un aumento en las precipitaciones durante tal período, especialmente abundantes ese año.

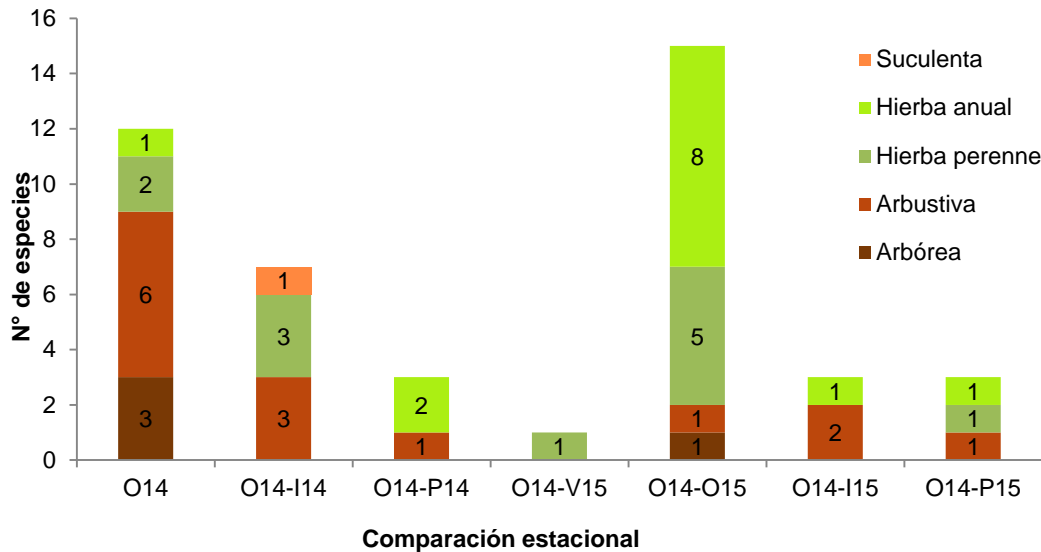
Es necesario considerar, además, que la variabilidad en la riqueza de especies de cada estación no sólo se encuentra asociada a factores ambientales (ej. disponibilidad de agua), los que puedan estar favoreciendo o desfavoreciendo la presencia de especies (herbáceas anuales principalmente), sino también al esfuerzo de muestreo efectuado, que no necesariamente es el mismo en cada estación.

Figura 3.3.1-28. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Desierto Interior



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-29. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Desierto Interior



Donde períodos estacionales corresponden a: **O14**: Otoño 2014, **O14-I14** (Invierno 2014 en relación a O14), **O14-P14** (Primavera 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-V15** (Verano 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores).

* No se incluyen las estaciones verano 2016 ni otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.
 Fuente: Cedrem Consultores.

b.vi) Frecuencia y abundancia de las especies

Cinco especies presentaron una mayor frecuencia en este sector, ver Tabla 3.3.1-50, entre éstas, la más frecuente corresponde a *Huidobria fruticosa*, registrada en 31 puntos de muestreo con inventario florístico, durante todas las campañas estacionales realizadas en el sector, con una mayor ocurrencia durante verano 2015. Esta especie fue registrada presentando una abundancia que va desde unos pocos individuos fuera del transecto realizado, en algunas formaciones, hasta un rango de abundancia entre 5 y 25% de cobertura, con un valor general inferior al 5% de cobertura.

Otras especies frecuentemente encontradas en este sector, corresponden a *Cistanthe amarantoides* y *Baccharis salicifolia*, inventariadas en 12 y 11 puntos de muestreo, respectivamente. *C. amarantoides* se observa sólo en las campañas de otoño 2015, invierno 2015 y primavera 2015, con valores de abundancia desde unos pocos individuos observados fuera de la unidad de muestreo hasta un rango máximo entre 5 y 25% de cobertura, y presentando un valor dominante de cobertura relativa inferior a 1% de cobertura. La especie arbustiva *B. salicifolia*, se registra en todas las campañas estacionales realizadas en el sector y presenta también un valor dominante de abundancia relativa inferior a un 1% de cobertura, pero su abundancia varía desde unos pocos individuos fuera de la unidad de muestreo, en algunas formaciones, y alcanzando un rango máximo entre 50 y 75% de cobertura en otras (ver Tabla 3.3.1-50).

Tabla 3.3.1-50. Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Desierto Interior

Especie	FRECUENCIA								ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)*							
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	Total	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	Total
<i>Huidobria fruticosa</i> Phil.	11	11	10	14	12	9	10	31	+(r-2)	1(r-2)	r(p-2)	r(p-2)	2(p-2)	1(p-2)	2(+(-2))	1(p-2)
<i>Cistanthe amarantoides</i> (Phil.) Carolin ex Hershkovitz	0	0	0	0	8	6	4	12					+(p-1)	+(+(-2))	1(+(-2))	+(p-2)
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.Pers).	4	5	3	5	5	4	4	11	1(r-2)	+(r-3)	1(r-2)	r(p-4)	1(r-2)	1(r-3)	+(r-+)	+(p-4)
<i>Hoffmannseggia aphylla</i> (Phil.) G.P. Lewis & Sotuyo	2	2	2	2	5	6	6	11	1(r-2)	1(r-2)	+(p-2)	1(r-2)	2(p-2)	1(p-2)	1(r-2)	2(p-2)
<i>Prosopis alba</i> Griseb.	5	4	3	5	6	7	2	11	r(p-1)	r(r-1)	p(p-2)	r(p-1)	+(p-1)	+(p-+)	r(p-+)	r(p-2)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña otoño 2014 = 74; Campaña de invierno 2014 = 63; Campaña de primavera 2014 = 70; Campaña de verano 2015 = 80; Campaña otoño 2015 = 79; Campaña de invierno 2015 = 71; Campaña de primavera 2015 = 79.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 183.

* No se incluyen las estaciones verano 2016 ni otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

En cuanto a los taxa menos frecuentes en el sector, 19 se registran en un punto de muestreo, en al menos una de las siete campañas estacionales realizadas en el sector (ver Tabla 3.3.1-51), concentrándose principalmente en las estaciones de otoño 2015 con nueve especies poco frecuentes, de las cuales cinco son hierbas anuales. En general, estas especies se observan también en baja abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet, presentando valores que fluctúan entre unos pocos individuos hasta un 25% de cobertura, en el caso de las hierbas *Neuontobotrys sp.*, *Datura ferox* y *Argemone subfusiformis*.

Tabla 3.3.1-51. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Desierto Interior

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIA(RANGO)*							Total
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	
<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp. ex Meyen		p						p
<i>Aphyllocladus denticulatus</i> (J. Remy) Cabrera var. <i>calvus</i> (Phil.) Cabrera						r		r
<i>Argemone subfusiformis</i> G.B. Ownbey					2		2	2
<i>Cistanthe celosioides</i> (Phil.) Carolin ex Hershkovitz							p	p
<i>Cistanthe minuscula</i> (Añon) Peralta					p			p
<i>Cryptantha diffusa</i> (Phil.) I.M. Johnst.					+			+
<i>Cryptantha parviflora</i> (Phil.) Reiche						+		+
<i>Datura ferox</i> L.					2		1	2(1-2)
<i>Dinemandra ericoides</i> A. Juss.							+	+
<i>Eremodraba intricatissima</i> (Phil.) O.E. Schulz			r					r
<i>Escallonia angustifolia</i> C. Presl						p		p
<i>Ficus carica</i> L.	1	+			+	r		+(r-1)
<i>Haageocereus fascicularis</i> (Meyen) F. Ritter		r						r
<i>Lupinus oreophilus</i> Phil.		+					r	+(r++)
<i>Malesherbia tenuifolia</i> D. Don					p			p
<i>Mirabilis elegans</i> (Choisy) Heimerl					+			+
<i>Neuontobotrys sp.</i>					2			2
<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. & Arn.) DC.			r					r
<i>Typha domingensis</i> Pers.		1			+			1(+1)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña otoño 2014 = 74; Campaña de invierno 2014 = 63; Campaña de primavera 2014 = 70; Campaña de verano 2015 = 80; Campaña otoño 2015 = 79; Campaña de invierno 2015 = 71; Campaña de primavera 2015 = 79.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 183.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

** No se incluyen las campañas verano 2016 y otoño 2016 en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.vii) *Especies en categorías de conservación*

De los 44 taxa de plantas vasculares registradas en el sector, cinco especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial: cuatro amenazadas y una precautoria (ver Tabla 3.3.1-52).

Entre las especies amenazadas, *Metharme lanata*, catalogada En Peligro, fue detectada en seis unidades cartográficas y en tres puntos de muestreo, con abundancias relativas inferiores al 0,1%. Las especies clasificada como Casi Amenazadas, *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Haageocereus fascicularis*, y Vulnerable, *Malesherbia tenuifolia*, se registran en una unidad cartográfica y en un punto de muestreo del sector cada una. Las tres presentan también abundancias relativas inferiores al 0,1% de cobertura. Finalmente, la especie arbórea *Prosopis alba*, en Preocupación menor, presenta la mayor frecuencia y abundancia en el sector, encontrándose en 11 unidades cartográficas y 11 registros en puntos de muestreo del sector, donde alcanza valores de abundancia relativa que van desde unos pocos individuos fuera de la unidad de muestreo, hasta un rango de 5 a 25% de cobertura, en algunas formaciones.

Tabla 3.3.1-52. Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Desierto Interior

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a	PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b	
<i>Metharme lanata</i> Phil. ex Engl.	Amenazadas	En Peligro ¹	6	3	p(p-r)
<i>Aphyllocladus denticulatus</i> (J. Remy) Cabrera var. <i>calvus</i> (Phil.) Cabrera		Casi Amenazada ² (a nivel de especie)	1	1	r
<i>Haageocereus fascicularis</i> (Meyen) F. Ritter		Casi amenazada ³	1	1	r
<i>Malesherbia tenuifolia</i> D. Don		Vulnerable ¹	1	1	p
<i>Prosopis alba</i> Griseb.	Precautoria	Preocupación menor ³	11	11	r(p-2)

Donde: Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (<0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MMA D.S. N°42/2011 Séptimo proceso; (2) MMA D.S. N°41/2011 Sexto proceso; (3) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Del total de flora vascular registrada en el sector, la especie *Prosopis alba* “algarrobo blanco” se encuentra listada en el Decreto N°68/2009. Se analizaron todas las unidades donde se registró esta especie dentro de este sector del área de influencia, de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, en la identificación y caracterización de una formación xerofítica u otras regulaciones.

Siguiendo las modificaciones del reglamento y el último ORD. N°617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en el sector se presentan dos unidades cartográficas de formaciones xerofíticas con *Prosopis alba* (Tabla 3.3.1-53), las cuales a su vez se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación, en este caso de Preocupación menor según el D.S. N°13/2013 (MMA). Estas unidades corresponden a tipos de formaciones de matorral.

Tabla 3.3.1-53. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Desierto Interior

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
<i>Matorral de Hoffmannseggia aphylla</i>	DI-006-1625	4,6
<i>Matorral de Baccharis salicifolia</i>	DI-004-1634	6,9
Total general		11,5

Fuente: Cedrem Consultores.

Además, de acuerdo al artículo 2°, número 4 de la Ley N°20.283, la unidad del tipo de formación de Bosque renopal de *Schinus areira* constituye un Bosque nativo de Preservación, dada la presencia de la especie *P. alba* “algarrobo blanco”. Ésta corresponde a la unidad cartográfica DI-009-1626, que comprende una superficie de 0,6 hectáreas.

Todas las unidades cartográficas correspondientes a las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico y al bosque nativo de preservación, se encuentran ubicadas a lo largo de la depresión correspondiente a la Quebrada Maní. Se encuentran dispuestas de manera discontinua, desde los 1.239 m s.n.m. hacia la cabecera de la quebrada, llegando a los 1.631 m s.n.m.

b.ix) Singularidad ambiental

Debido a la extrema aridez presente en este sector del área de influencia, las formaciones vegetales sólo corresponden a 100,2 hectáreas (0,5% de la superficie del sector). Este sector junto con el sector Desierto Costero, presentan el menor número de tipos de formaciones vegetales identificadas.

En este ambiente las formaciones vegetales se encuentran restringidas a quebradas que nacen en la cordillera (sector Cordón Occidental) y sólo logran penetrar marginalmente al interior del desierto. La vegetación se encuentra así restringida a la Quebrada Amincha al noreste y,

principalmente a la Quebrada de Maní, en el extremo suroriental del sector (ver Figura 3.3.1-23, más arriba). Esta última quebrada corresponde al mismo cauce de las quebradas Choja y Blanca.

Teniendo estos antecedentes, para este sector se han considerado un total de 15 unidades cartográficas ambientalmente singulares, correspondientes tanto a formaciones vegetales como a áreas desprovistas de vegetación, y una unidad de área industrial, las cuales se detallan a continuación.

Del total de formaciones vegetales del sector, seis unidades de cuatro formaciones vegetales se consideran formaciones singulares, ya que destacan por su flora vascular y/o presentan especies en categoría de conservación (amenazadas), ver Tabla 3.3.1-54.

En términos de riqueza, endemismos y presencia de especies con distribución geográfica restringida, destaca una formación vegetal, correspondiente al matorral de *Huidobria fruticosa*, ésta alberga una alta riqueza de especies (21) en relación a la registrada dentro del sector, de las cuales 11 especies son endémicas de Chile (incluida la especie dominante de la formación), entre las que destacan *Malesherbia tenuifolia* y *Haageocereus fascicularis* por ser especies en categoría de amenaza, y que además *M. tenuifolia* posee un rango de distribución que se restringe únicamente a la I Región de Tarapacá. Por otra parte, la formación de bosque nativo con *Schinus areira*, única formación de bosque detectada dentro del área de influencia del Proyecto, en la cual, si bien se presenta una baja riqueza de especies (siete) dentro de su composición florística, destaca la especie arbórea *Prosopis alba*, en categoría de conservación de Preocupación menor, lo que le atribuye la denominación de bosque nativo de preservación. Ambas formaciones están localizadas en la Quebrada de Maní (Plano 3.3.1-23 y -24), ver Tabla 3.3.1-54 y Fotografía 3.3.1-91.

Fotografía 3.3.1-91. Algunas formaciones singulares del sector Desierto Interior

Donde: (a) Matorral de *Huidobria fruticosa*; (b) Bosque nativo de *Schinus areira*, en Quebrada de Maní.

Fuente: Cedrem Consultores.

Las áreas denominadas como formaciones xerofíticas de alto valor ecológico con presencia de la especie en categoría de conservación *Prosopis alba* (ver Tabla 3.3.1-53), también constituyen unidades ambientalmente singulares dentro del sector; y corresponden a una unidad de matorral de *Baccharis salicifolia* y una unidad de matorral de *Hoffmannseggia aphylla* (Tabla 3.3.1-54).

Adicional a las formaciones ya descritas, en algunas unidades correspondientes a áreas desprovistas de vegetación (recubrimiento vegetal inferior al 5%), se detectó la presencia de especies en categoría de amenaza, razón por la que se han considerado singulares. Estas especies corresponden a la especie clasificada En Peligro *Metharme lanata* (en seis unidades) y en una unidad la especie *Aphylocladus denticulatus* var. *calvus* clasificada Casi amenazada, con escasos individuos que fueron encontrados únicamente en áreas descritas como áreas denudadas, que corresponden a grandes unidades cartográficas ubicadas en el sector más oriental del sector, ver Tabla 3.3.1-54.

Finalmente, el sector Desierto Interior presenta un área con singularidad ambiental en términos de su relación con áreas de interés para la flora y la vegetación, al intersectar en 2.681,9 hectáreas con la Reserva Nacional “Pampa del Tamarugal - Salar de Llamara”, en su sección norte, coincidiendo con una unidad de área industrial (DI-001-334) y una unidad de área desprovista de vegetación (DI-018-250), ambas unidades sin registros de especies (ver Anexo 3.3.1-2). En el Plano 3.3.1-19 se puede observar la localización de estas unidades.

Tabla 3.3.1-54. Formaciones vegetales con singularidades de flora vascular en sector Desierto Interior

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Matorral de <i>Hoffmannseggia aphylla</i>	2		1	1		1	DI-007-215 ^a
Matorral de <i>Huidobria fruticosa</i>	21	2		11	1	3	Todas
Matorral de <i>Baccharis salicifolia</i>	5		1	3		1	Todas ^a
Bosque nativo de <i>Schinus areira</i>	7		1	2		1	Todas
Áreas desprovistas de vegetación	28	2	1	12	1	8	DI-015-211; DI-016-205; DI-016-206; DI-016-241; DI-016-242; DI-016-243; DI-016-331; DI-018-250 ^b
Áreas industriales	1		1			1	DI-001-334 ^b
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						15	9.187,2

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico; b: unidades de intersección con Reserva Nacional Pampa del Tamarugal.
Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-54, las 15 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 9.187,2 hectáreas. Esta superficie se divide en cuatro recubrimientos de suelo, de los cuales el 99,1% de la superficie singular del sector se asocia a unidades en áreas desprovistas de vegetación (Tabla 3.3.1-55). La superficie singular del sector representa un 43,6% de la superficie del sector y a su vez, representa un 79,9% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-55. Superficie ambientalmente singular en sector Desierto Interior

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	9.104,9	
-	9.104,9	99,1
Áreas industriales	9,9	
-	9,9	0,1
Bosque nativo	0,6	
Bosque nativo	0,6	0,01
Matorrales	71,9	
Matorral	71,9	0,8
Total singular del sector (ha)	9.187,2	100

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Proporción respecto al total del sector (%)	43,6	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	79,9	

Fuente: Cedrem Consultores.

c) *Sector Cordón Occidental*c.i) *Recubrimiento y formaciones vegetales*

El sector Cordón Occidental está constituido por un área lineal en sentido este-oeste, que corre por laderas de los cordones montañosos, desde una zona de mayor altitud contigua al sector Altiplano Mina - Planta hasta el sector Desierto Interior bajando en altitud (ver Figura 3.3.1-30). En este sector, que abarca una superficie de 2.444,0 hectáreas del área de influencia del proyecto, se describen dos tipos de recubrimiento (Tabla 3.3.1-56): superficies del tipo de recubrimiento de vegetación zonal, representando el 77,8% de la superficie del sector (1.902,0 hectáreas); y superficies correspondientes a otros recubrimientos, las que representan el 22,2% restante de su superficie (542,0 hectáreas). Dentro de estas categorías, se registra un total de cinco recubrimientos de suelo: áreas industriales, áreas desprovistas de vegetación, estepa, matorrales y matorral - estepa.

La superficie correspondiente a otros recubrimientos está representada principalmente por áreas desprovistas de vegetación, naturales, correspondientes a 517,4 hectáreas de áreas desnudas (21,2% de la superficie del sector), localizadas en el extremo oriental del sector, en el área de desierto (límite con el sector Desierto Interior). Adicionalmente, se observan un total de 24,6 hectáreas de áreas industriales (1,0%) constituidas por centros industriales.

La vegetación zonal del sector se encuentra representada por los recubrimientos de estepa (pajonal y herbazal), de matorrales (matorral y matorral con suculentas) y mixtos de matorral - estepa (matorral - pajonal; ver Tabla 3.3.1-56 y Figura 3.3.1-30).

El recubrimiento de estepas está conformado en este sector por dos tipos de formaciones vegetales zonales: pajonales y herbazales, que en conjunto abarcan 7,8% de la superficie del sector (191,6 hectáreas). Entre éstos, el tipo de formación más representativo corresponde al herbazal, abarcando un 5,9% de la superficie del sector con 144,5 hectáreas (Tabla 3.3.1-56). El tipo herbazal comprende seis formaciones vegetales, las que se observaron mayoritariamente en la zona medio-baja del sector (entre 2.800 y 2.900 m s.n.m. aproximadamente; ver Figura 3.3.1-30). Por su parte los pajonales, con 47,1 hectáreas (1,9% de la superficie total), se encuentran representados por dos formaciones vegetales en el sector, las que se localizan en el área de mayor altitud del sector, sobre los 4.100 m s.n.m.

El recubrimiento de matorrales, por su parte, corresponde al más representativo del sector, abarcando un 41,5% de la superficie del mismo con 1.013,9 hectáreas (Tabla 3.3.1-56). Los matorrales se distribuyen por todo el sector, observándose gran variedad de formaciones

vegetales que se diferencian en un amplio gradiente altitudinal según dominancia y fisonomía. El recubrimiento está conformado por dos tipos de formaciones: el tipo matorral, que corresponde al tipo de formación más representativo con 41,0% de la superficie del sector (1.003,9 hectáreas) y 27 formaciones vegetales, entre las que destaca la formación de matorral de *Atriplex glaucescens* con 240,4 hectáreas; y el tipo matorral con suculentas (0,4% del total), que cubre 10,8 hectáreas y está representado por tres formaciones vegetales, entre las que destaca el matorral con suculentas de *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia microphylla* y *Oreocereus leucotrichus*, representado en 8,1 hectáreas del sector.

El recubrimiento mixto de matorral - estepa (zonal) representa un 28,5% de la superficie del sector (696,6 hectáreas) y está conformado por un tipo de formación, correspondiente al matorral - pajonal. Para este tipo de formación, en el sector, fueron descritas 10 formaciones vegetales, las que se encuentran distribuidas en el área de mayor altitud del sector, sobre los 4.000 m s.n.m. de altitud aproximadamente. Entre las formaciones de este recubrimiento, destacan el matorral - pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*, con 255,6 hectáreas (10,5% de la superficie del sector) y el matorral - pajonal de *B. tola*, y *P. frigida* con 180,4 hectáreas (7,4%; ver Tabla 3.3.1-56).

Tabla 3.3.1-56. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Cordón Occidental

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	542,0	22,2	17	5,1
ÁREAS INDUSTRIALES	24,6	1,0	1	0,3
Centros industriales	24,6	1,0	1	0,3
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	517,4	21,2	16	4,8
Áreas denudadas	517,4	21,2	16	4,8
VEGETACIÓN ZONAL	1.902,0	77,8	318	94,9
ESTEPAS	191,6	7,8	21	6,3
Pajonal	47,1	1,9	11	3,3
<i>Pajonal de Pappostipa frigida</i> ¹	43,4	1,8	10	3,0
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ¹	3,8	0,2	1	0,3
Herbazal	144,5	5,9	10	3,0
<i>Herbazal de Neuontobotrys grayana</i> ¹	2,1	0,08	1	0,3
<i>Herbazal de Neuontobotrys lanata</i> *	17,6	0,7	1	0,3
<i>Herbazal de Neuontobotrys sp.</i> ¹	29,2	1,2	1	0,3
<i>Herbazal de Tetragonia microcarpa y Neuontobotrys grayana</i> ¹	12,1	0,5	2	0,6
<i>Herbazal de Tetragonia microcarpa y Neuontobotrys tarapacana</i> ¹	81,7	3,3	2	0,6
<i>Herbazal de Neuontobotrys tarapacana</i> ¹	1,7	0,07	3	0,9
MATORRALES	1.013,9	41,5	180	53,7
Matorral	1.003,1	41,0	173	51,6
<i>Matorral de Aphyllocladus denticulatus var. calvus denticulatus y Atriplex glaucescens</i>	33,7	1,4	11	3,3
<i>Matorral de Atriplex glaucescens</i> ²	240,4	9,8	39	11,6
<i>Matorral de Atriplex glaucescens y Balbisia microphylla</i> ²	100,6	4,1	22	6,6
<i>Matorral de Ambrosia artemisioides</i>	119,1	4,9	4	1,2

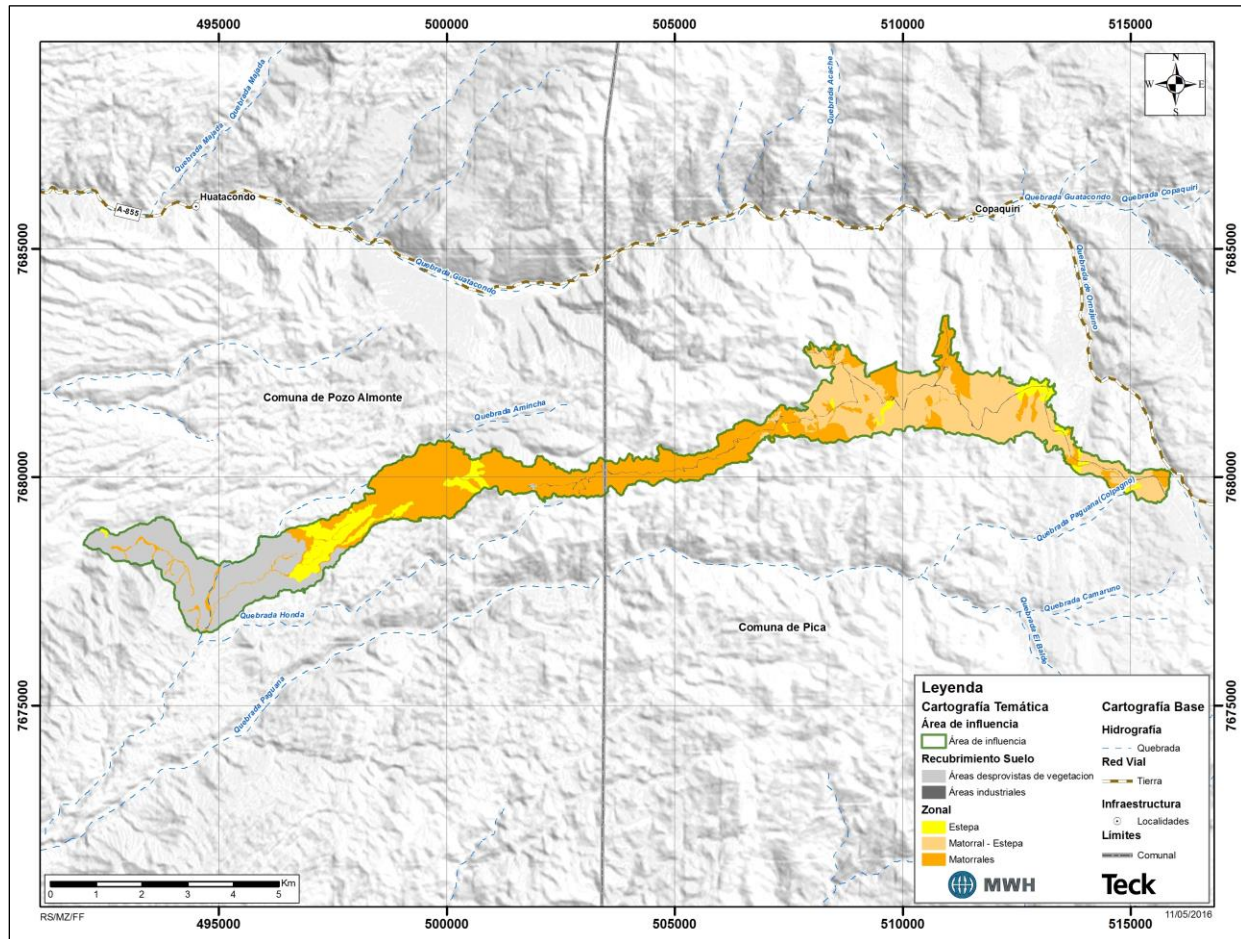
TIPO DE RECUBRIMIENTO	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
RECUBRIMIENTO DE SUELO				
Tipo de formación o recubrimiento				
<i>Formación vegetal</i>				
<i>Matorral de Senecio ctenophyllus</i> ²	12,7	0,5	1	0,3
<i>Matorral de Senecio ctenophyllus y Atriplex glaucescens</i> ²	46,8	1,9	2	0,6
<i>Matorral de Balbisia microphylla</i> ²	41,0	1,7	5	1,5
<i>Matorral de Balbisia microphylla y Ambrosia artemisioides</i> ²	88,1	3,6	8	2,4
<i>Matorral de Adesmia spinosissima</i> ²	22,2	0,9	4	1,2
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Baccharis tola</i> ²	50,8	2,1	19	5,7
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Parastrephia quadrangularis</i> ²	7,6	0,3	2	0,6
<i>Matorral de Ephedra breana</i> ²	10,3	0,4	1	0,3
<i>Matorral de Ephedra breana y Adesmia spinosissima</i> ²	2,9	0,1	2	0,6
<i>Matorral de Ephedra breana y Baccharis boliviensis</i> ²	6,8	0,3	2	0,6
<i>Matorral de Ephedra breana y Baccharis tola</i> ²	12,7	0,5	4	1,2
<i>Matorral de Ephedra breana y Diplostephium meyenii</i> ²	43,7	1,8	9	2,7
<i>Matorral de Adesmia melanthes</i> ²	1,0	0,04	1	0,3
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Baccharis tola</i> ²	4,4	0,2	2	0,6
<i>Matorral de Baccharis boliviensis</i> ²	32,1	1,3	3	0,9
<i>Matorral de Baccharis tola</i> ²	45,1	1,8	10	3,0
<i>Matorral de Fabiana ramulosa</i> ²	8,6	0,4	4	1,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Atriplex glaucescens</i> ²	11,1	0,5	4	1,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Ephedra breana</i> ²	32,1	1,3	3	0,9
<i>Matorral de Junellia seriphioides</i>	5,1	0,2	2	0,6
<i>Matorral de Parastrephia teretiuscula</i> ²	13,5	0,6	3	0,9
<i>Matorral de Parastrephia teretiuscula y Baccharis boliviensis</i> ²	5,9	0,2	2	0,6
<i>Matorral de Senecio nutans</i>	4,9	0,2	4	1,2
Matorral con suculentas	10,8	0,4	7	2,1

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral con suculentas de Aphyllocladus denticulatus var. calvus denticulatus, Haageocereus fascicularis y Cumulopuntia sphaerica</i> ²	1,6	0,07	1	0,3
<i>Matorral con suculentas de Ambrosia artemisioides, Balbisia microphylla y Oreocereus leucotrichus</i> ²	8,1	0,3	4	1,2
<i>Matorral con suculentas de Atriplex glaucescens y Oreocereus leucotrichus</i> ²	1,0	0,04	2	0,6
MATORRAL - ESTEPA	696,6	28,5	117	34,9
Matorral - Pajonal	696,6	28,5	117	34,9
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima y Pappostipa frigida</i> ³	103,6	4,2	9	2,7
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	255,6	10,5	39	11,6
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i> ³	22,3	0,9	8	2,4
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia melanthes, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	14,7	0,6	2	0,6
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i> ³	16,7	0,7	4	1,2
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	180,4	7,4	32	9,6
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i> ³	41,0	1,7	10	3,0
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Senecio nutans y Pappostipa frigida</i> ³	8,5	0,3	5	1,5
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	43,2	1,8	7	2,1
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	10,6	0,4	1	0,3
Total general	2.444,0	100,00	335	100,0

Donde: (1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.i) Estepa; (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorrales; (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Estepa,

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-30. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores

c.i) Riqueza y composición florística

La riqueza de especies registrada en el sector durante las nueve campañas estacionales es de 132 taxa de flora vascular, pertenecientes a 84 géneros, agrupados en 27 familias taxonómicas (Figura 3.3.1-31).

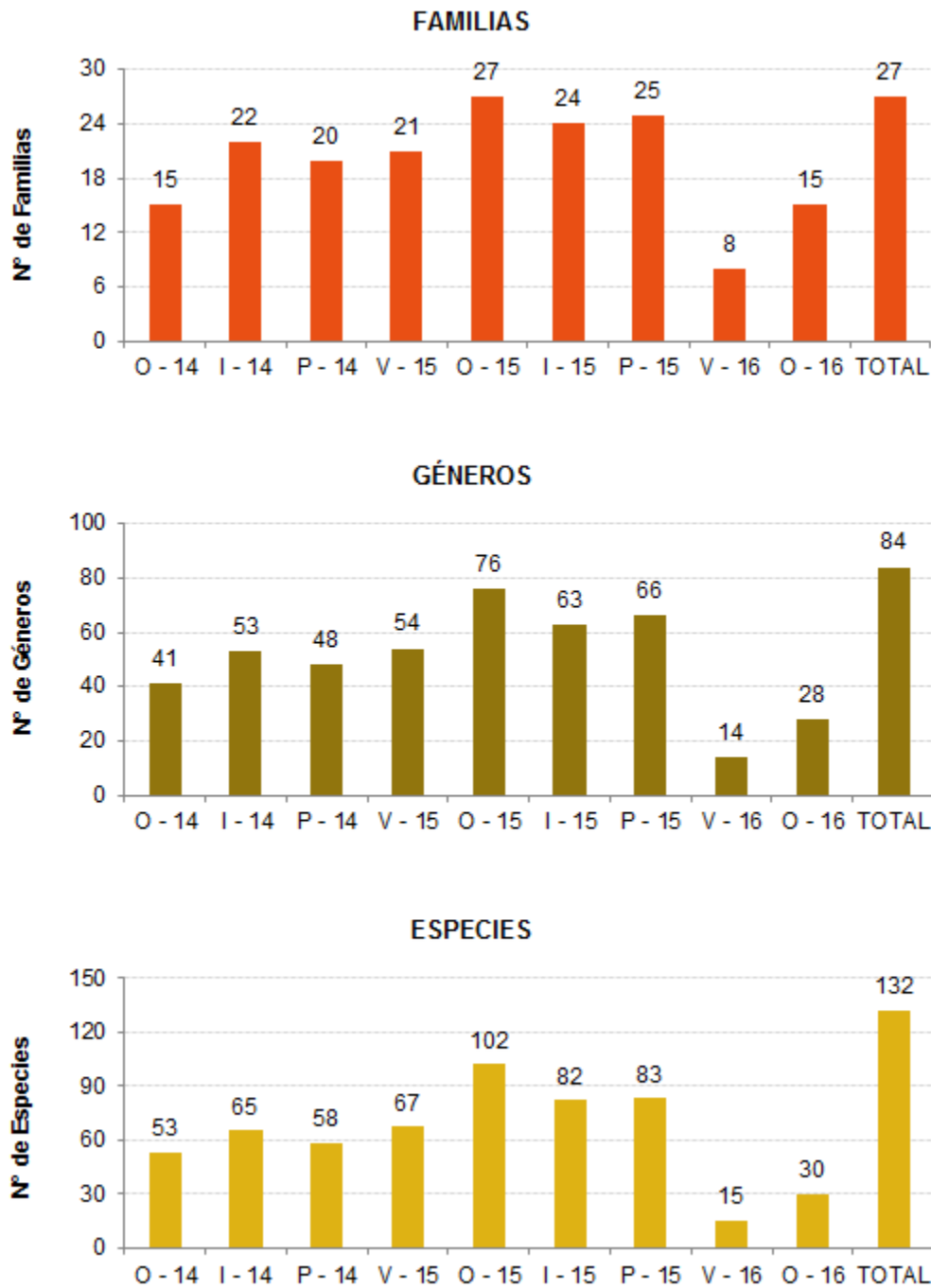
La mayor riqueza de especies del sector de Cordón Occidental se registra durante la estación de otoño 2015, con 102 especies. Cabe destacar que las campañas de verano 2016 y otoño 2016, presentan menores riquezas (15 y 30 taxa respectivamente), dado que los esfuerzos de muestreo fueron bajos en el sector (dos y cuatro puntos de muestreo con inventario florístico, respectivamente), y enfocados en abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría (ver Figura 3.3.1-31).

De este total de taxa registrados, 115 corresponden a especies de la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), mientras que 16 corresponden a la clase Liliopsida (Monocotiledóneas). La Clase Gnetopsida (Gimnospermas) registra una especie. El Anexo 3.3.1-3 analiza el esfuerzo de muestreo realizado en este sector, mientras que el listado taxonómico de la flora registrada se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Las familias mejor representadas en términos de especies son Asteraceae (38 taxa), Poaceae (15 taxa), Brassicaceae (13 taxa) y Boraginaceae, Fabaceae y Solanaceae, con 7 taxa cada una. Un total de trece familias fueron representadas por una especie (ver Figura 3.3.1-32).

Por su parte, cuatro taxa (3,0% de la riqueza del sector), correspondientes a la clase Magnoliopsida, no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie (tres taxa a nivel de género "sp.", y un morfotipo "aff."), por tratarse de individuos que se encontraron, a lo largo de las campañas estacionales, totalmente secos y/o sin los caracteres morfológicos necesarios para su identificación a tal nivel.

Figura 3.3.1-31. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Cordón Occidental



Donde: Campañas estacionales = O -14: otoño 2014; I - 14: invierno 2014; P - 14: primavera 2014; V - 15: verano 2015;

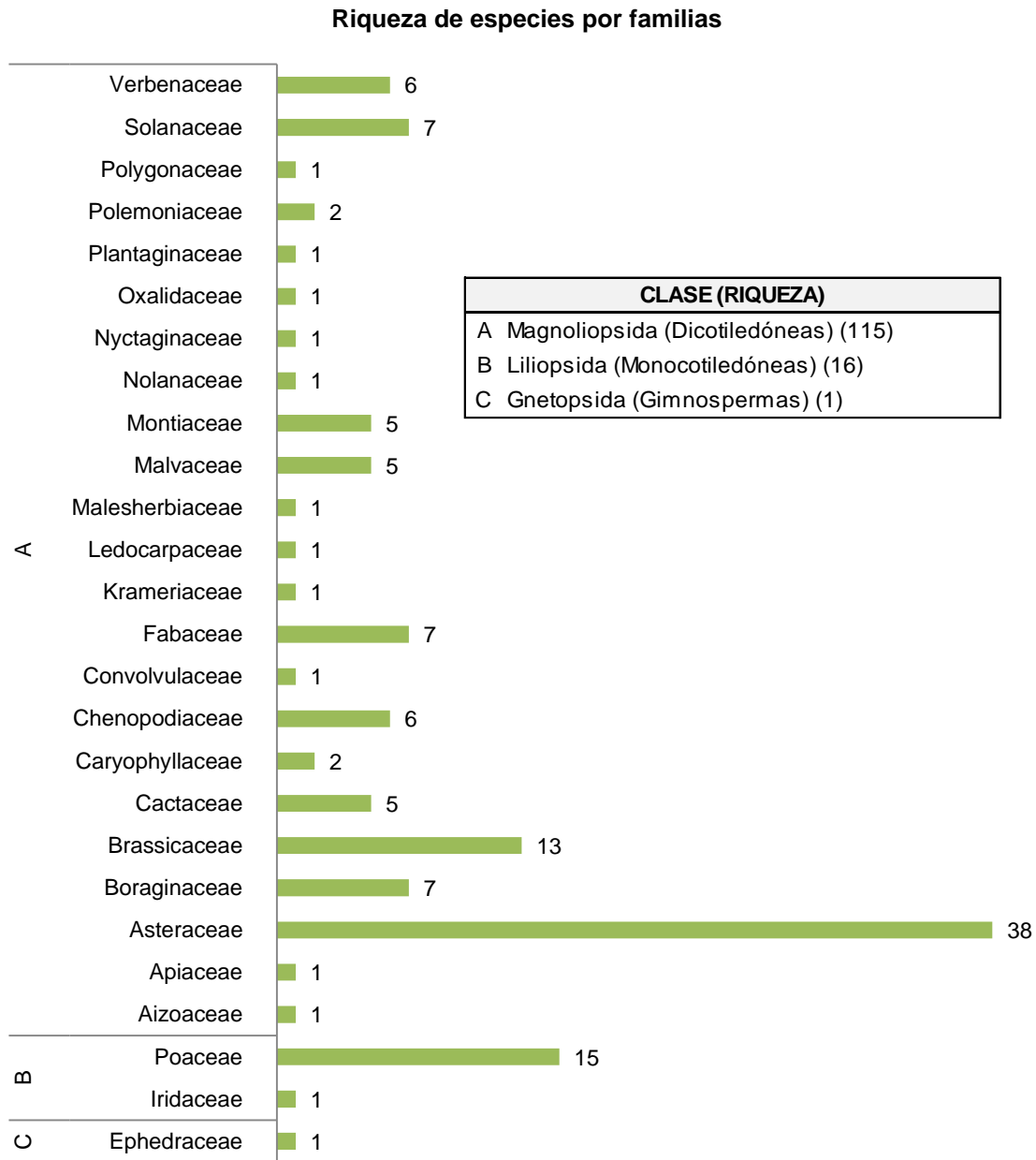
O - 15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015; V-16: verano 2016; O-16: otoño 2016.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: otoño 2014 = 40; invierno 2014 = 105; primavera 2014 = 93; verano 2015 = 90; otoño 2015: 72; invierno 2015: 71; primavera 2015: 53; verano 2016: 2; otoño 2016 = 3

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 212.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-32. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

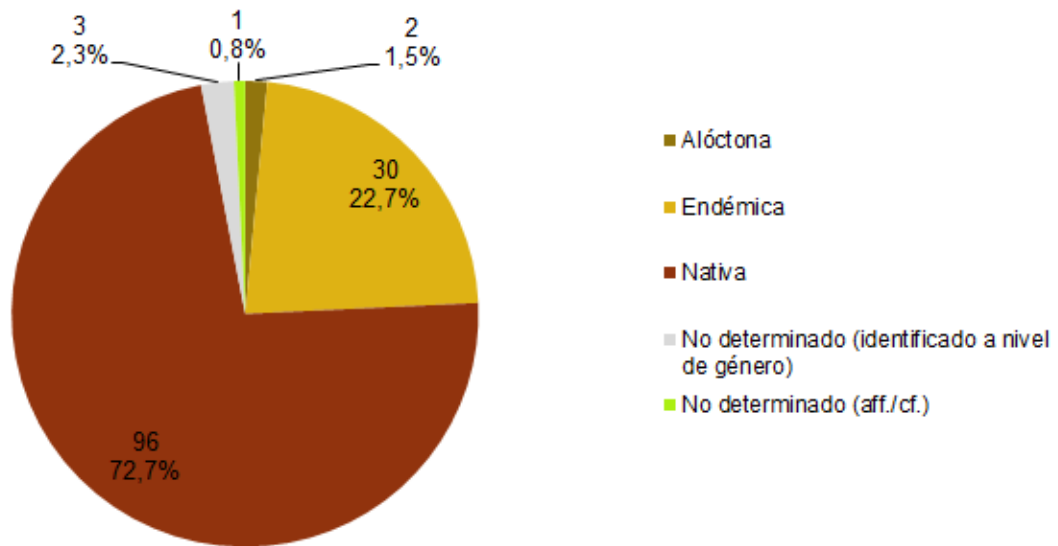
c.ii) Origen geográfico

En cuanto a su origen geográfico, de los 132 taxa de flora vascular registrados en este sector del área de influencia, 96 (72,7%) corresponden a especies nativas, 30 a especies endémicas (22,7%) y dos (*Lepidium sativum* y *Cenchrus equinatus*) son de origen alóctono (1,5%). Por su

parte, para cuatro taxa su origen geográfico no pudo ser determinado por no haber sido identificadas a nivel de especie (2,3% “sp.” y 0,8% “aff.”) (Ver Figura 3.3.1-33).

Entre las 30 especies endémicas registradas, *Atriplex glaucescens* es la más frecuente. Esta especie se encuentra presente en 30 formaciones vegetales presentes en el sector, y es especie dominante en dos formaciones de herbazal, cinco de tipo matorral y una de matorral con suculentas. Por otra parte, de las especies nativas, la más frecuente corresponde a *Pappostipa frígida*, presente en un total de 29 formaciones vegetales, dominando en 11 formaciones de tipo matorral, nueve mixtas de matorral – pajonal y en dos de pajonal. Finalmente, *Lepidium sativum* corresponde al elemento alóctono más frecuente, registrado en 23 formaciones vegetales del sector, dominando en ocho formaciones de matorral y una de matorral con suculentas (ver Anexo 3.3.1-5).

Figura 3.3.1-33. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

c.iii) Rangos de distribución

Entre los 132 taxa registrados para el sector, 82 tienen un rango de distribución geográfica moderadamente restringido en el país (62,1% de la riqueza considerada para el sector). El segundo grupo en importancia lo constituyen las especies que presentan una distribución geográfica no restringida a nivel nacional, con un total 27 especies (20,5% de la riqueza). Igualmente, se registraron 12 especies que se encuentran fuera de su rango de distribución (9,1%); y finalmente, cinco especies poseen un rango de distribución restringido a la I Región de Tarapacá (3,8% de la riqueza). Para los taxa no identificados a nivel de especie, su rango de distribución no pudo ser determinado (tres morfotipos “sp.” y uno “aff.”). Para las especies

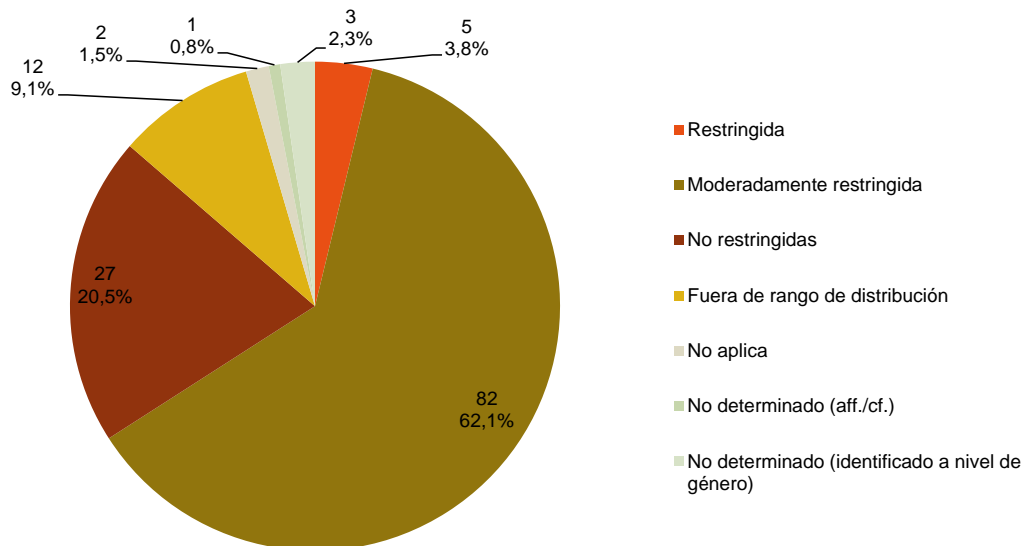
alóctonas (1,5% de la riqueza), el criterio de distribución a nivel nacional no aplica (Figura 3.3.1-34).

Las cinco especies con rango de distribución restringido exclusivamente a la I Región de Tarapacá registradas en el sector, corresponden a: *Adesmia rahmeri*, *Eremodraba intricatissima*, *Malesherbia tenuifolia*, *Senecio coscayanus* y *Weberbauerella chilensis*. Estas especies cobran especial relevancia debido a que tres de ellas son de origen endémico y, por consiguiente, endémicas de esta región (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013). Adicionalmente, tres de ellas se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación.

Finalmente, 12 de las especies registradas en el sector se encontrarían fuera de su rango de distribución nacional de acuerdo a literatura (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013), siendo por tanto nuevos registros para la región. Estos taxa corresponden a: *Cistanthe densiflora*, *Cistanthe minuscula*, *Cryptantha globulifera*, *Cryptantha glomerulifera*, *Descurainia nuttallii*, *Exodeconus pusillus*, *Fabiana stephanii*, *Junellia uniflora*, *Menonvillea rollinsii*, *Montiopsis glomerata*, *Nototriche philippii* y *Pseudognaphalium cymatoides*.

En el listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia (Anexo 3.3.1-5), se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en el sector Cerdón Occidental.

Figura 3.3.1-34. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Cerdón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

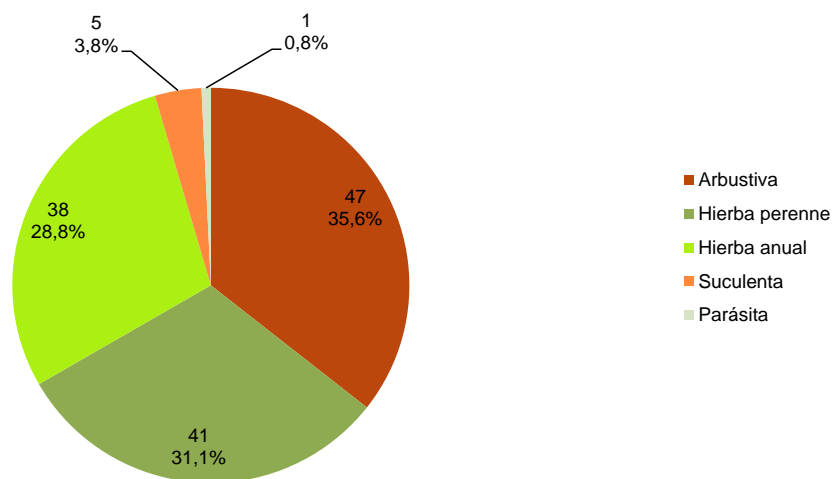
c.iv) *Forma de crecimiento*

La forma de vida dominante de las especies del sector, corresponde a la arbustiva con 47 especies (35,6%), a la que le siguen las formas de vida herbáceas, con 41 especies hierbas perennes (31,1%) y 38 especies hierbas anuales (28,8%). También se registran para el sector cinco especies suculentas (3,8%), correspondientes a las especies cactáceas *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopunta sphaerica*, *Haageocereus fascicularis*, *Maihue niopsis boliviana* y *Oreocereus leucotrichus*, dominantes en formaciones de matorrales con suculentas. Finalmente, se registró una especie parásita (*Cuscuta suaveolens*; 0,8%) presente en el tipo de formación de matorral (Figura 3.3.1-35).

En cuanto a la variación estacional de las formas de vida, se observa la aparición de nuevas presencias por forma de crecimiento a través de las distintas campañas realizadas en el sector, las que tienden a disminuir conforme a su avance (ver Figura 3.3.1-36). La mayor cantidad de nuevos registros se observa para las hierbas anuales, cuyo máximo de nuevas presencias se observa en la campaña de otoño 2015, cuando se registra la mayor riqueza de especies. Le siguen, las hierbas perennes, cuyos máximos de nuevas presencias se observan en la campaña de invierno 2014 y en otoño 2015. Adicionalmente, para las especies con forma de crecimiento arbustiva se observan nuevas presencias hasta la campaña de primavera 2015, donde posteriormente solo aparece un nuevo registro en la campaña de otoño 2016. Para el caso de las especies suculentas, se observan dos nuevas presencias hasta la campaña de primavera 2014, sin nuevos registros en campañas posteriores. Asimismo, para la forma de crecimiento parásita, sólo se registra una especie en la campaña de otoño 2015 (Figura 3.3.1-36).

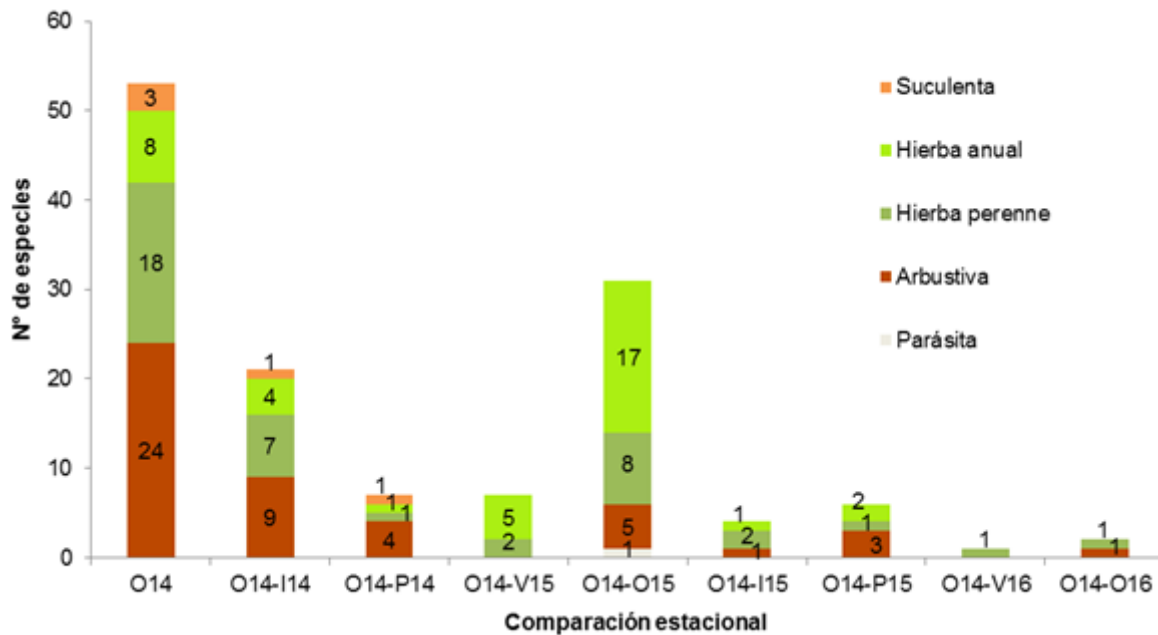
La mayor incidencia de nuevos registros en la campaña de otoño 2015, puede asociarse un aumento en las precipitaciones durante tal período y año, situación que puede reflejarse principalmente en un aumento de nuevas presencias de especies herbáceas.

Figura 3.3.1-35. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Cordón Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-36. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Cordón Occidental



Donde períodos estacionales corresponden a: **O14**: Otoño 2014, **O14-I14** (Invierno 2014 en relación a O14), **O14-P14** (Primavera 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-V15** (Verano 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-V16** (Verano 2016 en relación a campañas anteriores), **O14-O16** (Otoño 2016 en relación a campañas anteriores).

Fuente: Cedrem Consultores.

c.v) *Frecuencia y abundancia de las especies*

Entre las 132 especies de plantas vasculares registradas en este sector, 14 especies son especialmente frecuentes, de acuerdo a los 212 puntos de muestreo con inventarios florísticos realizados en las distintas formaciones vegetales del sector durante las nueve campañas estacionales (Tabla 3.3.1-57). Cabe señalar que en las campañas de verano 2016 y otoño 2016 se observan registros con baja frecuencia en general, así como la ausencia de algunos registros, dado que los esfuerzos de muestreo fueron bajos en el sector (dos y tres puntos de muestreo con inventario florístico, respectivamente), y enfocados en abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría.

Las especies más frecuentes en el sector corresponden a la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida* y el arbusto *Baccharis tola*, detectadas en 112 y 110 puntos con inventario, respectivamente, y observados con mayor frecuencia durante la estación de invierno 2014. Les sigue el arbusto *Adesmia spinosissima* y la hierba perenne *Neuontobotrys tarapacana*, ambas especies con presencia en un total de 97 puntos con inventario, aunque especialmente frecuentes en las campañas de invierno y primavera 2014. Destaca también entre estas especies, la especie

en categoría de conservación *Maihueniopsis boliviana*, ampliamente distribuida en formaciones vegetales del sector por sobre los 3.300 m s.n.m., observada en un total 73 puntos de muestreo con inventario (ver Tabla 3.3.1-57).

P. frigida, presenta en todas las campañas estaciones, excepto verano 2016, un valor medio de abundancia relativa por inventario en el rango entre 5% y 25% de cobertura, pudiendo variar desde inventarios florísticos en los que se registra apenas la presencia de esta especie (p), hasta formaciones en las que se detectó con niveles de cobertura superiores al 50% (4). Similar es el caso de *B. tola*, cuyo valor dominante de abundancia se sitúa en el rango de 5% a 25% de cobertura, aunque con una abundancia máxima algo menor, entre 25 y 50% (3). La abundancia relativa de *A. spinosissima*, mayoritariamente no supera el 5% de cobertura en todas las estaciones, excepto en primavera 2015 y otoño 2016, pudiendo variar entre unos pocos individuos fuera de la unidad de muestreo hasta un rango entre 25 y 50% de cobertura. Además, cabe destacar que no fue registrada durante la campaña verano 2016 (Tabla 3.3.1-57).

En cuanto a las especies menos frecuentemente para el sector, 30 se registraron en un inventario, en al menos una de las nueve campañas estacionales (ver Tabla 3.3.1-58). En general, estas especies se observan, además, en un bajo rango de abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet (<5% de cobertura). La mayor cantidad de registros de estas especies poco frecuentes se produce en las estaciones de otoño 2015 (9) y primavera 2015 (7).

Tabla 3.3.1-57. Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Cordón Occidental

Especie	FRECUENCIA										ABUNDANCIA									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total	MEDIANA(RANGO)*									
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil.) Romasch.	25	44	36	42	29	31	23	2	1	112	2(r-4)	2(+4)	2(p-4)	2(+4)	2(r-3)	2(p-3)	2(+3)	1	2	2(p-4)
<i>Baccharis tola</i> Phil.	25	46	35	41	27	29	23	2	1	110	2(p-3)	2(r-3)	2(r-3)	2(+3)	2(+3)	2(p-3)	2(r-3)	1(+2)	2	2(p-3)
<i>Adesmia spinosissima</i> Meyen	21	32	33	31	19	24	21		1	97	+(p-2)	1(+2)	1(r-3)	1(r-3)	1(r-2)	1(p-2)	2(r-2)		2	1(p-3)
<i>Neuontobotrys tarapacana</i> (Phil.) Al-Shehbaz	15	42	40	27	22	23	16	1	1	97	2(+2)	1(r-3)	1(r-2)	1(p-2)	1(p-3)	1(p-2)	1(r-2)	+	+	1(p-3)
<i>Atriplex glaucescens</i> Phil.	12	47	44	33	34	32	21			89	2(1-3)	2(p-4)	2(r-3)	2(r-3)	1(p-3)	2(p-3)	2(r-3)			2(p-4)
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	18	29	25	28	16	19	16		1	88	+(+2)	1(r-3)	+(+2)	+(p-3)	1(+2)	+(p-2)	+(r-2)		2	+(p-3)
<i>Ephedra breana</i> Phil.	16	31	20	31	23	21	17	2	2	85	1(r-2)	+(r-2)	r(p-2)	+(p-3)	1(p-3)	1(r-3)	+(p-3)	2(1-3)	+	+(p-3)
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	12	24	23	12	17	13	9			73	r(p-+)	r(p-+)	+(p-1)	r(p-+)	r(r-1)	r(p-+)	r(r-r)			r(p-1)
<i>Descurainia stricta</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	8	24	8	16	24	23	13	1	1	70	+(r-2)	1(+3)	+(r-2)	+(r-2)	1(+3)	+(r-2)	1(+1)	+	+	1(r-3)
<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	14	26	15	15	23	15	10	1		64	+(r-2)	+(r-3)	+(p-1)	1(+2)	1(r-2)	+(r-2)	+(r-3)	3		+(p-3)
<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	13	23	21	16	11	11	10			58	+(p-1)	+(r-3)	+(r-2)	+(r-2)	+(p-2)	+(p-3)	1(p-2)			+(p-3)
<i>Fabiana ramulosa</i> (Wedd.) Hunz. & Barboza	9	20	11	16	18	14	9	1		54	1(p-3)	1(r-3)	+(r-2)	1(p-3)	1(p-2)	+(p-2)	+(r-3)	1		+(p-3)
<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp. ex Meyen	5	21	22	19	22	12	13		2	52	+(+2)	1(p-3)	+(r-3)	2(r-2)	+(p-2)	2(r-2)	1(p-2)		2	1(p-3)
<i>Tetragonia microcarpa</i> Phil.	1	13	20	24	25	19	13	24		50	1(1-1)	1(r-2)	1(p-2)	1(+3)	1(p-2)	1(+2)	+(r-2)			1(p-3)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50% y 4 = Cobertura del 50 al 75%

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 40; Campaña de invierno 2014 = 105; Campaña de primavera 2014 = 93; Campaña de verano 2015 = 90; Campaña Otoño 2015 = 72; Campaña Invierno 2015 = 71; Campaña Primavera 2015 = 53; Verano 2016 = 2; Campaña otoño 2016 = 3

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 212.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-58. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Cordón Occidental

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)*									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total
<i>Adesmia rahmeri</i> Phil.				+			+			+
<i>Artemisia copa</i> Phil.							+			+
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		r								r
<i>Bouteloua simplex</i> Lag.					p					p
<i>Bromus catharticus</i> Vahl							r			r
<i>Cenchrus echinatus</i> L.					+					+
<i>Chenopodium sp.</i>						r				r
<i>Cistanthe minuscula</i> (Añon) Peralta					p					p
<i>Coreopsis suaveolens</i> Sherff									r	r
<i>Cryptantha parviflora</i> (Phil.) Reiche				r		+				+(r-+)
<i>Descurainia depressa</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	+									+
<i>Descurainia sp.</i>							+			+
<i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl					r					r
<i>Deyeuxia vicunarum</i> Wedd.								2		2
<i>Dielsiochloa floribunda</i> (Pilg.) Pilg.					p					p
<i>Fabiana denudata</i> Miers					r					r
<i>Fabiana stephanii</i> Hunz. & Barboza							1			1
<i>Junellia pappigera</i> (Phil.) N. O'Leary & P. Peralta			+							+
<i>Junellia uniflora</i> (Phil.) Moldenke					r					r
<i>Menonvillea aff. rollinsii</i> Al-Shehbaz & Martic.					p					p
<i>Montiopsis glomerata</i> (Phil.) D.I. Ford					r					r
<i>Nototriche philippii</i> A.W. Hill						p				p
<i>Nototriche pulverulenta</i> B.L. Burt & A.W. Hill				p						p
<i>Oriastrum revolutum</i> (Phil.) A.M.R. Davies							r			r
<i>Polyachyrus carduoides</i> Phil.		r								r
<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i> D. Don						r				r
<i>Pseudognaphalium cymatoides</i> (Kunze ex DC.) Anderb.		1								1
<i>Senecio coscayanus</i> Ricardi & Martic.							r		p	r(p-r)
<i>Senecio digitatus</i> Phil.			+							+
<i>Senecio puchii</i> Phil.			+							+

Donde: Campañas = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; v 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5% y 2 = Cobertura 5-25%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 40; Campaña de invierno 2014 = 105; Campaña de primavera 2014 = 93; Campaña de verano 2015 = 90; Campaña Otoño 2015 = 72; Campaña Invierno 2015 = 71; Campaña Primavera 2015 = 53; Verano 2016 = 2; Campaña otoño 2016 = 3

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 212.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

c.vi) *Especies en categorías de conservación*

Entre los 132 taxa de plantas vasculares registradas durante las ocho campañas estacionales en el sector Cordón Occidental, siete especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial: tres amenazadas y cuatro precautorias. El detalle de las especies en categoría presentes en el sector, sus valores de abundancia relativa y el número de unidades cartográficas y número de inventarios florísticos en los que se registran, se presenta en la Tabla 3.3.1-59.

Dentro de este grupo de especies, aquella registrada con mayor frecuencia en el sector Cordón Occidental, corresponde a la cactácea *Maihueniopsis boliviana*, en categoría precautoria de Preocupación Menor, presente en 123 unidades cartográficas y en 73 puntos de muestreo con inventario del sector. Esta especie presentó siempre rangos de abundancia relativa bajos, generalmente con cobertura menor al 0,1% (r), detectándose desde unos pocos individuos, hasta una cobertura inferior al 5% en algunas formaciones. El resto de las especies en categoría del sector, presentan también valores de abundancia relativa bajos, siendo *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* la especie que registra mayor rango de abundancia relativa, alcanzando en algunas formaciones valores máximos de cobertura entre un 25 y 50%.

Tabla 3.3.1-59. Especies de flora vascular en categorías de conservación, registradas en el área de influencia sector Cordón Occidental

NOMBRE CIENTÍFICO		CATEGORÍA VIGENTE ^a	PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b
<i>Haageocereus fascicularis</i> (Meyen) F. Ritter	Amenazadas	Casi Amenazada ¹	35	27	r(p-2)
<i>Malesherbia tenuifolia</i> D. Don		Vulnerable ²	8	6	+(p-1)
<i>Aphyllocladus denticulatus</i> (J. Remy) Cabrera var. <i>calvus</i> (Phil.) Cabrera		Casi Amenazada (a nivel de especie) ³	39	30	1(p-3)
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter	Precautorias	Preocupación Menor ¹	65	46	r(p-2)
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling		Preocupación Menor ⁴	123	73	r(p-1)
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson		Preocupación Menor ⁴	34	31	+(p-1)
<i>Corryocactus brevistylus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Britton & Rose		Preocupación Menor ⁴	3	3	p

Donde: Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25% y 3 = Cobertura 25-50%

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso; (2) MMA D.S. N°42/2011 Séptimo proceso; (3) MMA D.S. N°41/2011 Sexto proceso; (4) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

c.vii) *Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283*

No se registraron especies en el Decreto N°68/2009 en el área correspondiente al sector Cordón Occidental. Tampoco se registraron especies bajo otros decretos de protección a especies nativas.

c.viii) *Singularidad ambiental*

El sector de Cordón Occidental se extiende ampliamente en un gradiente altitudinal, abarcando cordones montañosos (cerros de Guatacondo) y quebradas, presentando formaciones de tipo zonal. Este sector se destaca por presentar formaciones vegetales con alta riqueza de especies, y contiene una alta proporción de flora endémica y de especies de distribución restringida a la I Región, además de especies en categoría de conservación; probablemente por su posición intermedia entre el altiplano y el desierto.

En la Tabla 3.3.1-60, se presentan las formaciones vegetales u otros recubrimientos de suelo que se consideran ambientalmente singulares, en relación a la flora vascular detectada en el sector, y en la Figura 3.3.1-37 se observa la distribución espacial de las áreas donde se registran especies en categoría de conservación amenazadas dentro del sector y de manera adicional se presenta la distribución de las especies en categoría precautoria.

Para este sector, se han considerado un total de 93 unidades cartográficas ambientalmente singulares, correspondientes tanto a formaciones vegetales como a áreas desprovistas de vegetación, las cuales se detallan a continuación. En cuanto a las formaciones vegetales sobre el total del sector, nueve formaciones vegetales se consideran singulares para ciertas unidades en algunos casos y en su totalidad para otros, debido a que destacan por su flora vascular y/o presentan especies en categoría de conservación (amenazadas), ver Tabla 3.3.1-60.

En términos de riqueza florística, la formación vegetal que registró una mayor cantidad de especies es el matorral de *Atriplex glaucescens*, con 97 especies que equivalen a un 68% de la riqueza descrita en el sector. Esta formación destaca además debido al registro de seis especies en categoría de conservación (tres amenazadas y tres precautorias) y por la presencia de 35 especies endémicas de Chile y de tres especies con una distribución que se encuentra restringida exclusivamente a la I Región de Tarapacá. Le siguen en cuanto a importancia, las formaciones de matorral de *Atriplex glaucescens* y *Balbisia microphylla*, matorral de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* y *Atriplex glaucescens* y el matorral de *Ambrosia artemisioides*, con una menor riqueza, pero importante presencia de especies endémicas y especies amenazadas (ver Tabla 3.3.1-60).

Las formaciones de matorral de *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* y *Atriplex glaucescens* y matorral con suculentas de *A. denticulatus* var. *calvus*, *Haageocereus fascicularis* y *Cumulopuntia sphaerica* además están dominados por la especie *A. denticulatus* var. *calvus* en ambas y *H. fascicularis* en la última, que se encuentran en categoría de conservación Casi amenazada, por lo tanto, clasifican dentro de las especies amenazadas.

La formación de herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys grayana*, se consideró como singular, ya que está poco representada en el sector y destaca por su riqueza florística, además de presentar especies en categoría de conservación amenazadas (y precautorias) y varias especies endémicas. Cabe destacar que la mayor riqueza de especies observada se concentró en la estación post-lluvias, existiendo una marcada estacionalidad en la flora presente en estas formaciones.

Otras formaciones en el sector, matorral dominado por la especie arbustiva *Balbisia microphylla*, matorral de *Senecio ctenophyllus* con *Atriplex glaucescens*, y herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys tarapacana* también presentan registros florísticos importantes, destacados en riqueza, endemismos o especies con distribución restringida, aunque principalmente destacan por la concentración de especies en categoría de conservación, con dos a tres especies amenazadas.

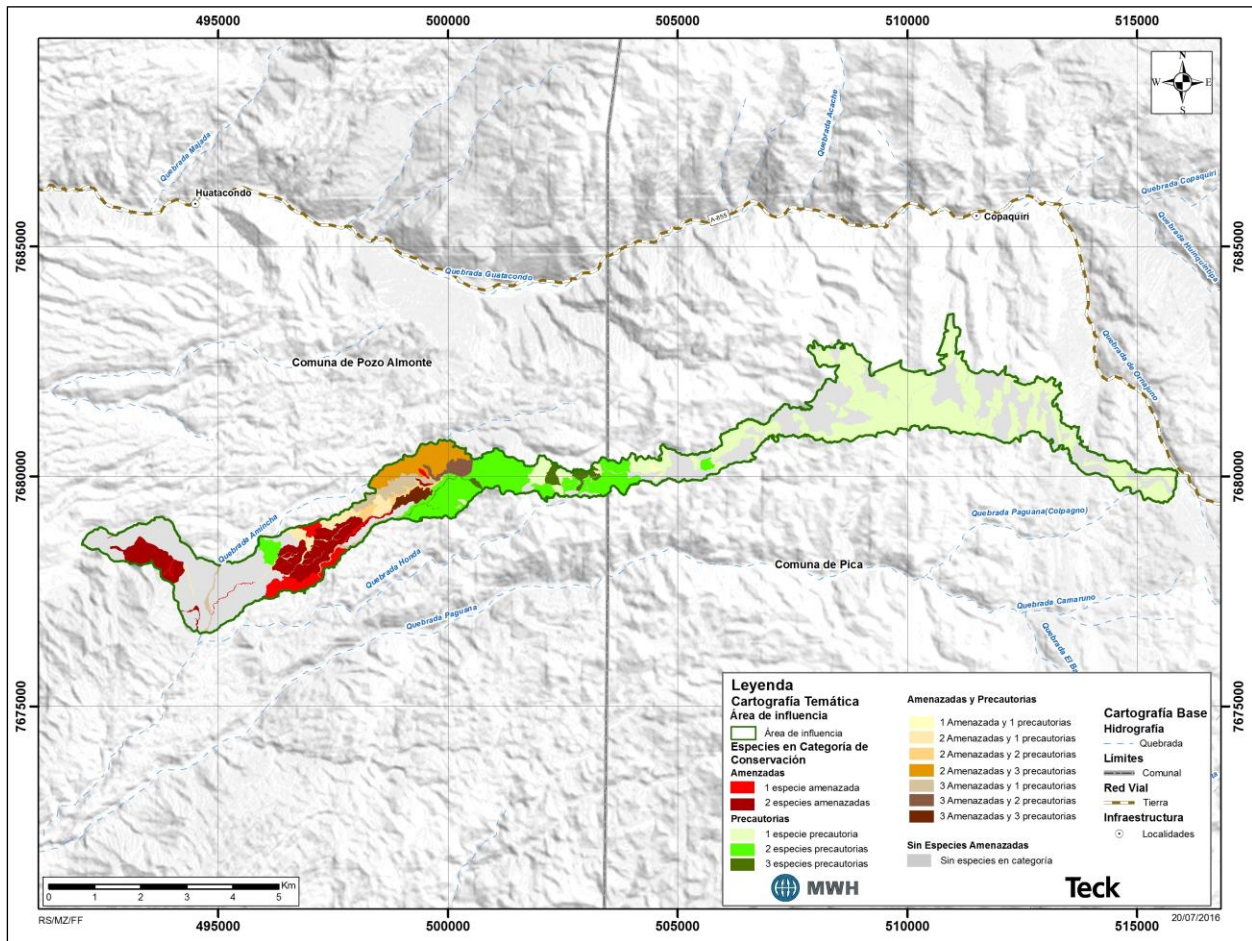
Adicionalmente a las formaciones ya descritas, en Cordón Occidental se encuentran seis unidades cartográficas correspondientes a áreas desprovistas de vegetación (recubrimiento vegetal inferior al 5%) que se caracterizan como singulares, puesto que registran una a dos especies en categoría de conservación amenazada (ver Tabla 3.3.1-60 y Figura 3.3.1-37).

Tabla 3.3.1-60. Formaciones vegetales con singularidades de flora vascular en sector Cordón Occidental

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	Nº	Código UC
Herbazal de <i>Tetragonia microcarpa</i> y <i>Neuontobotrys tarapacana</i>	25	2		9	1	1	CO-013-1361
Herbazal de <i>Tetragonia microcarpa</i> y <i>Neuontobotrys grayana</i>	36	2	2	13	2	2	Todas
Matorral de <i>Aphyllocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> y <i>Atriplex glaucescens</i>	57	3	1	25	2	11	Todas
Matorral de <i>Atriplex glaucescens</i> y <i>Balbisia microphylla</i>	60	3	3	19	1	22	Todas
Matorral de <i>Atriplex glaucescens</i>	97	3	3	35	3	39	Todas
Matorral de <i>Ambrosia artemisioides</i>	57	3	3	21	2	4	Todas
Matorral de <i>Senecio ctenophyllus</i> y <i>Atriplex glaucescens</i>	16	2	1	6		2	Todas
Matorral de <i>Balbisia microphylla</i>	45	3	4	13	1	5	Todas
Matorral con suculentas de <i>Aphyllocladus denticulatus</i> var. <i>calvus</i> , <i>Haageocereus fascicularis</i> y <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	22	2	1	9	1	1	Todas
Áreas desprovistas de vegetación	40	2	3	15	2	6	CO-169-1364; CO-171-1211; CO-171-1216; CO-173-1173; CO-173-1218; CO-176-1377
Total singularidad: Nº UC y Superficie (ha)						93	799,6

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-37. Distribución de especies en categoría de conservación en sector Cordon Occidental



Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-61, las 93 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 799,6 hectáreas. Esta superficie se divide en tres recubrimientos de suelo, de los cuales el 16,4% de la superficie singular del sector se asocia a unidades en áreas desprovistas de vegetación (Tabla 3.3.1-60). La superficie singular del sector representa un 32,7% de la superficie del sector y a su vez, representa un 7,0% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-61. Superficie ambientalmente singular en sector Cordón Occidental

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	131,5	
-	131,5	16,4
Estepa	84,8	
Herbazal	84,8	10,6
Matorrales	583,3	
Matorral	581,6	72,7
Matorral con suculentas	1,6	0,2
Total singular del sector (ha)	799,6	100
Proporción respecto al total del sector (%)	32,7	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	7,0	

Fuente: Cedrem Consultores.

d) Sector Quebrada Choja - Ramucho

d.i) Recubrimiento y formaciones vegetales

En el sector Quebrada Choja - Ramucho se registran tres tipos de recubrimiento de suelo: otros recubrimientos ocupa el 2,1% de la superficie del sector (18,8 hectáreas); vegetación zonal, que ocupa el 93,8% de la superficie del sector (838,5 hectáreas); y vegetación azonal, que constituye un 4,1% de la superficie del sector con 37,0 hectáreas (Ver Figura 3.3.1-38 y Tabla 3.3.1-62).

Asimismo, se registran seis recubrimientos de suelo en este sector, que en su conjunto ocupan 894,3 hectáreas del sector: áreas industriales, áreas desprovistas de vegetación, estepas, matorrales zonales, matorrales azonales y humedales (ver Tabla 3.3.1-62 y Figura 3.3.1-38).

Las áreas industriales representan el 2,1% de la superficie del sector con 18,8 hectáreas y corresponden únicamente a suelos removidos, mientras que las áreas desprovistas de vegetación representan el 1,9% de la superficie del sector con 16,9 hectáreas y corresponden a cajas de río (0,5 hectáreas) y cumbres, afloramientos rocosos (16,4 hectáreas). Las áreas con vegetación recubren un 96,0% de la superficie total del sector y se encuentran representada por los tipos formaciones zonales de estepa (pajonal y herbazal), matorrales (matorral y matorral con suculentas) y las azonales de humedales (vega) y matorrales (matorral hídrico) (Ver Tabla 3.3.1-62 y Figura 3.3.1-38).

En cuanto a la vegetación zonal, el recubrimiento de estepa ocupa 7,2 hectáreas, que representan un 0,8% de la superficie del sector, y está constituido por dos tipos de formación: pajonal (0,4% de la superficie del sector) y herbazal (0,4%), representados cada uno por una formación vegetal clasificada según dominancia y fisionomía. Las formaciones vegetales corresponden al pajonal de *Pappostipa frigida* y al herbazal de *Descurainia stricta*, con 3,7 y 3,6 hectáreas, respectivamente, localizadas en el tercio superior de la quebrada hacia el oriente (ver Tabla 3.3.1-62 y Figura 3.3.1-38).

El recubrimiento de matorrales de tipo zonal, corresponde al tipo de recubrimiento con mayor representación en el sector, y comprende 93,8% de su superficie (838,5 hectáreas). Se observan en él dos tipos de formaciones, el primero corresponde al matorral, que comprende 765,8 hectáreas (85,6% del sector) y un total de 15 formaciones vegetales, entre las cuales destaca el matorral de *Ephedra breana*, que representa una superficie de 216,8 hectáreas (24,2%). El segundo tipo de formación corresponde al matorral con suculentas, con 65,5 hectáreas (7,3%), representado por tres formaciones vegetales, entre los que destaca el matorral con suculentas de *Balbisia microphylla* y *Oreocereus leucotrichus*, con 55,5 hectáreas (6,2%). Los matorrales se encuentran presentes en todo el sector, ampliamente distribuidos en ambientes de laderas, quebradas y cajas de río (ver Figura 3.3.1-38).

En cuanto a la vegetación azonal, el recubrimiento de matorrales se encuentra representado por un único tipo de formación, correspondiente al matorral hídrico, el que abarca el 4,1% de la superficie del sector (36,7 hectáreas). Los matorrales hídricos corresponden a cinco formaciones vegetales clasificadas según dominancia y fisionomía, entre las cuales destacan el matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Parastrephia quadrangularis* y matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Ophryosporus pinifolius*, los dos ampliamente distribuido en ambientes de quebrada, y que presentan una superficie de 10,9 (1,2% del sector) y 12,7 hectáreas (1,4% del sector), respectivamente (ver Tabla 3.3.1-62 y Figura 3.3.1-38).

Finalmente, el recubrimiento de humedales ocupa el 0,03% de la superficie total del sector con 0,3 hectáreas. Está conformado por el tipo de formación de vega, representado por dos formaciones vegetales, siendo la más representada la vega de *Juncus balticus* y *Schoenoplectus americanus* (ver Tabla 3.3.1-62). Las formaciones de humedales se distribuyen de manera puntual y discontinua, en ambientes de quebradas y cajas de río, en el extremo oriental de la Quebrada Choja (ver Figura 3.3.1-38).

Tabla 3.3.1-62. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Quebrada Choja – Ramucho

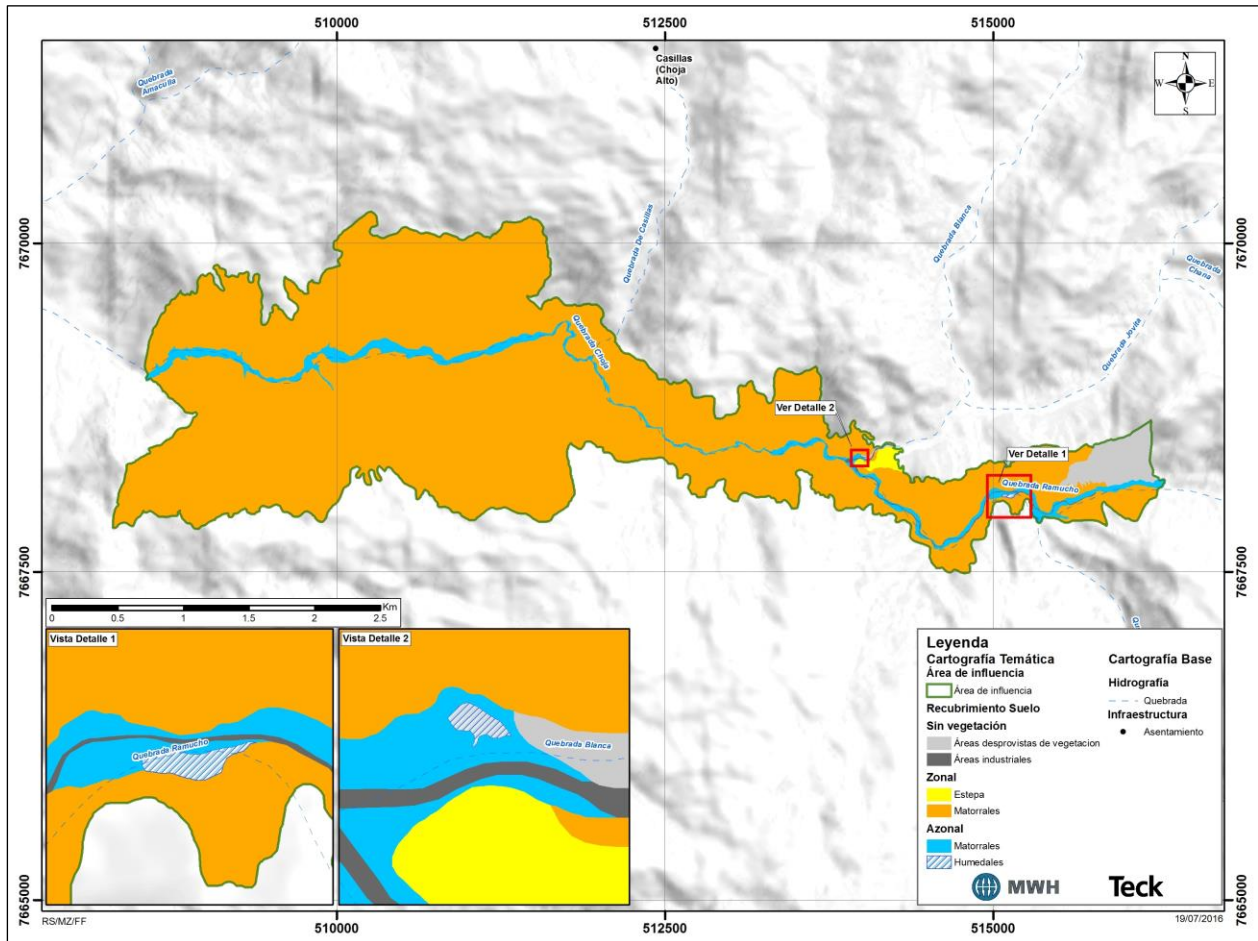
TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	18,8	2,1	4	4,8
ÁREAS INDUSTRIALES	1,8	0,2	1	1,2
Suelos removidos	1,8	0,2	1	1,2
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	16,9	1,9	3	3,6
Caja de río	0,5	0,1	2	2,4
Cumbres, afloramientos rocosos	16,4	1,8	1	1,2
VEGETACIÓN ZONAL	838,5	93,8	56	66,7
ESTEPAS	7,2	0,8	2	2,4
Pajonal	3,7	0,4	1	1,2
<i>Pajonal de Pappostipa frigida</i> ¹	3,7	0,4	1	1,2
Herbazal	3,6	0,4	1	1,2
<i>Herbazal de Descurainia stricta</i> ¹	3,6	0,4	1	1,2
MATORRALES	831,3	93,0	54	64,3
Matorral	765,8	85,6	47	56,0
<i>Matorral de Atriplex glaucescens</i> ²	86,6	9,7	9	10,7
<i>Matorral de Atriplex glaucescens y Balbisia microphylla</i> ²	10,8	1,2	1	1,2
<i>Matorral de Ambrosia artemisioides</i>	93,5	10,5	4	4,8
<i>Matorral de Senecio ctenophyllus</i> ²	94,6	10,6	6	7,1
<i>Matorral de Balbisia microphylla</i> ²	18,5	2,1	2	2,4
<i>Matorral de Balbisia microphylla y Ambrosia artemisioides</i> ²	32,1	3,6	2	2,4
<i>Matorral de Ephedra breana</i> ²	216,8	24,2	9	10,7
<i>Matorral de Ephedra breana y Atriplex glaucescens</i> ²	116,8	13,1	3	3,6
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Ephedra breana</i> ²	32,4	3,6	3	3,6
<i>Matorral de Baccharis tola</i> ²	15,9	1,8	1	1,2

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral de Escallonia angustifolia</i>	0,04	0,005	1	1,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa</i> ²	14,7	1,6	2	2,4
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Atriplex glaucescens</i> ²	0,6	0,1	1	1,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Baccharis boliviensis</i> ²	16,2	1,8	2	2,4
<i>Matorral de Fabiana ramulosa, Ephedra breana y Baccharis boliviensis</i> ²	16,1	1,8	1	1,2
Matorral con suculentas	65,5	7,3	7	8,3
<i>Matorral con suculentas de Ambrosia artemisioides, Ophryosporus pinifolius y Cumulopuntia sphaerica</i> ²	6,1	0,7	1	1,2
<i>Matorral con suculentas de Balbisia microphylla y Oreocereus leucotrichus</i> ²	55,5	6,2	5	6,0
<i>Matorral con suculentas de Senecio ctenophyllus y Oreocereus leucotrichus</i> ²	4,0	0,4	1	1,2
VEGETACIÓN AZONAL	37,0	4,1	24	28,6
MATORRALES	36,7	4,1	22	26,2
Matorral hídrico	36,7	4,1	22	26,2
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia</i> ³	6,1	0,7	5	6,0
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia y Escallonia angustifolia</i> ³	2,2	0,2	2	2,4
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia y Ophryosporus pinifolius</i> ³	12,7	1,4	2	2,4
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia y Parastrephia quadrangularis</i> ³	10,9	1,2	9	10,7
<i>Matorral hídrico de Baccharis calliprinos</i> ³	4,7	0,5	4	4,8
HUMEDALES	0,3	0,03	2	2,4
Vega	0,3	0,03	2	2,4
<i>Vega de Eleocharis pseudoalbibracteata y Polypogon australis</i>	0,03	0,003	1	1,2
<i>Vega de Juncus balticus y Schoenoplectus americanus</i>	0,3	0,03	1	1,2
Total general	894,3	100,0	84	100,0

(1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Estepa (zonal); (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorrales (zonal); (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.ii) Matorrales (azonal).

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-38. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Quebrada Choja - Ramucho



Fuente: Cedrem Consultores.

d.ii) Riqueza y composición florística

La riqueza registrada durante las nueve campañas estacionales realizadas en este sector, es de 156 taxa, pertenecientes a 100 géneros, agrupados en 36 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-39). De la totalidad de taxa registrados, 121 corresponden a la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), 33 a la clase Liliopsida (monocotiledóneas), y finalmente, las clases Gnetopsida (Gimnospermas) y Equisetopsida, están representados por una especie cada una (ver Figura 3.3.1-40).

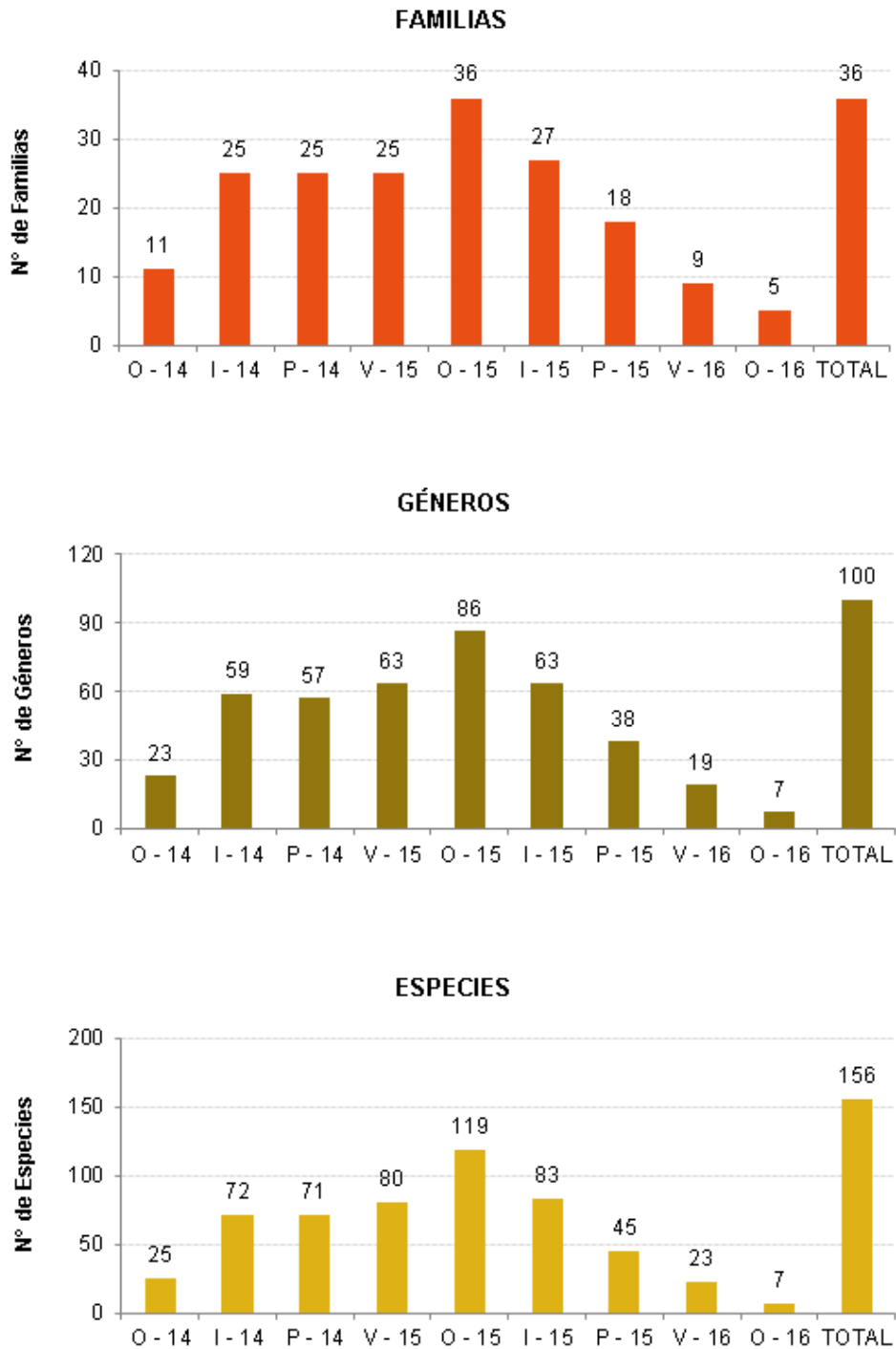
Dos registros (1,3% de la flora relevada en el sector) no pudieron ser identificados a nivel de especie, ya que los mismos se encontraban totalmente secos y/o sin caracteres morfológicos necesarios para este fin. Estos dos taxa, identificados a nivel de género, corresponde a la clase Magnoliopsida y Liliopsida, respectivamente.

En términos de la variación estacional de la riqueza, la campaña en la que se registra una mayor riqueza florística corresponde a otoño 2015 (119 taxa), mientras que los menores valores de riqueza se registraron en las campañas de otoño 2014 (25 taxa), verano 2016 (23 taxa) y otoño 2016 (7 taxa), debido al menor esfuerzo de muestreo desplegado en ellas (ver Figura 3.3.1-39): en el caso de la primera campaña, debido a que fuera previa a la ampliación del sector, y en las campañas de verano 2016 y otoño 2016, por estar enfocadas en abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría.

Las familias con más representación en el sector corresponden a Asteraceae, con 43 taxa, Poaceae con 19 taxa y Cyperaceae, con 10 taxa registrados. Por otra parte, un total de 14 familias se encuentran representados por una sola especie en el sector (ver Figura 3.3.1-40).

El listado taxonómico completo de la flora registrada se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

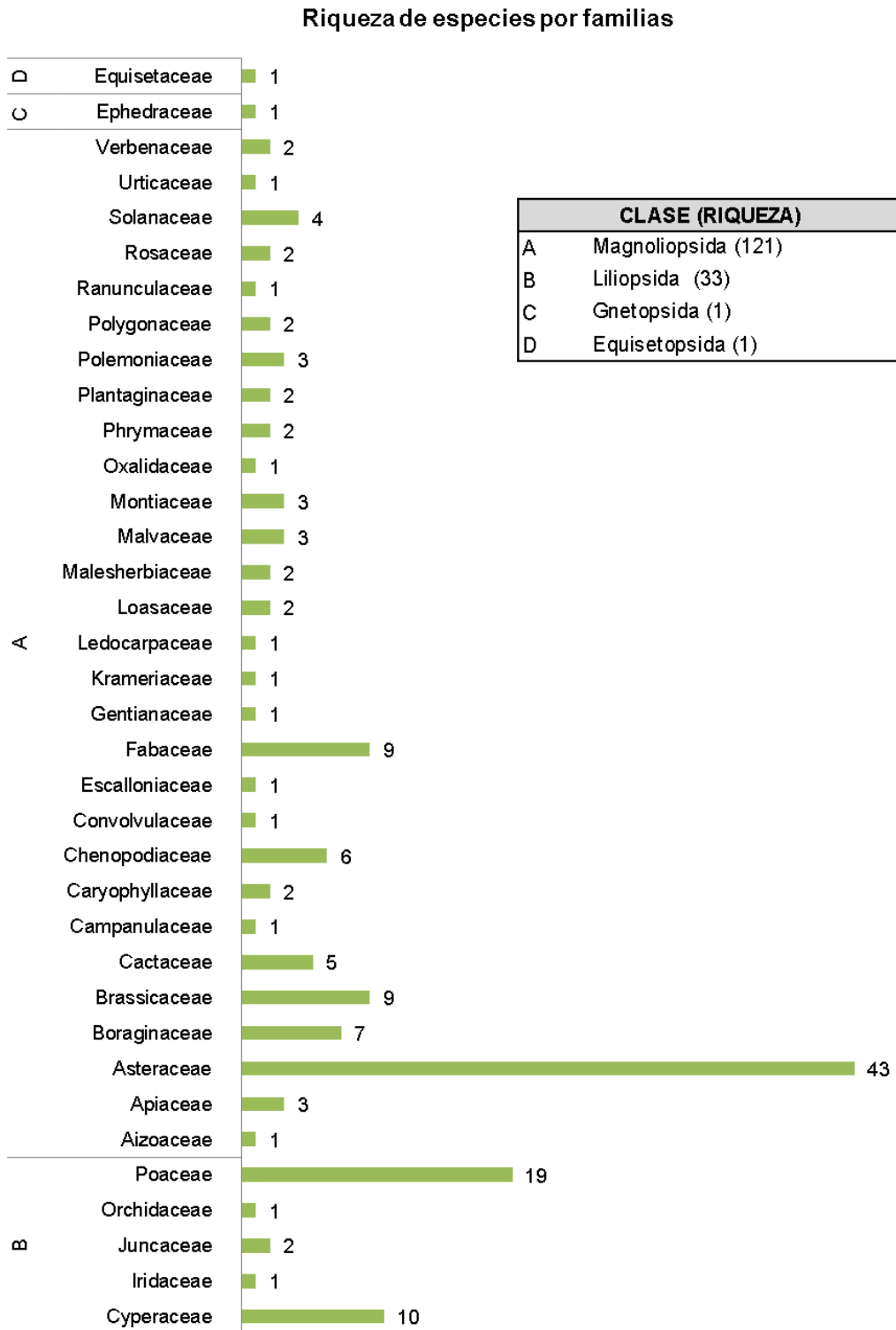
Figura 3.3.1-39. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Quebrada Choja – Ramucho



Donde: Campañas estacionales = O-14: otoño 2014; I- 14: invierno 2014; P- 14: primavera 2014; V- 15: verano 2015;
 O- 15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015; V- 16: verano 2016; O- 16: otoño 2016.
 Nº de puntos de muestreo por campaña: otoño 2014 = 3; invierno 2014 = 24; primavera 2014 = 25; verano 2015 = 23; otoño 2015 =
 22; invierno 2015 = 25; primavera 2015 = 8; verano 2016 = 1; otoño 2016 = 1.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-40. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registrada en el sector Quebrada Choja – Ramucho



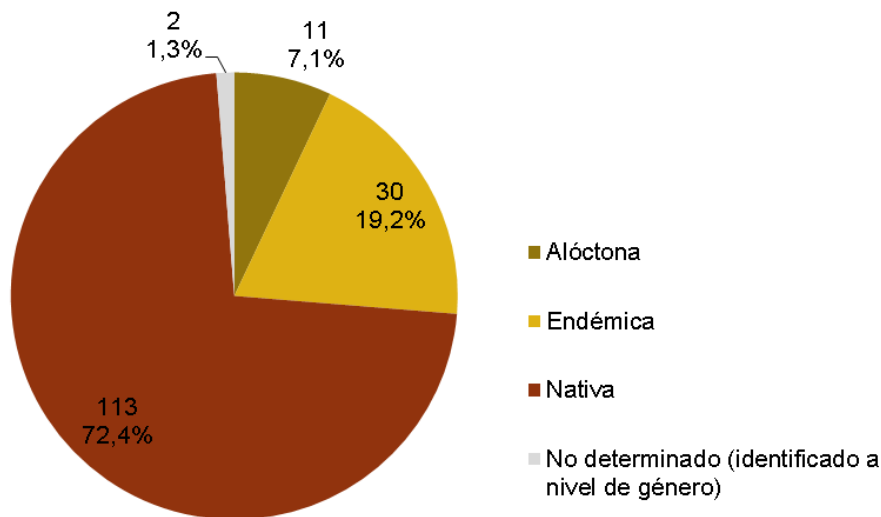
Fuente: Cedrem Consultores.

d.iii) Origen geográfico

Entre los 156 taxa de flora vascular registrados en este sector, la mayor proporción corresponden a especies de origen nativo, con un total de 113 especies (72,4%). Además, se observa un total de 30 especies (19,2%) de origen endémico de Chile y 11 cuyo origen geográfico es alóctono (7,1%). Para dos taxa registrados (1,3%) no se pudo determinar su origen geográfico por estar éstos identificados a nivel de género (Ver Figura 3.3.1-41).

En el grupo de las 30 especies endémicas de Chile del sector, la más frecuente corresponde al arbusto *Atriplex glaucescens*, que define como especie dominante cuatro formaciones zonales de matorral, encontrándose, además, en 22 formaciones vegetales del sector. Otras especies endémicas frecuentes observadas corresponden a las especies arbustivas *Senecio ctenophyllus* que define como dominante una formación de matorral y otra de matorral con suculentas, estando presentes en 15 formaciones vegetales; y *Balbisia microphylla*, que define como dominante tres formaciones de matorral y una de matorral con suculentas, estando presente en 11 formaciones vegetales.

Figura 3.3.1-41. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en sector Quebrada Choja – Ramucho



Fuente: Cedrem Consultores.

d.iv) Rangos de distribución

Entre los 156 taxa observados en este sector durante las campañas estacionales, se registran 77 especies con una distribución geográfica moderadamente restringida al Norte Grande del país (49,4% de la riqueza del sector) y 49 con una distribución geográfica no restringida (31,4%) (Ver Figura 3.3.1-42). Igualmente, se registra para el sector un total de cuatro especies con distribución

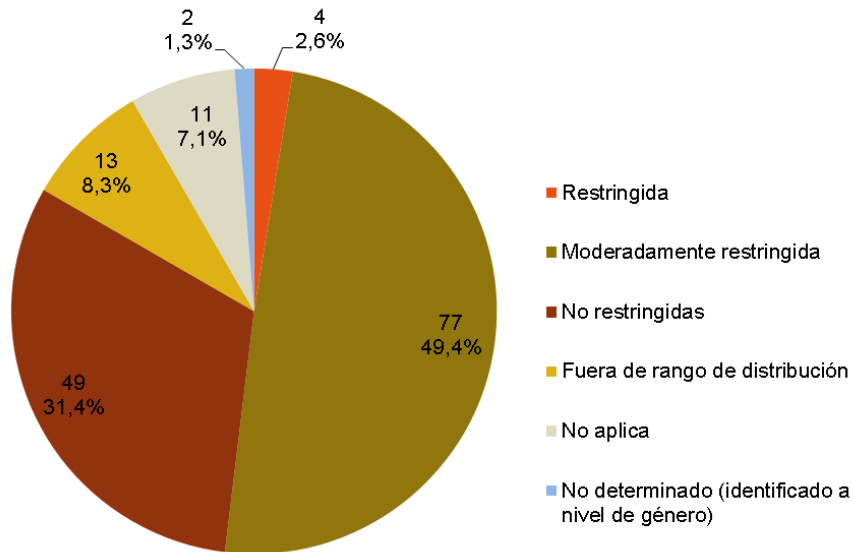
geográfica restringida a la I región de Tarapacá (2,6% de la riqueza del sector), las que corresponden a *Adesmia rahmeri*, *Eremodraba intricatissima*, *Malesherbia tenuifolia* y *Senecio coscayanus*, estas dos últimas siendo, además, endémicas de Chile (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013) (Ver Figura 3.3.1-42 y Anexo 3.3.1-5).

Para un total de dos taxa (1,3%) la distribución geográfica no fue determinada puesto que se encuentran identificados a nivel taxonómico de género; y para 11 especies la designación del rango de distribución geográfica en Chile no aplica, por tratarse de especies alóctonas (7,1% de la riqueza del sector).

Cabe destacar el registro de 13 especies descritas fuera de su rango de distribución geográfica (8,3% de la riqueza del sector), por lo que se trataría de nuevos registros para la I Región. Estas especies corresponden a *Astragalus pusillus*, *Chuquiraga kuscheii*, *Cistanthe densiflora*, *Cristaria andicola*, *Cryptantha globulifera*, *Cryptantha glomerulifera*, *Deyeuxia chrysophylla*, *Eleocharis atacamensis*, *Epilobium puberulum*, *Gastridium phleoides*, *Mimulus depressus*, *Pseudognaphalium cymatoides* y *Solanum medians*. Las especies *D. chrysophylla* y *E. atacamensis* se encuentran descritas, dentro del norte grande, para la II Región de Antofagasta y la III Región de Atacama (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013), y *C. densiflora*, *C. andicola* para la II Región de Antofagasta y la IV Región de Coquimbo (Stark, 2013). *P. cymatoides* ha sido descrita para la XV Región de Arica y Parinacota y luego desde el sur de IV región de Coquimbo (Freire et al. 2014). Las especies *A. pusillus*, *C. globulifera*, *C. glomerulifera*, *C. kuscheii* y *S. medians* han sido circunscritas, dentro de la antigua I Región, a la región de Arica y Parinacota en revisiones recientes (catálogo de las I y XV regiones de Gatica Castro et al. 2015). El resto de estas especies fuera de rango de distribución, excede los límites latitudinales del norte grande, con presencia en regiones al sur de la segunda Región de Antofagasta (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013),

En el listado taxonómico del Anexo 3.3.1-5 de la flora vascular registrada en el área de influencia, se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en el sector de Quebrada Choja - Ramucho.

Figura 3.3.1-42. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Quebrada Choja – Ramucho



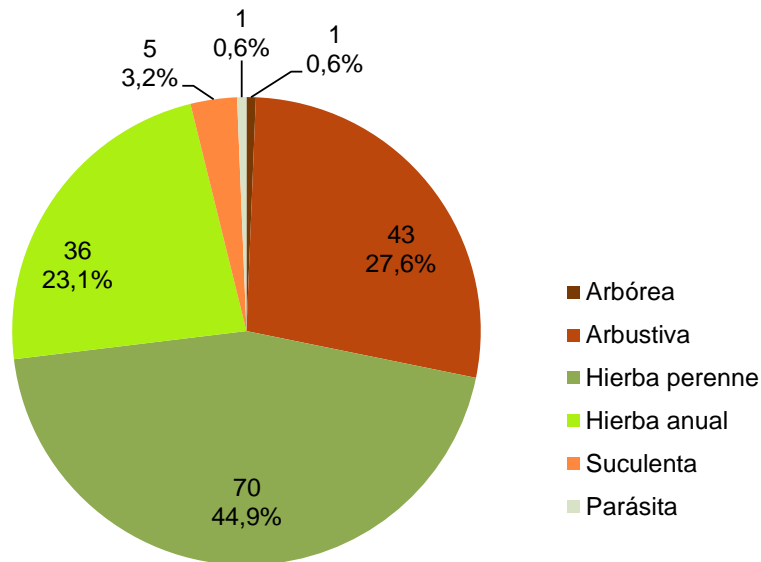
Fuente: Cedrem Consultores.

d.v) *Forma de crecimiento*

La forma de crecimiento dominante entre las especies del sector corresponde a las hierbas perennes, con un total de 70 especies equivalentes al 44,9% de la riqueza del sector. Le sigue la forma de crecimiento arbustiva, con 43 especies (27,6% de la riqueza) y las hierbas anuales con 36 especies (23,1%). Las formas de crecimiento menos representadas en el sector corresponden a las suculentas con cinco especies (3,2%) y las formas de vida arbórea (*Pyrus communis*) y parásita (*Cuscuta suaveolens*), con una especie (0,6%) cada una (ver Figura 3.3.1-43).

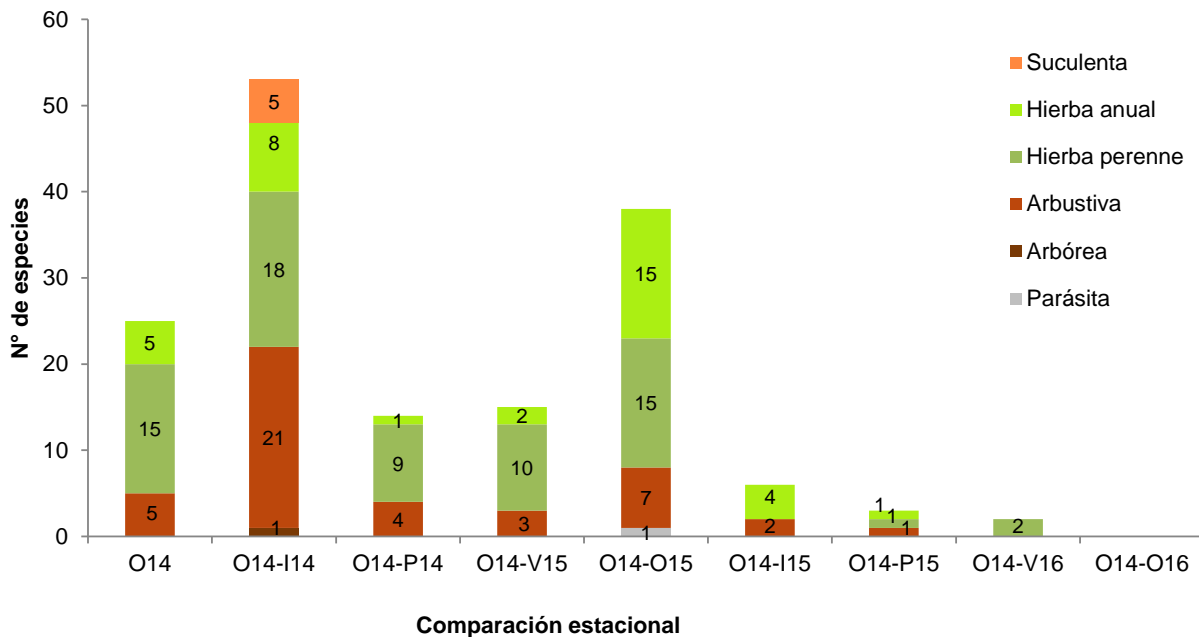
En la Figura 3.3.1-44, se puede observar la riqueza acumulada de especies en las diferentes campañas estacionales, por forma de crecimiento. Las hierbas perennes, presentan los mayores registros de nuevas especies por campaña hasta otoño 2015, registrando posteriormente una especie en primavera 2015 y dos en verano 2016 (las únicas dos nuevas especies registradas en esta campaña). Las hierbas anuales presentan igualmente nuevos registros hasta primavera 2015, aunque en menor número, a excepción de la estación de otoño 2015 cuando se produjo la mayor incorporación de nuevos registros anuales por campaña. Las formas de vida arbustivas, si bien en menores registros, se registran como nuevas apariciones hasta la campaña de primavera 2015, la mayor incorporación de especies ocurriendo en la campaña de invierno 2014. Las cinco especies suculentas se registraron durante invierno 2014 y la especie suculenta en otoño 2015.

Figura 3.3.1-43. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Quebrada Choja – Ramucho



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-44. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Quebrada Choja – Ramucho



Donde comparación estacional: **O14** (Otoño 2014), **O14-I14** (Invierno 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-P14** (Primavera 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-V15** (Verano 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-V16** (Verano 2016 en relación a campañas anteriores), **O14-O16** (Otoño 2016 en relación a campañas anteriores).

Fuente: Cedrem Consultores.

De esta manera, la campaña de invierno 2014 posee un aumento considerable de nuevos registros (53 taxa, principalmente arbustivos), respecto a otoño 2014, debido al mayor esfuerzo de muestreo realizado durante esta campaña en el sector (paso de 3 a 24 puntos de muestreo). Las campañas posteriores a invierno 2014, mantienen una incorporación relativamente constante de nuevos registros, con tendencia a disminuir en el tiempo, a excepción de la campaña de otoño 2015, cuando producto del aumento considerable de las precipitaciones en dicha estación y año, se registraron 39 nuevas especies, principalmente hierbas perennes (15) y anuales (15). En la última campaña realizada (otoño 2016, con un sólo punto de muestreo) no se registraron nuevos registros en relación a las precedentes.

d.vi) *Frecuencia y abundancia de las especies*

Las especies con mayor registro en ocho de las nueve campañas estacionales del sector se presentan en la Tabla 3.3.1-63. La campaña de otoño 2016 se excluye de este análisis, por comprender un esfuerzo de muestreo de un solo punto de muestreo sin inventario florístico (tipo COT). De igual manera, los valores de frecuencia y abundancia de la campaña verano 2016, son más bajos por corresponder a un punto de muestreo, dado que esta campaña persiguió un objetivo distinto de muestreo (enfocada a abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría).

La especie más frecuente en el sector corresponde al arbusto *Atriplex glaucescens*, registrado en 32 puntos de muestreo con inventario florístico, en las ocho campañas analizadas. En ellas, la especie se registra en un rango de abundancia relativa dominante inferior al 1% de cobertura (+), aunque pudiendo variar de unos pocos individuos fuera del transecto (p) hasta un rango entre 50 y 75% de cobertura (4), como se registró en invierno 2015. Le siguen en frecuencia el arbusto *Senecio ctenophyllus* y la hierba anual *Descurainia stricta*, con 26 y 19 puntos de muestreo a lo largo de las diferentes campañas, respectivamente. Tanto *S. ctenophyllus* como *D. stricta* presentan una abundancia similar a *glaucescens*, aunque se registran en abundancias relativas máximas inferiores al 25% (2) y al 50% (3) de cobertura, respectivamente.

Por otra parte, se registraron en el sector 55 taxa raros o poco frecuentes, presentes en un punto de muestreo, en al menos una de las campañas estacionales (ver Tabla 3.3.1-64). En general, estas especies fueron observadas en un rango bajo de abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet, salvo casos excepcionales como los de *Eleocharis atacamensis* y *Juncus balticus*, cuyas abundancias relativas registradas se sitúan principalmente en el rango de 50 a 75% y de 25% a 50% de cobertura, respectivamente. Se observa, en general, una mayor cantidad de registros únicos de especies en la estación de otoño 2015 (30).

Tabla 3.3.1-63. Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Quebrada Choja – Ramucho

Especie	FRECUENCIA									ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)*								
	O14	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	Total	O14	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	Total
<i>Atriplex glaucescens</i> Phil.	3	15	14	12	11	14	3	1	32	+(+1)	1(+3)	+(+2)	1(p-3)	+(r-3)	1(p-4)	+(r++)	1	+(p-4)
<i>Senecio ctenophyllus</i> Phil.	1	11	14	8	8	11	4	0	26	+	+(r-2)	1(r-2)	+(p-2)	1(r-2)	1(r-2)	+(+2)		+(p-2)
<i>Descurainia stricta</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	1	4	5	7	5	1	3	1	19	r	2(+3)	1(+2)	1(r-3)	+(p-+)	r	+(r-1)	1	+(p-3)
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter	0	5	8	6	5	8	2	0	19		+(p-2)	+(p-1)	+(p-1)	r(p-2)	r(p-2)	2(1-2)		r(p-2)
<i>Polypogon australis</i> Brongn.	3	8	11	6	7	6	4	1	19	2(+2)	1(p-2)	1(+2)	2(1-2)	+(r-2)	+(p-2)	+(+2)	1	1(p-2)
<i>Ephedra breana</i> Phil.	0	8	5	5	6	9	1	1	18		1(p-3)	1(r-2)	1(r-2)	+(r-1)	+(p-2)	+	+	+(p-3)
<i>Neuontobotrys tarapacana</i> (Phil.) Al-Shehbaz	2	5	5	5	5	4	1	1	18	1(+1)	+(r-1)	r(r++)	+(p-2)	+(r-1)	2(1-2)	r	+	+(p-2)
<i>Balbisia microphylla</i> (Phil.) Reiche	0	7	6	5	6	8	4	0	17		+(r-2)	+(r-2)	+(p-2)	1(p-2)	1(p-2)	+(+2)		+(p-2)
<i>Cortaderia speciosa</i> (Nees & Meyen) Stapf	2	8	9	7	7	8	4	1	17	+(r++)	1(p-4)	2(+3)	1(p-2)	1(r-2)	+(p-2)	1(1-2)	+	1(p-4)
<i>Neuontobotrys lanata</i> (Walp.) Al-Shehbaz	0	1	1	2	11	7	2	0	17		r	p	+(r++)	+(p-2)	+(r-2)	+(p-1)		+(p-2)
<i>Ophryosporus pinifolius</i> (Phil.) R.M. King & H. Rob.	0	7	11	8	5	11	5	0	17		1(+2)	+(+2)	1(p-2)	1(+2)	+(p-2)	2(+2)		1(p-2)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 3; Campaña de invierno 2014 = 23; Campaña de primavera 2014 = 24; Campaña de verano 2015 = 22; Campaña de otoño 2015 = 22; Campaña de invierno 2015 = 25; Campaña de primavera 2015 = 7; Campaña de verano 2016 = 1.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 44.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

** No se incluye en la comparación la estación otoño 2016 por corresponder a un sólo punto de muestreo, sin inventario florístico (tipo COT).

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-64. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo en el sector Quebrada Choja – Ramucho

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIA(RANGO)*								Total
	O14	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	
<i>Adesmia rahmeri</i> Phil.		p							p
<i>Astragalus cryptobotrys</i> I.M. Johnst.					r				r
<i>Astragalus micranthellus</i> Wedd.					1				1
<i>Astragalus pusillus</i> Vogel		p							p
<i>Atriplex atacamensis</i> Phil.					+				+
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.				1		1			1
<i>Bromus berterioanus</i> Colla					+				+
<i>Carex</i> sp.	1								1
<i>Chenopodium album</i> L.		p							p
<i>Chersodoma arequipensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.					r	+			+(r++)
<i>Chersodoma jodopappa</i> (Sch. Bip.) Cabrera					+				+
<i>Chuquiraga kuschei</i> Acevedo		1			r				+(r-1)
<i>Chuquiraga spinosa</i> Less. ssp. <i>rotundifolia</i> (Wedd.) C. Ezcurra			1						1
<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth) Bartl.					p				p
<i>Coreopsis suaveolens</i> Sherff						r			r
<i>Cristaria andicola</i> Gay			p						p
<i>Cuscuta suaveolens</i> Ser.					r				r
<i>Descurainia depressa</i> (Phil.) Prantl ex Reiche					+				+
<i>Deyeuxia chrysantha</i> J. Presl	+								+
<i>Deyeuxia chrysophylla</i> Phil.				p					p
<i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe				+		2			1(+2)
<i>Deyeuxia vicunarum</i> Wedd.								R	r(r-r)
<i>Distichlis humilis</i> Phil.					+				+
<i>Domeykoa</i> sp. Nov						r			r
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants		+							+
<i>Eleocharis atacamensis</i> Phil.			4	3	+	4			4(+4)
<i>Equisetum giganteum</i> L.			1	1	1	+			1(+1)
<i>Eremodraba intricatissima</i> (Phil.) O.E. Schulz							+		+
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.					r				r
<i>Gastridium phleoides</i> (Nees & Meyen) C.E. Hubb.					+				+
<i>Gentiana prostrata</i> Haenke				1	r				+(r-1)
<i>Gilia laciniata</i> Ruiz & Pav.			+						+
<i>Hordeum pubiflorum</i> Hook. f. ssp. <i>halophilum</i> (Griseb.) Baden & Bothmer		1		2	1				1(1-2)
<i>Huidobria fruticosa</i> Phil.					r				r
<i>Juncus balticus</i> Willd.		2		3	3	2			3(2-3)

ESPECIE	ABUNDANCIA								
	MEDIA(RANGO)*								
	O14	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	Total
<i>Krameria lappacea</i> (Dombey) Burdet & B.B. Simpson					r				r
<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.		1		1	+				1(+1)
<i>Malesherbia humilis</i> Poepp.						r			r
<i>Mastigostyla cyrtophylla</i> I.M. Johnst.					r				r
<i>Menonvillea</i> sp.					+				+
<i>Myrosmodes nervosa</i> (Kraenzl.) Novoa, C. Vargas & Cisternas					+				+
<i>Oxalis megalorrhiza</i> Jacq.					r				r
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.					r				r
<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.				1	+				1(+1)
<i>Puccinellia frigida</i> (Phil.) I.M. Johnst.					+				+
<i>Pyrus communis</i> L.		r	r						r
<i>Reyesia juniperoides</i> (Werderm.) D'Arcy		p							p
<i>Rumex obtusifolius</i> L.		+							+
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják			+						+
<i>Senecio viridis</i> Phil.					r				r
<i>Senecio volckmannii</i> Phil.						1			1
<i>Senecio zapahuirensis</i> Martic. & Quezada							+		+
<i>Sonchus oleraceus</i> L.		r							r
<i>Trichocline caulescens</i> Phil.				p					p
<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.					p				p

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 3; Campaña de invierno 2014 = 23; Campaña de primavera 2014 = 24; Campaña de verano 2015 = 22; Campaña de otoño 2015 = 22; Campaña de invierno 2015 = 25; Campaña de primavera 2015 = 7; Campaña de verano 2016 = 1.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 44.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

** No se incluye en la comparación la estación otoño 2016 por corresponder a un sólo punto de muestreo, sin inventario florístico.

Fuente: Cedrem Consultores.

d.vii) Especies en categorías de conservación

Entre las 156 especies de plantas vasculares registradas en este sector, nueve especies se encuentran clasificadas en categoría de conservación: cuatro amenazadas y cinco precautorias. El detalle de las especies en categoría presentes en el sector, sus valores de abundancia relativa y el número de unidades cartográficas y puntos de muestreo en los que se registran, se presentan en la Tabla 3.3.1-65.

En cuanto a las especies amenazadas, la especie más frecuentemente registrada en el sector corresponde a *Malesherbia tenuifolia*, “piojillo”, presente en nueve puntos de muestreo y ocho unidades cartográficas del sector, en las que se registra con valores bajos de abundancia, dominando un valor de cobertura inferior al 0,1% (r). Le sigue la cactácea *Haageocereus fascicularis*, presente en nueve unidades cartográficas y siete puntos de muestreo del sector, con una abundancia relativa media ligeramente superior (cobertura inferior al 1%, +). Ambas especies pueden llegar a registrar hasta un 25% de cobertura relativa en algunos casos (ver Tabla 3.3.1-65), y forman parte de formaciones de matorral, matorral con suculentas y matorrales hídricos del sector.

Las especies más frecuentes entre las especies precautorias, y en todo el sector, corresponden a las cactáceas *Oreocereus leucotrichus*, *Maihueniopsis boliviana* y *Cumulopuntia sphaerica*, detectadas en 20, 15 y 13 puntos de muestreo y en 27, 20 y 17 unidades cartográficas del sector, respectivamente. Las abundancias relativas registradas para estas especies a lo largo del período de estudio varían desde la presencia en la formación (p), hasta coberturas inferiores a 25% (2), aunque generalmente se describen con unos pocos individuos (r, +) (Tabla 3.3.1-65); y forman parte igualmente de formaciones de matorrales, matorrales hídricos y matorrales con suculentas.

Tabla 3.3.1-65. Especies de flora vascular en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Quebrada Choja – Ramucho

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a	PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b	
<i>Malesherbia tenuifolia</i> D. Don	Amenazadas	Vulnerable ¹	8	9	r(p-2)
<i>Haageocereus fascicularis</i> (Meyen) F. Ritter		Casi amenazada ²	9	7	+(p-2)
<i>Aphyllocladus denticulatus</i> (J. Remy) Cabrera var. <i>calvus</i> (Phil.) Cabrera		Casi Amenazada (a nivel de especie) ³	7	2	1(+1)
<i>Myrosmodes nervosa</i> (Kraenzl.) Novoa, C. Vargas & Cisternas		Vulnerable ³	1	1	+
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter	Precautorias	Preocupación menor ²	27	20	r(p-2)
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling		Preocupación menor ⁴	20	15	r(p-1)
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson		Preocupación menor ⁴	17	13	+(p-2)
<i>Corryocactus brevistylus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Britton & Rose		Preocupación menor ⁴	3	2	r(p-r)
<i>Equisetum giganteum</i> L.		Preocupación menor ²	1	1	1(+1)

Donde: Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal, r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%), + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%, 1 = Varios individuos con cobertura < 5%, 2 = Cobertura 5-25%, 3 = Cobertura 25-50%, 4 = Cobertura del 50 al 75% y 5 = Cobertura mayor a 75%.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MMA D.S. N°42/2011 Séptimo proceso; (2) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso; (3) MMA D.S. N°41/2011 Sexto proceso; (4) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

d.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Entre las especies de flora vascular registradas en el sector, *Equisetum giganteum* se encuentra listada en el Decreto N°68/2009. En el área de influencia se analizaron todas las unidades donde se registra esta especie de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, la cual establece que ante la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación de un plan de trabajo que deberá ser aprobado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), según lo señalado en el inciso 3° del Artículo 3° del D.S. N°93 de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones posteriores (D.S. N°26/2011, MINAGRI).

Siguiendo las modificaciones del reglamento y el último ORD. N°617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en el sector de Quebrada Choja - Ramucho se presenta una unidad cartográfica de formación xerofítica con *Equisetum giganteum*, de 1,4 hectáreas, la cual a su vez se denomina Formación Xerofítica de Alto Valor Ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación (Tabla 3.3.1-66).

Tabla 3.3.1-66. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Quebrada Choja – Ramucho

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
<i>Matorral hídrico de Baccharis calliprinos</i>	CR-051-1952	1,4
Total general		1,4

Fuente: Cedrem Consultores.

d.i) Singularidad ambiental

Según lo corroborado en las campañas estacionales, este sector del área de influencia se destaca en general por presentar una variedad de formaciones vegetales con alta riqueza de especies, amplia presencia de especies en categoría de conservación y un alto grado de endemismo. Particularmente se observa una baja representatividad de formaciones azonales, que en suma conforman el 4,1% de la superficie del sector (37,0 hectáreas), distribuidas discontinuamente en ambientes de quebradas (Choja y Ramucho), cuya persistencia depende, en la mayoría de los casos, de cursos de agua superficiales.

Para este sector, se han considerado un total de 25 unidades cartográficas de formaciones vegetales ambientalmente singulares, las cuales se detallan a continuación (Tabla 3.3.1-67).

Del total de formaciones vegetales descritas en el sector, la mayoría de las unidades se consideran singulares, ya que destacan por su tipo de recubrimiento (zonal o azonal), su riqueza y/o su número de especies en categoría de conservación (amenazadas), endemismos y/o presencia de especies de distribución restringida a la I Región.

Primeramente, se consideran unidades singulares a todas aquellas correspondientes a formaciones de vegetación azonal del recubrimiento de suelo húmedales, representando por dos formaciones de vega, una localizada en la confluencia de las Quebradas Choja - Ramucho y Quebrada Blanca, y la otra unidad localizada al interior en la Quebrada Ramucho (ver Figura 3.3.1-45).

Cabe destacar la formación de matorral hídrico de *Baccharis alnifolia*, y el matorral hídrico de *B. alnifolia* y *Ophryosporus pinifolius*, los cuales se han considerado como formaciones singulares por su alta riqueza de especies, con 85 y 72 taxa registrados respectivamente, además de presentar una concentración de especies endémicas (18 y 19 especies) y, en el caso del matorral hídrico de *B. alnifolia* y *O. pinifolius*, se registran tres especies amenazadas (ver Tabla 3.3.1-67).

Otras formaciones vegetales que resaltan por sus valores de riqueza, presencia de especies endémicas y en categoría de conservación (amenazadas); y que se han considerado como formaciones singulares, son el matorral de *Atriplex glaucescens*, matorral de *Senecio ctenophyllus*, matorral de *Ambrosia artemisioides*, matorral hídrico de *Baccharis calliprinos* y matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y *Escallonia angustifolia*, aunque principalmente han sido consideradas como singulares las unidades de estas formaciones que registran especies en categoría de amenaza, al igual que las formaciones de matorrales con suculentas (Tabla 3.3.1-67).

En la Figura 3.3.1-46, se muestra la distribución de las especies en categorías de conservación amenazadas en las formaciones de este sector. Asimismo, se presenta adicionalmente la distribución de las especies en categoría precautoria.

Adicionalmente, se identifica una formación xerofítica de alto valor ecológico en el sector, una unidad del matorral hídrico de *Baccharis calliprinos*, que ha sido considerada como singular por esta razón, además de otra unidad de la misma formación por albergar una especie amenazada.

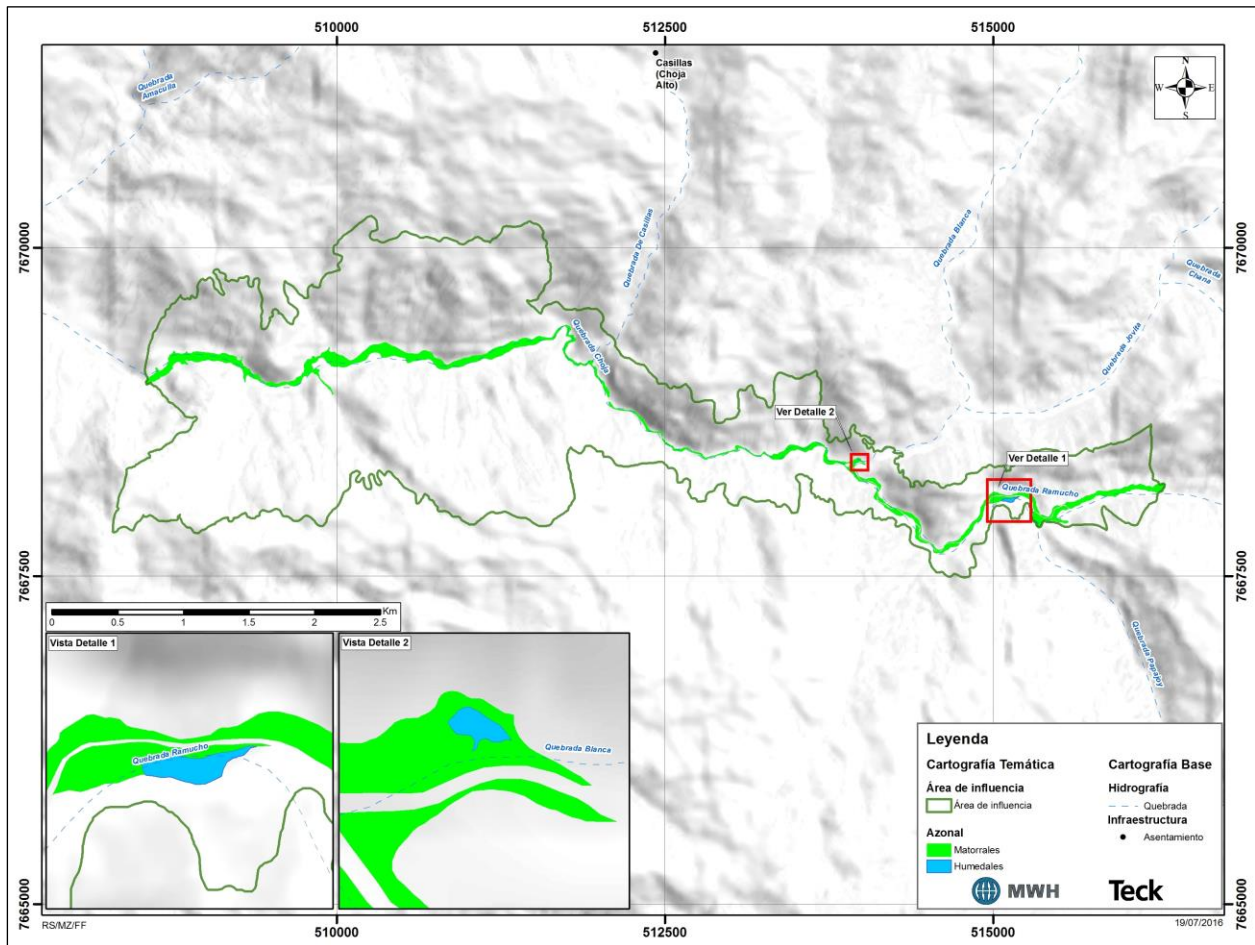
Tabla 3.3.1-67. Formaciones vegetales ambientalmente singulares del sector Quebrada Choja - Ramucho

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Matorral de <i>Atriplex glaucescens</i>	27	1	2	7		1	CR-003-1710
Matorral de <i>Ambrosia artemisioides</i>	32	3	3	11	2	4	Todas
Matorral de <i>Senecio ctenophyllus</i>	29	3	4	9	1	5	CR-035-1703; CR-036-1655; CR-036-1701; CR-038-1663; CR-039-1664
Matorral con suculentas de <i>Ambrosia artemisioides</i> , <i>Ophryosporus pinifolius</i> y <i>Cumulopuntia sphaerica</i>	28	3	3	8	1	1	Todas
Matorral con suculentas de <i>Balbisia microphylla</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i>	18	1	3	4		1	CR-055-1713
Matorral con suculentas de <i>Senecio ctenophyllus</i> y <i>Oreocereus leucotrichus</i>	6	1	3	2		1	Todas
Matorral hídrico de <i>Baccharis alnifolia</i>	85		1	18		5	Todas
Matorral hídrico de <i>Baccharis alnifolia</i> y <i>Escallonia angustifolia</i>	27	1	1	10	1	1	CR-045-1657
Matorral hídrico de <i>Baccharis alnifolia</i> y <i>Ophryosporus pinifolius</i>	72	3	3	19	3	2	Todas
Matorral hídrico de <i>Baccharis calliprinos</i>	59	1	2	12	1	2	CR-049-1705; CR-051-1952 ^a
Vega de <i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> y <i>Polypogon australis</i>	18			1		1	Todas
Vega de <i>Juncus balticus</i> y <i>Schoenoplectus americanus</i>	31	1		3		1	Todas
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						25	224,6

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico.

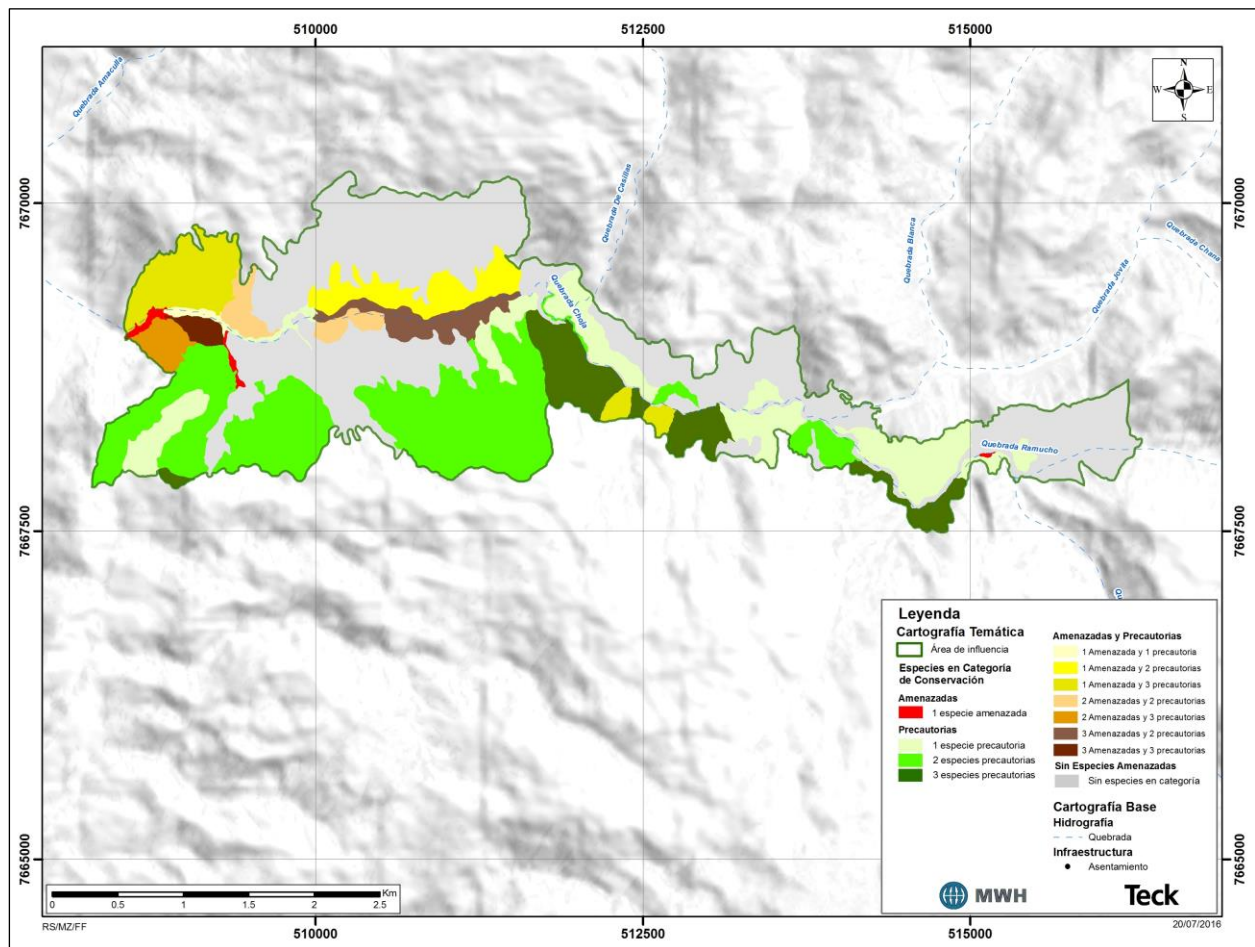
Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-45. Distribución de la vegetación azonal en sector Quebrada Choja – Ramucho



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-46. Distribución de especies en categoría de conservación en sector Quebrada Choja – Ramucho



Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-68, las 25 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 224,6 hectáreas. Esta superficie se divide en dos recubrimientos de suelo, de los cuales el 83,5% de la superficie singular del sector corresponde a matorrales, ver Tabla 3.3.1-67. La superficie singular del sector representa un 25,1% de la superficie del sector y a su vez, representa un 2,0% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-68. Superficie ambientalmente singular en sector Quebrada Choja - Ramucho

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Humedales	0,3	
Vega	0,3	0,1
Matorrales	224,3	
Matorral	187,4	83,5
Matorral con suculentas	14,3	6,4
Matorral hídrico	22,5	10,0
Total singular del sector (ha)	224,6	100
Proporción respecto al total del sector (%)	25,1	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	2,0	

Fuente: Cedrem Consultores.

e) *Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno*

e.i) *Recubrimiento y formaciones vegetales*

El sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, se compone principalmente de dos quebradas: quebrada Huinquentipa y quebrada Guatacondo, las cuales confluyen con la quebrada Ornajuno (ver Figura 3.3.1-47). En este sector se registraron tres tipos de recubrimiento de suelo: superficies clasificadas como otros recubrimientos, que representan un 5,3% de la superficie total del sector (92,0 hectáreas), la vegetación zonal, recubrimiento predominante, con un 86,3% (1.506,3 hectáreas) y la vegetación azonal, con un 8,4% de la superficie (146,7 hectáreas). Dentro de estos tipos, se registran nueve recubrimientos de suelo para el sector (dos de características mixtas), que en conjunto abarcan una superficie de 1.745,1 hectáreas del área de influencia del proyecto; éstos son: áreas industriales, áreas desprovistas de vegetación, estepas, matorrales zonales, matorrales azonales, humedales, matorral – estepa zonal, matorral – estepa azonal y matorral - humedal (ver Tabla 3.3.1-69).

La superficie correspondiente a otros recubrimientos del sector está representada por áreas industriales, con 40,6 hectáreas (2,3% de la superficie total), correspondientes en su totalidad a centros industriales, y por áreas desprovistas de vegetación (51,4 hectáreas), las que corresponden a 29 hectáreas de áreas desnudas (1,7%), 18,6 hectáreas de cumbres y afloramientos rocosos (1,1%) y 3,8 hectáreas de cajas de río (0,2%) (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

La vegetación del sector recubre 1.653,1 hectáreas (94,7% de su superficie) y se encuentra representada por formaciones zonales y azonales. Cada uno de estos tipos de formaciones, fue diferenciado a su vez en formaciones/agrupaciones vegetales, según especies dominantes, cobertura y fisionomía de la vegetación.

La vegetación zonal presenta los tipos de recubrimiento estepas (pajonal y herbazal), matorrales zonales (matorral y matorral con suculentas) y formaciones mixtas de matorral - estepa (matorral - pajonal). En cuanto a la vegetación azonal, ésta presenta los tipos de recubrimientos matorrales (matorral hídrico), humedales (pajonal hídrico, vega, bofedal, vega - pajonal hídrico, bofedal - pajonal hídrico, bofedal - vega y formación azonal muerta); y dos recubrimientos de formaciones azonales mixtas, correspondientes a matorral - humedal (matorral hídrico - vega) y matorral - estepa (matorral hídrico - pajonal) (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

La vegetación de estepa zonal de este sector del área de influencia recubre 216,4 hectáreas, que representan 12,4% de la superficie del sector. Ésta se encuentra conformada por dos tipos de formaciones zonales: pajonal y herbazal, los que ocupan un 12,2% (212,9 hectáreas) y 0,2% (3,5 hectáreas) de la superficie del sector, respectivamente. El primer tipo de formación está representado por siete formaciones vegetales, mientras que el herbazal se encuentra representado por una (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47). Las formaciones de pajonal, caracterizados por especies de crecimiento cespitoso de la familia Poaceae, se observan principalmente en la zona sureste del sector, distribuidos en laderas y lomajes de la parte alta de la quebrada Huinquentipa. Por su parte, las formaciones de herbazal, donde se desarrollan hierbas de tipo anual y perennes no cespitosas, se ubican en laderas de exposición noreste en la Quebrada Huinquentipa. Cabe destacar que la formación más representativa de estepa, en el sector, corresponde al pajonal de *Festuca chrysophylla* con 89 hectáreas (5,1% de la superficie total) (Ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

El recubrimiento de Matorrales zonales representa un 40,7% de la superficie del sector, siendo el recubrimiento más representativo (710,2 hectáreas). Está conformado por dos tipos de formaciones: matorral, principalmente, con 708,3 hectáreas (40,6% del sector) y matorral con suculentas, con 1,9 hectáreas (0,1%). Los matorrales de tipo zonal comprenden 23 formaciones vegetales distribuidas en todo el sector, desarrollándose sobre distintos tipos de topografía según su composición y cobertura, destacando en superficie las formaciones de matorral de *Atriplex glaucescens*, con 153,1 hectáreas (8,8% de la superficie del sector) y matorral de *Parastrephia quadrangularis*, con 144,6 hectáreas (8,3%), Tabla 3.3.1-69.

El recubrimiento de las formaciones mixtas zonales de matorral - estepa, se encuentra representado en el sector por la formación de matorral - pajonal, que representa un 33,2% de su superficie con 579,7 hectáreas. El matorral - pajonal zonal está constituido por 14 formaciones vegetales, entre las que destaca la formación vegetal de matorral - pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida* con 248 hectáreas (14,2% del sector).

En cuanto a la vegetación azonal del sector, la formación vegetal azonal matorrales recubre 104,7 hectáreas que representan 6,0% de la superficie del sector, y corresponde al tipo de formación

de matorral hídrico. Éste se encuentra representado por siete formaciones vegetales, asociadas a quebradas en sectores con mayor humedad, destacando el matorral hídrico de *Baccharis calliprinos* y *Atriplex glaucescens*, con 46 hectáreas (2,6% de la superficie del sector) (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

Los Humedales representan un 2,1% de la superficie del sector (36,0 hectáreas) y están conformados por siete tipos de formaciones: pajonal hídrico (0,03% del sector), vega (0,4%), bofedal (0,2%), vega - pajonal hídrico (0,03%), bofedal - pajonal hídrico (1,1%) bofedal - vega (0,2%), además de 2,3 hectáreas de vegetación azonal muerta (0,1%). En total se identificaron 16 formaciones vegetales de humedales, más una unidad de vegetación muerta. De las formaciones identificadas, las más representativas corresponden al bofedal – pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens* con 9,6 hectáreas (0,6%), la vega de *Distichlis humilis* con 6,5 hectáreas (0,4%) y el bofedal - pajonal hídrico de *O. andina*, *Zameioscirpus muticus* y *F. rigescens* con 5,4 hectáreas (0,3%). Las formaciones de humedales se distribuyen en los fondos de las quebradas donde pueden existir afloramientos y escurrimientos de agua, ya sean permanentes o temporales. Esto se produce principalmente en la quebrada de Huinquintipa, con humedales encajonados de hasta 1,8 kilómetros de largo, con una distribución espacial principalmente homogénea, sólo interrumpida por matorrales hídricos; y en el sector de Copaquiri, que corresponde a un caserío habitado que se encuentra en la explanada cercana a confluencia de quebrada Huinquintipa con quebrada Ornajuno (Figura 3.3.1-47).

El recubrimiento de la formación azonal mixta matorral - humedal, se encuentra representado en el sector por 3,6 hectáreas, que representan un 0,2% de su superficie, y está conformado por el tipo de formación matorral hídrico - vega. Este tipo de formación se encuentra conformado por dos formaciones vegetales, las que se distribuyen en los fondos de dos quebradas subsidiarias de la Quebrada Huinquintipa, siendo la más representativa el matorral hídrico - vega de *Parastrephia lucida* y *Deyeuxia curvula* con 3,6 hectáreas (0,2% del sector) (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

Finalmente, el recubrimiento de formación azonal mixta matorral - estepa en este sector del área de influencia, se encuentra representado por el tipo de formación matorral hídrico - pajonal, el que recubre 2,4 hectáreas (0,1% de la superficie del sector) con dos formaciones vegetales entre las que destaca el matorral hídrico - pajonal de *Parastrephia lucida*, *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca chrysophylla* con 1,6 hectáreas (ver Tabla 3.3.1-69 y Figura 3.3.1-47).

Tabla 3.3.1-69. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Quebradas Huiniquinta – Ornajuno

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	92,0	5,3	39	10,0
ÁREAS INDUSTRIALES	40,6	2,3	8	2,0
Centros industriales	40,6	2,3	8	2,0
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	51,4	2,9	31	7,9
Caja de río	3,8	0,2	8	2,0
Cumbres, afloramientos rocosos	18,6	1,1	6	1,5
Áreas denudadas	29,0	1,7	17	4,3
VEGETACIÓN ZONAL	1.506,3	86,3	256	65,5
ESTEPAS	216,4	12,4	46	11,8
Pajonal	212,9	12,2	44	11,3
<i>Pajonal de Anatherostipa venusta, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i>	10,2	0,6	7	1,8
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla</i> ¹	89,0	5,1	13	3,3
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla, Nassella nardoides y Pycnophyllum molle</i> ¹	17,1	1,0	3	0,8
<i>Pajonal de Pappostipa frigida</i> ¹	20,2	1,2	10	2,6
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Nassella nardoides</i> ¹	20,0	1,1	2	0,5
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ¹	55,6	3,2	8	2,0
<i>Pajonal de Pappostipa frigida, Festuca chrysophylla, Nassella nardoides y Pycnophyllum molle</i> ¹	0,9	0,05	1	0,3
Herbazal	3,5	0,2	2	0,5
<i>Herbazal de Descurainia stricta y Neuontobotrys tarapacana</i> ¹	3,5	0,2	2	0,5
MATORRALES	710,2	40,7	128	32,7
Matorral	708,3	40,6	127	32,5
<i>Matorral de Atriplex glaucescens</i> ²	153,1	8,8	16	4,1
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Baccharis tola</i> ²	65,9	3,8	9	2,3
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Parastrephia quadrangularis</i> ²	22,9	1,3	3	0,8
<i>Matorral de Ephedra breana</i> ²	43,2	2,5	7	1,8
<i>Matorral de Ephedra breana y Atriplex glaucescens</i> ²	31,3	1,8	4	1,0
<i>Matorral de Ephedra breana y Baccharis boliviensis</i> ²	6,2	0,4	2	0,5
<i>Matorral de Adesmia melanthes</i> ²	6,5	0,4	3	0,8

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento Formación vegetal	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Atriplex glaucescens</i> ²	1,8	0,1	2	0,5
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Baccharis tola</i> ²	3,0	0,2	1	0,3
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Ephedra breana</i> ²	51,4	2,9	7	1,8
<i>Matorral de Baccharis boliviensis, Fabiana ramulosa y Ephedra breana</i> ²	4,8	0,3	1	0,3
<i>Matorral de Baccharis tola</i> ²	26,1	1,5	6	1,5
<i>Matorral de Baccharis tola y Senecio dryophyllus</i> ²	15,1	0,9	2	0,5
<i>Matorral de Fabiana denudata</i>	6,6	0,4	4	1,0
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Atriplex glaucescens</i> ²	4,6	0,3	3	0,8
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Ephedra breana</i> ²	5,4	0,3	1	0,3
<i>Matorral de Fabiana squamata</i> ²	23,2	1,3	3	0,8
<i>Matorral de Fabiana squamata y Baccharis tola</i> ²	28,6	1,6	10	2,6
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i> ²	144,6	8,3	19	4,9
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Azorella compacta</i> ²	1,4	0,1	2	0,5
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Baccharis tola</i> ²	57,3	3,3	20	5,1
<i>Matorral de Senecio nutans</i>	1,8	0,1	1	0,3
<i>Matorral de Adesmia atacamensis y Mutisia ledifolia</i>	3,5	0,2	1	0,3
Matorral con suculentas	1,9	0,1	1	0,3
<i>Matorral con suculentas de Ephedra breana y Maihueniopsis boliviana</i> ²	1,9	0,1	1	0,3
MATORRAL - ESTEPA	579,7	33,2	82	21,0
Matorral - Pajonal	579,7	33,2	82	21,0
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	33,4	1,9	7	1,8
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	10,0	0,6	4	1,0
<i>Matorral - Pajonal de Ephedra breana y Pappostipa frigida</i> ³	1,7	0,1	1	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Fabiana squamata, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	40,7	2,3	1	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i> ³	248,0	14,2	31	7,9
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	31,5	1,8	6	1,5
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	19,8	1,1	5	1,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Senecio nutans y Festuca chrysophylla</i> ³	19,5	1,1	1	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i> ³	3,3	0,2	2	0,5
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	96,5	5,5	11	2,8

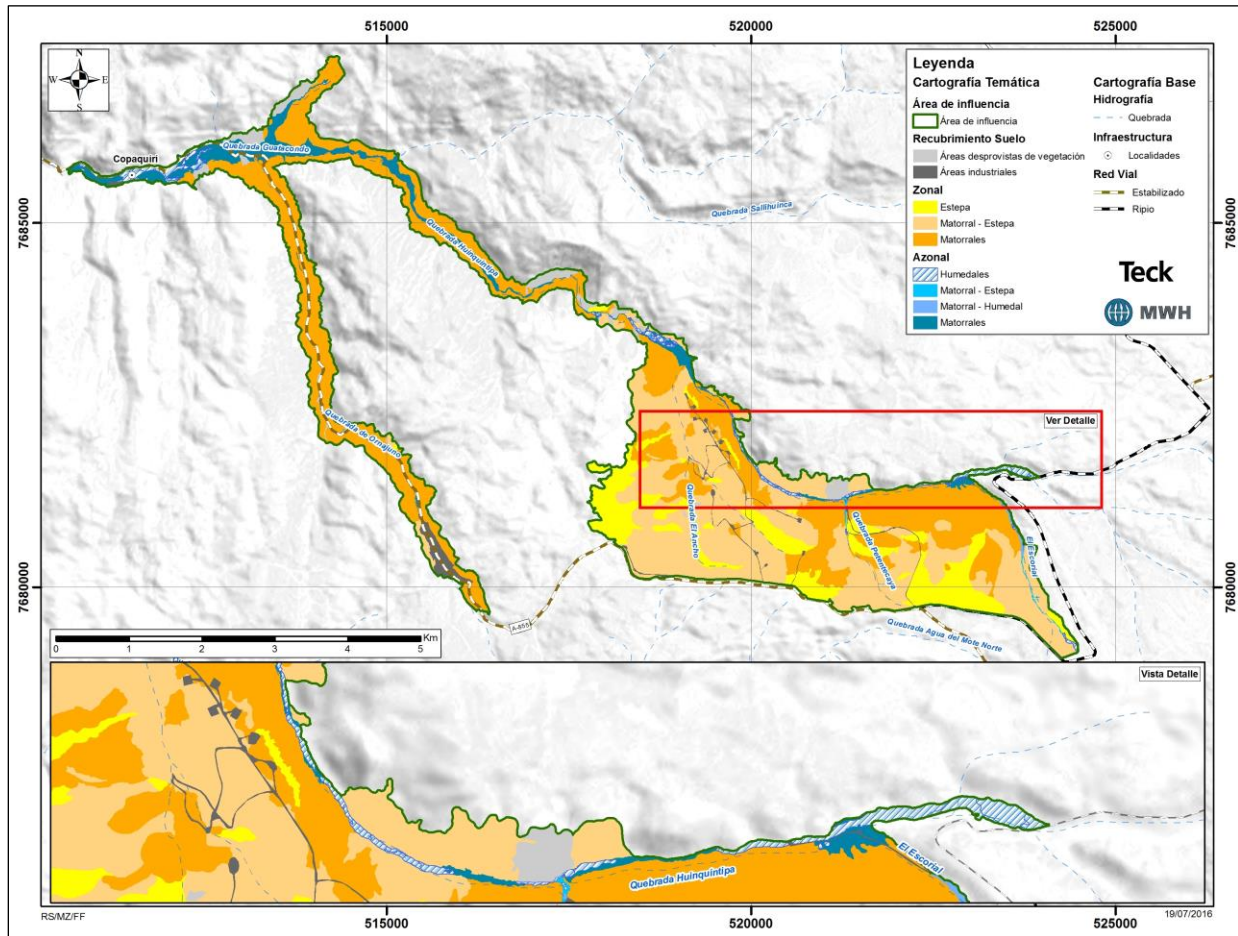
TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento Formación vegetal	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	39,7	2,3	9	2,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	4,6	0,3	1	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Senecio nutans y Anatherostipa venusta</i> ³	0,6	0,04	1	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Senecio volckmannii y Festuca chrysophylla</i> ³	30,3	1,7	2	0,5
VEGETACIÓN AZONAL	146,7	8,4	96	24,6
MATORRALES	104,7	6,0	46	11,8
Matorral hídrico	104,7	6,0	46	11,8
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia</i> ⁴	6,3	0,4	2	0,5
<i>Matorral hídrico de Baccharis alnifolia y Parastrephia quadrangularis</i> ⁴	0,7	0,04	1	0,3
<i>Matorral hídrico de Baccharis calliprinos</i> ⁴	3,9	0,2	2	0,5
<i>Matorral hídrico de Baccharis calliprinos y Atriplex glaucescens</i> ⁴	46,0	2,6	12	3,1
<i>Matorral hídrico de Parastrephia lucida</i> ⁴	12,3	0,7	9	2,3
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis</i>	27,0	1,5	7	1,8
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis y Parastrephia lucida</i>	8,4	0,5	13	3,3
HUMEDALES	36,0	2,1	43	11,0
Pajonal hídrico	0,6	0,03	2	0,5
<i>Pajonal hídrico de Festuca rigescens</i> ⁵	0,5	0,03	1	0,3
<i>Pajonal hídrico de Festuca rigescens y Juncus balticus</i> ⁵	0,1	0,01	1	0,3
Vega	7,8	0,4	8	2,0
<i>Vega de Deyeuxia curvula</i>	1,2	0,1	3	0,8
<i>Vega de Distichlis humilis</i>	6,5	0,4	5	1,3
Bofedal	2,9	0,2	8	2,0
<i>Bofedal de Oxychloë andina</i> ⁵	2,4	0,1	4	1,0
<i>Bofedal de Oxychloë andina y Zameioscirpus muticus</i> ⁵	0,2	0,01	2	0,5
<i>Bofedal de Phylloscirpus acaulis y Phylloscirpus deserticola</i>	0,4	0,02	2	0,5
Vega - Pajonal hídrico	0,6	0,03	1	0,3
<i>Vega - Pajonal hídrico de Phylloscirpus deserticola, Deyeuxia curvula y Festuca rigescens</i> ⁵	0,6	0,03	1	0,3
Bofedal - Pajonal hídrico	19,1	1,1	19	4,9
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina y Deyeuxia chrysantha</i>	1,2	0,1	1	0,3
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina y Festuca rigescens</i> ⁵	9,6	0,6	8	2,0

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento Formación vegetal	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina, Phylloscirpus deserticola y Festuca rigescens</i> ⁵	1,7	0,1	6	1,5
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina, Zameioscirpus muticus y Festuca rigescens</i> ⁵	5,4	0,3	2	0,5
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Zameioscirpus muticus y Deyeuxia chrysantha</i> ⁵	0,05	0,003	1	0,3
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Zameioscirpus muticus y Festuca rigescens</i> ⁵	1,1	0,1	1	0,3
Bofedal - Vega	2,7	0,2	3	0,8
<i>Bofedal - Vega de Oxychloë andina y Deyeuxia curvula</i>	1,3	0,1	2	0,5
<i>Bofedal - Vega de Oxychloë andina y Eleocharis atacamensis</i>	1,4	0,1	1	0,3
Formación azonal muerta	2,3	0,1	2	0,5
Vegetación muerta	2,3	0,1	2	0,5
MATORRAL - HUMEDAL	3,6	0,2	5	1,3
Matorral hídrico - Vega	3,6	0,2	5	1,3
<i>Matorral hídrico - Vega de Parastrephia lucida y Deyeuxia curvula</i>	3,6	0,2	4	1,0
<i>Matorral hídrico - Vega de Parastrephia lucida y Phylloscirpus acaulis</i>	0,1	0,003	1	0,3
MATORRAL - ESTEPA	2,4	0,1	2	0,5
Matorral hídrico - Pajonal	2,4	0,1	2	0,5
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Anatherostipa venusta</i> ⁶	0,9	0,05	1	0,3
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida, Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	1,6	0,1	1	0,3
Total general	1.745,1	100,0	391	100,0

Donde: (1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.i) Estepas, (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorrales (zonal), (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Esteba, (4) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.ii) Matorrales (azonal), (5) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.iii) Humedales, (6) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.iii) Mixtas: Matorral - Esteba y Matorral - Humedal.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-47. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno



Fuente: Cedrem Consultores.

e.ii) Riqueza y composición florística

La riqueza registrada en el sector en las ocho campañas estacionales es de 151 taxa, pertenecientes a 85 géneros, agrupados en 31 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-48). Gran parte de los taxa registrados (112) corresponden a la Clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), mientras que 37 corresponden a la Clase Liliopsida (Monocotiledóneas), una a la Clase Gnetopsida (Gimnospermas) y uno a la Clase Filicopsida (Figura 3.3.1-49).

Del total de registros del sector, seis morfotipos (3,4% de la riqueza encontrada), dos pertenecientes a la clase Magnoliopsida y cuatro de la clase Liliopsida, fueron identificadas sólo a nivel de género, ya que no se encontraron individuos que no estuvieran o totalmente secos y/o sin caracteres morfológicos necesarios para la identificación a nivel de especie.

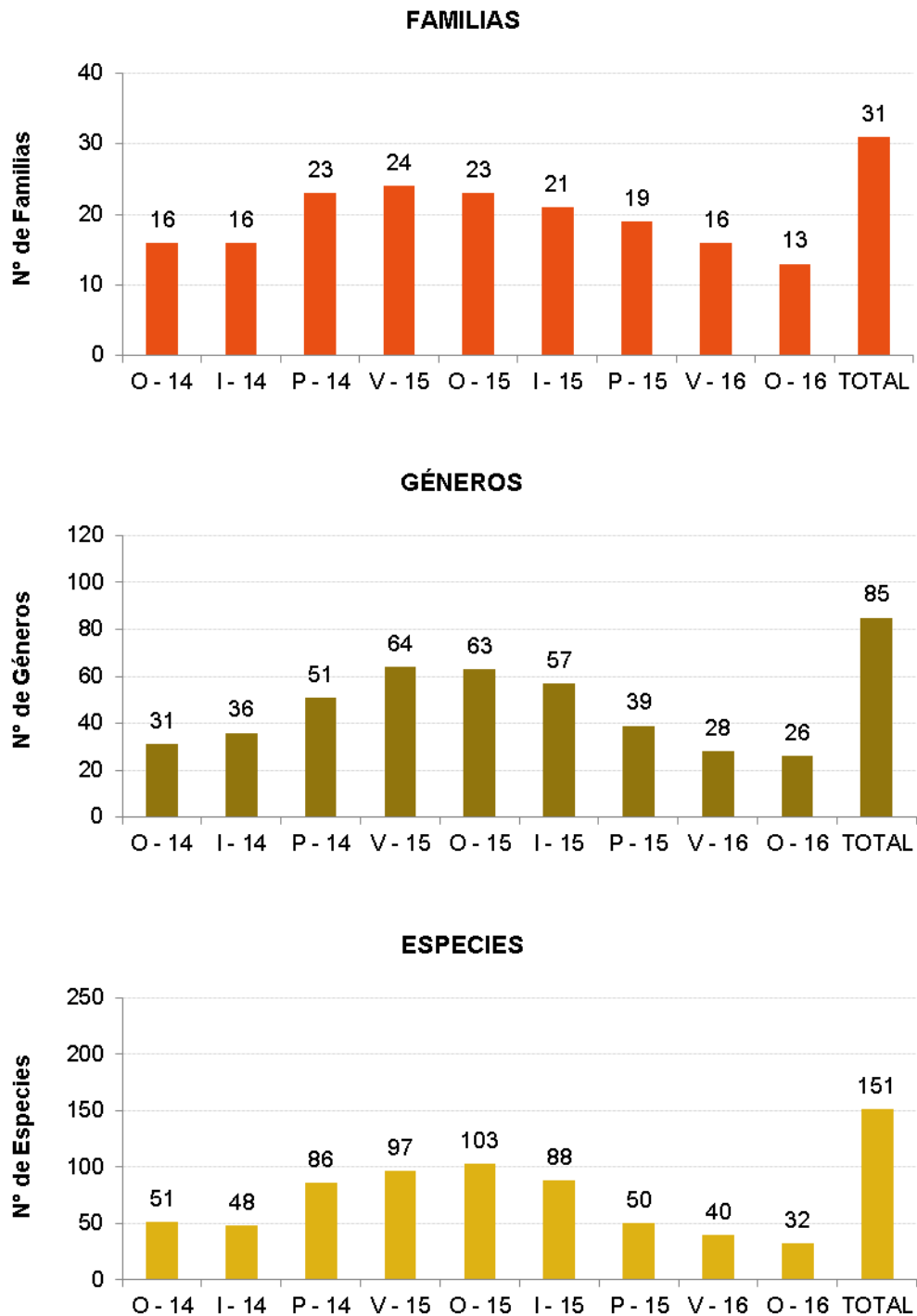
En cuanto a su variación estacional, el mayor valor de riqueza en el sector se registra en la estación de otoño 2015 (103 especies) y verano 2015 (97), mientras que el número de especies

registrados es menor en las campañas invierno 2014, primavera 2015, verano 2016 y otoño 2016 (explicado en estas dos últimas campaña por un menor esfuerzo de muestreo en el sector (dado que estas campañas están enfocadas en abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría). Coincidentemente, el mayor número de géneros y de familias por campaña se registraron en otoño y verano 2015 (ver Figura 3.3.1-48).

Las familias más representadas en el sector corresponden a las familias Asteraceae y Poaceae, con 48 y 20 especies registradas, respectivamente; seguidas de las familias Cyperaceae, con 11 taxa, y Fabaceae con 10. Un total de 14 familias están representadas por una sola especie (ver Figura 3.3.1-49).

El total de especies registradas en el sector, y sus características, puede consultarse en el Anexo 3.3.1-5.

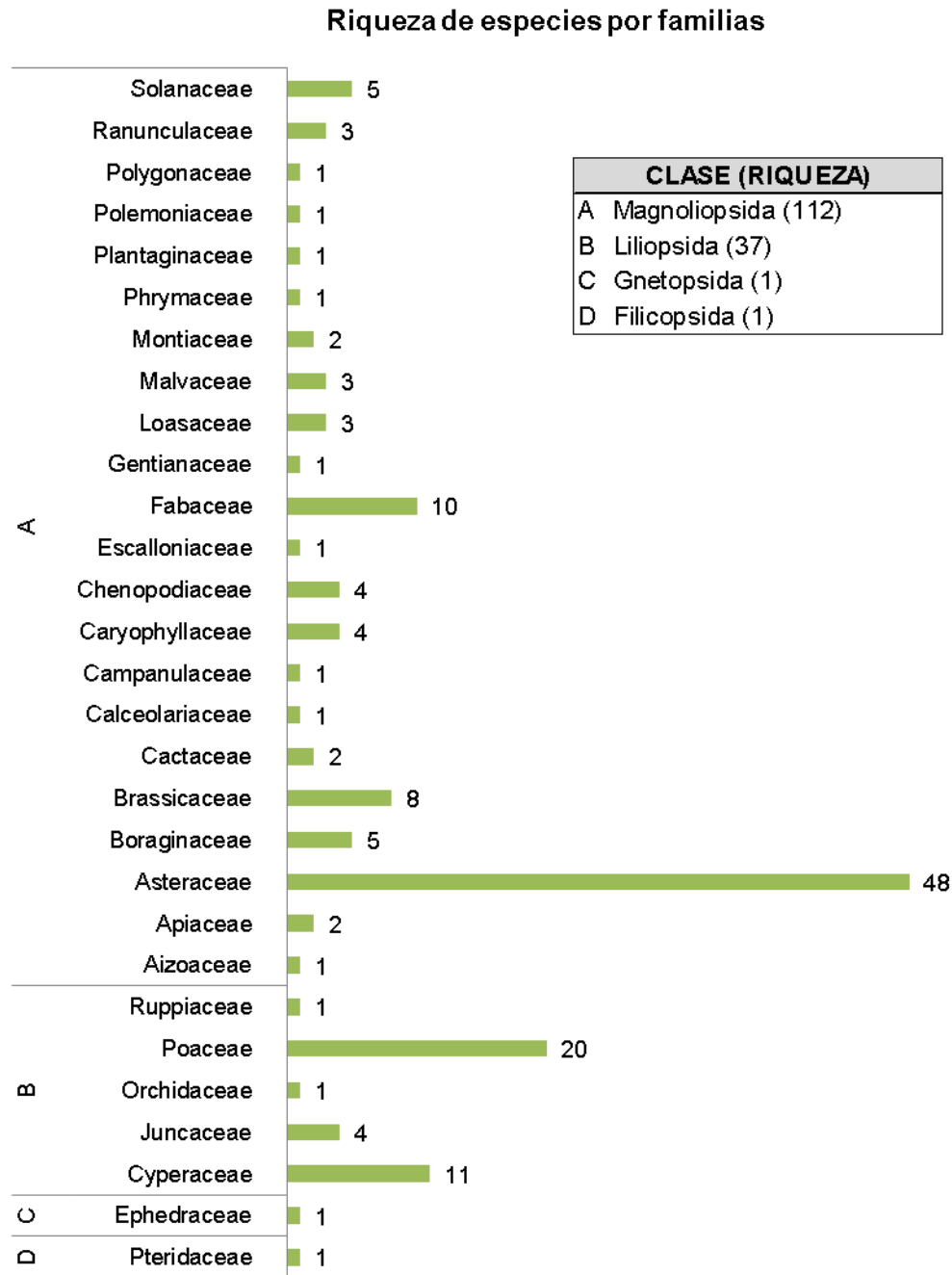
Figura 3.3.1-48. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno



Donde: Campañas estacionales = O-14: otoño 2014; I- 14: invierno 2014; P- 14: primavera 2014; V- 15: verano 2015; O- 15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015; V-16: verano 2016; O-16: otoño 2016.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-49. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno



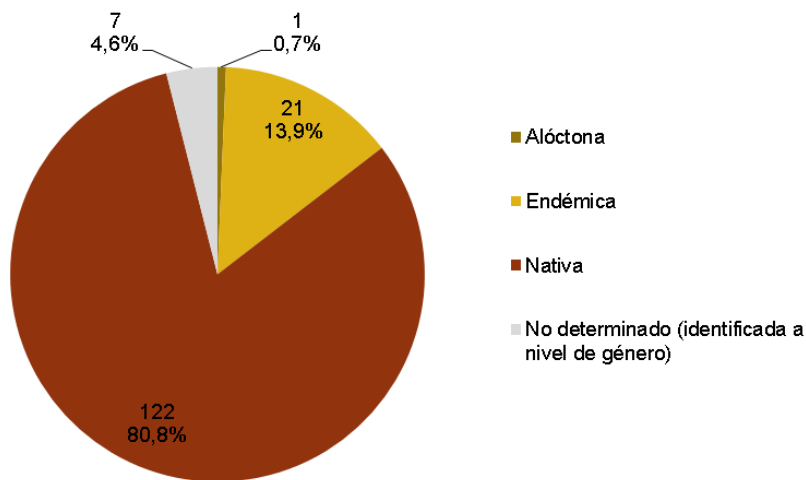
Fuente: Cedrem Consultores.

e.iii) Origen geográfico

De los 151 taxa de flora vascular registradas en este sector del área de influencia, 122 (80,8%) corresponden a especies nativas, 21 son endémicas (13,9%) y una corresponde a una especie alóctona (0,7%). Para siete taxa su origen geográfico no pudo ser determinado (4,6%), por tratarse de especies identificadas a nivel de género (ver Figura 3.3.1-50).

Entre las 21 especies endémicas registradas para el sector en las nueve campañas estacionales, la herbácea perenne *Anatherostipa venusta* es la más frecuente y abundante. Ésta se encuentra presente, principalmente, en formaciones zonales de matorral, matorral – pajonal y pajonal, distribuidas en todo el sector. Por su parte, las especies endémicas *Nototriche auricoma* y *Senecio coscayanus* fueron registradas en un punto de muestreo (en una o dos campañas estacionales).

Figura 3.3.1-50. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno



Fuente: Cedrem Consultores.

e.iv) Rangos de distribución

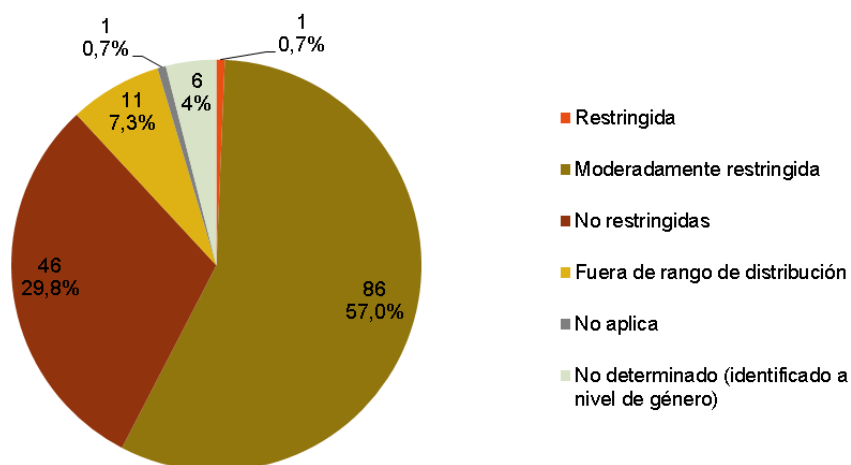
En cuanto a su distribución en Chile, 86 de los 151 taxa registrados para el sector (57% de su riqueza), poseen una distribución geográfica moderadamente restringida al Norte Grande del país. Por otra parte, se registra un total de 46 taxa con una distribución geográfica no restringida y corresponden al 29,8% de la riqueza considerada. Igualmente, se registra una especie (0,7% de la riqueza) con una distribución restringida a la Región de Tarapacá (*Senecio coscayanus*), la que además corresponde a una especie endémica de la región. Para seis registros (4%) su distribución geográfica no pudo ser determinada, puesto que fueron identificados a nivel taxonómico de género; y para una especie (*Lepidium sativum*: 0,7%) no se aplica una clasificación en cuanto a rango de distribución debido a su carácter de alóctona (ver Figura 3.3.1-51).

Cabe señalar que la especie nativa de la familia Orchidaceae, *Myrosmodes nervosa*, con distribución geográfica moderadamente restringida, corresponde al límite meridional del género en Sudamérica (Novoa *et al.* 2006) y se encuentra en categoría de conservación.

Finalmente, se registra un total de 11 taxa fuera de su rango de distribución (7,3% de la riqueza del sector), los que constituirían nuevos registros (o confirmaciones) de estas especies para la I región de Tarapacá. Entre éstos, *Adesmia minor* var. *caespitosa* se encuentra descrita para la región de Antofagasta; las especies *Deyeuxia chrysophylla* y *Eleocharis atacamensis*, se encuentran descritas para las regiones de Antofagasta y Atacama; la especie *Valeriana nivalis* se cita para las regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta a Atacama; la especie *Reyesia parviflora* abarca un rango de distribución desde la región de Antofagasta a la región de Valparaíso; *Epilobium puberulum* se encuentra descrita para la zona sur, desde la región de Valparaíso a la región de Aysén (Stark, 2013); *Pseudognaphalium cymatoides* había sido precisada para la región de Arica y Parinacota (y de la IV a la X Regiones) en la revisión del genero de Freire *et al.* (2014). Por su parte, las especies *Astragalus pusillus* y *Cryptantha globulifera* estaban indicadas sólo para la región de Arica y Parinacota y la región de Antofagasta, de acuerdo a Gatica-Castro *et al.* (2015) y los mismos autores habían reducido sólo a Arica y Parinacota a *Cryptantha glomerulifera* (indicada para la antigua I Región por Zuloaga *et al.* 2008 y Stark, 2013). Cabe destacar que la especie *Epilobium nivale* tiene un rango de distribución bastante amplio con respecto a las otras especies mencionadas, encontrándose según la literatura desde las regiones de Coquimbo a La Araucanía y en la región de Magallanes y la Antártica Chilena (Zuloaga *et al.* 2008; Stark, 2013).

En el listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia, se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en este sector (Anexo 3.3.1-5).

Figura 3.3.1-51. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno



Fuente: Cedrem Consultores.

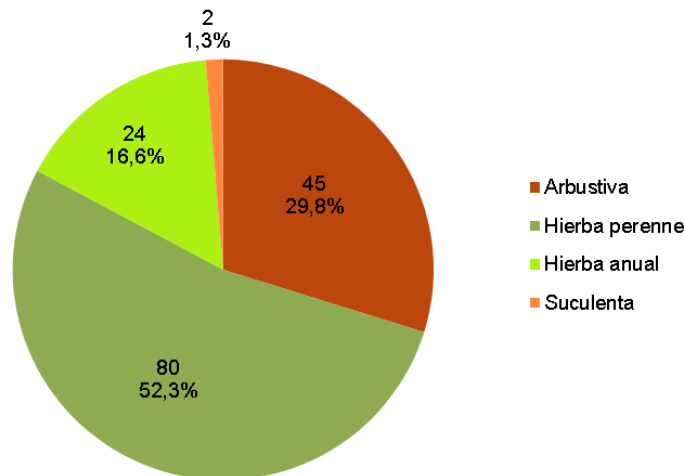
e.v) *Forma de crecimiento*

La forma de crecimiento dominante en el sector corresponde a las hierbas perennes con 80 taxa (52,3% de la riqueza) registrados en las nueve campañas estacionales. Le siguen en importancia las especies arbustivas, con 45 taxa (29,8%). Igualmente, se registraron 24 hierbas anuales (16,6%) y dos especies suculentas (1,3%; ver Figura 3.3.1-52).

En cuanto a la variación estacional de las formas de crecimiento (Figura 3.3.1-53), se observa la persistencia de nuevas presencias por forma de crecimiento a través de las distintas campañas realizadas en el sector, que tiende a disminuir conforme éstas avanzan. La mayor cantidad de nuevos registros por campaña se observa para las hierbas perennes, cuyo máximo de incorporación de nuevas presencias se observa en la campaña de primavera 2014 (16 taxa), disminuyendo en las siguientes campañas, aunque apareciendo en todas ellas. Le siguen, las hierbas anuales, cuyo máximo de nuevos registros se observa en la campaña de verano 2015 (nueve nuevas especies), coincidiendo con la segunda campaña con mayor esfuerzo de muestreo en el sector. En el caso de las especies arbustivas, se observan nuevos registros hasta la campaña de invierno 2015 (en la que se realizara el mayor esfuerzo de muestreo en el sector), con un máximo de nuevos registros en la campaña de primavera 2014 (13). Para el caso de las especies suculentas, se observa un registro en la campaña invierno 2015, sin nuevos registros en campañas posteriores.

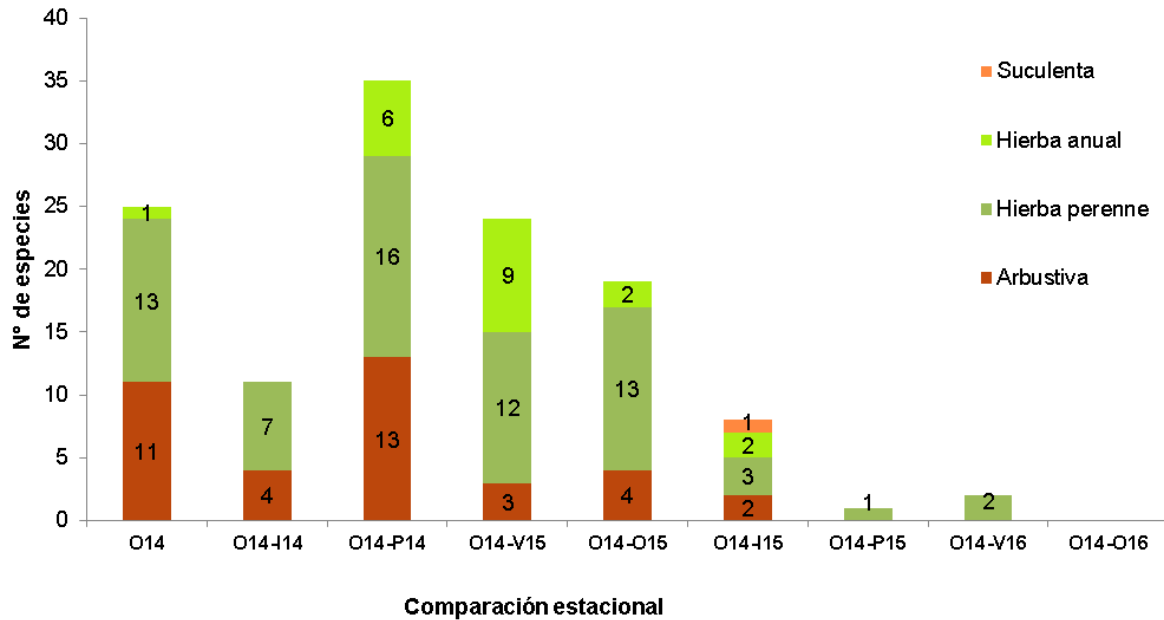
La mayor incorporación de registros en la campaña de primavera 2014 se podría explicar por el aumento de puntos de muestreo realizados en esta campaña (65) en relación a otoño e invierno 2014 (38 y 57 respectivamente). Igualmente, la variación observada entre las estaciones de invierno y primavera, se asocia a fenómenos fenológicos producto del aumento de las temperaturas, lo que provocaría la reaparición y/o rebrote de hierbas anuales y perennes.

Figura 3.3.1-52. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-53. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno



Donde comparación estacional: **O14:** Otoño 2014, **O14-I14** (Invierno 2014 en relación a O14), **O14-P14** (Primavera 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-V15** (Verano 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-V16** (Verano 2016 en relación a campañas anteriores), O14-O16 (Otoño 2016 en relación a campañas anteriores)
 Fuente: Cedrem Consultores.

e.vi) Frecuencia y abundancia de las especies

De los 151 registros de plantas vasculares, 15 especies son más frecuentes de acuerdo a los 177 puntos de muestreo con inventario florístico realizados en las distintas formaciones vegetales del sector (ver Tabla 3.3.1-70). La especie más frecuente en las nueve campañas estacionales, corresponde al arbusto *Baccharis tola*, registrado en 126 puntos de muestreo, con un valor de abundancia relativa generalmente inferior a un 5% de cobertura, fluctuando desde unos pocos individuos observados fuera de los transectos hasta un rango máximo de entre 25 y 50% de cobertura. Esta especie es dominante en distintas formaciones vegetales de matorral y de matorral – pajonal del sector.

Igualmente, muy frecuente en el sector es el arbusto *Parastrephia quadrangularis*, registrado en 112 puntos de muestreo, principalmente en formaciones de matorral. Durante las nueve campañas estacionales, esta especie presentó comúnmente un valor de abundancia relativa inferior al 5% de cobertura, pudiendo fluctuar desde unos pocos individuos fuera de los transectos hasta un rango superior al 75% de cobertura. Destacan también por su frecuencia la cactácea *Maihueniopsis boliviana* y la hierba cespitosa *Pappostipa frigida*, registradas en 96 puntos de muestreo. La primera presenta una mediana de abundancia relativa inferior al 0,1% de cobertura

("r"), pudiendo registrar valores entre 5 y 25%, mientras que *P. frigida* presenta abundancias relativas medianas entre 5% y 25% de cobertura (ver Tabla 3.3.1-70).

En cuanto a las especies menos frecuentes en el sector, se registraron 36 taxa observados por un inventario, en al menos una de las estaciones (ver Tabla 3.3.1-71). En general, estas especies fueron observadas en baja abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet.

Tabla 3.3.1-70. Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno

Especie	FRECUENCIA										ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V16	O16	Total	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V16	O16	Total
<i>Baccharis tola Phil.</i>	28	41	38	28	41	41	9	6	2	126	1(r-2)	2(r-3)	+(r-3)	1(r-3)	+(p-3)	1(p-3)	+(r-2)	2(+3)	+	1(p-3)
<i>Parastrephia quadrangularis (Meyen) Cabrera</i>	28	41	37	28	36	36	11	5	3	112	1(p-3)	2(r-3)	2(p-5)	2(r-4)	2(p-5)	1(r-4)	+(p-2)	2(+2)	2(+2)	1(p-5)
<i>Maihueniopsis boliviana (Salm-Dyck) R. Kiesling</i>	21	36	24	24	32	24	5	5	2	96	r(p-1)	r(p-1)	r(p-2)	r(p-2)	r(p-1)	+(p-2)	1(r-2)	+(r-2)	r	r(p-2)
<i>Pappostipa frigida (Phil.) Romasch.</i>	24	34	25	14	34	32	6	5	2	96	1(r-3)	2(p-3)	2(r-3)	2(+3)	1(p-4)	1(r-3)	+(p-2)	2(+3)	1(+2)	2(p-4)
<i>Senecio nutans Sch. Bip.</i>	22	27	19	15	25	21	6	4	2	76	r(p-3)	+(p-3)	+(r-2)	+(p-2)	+(p-3)	+(r-3)	1(p-2)	+(r-2)	+	+(p-3)
<i>Anatherostipa venusta (Phil.) Peñailillo</i>	23	27	22	16	26	19	5	4	1	75	1(p-2)	1(+3)	1(r-3)	1(r-2)	1(p-2)	1(r-3)	2(r-2)	1(+2)	+	1(p-3)
<i>Nassella nardoides (Phil.) Barkworth</i>	16	11	6	14	21	14	3	2	1	54	+(r-2)	1(+2)	+(+2)	1(r-2)	+(p-2)	1(+2)	1(+1)	1(+2)	1	1(p-2)
<i>Neuontobotrys tarapacana (Phil.) Al-Shehbaz</i>	5	8	14	20	24	18	4	2	0	51	+(+2)	1(+2)	1(r-2)	+(r-2)	1(r-2)	1(r-2)	1(+2)	+		+(r-2)
<i>Festuca chrysophylla Phil.</i>	12	15	11	13	18	15	2	3	1	49	+(p-3)	1(+3)	2(1-3)	2(+3)	1(p-2)	2(r-3)	3(2-3)	1(+2)	+	2(p-3)
<i>Festuca rigescens (J. Presl) Kunth</i>	11	6	14	14	22	18	12	1	5	45	2(r-3)	2(r-5)	2(+4)	2(+4)	2(p-5)	2(r-5)	2(1-2)	2	3(3-4)	2(p-5)
<i>Fabiana squamata Phil.</i>	15	19	9	6	9	9	3	2	0	44	+(r-2)	+(p-2)	+(p-2)	1(+2)	+(p-2)	+(p-3)	2(r-3)	1(r-2)		+(p-3)
<i>Parastrephia lucida (Meyen) Cabrera</i>	9	12	14	20	25	24	9	1	4	44	2(r-3)	2(r-4)	1(+4)	1(r-4)	+(p-3)	1(r-3)	1(r-2)	2	1(r-2)	1(p-4)
<i>Deyeuxia curvula Wedd.</i>	10	9	12	12	18	19	10	0	4	43	1(r-3)	2(+5)	1(r-5)	2(r-4)	1(p-4)	2(+5)	1(+3)		1(r-2)	1(p-5)

Especie	FRECUENCIA										ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total
<i>Adesmia spinosissima Meyen</i>	7	15	6	9	14	12	4	1	0	39	+(+2)	1(p-2)	+(p-+)	2(r-2)	+(p-2)	2(+2)	+(r-2)	+		+(p-2)
<i>Oxychloë andina Phil.</i>	8	9	14	11	17	16	10	1	5	38	3(+5)	3(+4)	2(r-5)	3(r-5)	2(r-5)	2(r-5)	3(+5)	1	2(+2)	2(r-5)

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016, O 16: otoño 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

N° de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 38; Campaña de invierno 2014 = 57; Campaña de primavera 2014 = 65; Campaña de verano 2015 = 66; Campaña Otoño 2015: 73; Campaña Invierno 2015: 75; Campaña Primavera 2015: 20; Campaña de Verano 2016: 6; Campaña de Otoño 2016: 7.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 177.

(*) El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-71. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo del sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno

ESPECIE	ABUNDANCIA									
	MEDIANA(RANGO)									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total
<i>Adesmia horrida</i> Gillies ex Hook. & Arn.			r		1					+(r-1)
<i>Adesmia minor</i> (Hook. & Arn.) Burkart var. <i>caespitosa</i> (Phil.) Ulibarri & Burkart			r							r
<i>Argyrochosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>nivea</i>								+		+
<i>Artemisia copa</i> Phil.		1								1
<i>Astragalus bustillosii</i> Clos				p						p
<i>Atriplex peruviana</i> Moq.				r						r
<i>Bromus catharticus</i> Vahl			1							1
<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth					r					r
<i>Cristaria dissecta</i> Hook. & Arn.						r				r
<i>Cuatrecasasiella argentina</i> (Cabrera) H. Rob.			2	2	r	+				1(r-2)
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson						r				r
<i>Descurainia</i> sp.							+			+
<i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe				1		+				1(+1)
<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> S. González & Guagl.								+		+
<i>Epilobium nivale</i> Meyen					r	r				r
<i>Epilobium puberulum</i> Hook. & Arn.				p						p
<i>Gilia laciniata</i> Ruiz & Pav.				r						r
<i>Halerpestes exilis</i> (Phil.) Tamura			p							p
<i>Junellia seriphioides</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Moldenke			2			1		1		1(1-2)
<i>Neuontobotrys grayana</i> (Baehni & J.F. Macbr.) Al-Shehbaz						2				2
<i>Nicotiana longibracteata</i> Phil.				+		+				+
<i>Nototriche auricoma</i> (Phil.) A.W. Hill				p						p
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link			p							p
<i>Plantago tubulosa</i> Decne.								1		1
<i>Pseudognaphalium psilophyllum</i> (Meyen & Walp.) Anderb.					p					p
<i>Pseudognaphalium tarapacicum</i> (Phil.) Anderb.				r						r
<i>Puccinellia frigida</i> (Phil.) I.M. Johnst.					r					r
<i>Reyesia parviflora</i> (Phil.) Hunz.				+	+	r				+(r-+)
<i>Ruppia filifolia</i> (Phil.) Skottsbo.					r					r

ESPECIE	ABUNDANCIA									
	MEDIANA(RANGO)									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total
<i>Senecio adenophyllus</i> Meyen & Walp.	r									r
<i>Senecio coscayanus</i> Ricardi & Martic.					2					2
<i>Senecio scorzonerifolius</i> Meyen & Walp.				r						r
<i>Werneria aretioides</i> Wedd.				1						1
<i>Werneria pinnatifida</i> J. Remy					+					+
<i>Xenophyllum pseudodigitatum</i> (Rockh.) V.A. Funk					+	r				+(r-+)
<i>Zameioscirpus</i> sp.			+							+

Donde: Campañas estacionales = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016, O 16: otoño 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%.

N° de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 38; Campaña de invierno 2014 = 57; Campaña de primavera 2014 = 65; Campaña de verano 2015 = 66; Campaña Otoño 2015: 73; Campaña Invierno 2015: 75; Campaña Primavera 2015: 20; Campaña de Verano 2016: 6; Campaña de Otoño 2016: 7.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 177.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

e.vii) Especies en categorías de conservación

De los 151 taxa de plantas vasculares registradas en las nueve campañas estacionales en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, seis especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial: dos amenazadas el arbusto *Azorella compacta* "llareta" y la herbácea *Myrosmodes nervosa* "kolo-kolo", ambas en categoría Vulnerable; y cuatro precautorias (en Preocupación menor): las cactáceas *Maihueniopsis boliviana* "puskayo" y *Cumulopuntia sphaerica* "gatito", y los helechos *Argyroschisma nivea* y *Pellaea ternifolia* (ver Tabla 3.3.1-72).

Entre estas especies, la más frecuente corresponde a *M. boliviana*, registrada en 96 puntos de muestreo y 143 unidades cartográficas del sector. Esta especie presenta un valor medio de abundancia relativa inferior al 0,1% de cobertura (r), pudiendo alcanzar registros con un valor máximo de 25% de cobertura (ver Tabla 3.3.1-72). Asimismo, *A. compacta*, fue registrada en 11 puntos de muestreo y 14 unidades cartográficas del sector, con una abundancia relativa dominante inferior al 1% de cobertura (+), la que fluctúa entre unos pocos individuos hasta el rango de 25 a 50% de cobertura. Por su parte, *M. nervosa*, se detectó en cuatro puntos de muestreo, con una abundancia relativa dominante inferior al 1% de cobertura, que puede alcanzar en algunos registros el rango entre 5 y 25% de cobertura. La especie está presente en seis unidades cartográficas, principalmente en Quebrada Huinquentipa. Las otras especies en categoría fueron registradas en baja abundancia relativa, en una sola unidad cartográfica del sector y en un punto de muestreo (ver Tabla 3.3.1-72).

Tabla 3.3.1-72. Especies de flora vascular en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a		PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Amenazadas	Vulnerable ¹	14	11	+(p-3)
<i>Myrosmodes nervosa</i> (Kraenzl.) Novoa, C. Vargas & Cisternas		Vulnerable ²	6	4	+(r-2)
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Precautorias	Preocupación menor ³	143	96	r(p-2)
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson		Preocupación menor ³	4	1	r
<i>Argyrochosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>nivea</i>		Preocupación menor ⁴	1	1	+
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link		Preocupación menor ⁵	1	1	p

Donde: Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: *p* = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; *r* = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 2 = Cobertura 5-25%.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MINSEGPRES D.S N°51/2008 Tercer proceso; (2) MMA D.S N°41/2011 Séptimo proceso; (3) MMA D.S N°19/2012 Octavo Proceso; (4) MMA D.S N°13/2013 Noveno Proceso; (5) MMA D.S N°52/2014 Décimo Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

e.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie se encuentra listada en el Decreto N°68/2009, correspondiente al arbusto *Azorella compacta* “llareta”.

En el sector se analizaron todas las unidades donde se registró esta especie de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, en la identificación y caracterización de una formación xerofítica (Tabla 3.3.1-73). Tratándose de la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de un plan de trabajo, según lo señalado en el inciso 3° del Artículo 3° del D.S. N° 93 de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones posteriores (D.S. N°26/2011, MINAGRI).

De acuerdo a las modificaciones del reglamento y el último ORD. N°617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en el sector se presentan seis unidades de formaciones xerofíticas con *Azorella compacta*, (Tabla 3.3.1-73), las cuales a su vez se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso “Vulnerable”- según Reglamento de Clasificación de Especies (D.S. N°51/2008, MINSEGPRES). Estas unidades xerofíticas, que cubren una superficie de 26,6 hectáreas en el sector, se encuentran localizadas en la Quebrada Huinquentipa.

Tabla 3.3.1-73. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
Matorral de <i>Baccharis tola</i>	HO-055-81	1,9
Matorral hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	HO-157-857	1,4
Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Parastrephia quadrangularis</i>	HO-037-866	19,6
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Azorella compacta</i>	HO-097-1002	1,3
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	HO-119-1105	1,6
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	HO-173-1063	0,9
Total		26,6

Fuente: Cedrem Consultores.

e.ix) Singularidad ambiental

Para el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, se han considerado un total de 57 unidades cartográficas de formaciones vegetales ambientalmente singulares (50 unidades de formaciones azonales y siete zonales), las cuales se detallan a continuación (Tabla 3.3.1-74).

Del total de formaciones vegetales descritas en el sector, ciertas unidades de 27 formaciones vegetales se consideran singulares, ya sea por características de su flora vascular y/o presencia de especies en categoría de conservación. En la Tabla 3.3.1-74 se presentan las unidades de las formaciones vegetales que se consideran ambientalmente singulares, en relación a la flora vascular detectada en el sector.

Primero, se consideran singulares los sistemas azonales del tipo de recubrimiento de suelo humedal identificados en el sector, que corresponden a las formaciones de pajonal hídrico, vega, bofedal, mixtas entre estos tipos de formaciones y dos unidades con vegetación muerta, por tratarse de unidades remanentes de humedales (43 unidades cartográficas en total). Estas formaciones, se caracterizan por poseer una menor proporción al interior del sector (2,1% en relación a la superficie total) y por albergar especies que sólo se desarrollan en zonas con aportes hídricos permanentes o intermitentes, y además, por ser importantes sistemas que constituyen espacios donde se concentra biodiversidad, inclusive algunas de estas formaciones presentan los mayores valores de riqueza por formación vegetal del sector como el bofedal - pajonal hídrico de *Oxychloë andina* y *Festuca rigescens* y la formación de vega de *Deyeuxia curvula* con 55 y 35 especies registradas respectivamente.

Otras formaciones azonales consideradas singulares, corresponden a dos formaciones vegetales de recubrimiento mixto entre Matorral y Humedal: Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Deyeuxia curvula*, y Matorral hídrico - Vega de *Parastrephia lucida* y *Phylloscirpus acaulis*, con cuatro y una unidad respectivamente, además esta primera formación registra una especie amenazada.

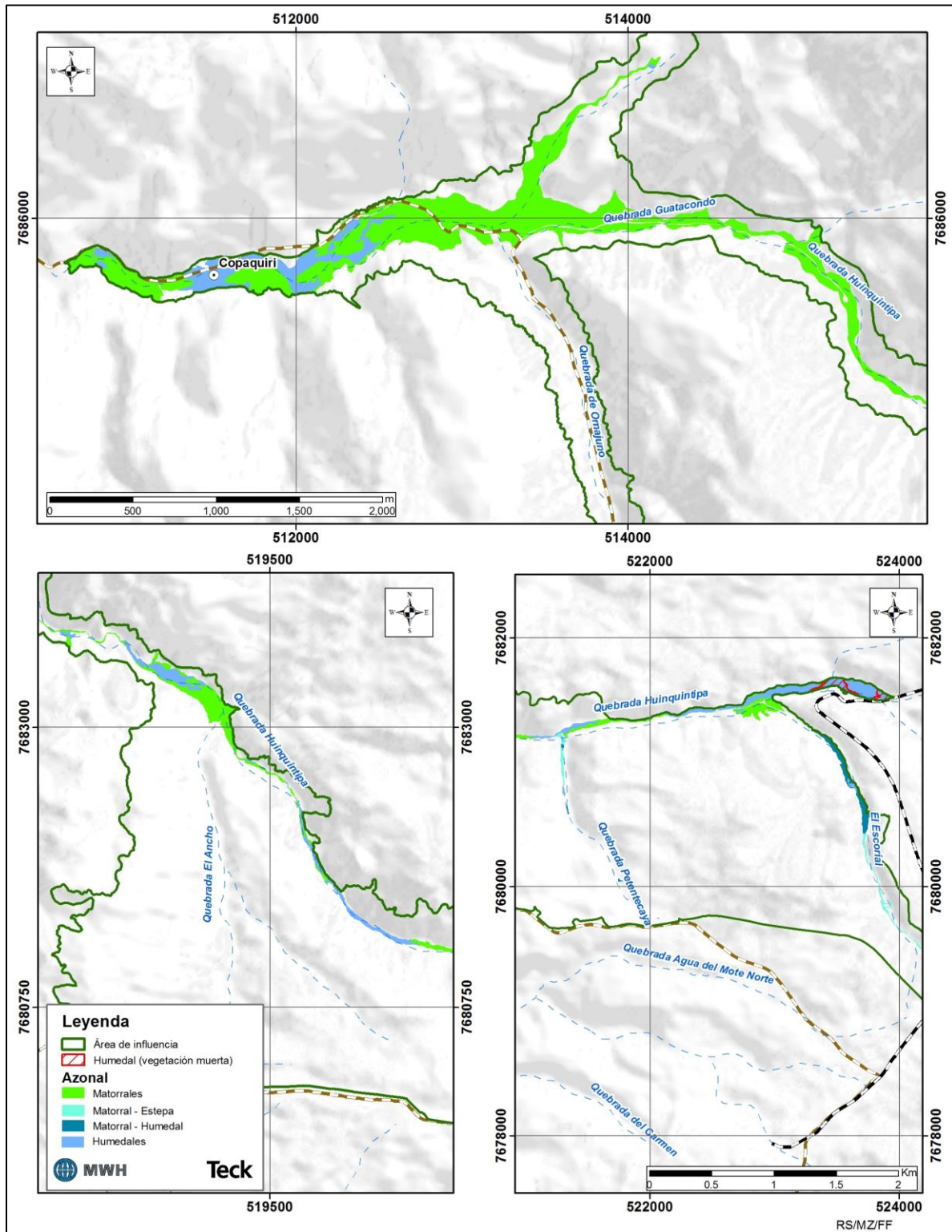
Otras formaciones azonales con mayor riqueza registradas en sus formaciones son el matorral hídrico - vega de *Parastrephia lucida* y *Deyeuxia curvula* y el matorral hídrico de *Parastrephia lucida*, con 37 y 24 especies respectivamente, además presentan una especie amenazada por lo cual se identificaron como singulares las unidades donde se registró esta especie (*Azorella compacta* clasificada Vulnerable).

Las formaciones azonales cubren el fondo de la quebrada de Huinquintipa, Guatacondo y finalizan e incluyen el sector de Copaquiri. Desde la parte alta de esta cuenca y hasta Copaquiri, se forma un continuo de vegetación azonal de unos 16 km de largo (ver Fotografía 3.3.1-92 y Figura 3.3.1-54). Cabe destacar, que el área con mayor humedad y mejor conservada abarca alrededor de siete kilómetros encajonados de la quebrada Huinquintipa, los que corren hacia el oeste a partir de su cruce con el camino Pintados, excluyendo las unidades muertas que se encuentran en el extremo este de la quebrada, cercanas al camino Pintados.

Como ya se mencionó, otro de los criterios para la determinación de la singularidad ambiental es la presencia de especies en categoría de conservación (amenazadas). Con respecto a la presencia de especies amenazadas, se consideran singulares las formaciones de matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Azorella compacta*, por la presencia y dominancia de *A. compacta*; y otras formaciones en unidades puntuales, con presencia de *A. compacta* (Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*; Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*). Además, se han considerado ciertas unidades que presentan una mayor concentración de especies endémicas en relación a las otras formaciones (matorral con suculentas de *Ephedra breana* y *Maihue niopsis boliviana*)

Finalmente, se adicionan como formaciones singulares las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico, que presentan tanto especies listadas en el Decreto N°68/2009 como especies en categoría de amenaza y corresponden a seis unidades de seis formaciones distintas del sector: matorral hídrico de *Parastrephia lucida*, matorral de *Adesmia spinosissima* y *Parastrephia quadrangularis*, matorral de *Baccharis tola*, matorral de *Parastrephia quadrangularis* y *Azorella compacta* (ya mencionado anteriormente), matorral - pajonal de *Parastrephia quadrangularis*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida* (ya mencionado anteriormente), y matorral hídrico - pajonal de *Parastrephia lucida* y *Anatherostipa venusta* (ver Tabla 3.3.1-74 y Tabla 3.3.1-73 más arriba).

Figura 3.3.1-54. Distribución vegetación azonal en sector Quebradas Huinquinipa – Ornajuno



Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-74. Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno

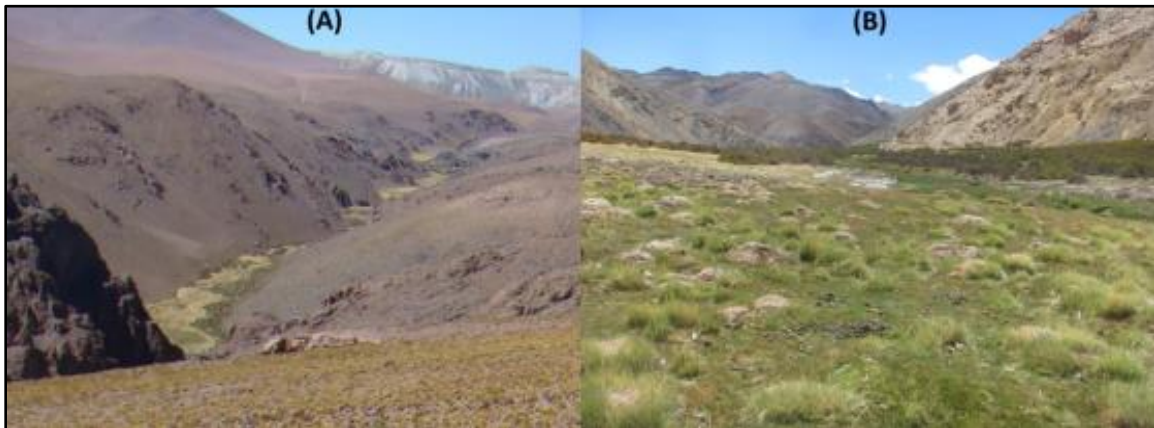
FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Parastrephia quadrangularis</i>	19	1	1	1		1	HO-037-866 ^a
Matorral de <i>Baccharis tola</i>	20	1	1	5		1	HO-055-81 ^a
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Azorella compacta</i>	23	1		2		2	Todas (HO-097-1002 ^a ; HO-098-878)
Matorral con suculentas de <i>Ephedra breana</i> y <i>Maihueniopsis boliviana</i>	34		1	6		1	Todas
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	6	1	1	1		1	HO-119-1105 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	29	1	1	4		1	HO-132-1139
Matorral hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	24	1	1	3		1	HO-157-857 ^a
Pajonal hídrico de <i>Festuca rigescens</i> y <i>Juncus balticus</i>	20			2		1	Todas
Pajonal hídrico de <i>Festuca rigescens</i>	20			2		1	Todas
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>	35	2	1	2		3	Todas
Vega de <i>Distichlis humilis</i>	20			2		5	Todas
Bofedal de <i>Oxychloë andina</i>	8			1		4	Todas
Bofedal de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Zameioscirpus muticus</i>	18	1		2		2	Todas
Bofedal de <i>Phylloscirpus acaulis</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i>	21	1		1		2	Todas
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	9			1		1	Todas
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>	55	2	1	7		8	Todas
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	23	1		2		6	Todas

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> , <i>Zameioscirpus muticus</i> y <i>Festuca rigescens</i>	29			2		2	Todas
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Zameioscirpus muticus</i> y <i>Deyeuxia chrysantha</i>	35		1	2		1	Todas
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Zameioscirpus muticus</i> y <i>Festuca rigescens</i>	17			2		1	Todas
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	23			2		2	Todas
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Eleocharis atacamensis</i>	19	1		1		1	Todas
Vega - Pajonal hídrico de <i>Phylloscirpus deserticola</i> , <i>Deyeuxia curvula</i> y <i>Festuca rigescens</i>	8			1		1	Todas
Vegetación muerta ^b	3			1		2	Todas
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	23	1	1	2		1	Todas ^a
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	37	1	1	4		4	Todas
Matorral hídrico - Vega de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Phylloscirpus acaulis</i>	9			1		1	Todas
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						57	68,5

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.1-92. Formaciones de humedales y matorrales hídricos del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Donde: (a) Quebrada de Huinquentipa; (b) Quebrada de Copaquiri-Guatacondo
Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-75, las 57 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 68,5 hectáreas. Esta superficie se divide en cuatro recubrimientos de suelo, de los cuales el 36,0% de la superficie singular del sector se asocia a unidades azonales del recubrimiento humedal. La superficie singular del sector representa un 3,9% de la superficie del sector y a su vez, representa un 0,6% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-75. Superficie ambientalmente singular en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Matorrales	26,2	
Matorral	22,9	33,4
Matorral con suculentas	1,9	2,8
Matorral hídrico	1,4	2,0
Humedales	36,0	
Pajonal hídrico	0,6	0,8
Vega	7,8	11,4
Bofedal	2,9	4,3
Formación azonal muerta	2,3	3,4
Vega - Pajonal hídrico	0,6	0,8
Bofedal - Pajonal hídrico	19,1	27,9
Bofedal - Vega	2,7	4,0
Matorral - Estepa	2,7	
Matorral - Pajonal	1,8	2,7
Matorral hídrico - Pajonal	0,9	1,2
Matorral - Humedal	3,6	
Matorral hídrico - Vega	3,6	5,3
Total singular del sector (ha)	68,5	100
Proporción respecto al total del sector (%)	3,9	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	0,6	

Fuente: Cedrem Consultores.

f) Sector Altiplano Mina - Planta

f.i) Recubrimiento y formaciones vegetales

Para el sector Altiplano Mina - Planta se registran tres tipos de recubrimientos de suelo: vegetación zonal, mayoritaria, con superficie de 6.052,8 hectáreas equivalentes al 75,8% de la superficie del sector; vegetación azonal, la que representa un 0,5% del sector (43,3 hectáreas); y otros recubrimientos que representan el 23,6% de la superficie (1.888,2 hectáreas). Dentro de estos tipos, se registran nueve recubrimientos de suelo en el sector, de los cuales, dos de características mixtas. En suma, abarcan una superficie de 7.984,3 hectáreas del área de influencia del proyecto. Estos recubrimientos son: áreas industriales, áreas desprovistas de vegetación, estepas, matorrales zonales, mixto zonal de matorral - estepa, matorrales azonales, humedales, y mixtos azonales de matorral - humedal y de matorral - estepa (ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76).

La superficie correspondiente a otros recubrimientos está representada principalmente por áreas industriales, con 1.682,0 hectáreas (21,1% del sector), representados por centros industriales, los que incluyen los caminos asociados al área mina. Seguidamente, con menor representación, se cuentan las áreas desprovistas de vegetación (206,2 hectáreas), naturales, constituidas por 13,4 hectáreas de cajas de río (0,2%), 101,1 hectáreas de cumbres y afloramientos rocosos (1,3%) y 91,7 hectáreas de áreas desnudas (1,2%), que en conjunto representan un 2,6% de la superficie del sector (ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76).

La vegetación zonal del sector, se encuentra representada por los recubrimientos de estepa (pajonal y herbazal), matorrales (matorral, matorral con suculentas) y mixto de matorral – estepa (matorral – pajonal, matorral – pajonal con suculentas). Ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76. Cada uno de estos tipos de formaciones, fue diferenciado a su vez en formaciones vegetales, según especies dominantes, cobertura y estructura de la vegetación.

El recubrimiento de estepa en este sector del área de influencia recubre 1.498,2 hectáreas correspondientes al 18,8% de la superficie del sector. El recubrimiento de estepa está conformado por dos tipos de formaciones vegetales: pajonal y herbazal, entre las cuales las formaciones vegetales de pajonal son las más representativas del sector, abarcando un 16,6% de su superficie (1.324,3 hectáreas), determinando en parte la fisonomía de la vegetación de estepa. Estos pajonales están representados por siete formaciones vegetales, entre las cuales destaca el pajonal de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*, con 522,3 hectáreas (6,5% del sector). Por su parte, los herbazales recubren un 2,2% de la superficie del sector (173,9 hectáreas), y se encuentran representados por cuatro formaciones vegetales, entre las cuales destaca el herbazal de *Descurainia stricta* con 68,5 hectáreas (0,9%; ver Tabla 3.3.1-76 y Figura 3.3.1-55).

El recubrimiento de matorrales zonales del sector representa un 23,1% de la superficie del sector con 1.843,7 hectáreas. Éste se distribuye en forma discontinua por todo el sector y se encuentra conformado por dos tipos de formaciones: matorrales y matorrales con suculentas, donde los matorrales representan la mayor proporción del recubrimiento, con 1.818,3 hectáreas (22,8% del

sector), y comprende 42 formaciones vegetales según dominancia y fisonomía, entre las cuales el matorral de *Ephedra breana* es el más extenso con 253,3 hectáreas (3,2%). Los matorrales con suculentas, por su parte, recubren una superficie de 25,5 hectáreas, y se encuentran representados por tres formaciones vegetales, siendo dominante el matorral con suculentas de *Atriplex glaucescens*, *E. breana* y *Oreocereus leucotrichus* con 10,2 hectáreas (ver Tabla 3.3.1-76 y Figura 3.3.1-55).

El recubrimiento zonal mixto de matorral - estepa, ocupa una superficie de 2.710,8 hectáreas, siendo el recubrimiento más importante del sector con un 34,0% del mismo. Este recubrimiento comprende 36 formaciones vegetales del tipo matorral - pajonal, con un 33,9% de la superficie del sector (2.703,6 hectáreas), entre las que destaca el matorral - pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida* con 638,7 hectáreas (8,0%); y una formación vegetal del tipo matorral - pajonal con suculentas, que recubre 7,2 hectáreas de la superficie del sector (ver Tabla 3.3.1-76 y Figura 3.3.1-55).

En cuanto a la vegetación azonal del sector, está representado por cuatro recubrimientos: matorrales (matorral hídrico); humedales (pajonal hídrico, vega, bofedal, vega - pajonal hídrico, bofedal - pajonal hídrico, bofedal - vega y formaciones azonales muertas); mixtas de matorral - humedal (matorral hídrico - pajonal hídrico, matorral hídrico - vega y matorral - pajonal hídrico); y mixtas de matorral - estepa (matorral hídrico - pajonal) Ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76. Cada uno de estos tipos de formaciones, fue diferenciado a su vez en formaciones vegetales, según especies dominantes, cobertura y estructura de la vegetación.

El recubrimiento de matorrales azonales está representado por cuatro formaciones vegetales del tipo matorral hídrico, las que se encuentran asociadas a quebradas en sectores con mayor humedad, y representan un 0,3% de la superficie del sector con 21,8 hectáreas. Entre estas formaciones, destaca el matorral hídrico de *Parastrephia quadrangularis* y *Parastrephia lucida*, con 12,5 hectáreas de la superficie del sector (ver Tabla 3.3.1-76 y Figura 3.3.1-55).

El recubrimiento de humedales del sector representa un 0,1% de su superficie (7,7 hectáreas) y está conformado por siete tipos de formaciones vegetales azonales (pajonal hídrico, vega, bofedal, vega - pajonal hídrico, bofedal - pajonal hídrico, bofedal - vega y formación azonal muerta). En conjunto, estos tipos de vegetación de humedal están conformados por 11 formaciones vegetales, las que se distribuyen en forma discontinua por toda el área, en sectores localizados principalmente en quebradas, en donde pueden existir afloramientos de agua, permanentes o temporales (Quebrada Agua del Mote, Quebrada del Carmen, Quebrada Llareta, Quebrada Ciénaga y Quebrada Blanca; ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76). Cabe señalar que dentro de la clasificación de humedales, se registran tres unidades con vegetación muerta, que en conjunto representan un 0,02% de la superficie del sector con 1,4 hectáreas.

Finalmente, se registran dos tipos de recubrimientos mixtos. El primero, corresponde al matorral - humedal, el que recubre 6,9 hectáreas (0,1%) del sector. Éste comprende tres tipos de formación (matorral hídrico - pajonal hídrico, matorral hídrico - vega y matorral - pajonal hídrico), asociados a quebradas con afloramientos de agua (ver Figura 3.3.1-55 y Tabla 3.3.1-76). El

segundo recubrimiento azonal mixto, matorral - estepa, recubre 6,9 hectáreas del sector y comprende cuatro formaciones vegetales de matorral hídrico - pajonal, entre las que destaca el matorral hídrico - pajonal de *Parastrephia lucida* y *Festuca chrysophylla* con 5,2 hectáreas (ver Tabla 3.3.1-76 y Figura 3.3.1-55).

Tabla 3.3.1-76. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Mina – Planta

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	1.884,9	23,6	35	3,9
ÁREAS INDUSTRIALES	1.682,0	21,1	1	0,1
Centros industriales	1.682,0	21,1	1	0,1
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	202,8	2,5	34	3,8
Caja de río	13,4	0,2	9	1,0
Cumbres, afloramientos rocosos	100,8	1,3	7	0,8
Áreas denudadas	88,6	1,1	18	2,0
VEGETACIÓN ZONAL	6.056,1	75,9	791	88,1
ESTEPAS	1.498,2	18,8	185	20,6
Pajonal	1.324,3	16,6	171	19,0
<i>Pajonal de Anatherostipa venusta, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i>	75,9	1,0	10	1,1
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla¹</i>	133,8	1,7	28	3,1
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla, Nassella nardoides y Pycnophyllum molle¹</i>	170,2	2,1	14	1,6
<i>Pajonal de Pappostipa frigida¹</i>	208,4	2,6	35	3,9
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Nassella nardoides¹</i>	147,0	1,8	11	1,2
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla¹</i>	522,3	6,5	65	7,2
<i>Pajonal de Pappostipa frigida, Festuca chrysophylla, Nassella nardoides y Pycnophyllum molle¹</i>	66,6	0,8	8	0,9
Herbazal	173,9	2,2	14	1,6
<i>Herbazal de Descurainia stricta¹</i>	68,5	0,9	4	0,4
<i>Herbazal de Descurainia stricta y Neuontobotrys tarapacana¹</i>	66,3	0,8	3	0,3
<i>Herbazal de Neuontobotrys tarapacana¹</i>	34,4	0,4	5	0,6
<i>Herbazal de Pycnophyllum molle</i>	4,6	0,1	2	0,2

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
MATORRALES	1.847,1	23,1	302	33,6
Matorral	1.821,6	22,8	297	33,1
<i>Matorral de Atriplex glaucescens</i> ²	129,4	1,6	19	2,1
<i>Matorral de Senecio ctenophyllus</i> ²	1,3	0,02	1	0,1
<i>Matorral de Adesmia spinosissima</i> ²	32,3	0,4	6	0,7
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Baccharis tola</i> ²	189,1	2,4	28	3,1
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Parastrephia quadrangularis</i> ²	6,6	0,1	1	0,1
<i>Matorral de Ephedra breana</i> ²	253,3	3,2	26	2,9
<i>Matorral de Ephedra breana y Adesmia spinosissima</i> ²	10,7	0,1	2	0,2
<i>Matorral de Ephedra breana y Atriplex glaucescens</i> ²	86,3	1,1	14	1,6
<i>Matorral de Ephedra breana y Baccharis boliviensis</i> ²	27,4	0,3	2	0,2
<i>Matorral de Ephedra breana y Baccharis tola</i> ²	59,1	0,7	10	1,1
<i>Matorral de Ephedra breana y Diplostephium meyenii</i> ²	6,9	0,1	1	0,1
<i>Matorral de Ephedra breana, Atriplex glaucescens y Adesmia melanthes</i> ²	29,2	0,4	5	0,6
<i>Matorral de Adesmia melanthes</i> ²	1,2	0,02	1	0,1
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Atriplex glaucescens</i> ²	17,4	0,2	5	0,6
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Baccharis tola</i> ²	49,1	0,6	12	1,3
<i>Matorral de Adesmia melanthes y Ephedra breana</i> ²	39,3	0,5	3	0,3
<i>Matorral de Adesmia melanthes, Baccharis tola y Atriplex glaucescens</i> ²	2,5	0,03	6	0,7
<i>Matorral de Baccharis boliviensis</i> ²	15,1	0,2	1	0,1
<i>Matorral de Baccharis boliviensis y Fabiana denudata</i> ²	6,2	0,1	1	0,1
<i>Matorral de Baccharis boliviensis, Fabiana ramulosa y Ephedra breana</i> ²	8,3	0,1	1	0,1
<i>Matorral de Baccharis tola</i> ²	120,7	1,5	24	2,7
<i>Matorral de Baccharis tola y Atriplex glaucescens</i> ²	6,0	0,1	6	0,7

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral de Baccharis tola y Azorella compacta</i> ²	1,7	0,02	1	0,1
<i>Matorral de Fabiana denudata</i>	0,7	0,01	1	0,1
<i>Matorral de Fabiana ramulosa</i> ²	10,0	0,1	2	0,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Atriplex glaucescens</i> ²	172,7	2,2	22	2,4
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Baccharis boliviensis</i> ²	65,7	0,8	11	1,2
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Ephedra breana</i> ²	114,5	1,4	14	1,6
<i>Matorral de Fabiana ramulosa, Ephedra breana y Atriplex glaucescens</i> ²	10,7	0,1	3	0,3
<i>Matorral de Fabiana ramulosa, Ephedra breana y Baccharis boliviensis</i> *	98,4	1,2	9	1,0
<i>Matorral de Fabiana squamata</i> ²	12,0	0,2	1	0,1
<i>Matorral de Fabiana squamata y Baccharis tola</i> ²	1,6	0,02	1	0,1
<i>Matorral de Parastrephia teretiuscula</i> ²	29,4	0,4	1	0,1
<i>Matorral de Parastrephia teretiuscula y Baccharis boliviensis</i> ²	5,8	0,1	2	0,2
<i>Matorral de Parastrephia teretiuscula y Baccharis tola</i> ²	2,6	0,03	1	0,1
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i> ²	125,8	1,6	23	2,6
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Baccharis tola</i> ²	40,9	0,5	17	1,9
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Senecio nutans</i> ²	22,0	0,3	7	0,8
<i>Matorral de Senecio nutans</i>	2,8	0,03	2	0,2
<i>Matorral de Senecio volckmannii</i>	5,8	0,1	2	0,2
<i>Matorral de Azorella compacta</i>	0,6	0,01	1	0,1
<i>Matorral de Aloysia deserticola</i>	0,5	0,01	1	0,1
Matorral con suculentas	25,5	0,3	5	0,6
<i>Matorral con suculentas de Atriplex glaucescens, Ephedra breana y Oreocereus leucotrichus</i> ²	10,2	0,1	1	0,1
<i>Matorral con suculentas de Baccharis tola, Adesmia spinosissima y Maihueniopsis boliviana</i> ²	7,0	0,1	3	0,3
<i>Matorral con suculentas de Baccharis tola, Ephedra breana y Maihueniopsis boliviana</i> ²	8,2	0,1	1	0,1

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
MATORRAL - ESTEPA	2.710,8	34,0	304	33,9
Matorral - Pajonal	2.703,6	33,9	303	33,7
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima y Pappostipa frigida³</i>	7,1	0,1	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Baccharis tola y Pappostipa chrysophylla³</i>	14,0	0,2	2	0,2
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Baccharis tola y Pappostipa frigida³</i>	251,9	3,2	32	3,6
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Ephedra breana y Pappostipa frigida³</i>	2,6	0,03	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida³</i>	67,7	0,8	9	1,0
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia melanthes, Baccharis tola y Pappostipa frigida³</i>	2,1	0,03	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia melanthes, Ephedra breana y Pappostipa frigida³</i>	18,7	0,2	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Anatherostipa venusta³</i>	49,5	0,6	5	0,6
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Festuca chrysophylla³</i>	30,9	0,4	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Pappostipa frigida³</i>	575,9	7,2	55	6,1
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida³</i>	4,9	0,1	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla³</i>	26,5	0,3	5	0,6
<i>Matorral - Pajonal de Ephedra breana y Pappostipa frigida³</i>	99,8	1,2	10	1,1
<i>Matorral - Pajonal de Ephedra breana, Baccharis boliviensis y Pappostipa frigida³</i>	18,1	0,2	2	0,2
<i>Matorral - Pajonal de Ephedra breana, Baccharis tola y Pappostipa frigida³</i>	4,2	0,1	2	0,2
<i>Matorral - Pajonal de Fabiana squamata, Baccharis tola y Pappostipa frigida³</i>	42,8	0,5	7	0,8
<i>Matorral - Pajonal de Fabiana squamata, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida³</i>	42,3	0,5	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta³</i>	40,9	0,5	5	0,6
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla³</i>	24,6	0,3	9	1,0
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida³</i>	638,7	8,0	60	6,7
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Festuca chrysophylla³</i>	19,1	0,2	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida³</i>	19,4	0,2	3	0,3

TIPO DE RECUBRIMIENTO	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
RECUBRIMIENTO DE SUELO				
Tipo de formación o recubrimiento				
<i>Formación vegetal</i>				
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Fabiana squamata y Pappostipa frigida</i> ³	8,4	0,1	4	0,4
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	81,3	1,0	12	1,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Senecio nutans y Pappostipa frigida</i> ³	28,7	0,4	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i> ³	22,8	0,3	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Festuca chrysophylla</i> ³	36,8	0,5	4	0,4
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	391,4	4,9	29	3,2
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Festuca chrysophylla</i> ³	9,7	0,1	3	0,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	55,1	0,7	8	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	25,7	0,3	4	0,4
<i>Matorral - Pajonal de Senecio nutans y Pappostipa frigida</i> ³	2,3	0,03	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Senecio nutans, Festuca chrysophylla y Nassella nardoides</i> ³	0,70	0,01	2	0,2
<i>Matorral - Pajonal de Senecio nutans, Pappostipa frigida y Anatherostipa venusta</i> ³	1,0	0,01	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Senecio nutans, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	13,0	0,2	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal de Senecio volckmannii, Anatherostipa venusta, Pycnophyllum molle y Pappostipa frigida</i> ³	24,9	0,3	4	0,4
Matorral - Pajonal con suculentas	7,2	0,1	1	0,1
<i>Matorral - Pajonal con suculentas de Fabiana squamata, Anatherostipa venusta y Maihueniopsis boliviana</i>	7,2	0,1	1	0,1
VEGETACIÓN AZONAL	43,3	0,5	72	8,0
MATORRALES	21,8	0,3	20	2,2
Matorral hídrico	21,8	0,3	20	2,2
<i>Matorral hídrico de Parastrephia lucida</i> ⁴	1,8	0,02	8	0,9
<i>Matorral hídrico de Parastrephia lucida y Baccharis tola</i> ⁴	3,6	0,05	2	0,2
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis</i>	3,8	0,05	5	0,6
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis y Parastrephia lucida</i>	12,5	0,2	5	0,6
HUMEDALES	7,7	0,1	33	3,7

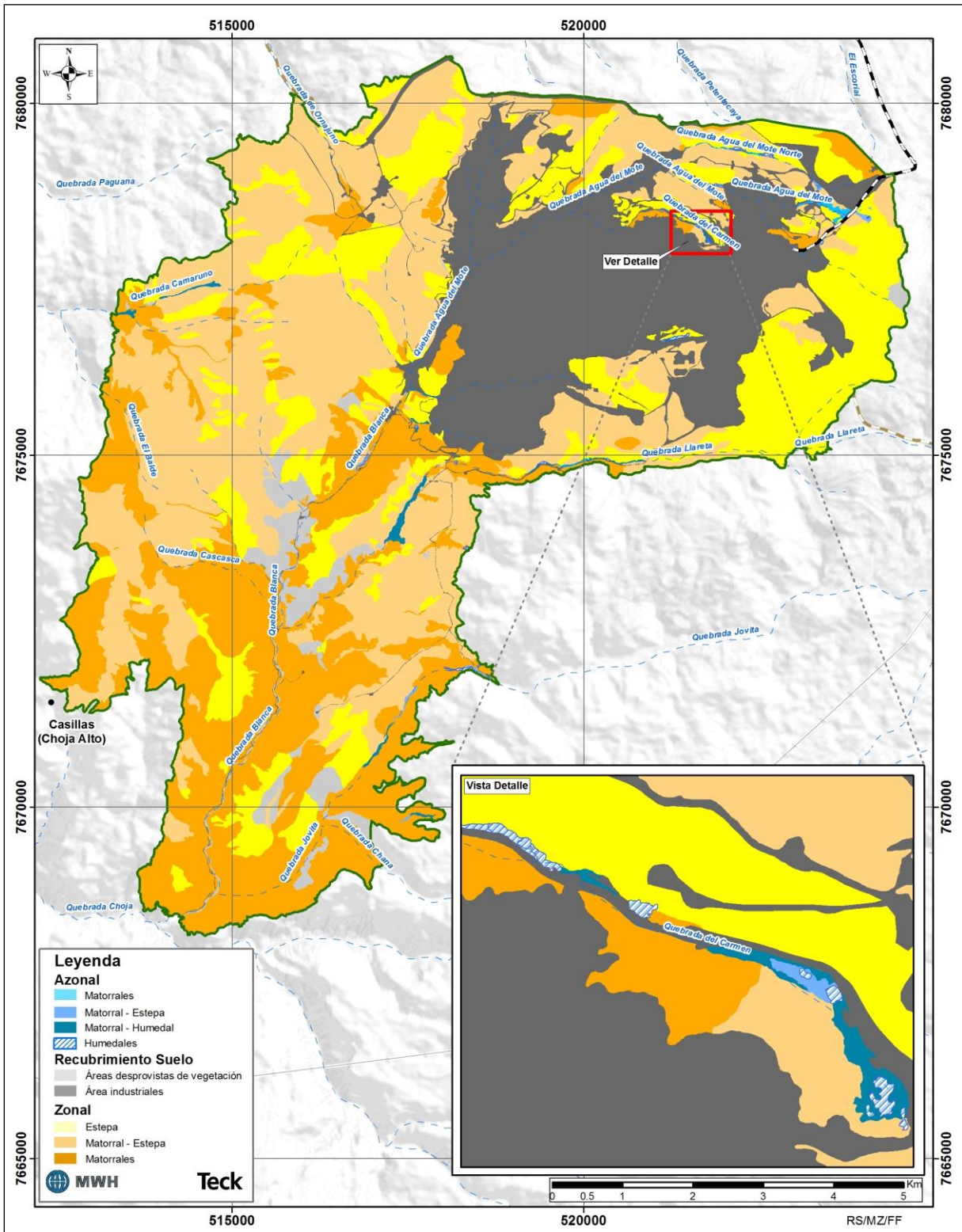
TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
Pajonal hídrico	1,3	0,02	3	0,3
<i>Pajonal hídrico de Festuca rigescens</i> ⁵	0,2	0,003	1	0,1
<i>Pajonal hídrico de Festuca rigescens y Deyeuxia eminens</i> ⁵	1,1	0,01	2	0,2
Vega	1,0	0,01	4	0,4
<i>Vega de Deyeuxia curvula</i>	1,0	0,01	4	0,4
Bofedal	1,9	0,02	7	0,8
<i>Bofedal de Oxychloë andina</i> ⁵	1,9	0,02	7	0,8
Vega - Pajonal hídrico	0,3	0,003	3	0,3
<i>Vega - Pajonal hídrico de Deyeuxia curvula y Festuca rigescens</i> ⁵	0,2	0,003	1	0,1
<i>Vega - Pajonal hídrico de Phylloscirpus deserticola y Festuca rigescens</i> ⁵	0,03	0,0003	1	0,1
<i>Vega - Pajonal hídrico de Phylloscirpus deserticola, Deyeuxia curvula y Festuca rigescens</i> ⁵	0,04	0,001	1	0,1
Bofedal - Pajonal hídrico	1,2	0,01	12	1,3
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina y Festuca rigescens</i> ⁵	0,9	0,01	8	0,9
<i>Bofedal - Pajonal hídrico de Oxychloë andina, Phylloscirpus deserticola y Festuca rigescens</i> ⁵	0,2	0,003	4	0,4
Bofedal - Vega	0,5	0,01	1	0,1
<i>Bofedal - Vega de Oxychloë andina y Deyeuxia curvula</i>	0,5	0,01	1	0,1
Formación azonal muerta	1,4	0,02	3	0,3
<i>Vegetación muerta</i>	1,4	0,02	3	0,3
MATORRAL - HUMEDAL	6,9	0,1	11	1,2
Matorral hídrico - Pajonal hídrico	4,9	0,1	9	1,0
<i>Matorral hídrico - Pajonal hídrico de Parastrephia lucida y Festuca rigescens</i>	4,9	0,1	9	1,0
<i>Matorral hídrico - Vega</i>	0,5	0,01	1	0,1
<i>Matorral hídrico - Vega de Parastrephia lucida y Deyeuxia curvula</i>	0,5	0,01	1	0,1
Matorral - Pajonal hídrico	1,6	0,02	1	0,1

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral - Pajonal hídrico de Baccharis tola y Festuca rigescens</i>	1,6	0,02	1	0,1
MATORRAL - ESTEPA	6,9	0,1	8	0,9
Matorral hídrico - Pajonal	6,9	0,1	8	0,9
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Anatherostipa venusta⁶</i>	1,0	0,01	2	0,2
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Festuca chrysophylla⁶</i>	5,2	0,1	4	0,4
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida, Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	0,2	0,003	1	0,1
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	0,5	0,01	1	0,1
Total general	7.984,3	100,0	898	100,0

(1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.i) Estepa; (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorral (zonal); (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Estepa; (4) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.ii) Matorral (azonal); (5) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.iii) Humedales; (6) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2b.iv) Mixtas (azonales).

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-55. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Mina - Planta



Fuente: Cedrem Consultores

f.i) Riqueza y composición florística

La riqueza florística registrada en el sector durante las nueve campañas estacionales es de 163 taxa (la mayor entre los sectores del área de influencia), pertenecientes a 89 géneros, agrupados en 29 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-56).

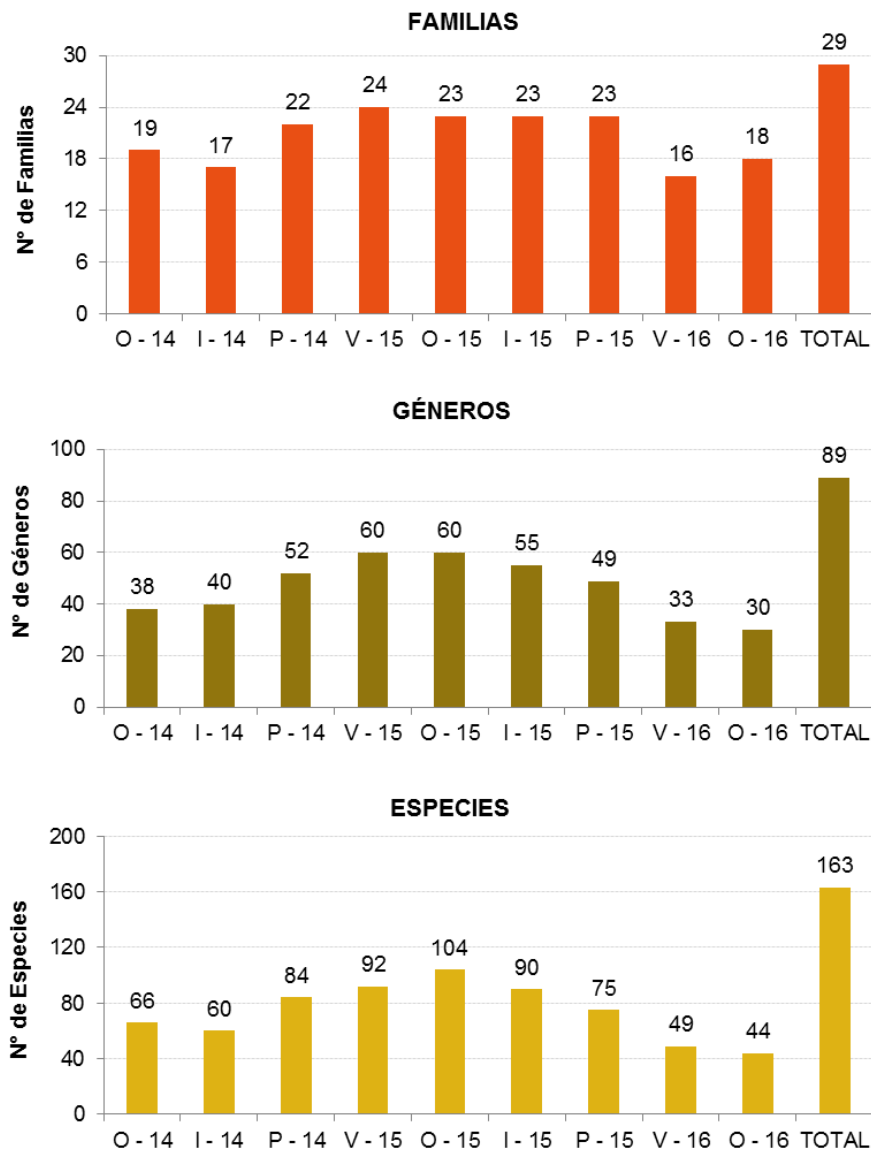
La mayor riqueza de especies del sector se registra en la campaña de otoño de 2015, con 104 taxa identificados. Cabe destacar que las campañas de verano 2016 y otoño 2016, presentan menores riquezas (49 y 44 taxa respectivamente), dado que los esfuerzos de muestreo fueron bajos en el sector (22 y 20 puntos de muestreo con inventario florístico, respectivamente), debido a que estos fueron enfocados en abordar formaciones vegetales menos representadas del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría. Igualmente, el número de géneros es superior en las campañas de verano y otoño de 2015 (60 géneros) y se registra una mayor cantidad de familias en esta estación de verano (ver Figura 3.3.1-56).

Del total de taxa registrados, 130 corresponden a especies de la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), mientras que la clase Liliopsida (Monocotiledóneas) se encuentra representada por 31 especies y la clase Gnetopsida (Gimnospermas) por dos especies (ver Figura 3.3.1-57). El Anexo 3.3.1-3 analiza el esfuerzo de muestreo realizado en este sector, mientras que el listado taxonómico de la flora registrada se presenta en el Anexo 3.3.1-5.

Las familias mejor representadas en términos de especies son Asteraceae (52 taxa), Poaceae (16 taxa) y Brassicaceae (10 taxa). Por otro lado, nueve familias se encuentran representadas por una sola especie en el sector (ver Figura 3.3.1-57).

Un total de seis registros (3,7% de la flora del sector) no pudieron ser identificados a nivel de especie, ya que se encontraban totalmente secas y/o sin caracteres morfológicos necesarios para su identificación (cinco morfotipos a nivel de género, "sp" y un "cf.").

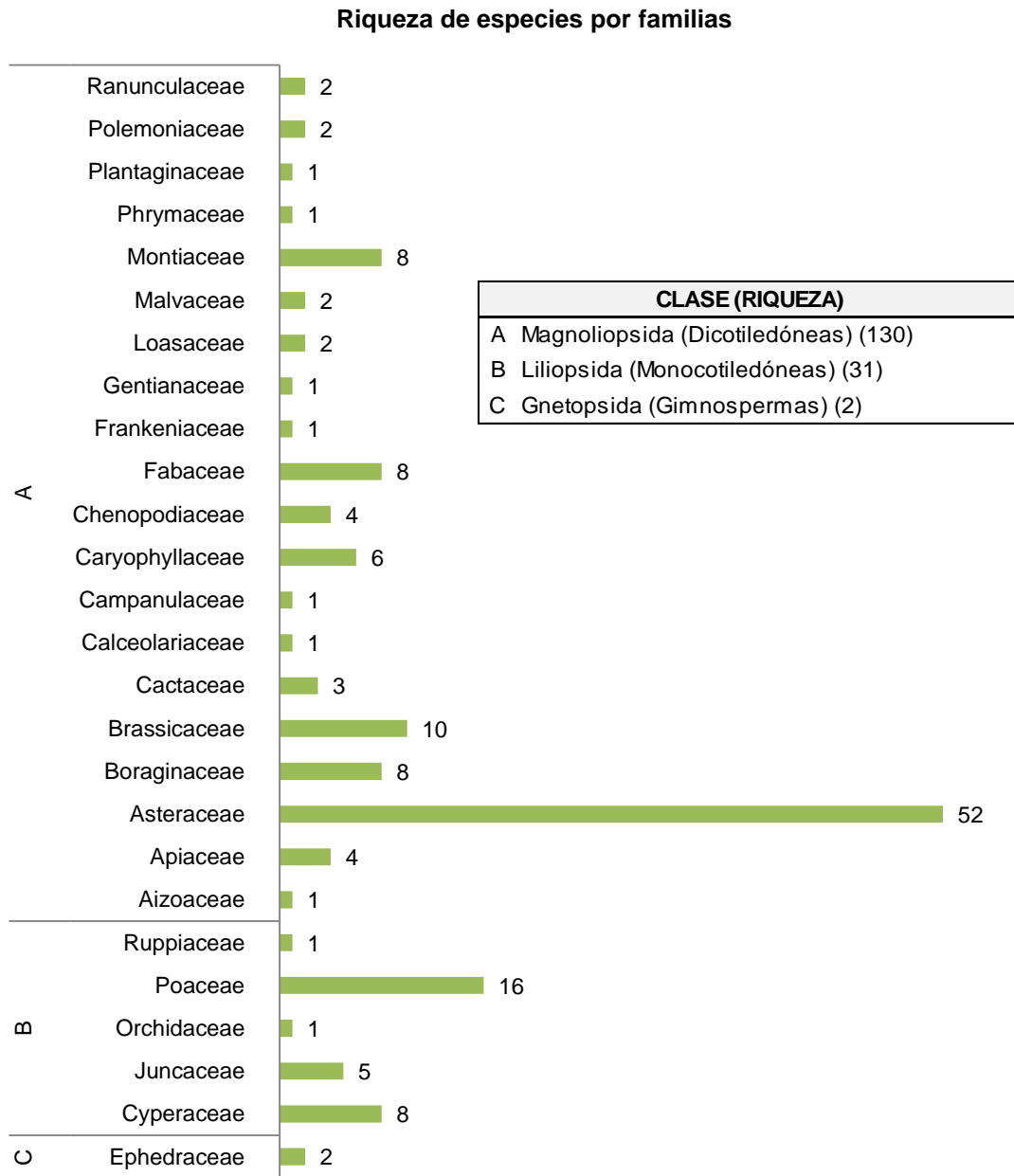
Figura 3.3.1-56. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Mina – Planta



Donde: Campañas estacionales = O-14: otoño 2014; I- 14: invierno 2014; P- 14: primavera 2014; V- 15: verano 2015; O- 15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-57. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Mina – Planta



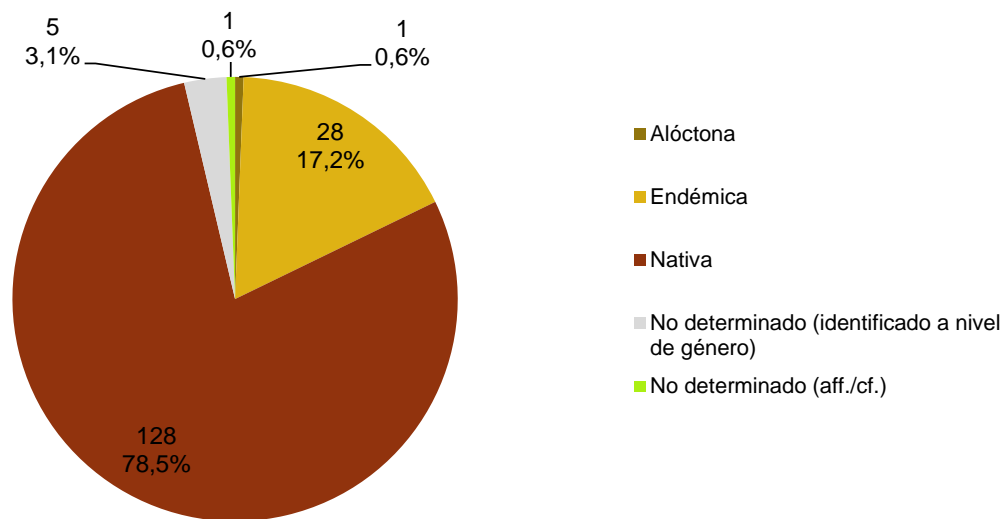
Fuente: Cedrem Consultores.

f.ii) Origen geográfico

De los 163 taxa de flora vascular registrados en el área de influencia del sector, 128 corresponden a especies nativas (78,5% de la riqueza), 28 son endémicas de Chile (17,2%) y una es de origen alóctono (0,6%). Para seis taxa no se pudo determinar su origen geográfico, por no haber sido identificadas a nivel de especie (3,1% “sp.” y 0,6% “cf.”) (ver Figura 3.3.1-58).

Entre las 28 especies endémicas registradas en el sector, *Anatherostipa venusta* es la más frecuente. Esta especie se encuentra presente en 65 formaciones vegetales diferentes en el sector, y es especie dominante en una formación de pajonal, cuatro formaciones de matorral, doce formaciones de matorral – pajonal, dos formaciones de matorral hídrico, una formación de matorral hídrico – pajonal y una formación de matorral – pajonal con suculentas. Por otra parte, de las 128 especies nativas, la más frecuente corresponde a *Baccharis tola*, presente en un total de 100 formaciones vegetales, dominando en 13 formaciones de tipo matorral, 17 mixtas de matorral – pajonal, una formación de matorral – pajonal hídrico, dos formaciones de matorral hídrico y en dos de matorral con suculentas. Finalmente, *Lepidium sativum* corresponde al único elemento alóctono, registrado en siete formaciones vegetales del sector, dominando en dos formaciones de matorral y cuatro de matorral - pajonal (ver Anexo 3.3.1-5).

Figura 3.3.1-58. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Mina – Planta



Fuente: Cedrem Consultores.

Rangos de distribución

Entre las 163 especies registradas en el sector Altiplano Mina - Planta, un total de 95 especies (58,3% de la riqueza), con una distribución moderadamente restringida al Norte Grande (ver Figura 3.3.1-59). Entre éstas últimas, destacan las especies *Aloysia deserticola*, *Anatherostipa venusta*, *Atriplex glaucescens*, *Caiophora rosulata*, *Calceolaria stellariifolia*, *Cistanthe celosioides*, *Festuca rigescens*, *Glandularia gynobasis*, *Gymnophyton robustum*, *Helogyne macrogyne*, *Lupinus oreophilus*, *Parastrephia teretiuscula*, *Pseudognaphalium gayanum*, *Senecio ctenophyllus*, *Senecio reicheanus*, *Senecio olivaceobracteatus*, *Senecio zapahuirensis*, *Tarasa pediculata*, *Trichocline caulescens*, *Trichocline deserticola*, y *Werneria glaberrima*, las que

adicionalmente son de origen geográfico endémico, por lo cual estarían presentes sólo en el Norte grande de Chile (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013; Gatica-Castro et al. 2015).

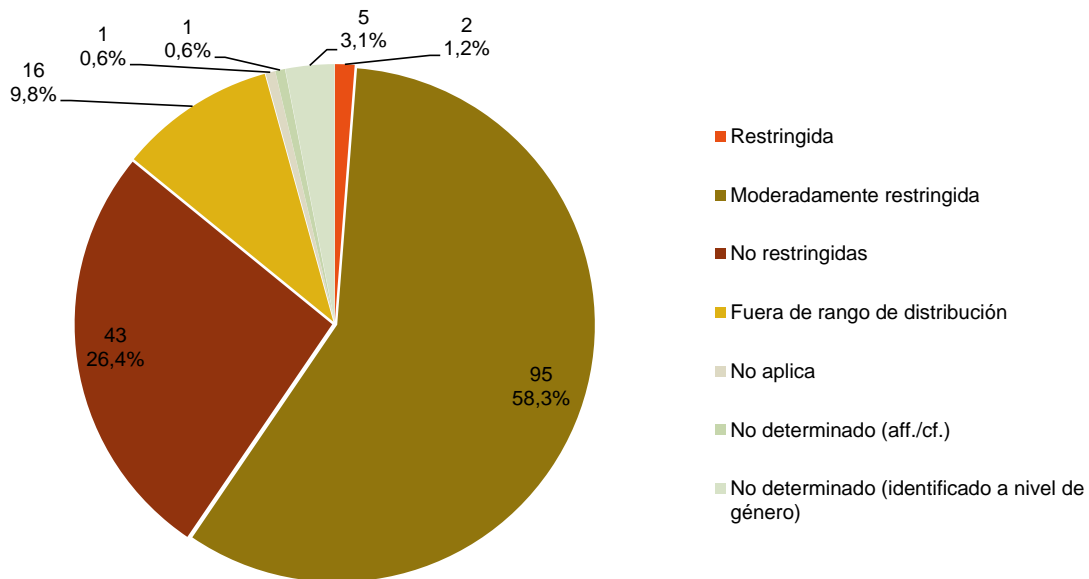
Igualmente, 43 especies del sector presentan una distribución geográfica a nivel nacional no restringida, las que corresponden al 26,4% de la flora registrada en el sector. Asimismo, se observa un total de 16 especies (9,8% de la riqueza) fuera de su rango de distribución, lo que representaría nuevos registros de ellas para la I región de Tarapacá. Estas especies corresponden a: *Adesmia minor* y *Menonvillea rollinsii*, descritas para la II Región de Antofagasta (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013); *Deyeuxia chrysophylla*, *Montiopsis modesta* y *Senecio santelicensis*, descritas para la II y la III región de Atacama (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013); *Cistanthe densiflora*, que se distribuye desde la II a la IV región de Coquimbo (Stark, 2013); *Descurainia nuttallii*, que se distribuye desde la II región a la Región Metropolitana, y también se encuentra presente en la VII región del Maule, X región de Los Lagos y XII región de Magallanes (Zuloaga et al. 2008); *Montiopsis glomerata*, descrita para la III y IV región (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013); *Junellia uniflora*, presente desde la III región hasta la Región Metropolitana y en la VI región de O'Higgins (Stark, 2013); *Patosia clandestina*, descrita desde la II a la V región de Valparaíso, y desde la VII región del Maule hasta la IX región de la Araucanía (Zuloaga et al. 2008); *Solanum medians*, descrito para la XV región de Arica y Parinacota y la II región (Zuloaga et al. 2008; Stark, 2013; Gatica-Castro et al. 2015); *Chuquiraga kuscheii*, presente en la XV región (Gatica-Castro et al. 2015); *Cryptantha globulifera*, descrita para la XV región y desde la II a la Región Metropolitana (Gatica-Castro et al. 2015); *Cryptantha glomerulifera*, descrita para la XV región y desde la IV hasta la Región Metropolitana (Zuloaga et al. 2008; Stark 2013; Gatica-Castro et al. 2015; Benoit, 1989); *Montiopsis trifida*, que se describe para la XV región y desde la II hasta la VI región (Stark 2013; Gatica-Castro et al. 2015); y *Pseudognaphalium cymatoides* descrito para la XV región, la X región y desde la IV a la IX región de La Araucanía (Zuloaga et al. 2008; Freire et al. 2014).

Por otra parte, dos especies registradas presentan una distribución restringida a la I región de Tarapacá, correspondientes a *Adesmia rahmeri* y *Gamochoeta deserticola*, destacando esta última que, adicionalmente, es de origen endémico de Chile, por lo que su distribución queda restringida únicamente a Chile, en la I Región de Tarapacá (Zuloaga et al. 2008; Gatica-Castro et al. 2015).

Además, se registra una especie alóctona (0,6% de la riqueza), donde el criterio de distribución a nivel nacional no aplica. Finalmente, para los taxa no identificados a nivel de especie, su rango de distribución no pudo ser determinado (cinco morfotipos "sp.", y uno "cf.").

Cabe señalar la presencia de la especie *Myrosmodes nervosa*, procedente de la familia Orchidaceae, que corresponde al límite meridional de la distribución del género en Sudamérica (Novoa et al. 2006).

Figura 3.3.1-59. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Mina – Planta



Fuente: Cedrem Consultores.

f.iii) Forma de crecimiento

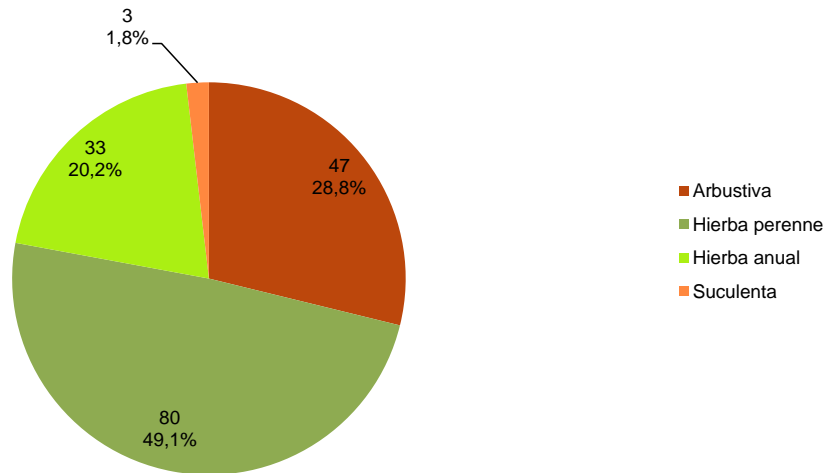
De los 163 taxa registrados en el sector, la forma de crecimiento dominante corresponde a las hierbas perennes con 80 taxa (49,1%). Le siguen la forma de crecimiento arbustiva con 47 especies (28,8%), 33 especies de hierbas anuales (20,2%), y tres especies suculentas (1,8%) (Figura 3.3.1-60).

Al realizar la comparación de la riqueza de las distintas formas de crecimiento entre campañas estacionales (Figura 3.3.1-61), se observa una disminución continua de la aparición de nuevas formas de crecimiento a medida que avanzan las campañas de muestreo. Las especies herbáceas, tanto anuales como perennes, son las que incorporan un mayor número de nuevas especies en todas las campañas realizadas hasta invierno 2015, con nuevos registros de hierbas perennes que fueron detectados hasta la última campaña realizada (otoño 2016). Sin considerar la primera campaña estacional realizada en el sector, se registró un máximo de 20 nuevas especies herbáceas (y el mayor registro de anuales) en la campaña de otoño 2015. En cuanto a la forma de vida arbustiva, se observa la incorporación de nuevos registros hasta primavera 2015. Finalmente, dos de las tres especies suculentas fueron registradas en dos campañas diferentes con posterioridad a la primera (primavera 2014 y otoño 2015). Las formas de vida arbórea y parásita se mantienen ausentes en este sector del área de influencia.

Es posible que la mayor ocurrencia de nuevos registros durante la campaña de otoño 2015, esté asociada a un aumento en las precipitaciones durante tal período. Este evento podría haber afectado en forma especial a las especies herbáceas, como se advierte en este análisis.

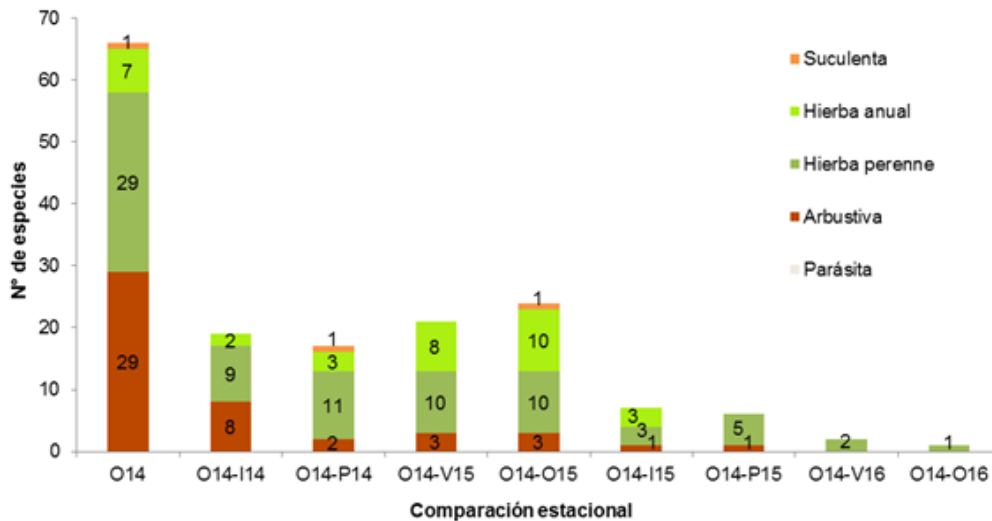
Se debe considerar además, que la variabilidad en la riqueza de especies de cada estación no sólo se encuentra asociada a factores ambientales, como la disponibilidad de agua, estando relacionada también con el distinto esfuerzo de muestreo desplegado entre campañas, particularmente en verano 2016 y otoño 2016, donde los esfuerzos fueron enfocados en abordar formaciones vegetales menos representadas del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría (Ver Figura 3.3.1-61).

Figura 3.3.1-60. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Mina – Planta



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-61. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Altiplano Mina - Planta



Donde períodos estacionales corresponden a: **O14:** Otoño 2014, **O14-I14** (Invierno 2014 en relación a O14), **O14-P14** (Primavera 2014 en relación a campañas anteriores), **O14-V15** (Verano 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores), **O14-V16** (Verano 2016 en relación a campañas anteriores), **O14-O16** (Otoño 2016 en relación a campañas anteriores).

Fuente: Cedrem Consultores.

f.iv) Frecuencia y abundancia de las especies

De los 163 registros de especies vasculares, 16 especies son las más frecuentes de acuerdo a los 467 puntos de muestreo con inventario florístico realizados en las distintas formaciones vegetales en el sector durante las nueve campañas estacionales (ver Tabla 3.3.1-77).

La especie más frecuente y abundante en el sector corresponde al arbusto *Baccharis tola*, detectado en 394 puntos de muestreo del sector, en los que se registra con valores de abundancia relativa variables, mayormente inferiores al 5% de cobertura (1), aunque pudiendo variar de unos pocos individuos (p) a un rango de cobertura superior al 75% (5). Le sigue la hierba cespitosa *Pappostipa frigida*, detectada en 359 puntos de muestreo, registrando abundancias cuya media va entre 5 y 25% de cobertura (2), variando de unos pocos individuos (p) hasta valores máximos de un 50% (4). La tercera especie más frecuente del sector corresponde a la arbustiva *Parastrephia quadrangularis*, que se registra en 337 puntos de muestreo, en formaciones de matorral, pajonal y formaciones mixtas de matorral - pajonal, con una cobertura dominante inferior al 5% de cobertura, aunque pudiendo alcanzar valores máximos entre un 25 y 50%.

En cuanto a las especies menos frecuentes en el sector, se registran 45 especies observadas en sólo un punto de muestreo, en al menos una de las nueve campañas estacionales (o en varias de ellas; ver Tabla 3.3.1-78). En general, estas especies son, además, observadas en baja abundancia relativa según la codificación de Braun-Blanquet, con abundancias relativas inferiores al 5% de cobertura en su mayoría. Cabe destacar que, entre estas especies menos frecuentes, cinco no fueron identificadas a nivel de especie (cuatro a nivel de género "sp.", y un "cf."), por lo que su frecuencia y abundancia podría cambiar de ser identificadas.

Tabla 3.3.1-77. Listado y descripción de especies frecuentes de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Mina - Planta

Especie	FRECUENCIA											ABUNDANCIA										
	O 14	I 14	P 14	V 14	O 15	I 15	P 15	V 15	O 16	Total	O 14	I 14	P 14	V 14	O 15	I 15	P 15	V 15	O 16	Total		
<i>Baccharis tola</i> Phil.	66	95	128	123	136	156	61	19	15	394	1(r-5)	1(r-3)	2(p-3)	1(p-3)	1(p-4)	1(p-3)	2(p-3)	2(r-3)	1(r-2)	1(p-5)		
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil.) Romasch.	57	84	124	116	118	140	61	16	11	359	2(+4)	2(r-4)	2(p-4)	2(r-4)	2(p-4)	2(p-4)	2(r-4)	2(+3)	2(+2)	2(p-4)		
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	62	70	106	118	115	119	55	15	8	337	+ (p-3)	1(r-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(+2)	1(r-2)	1(p-3)		
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	41	43	60	70	82	86	36	9	10	258	r(p-2)	r(p-2)	+ (p-2)	r(p-2)	r(p-2)	r(p-2)	r(p-2)	+ (p-2)	+ (p-2)	r(p-2)		
<i>Adesmia spinosissima</i> Meyen	35	42	78	64	58	75	31	7	8	219	1(p-3)	1(r-2)	1(p-2)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-2)	2(+3)	2(+2)	1(p-3)		
<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	36	37	59	62	67	74	34	6	5	213	+ (p-3)	+ (r-2)	+ (p-2)	+ (p-3)	+ (p-3)	+ (p-2)	+ (p-3)	1(+1)	+ (r-+)	+ (p-3)		
<i>Neuontobotrys tarapacana</i> (Phil.) Al-Shehbaz	23	36	57	56	67	82	23	11	10	193	+ (r-2)	1(p-2)	+ (p-2)	+ (p-3)	1(p-3)	1(p-2)	1(+2)	1(p-2)	+ (p-1)	1(p-3)		
<i>Descurainia stricta</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	18	32	55	61	46	35	16	2	4	167	1(r-3)	1(+3)	1(+2)	+ (p-2)	1(p-2)	1(p-2)	1(r-2)	+	+	1(p-3)		
<i>Anatherostipa venusta</i> (Phil.) Peñailillo	32	22	47	42	54	56	24	8	7	163	1(r-4)	1(+3)	1(r-3)	+ (p-3)	+ (p-3)	1(p-3)	+ (p-2)	2(r-2)	+ (p-1)	1(p-4)		
<i>Nassella nardoides</i> (Phil.) Barkworth	20	23	24	63	62	48	30	5	3	160	+ (+3)	1(+2)	1(+3)	+ (r-2)	1(p-3)	1(p-3)	1(r-3)	+ (+2)	1(+1)	1(p-3)		
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.	26	30	39	48	61	52	24	7	3	151	2(p-3)	2(r-4)	2(r-4)	2(p-4)	2(p-4)	1(p-4)	2(+3)	2(+3)	2(+2)	2(p-4)		
<i>Ephedra breana</i> Phil.	12	38	55	34	45	46	19	9	8	145	2(r-3)	2(r-3)	+ (p-3)	1(r-3)	+ (p-2)	1(p-2)	1(p-2)	1(r-2)	1(r-2)	1(p-3)		
<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	6	30	39	23	31	34	14	6	5	110	2(+3)	1(r-3)	+ (p-2)	+ (p-3)	1(p-3)	+ (r-2)	1(r-2)	2(+3)	1(r-2)	1(p-3)		
<i>Pycnophyllum molle</i> J.Remy	31	20	30	37	48	41	12	4	3	106	+ (r-2)	1(+4)	1(p-3)	+ (p-2)	1(p-2)	+ (p-3)	1(+2)	1(1-3)	+ (+1)	+ (p-4)		
<i>Fabiana ramulosa</i> (Wedd.) Hunz. & Barboza	9	34	39	31	34	33	12	6	5	104	2(r-4)	2(r-3)	1(p-3)	1(p-3)	1(p-4)	1(r-3)	2(+3)	1(+3)	+ (r-2)	1(p-4)		

Especie	FRECUENCIA										ABUNDANCIA									
											MEDIANA(RANGO)									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V 16	O 16	Total
<i>Adesmia melanthes</i> Phil.	9	24	24	32	34	43	16	7	9	103	2(r-2)	1(+3)	1(p-2)	+(p-3)	1(p-3)	+(p-3)	+(p-3)	1(1-3)	1(+2)	1(p-3)

Donde: Campañas = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

N° de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 92; Campaña de invierno 2014 = 136; Campaña de primavera 2014 = 173; Campaña de verano 2015 = 172; Campaña Otoño 2015 = 165; Campaña Invierno 2015 = 188, Campaña Primavera 2015 = 83, Campaña Verano 2016 = 22, Campaña Otoño 2016 = 20.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 467.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-78. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo del sector Altiplano Mina - Planta

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)*									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V16	O16	Total
<i>Adesmia minor</i> (Hook. & Arn.) Burkart var. <i>caespitosa</i> (Phil.) Ulibarri & Burkart	r		2							1(r-2)
<i>Aloysia deserticola</i> (Phil.) Lu-Irving & O'Leary					2	2				2
<i>Astragalus arequipensis</i> Vogel							+			+
<i>Astragalus bustillosii</i> Clos		+								+
<i>Azorella cf. trifoliolata</i> Clos						r				r
<i>Bromus berterioanus</i> Colla					+					+
<i>Carex sp.</i>			+							+
<i>Chaetanthera perpusilla</i> (Wedd.) Anderb. & S.E. Freire					+					+
<i>Chenopodium philippianum</i> Aellen	p									p
<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth) Bartl.			1							1
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson						r				r
<i>Descurainia nuttallii</i> (Colla) O.E. Schulz				1						1
<i>Distichlis humilis</i> Phil.				2		2				2
<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> S. González & Guagl.								2		2
<i>Ephedra rupestris</i> Benth.			p							p
<i>Frankenia triandra</i> J. Remy				+						+
<i>Gamochaeta deserticola</i> Cabrera				r						r
<i>Gamochaeta sp.</i>				1						1
<i>Gymnophyton robustum</i> Clos		1								1(p-1)
<i>Halerpestes uniflora</i> (Phil. ex Reiche) Emadzade, Lehnebach, P. Lockh. & Hörandl								1		1
<i>Hypochaeris taraxacoides</i> Ball					r					r
<i>Jarava leptostachya</i> (Griseb.) F. Rojas							+			+
<i>Juncus balticus</i> Willd.						p				p
<i>Junellia uniflora</i> (Phil.) Moldenke							+			+
<i>Mancoa hispida</i> Wedd.				+						+
<i>Menonvillea rollinsii</i> Al-Shehbaz & Martic.					r					r
<i>Mimulus glabratus</i> Kunth					+			+		+
<i>Neuontobotrys grayana</i> (Baehni & J.F. Macbr.) Al-Shehbaz						+				+
<i>Nicotiana longibracteata</i> Phil.						r				r
<i>Nicotiana undulata</i> Ruiz & Pav.				p						p
<i>Nototriche rugosa</i> (Phil.) A.W. Hill			+							+
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter			+							+(p-+)
<i>Patosia clandestina</i> (Phil.) Buchenau				p						p
<i>Perezia pungens</i> (Humb. & Bonpl.) Less.		+								+

ESPECIE	ABUNDANCIA									
	MEDIANA(RANGO)*									
	O 14	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	V16	O16	Total
<i>Pseudognaphalium psilophyllum</i> (Meyen & Walp.) Anderb.					r					r
<i>Pseudognaphalium sp.</i>	r									r
<i>Pseudognaphalium tarapacanu</i> (Phil.) Anderb.					+					+
<i>Quinchamalium chilense</i> Molina					p					p
<i>Senecio digitatus</i> Phil.				r						r
<i>Senecio santelícis</i> Phil.					r					r
<i>Solanum medians</i> Bitter					r					r
<i>Spergularia fasciculata</i> Phil.								r		r
<i>Tetragonia microcarpa</i> Phil.						r				r
<i>Werneria spathulata</i> Wedd.	+									+
<i>Zameioscirpus sp.</i>							1			1

Donde: Campañas = O 14: otoño 2014; I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de otoño 2014 = 92; Campaña de invierno 2014 = 136; Campaña de primavera 2014 = 173; Campaña de verano 2015 = 172; Campaña Otoño 2015 = 165; Campaña Invierno 2015 = 188, Campaña Primavera 2015 = 83, Campaña Verano 2016 = 22, Campaña Otoño 2016 = 20.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 467.

Fuente: Cedrem Consultores.

f.v) Especies en categorías de conservación

Entre los 163 taxa de plantas vasculares registrados en el sector Altiplano Mina - Planta durante las nueve campañas estacionales, cinco especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial, dos como amenazadas (Vulnerables) y tres como precautorias (En Preocupación Menor) (Ver Tabla 3.3.1-79).

Entre las especies amenazadas, la más frecuente en el sector corresponde a *Azorella compacta*, "llareta", catalogada como "Vulnerable" y registrada en 29 puntos de muestreo y 62 unidades cartográficas del sector. En estos registros, la especie presenta valores de abundancia relativa bajos, con un valor medio de abundancia relativa inferior al 5% de cobertura, con registros de unos pocos individuos (p) hasta un máximo que alcanza 25% cobertura (ver Tabla 3.3.1-79). Por su parte, *Myrosmodes nervosa*, se registra en dos puntos con inventario florístico, con valores de abundancia relativa media inferiores al 1% (+) y que varían de unos pocos individuos (r) hasta valores inferiores al 5% (1). Esta especie se encuentra presentes en cuatro unidades cartográficas del sector, en sistemas azonales, principalmente en bofedales.

Para el caso de las especies precautorias, la cactácea *Maihueniopsis boliviana*, "puskayo", corresponde a la especie más frecuente, observada en todo el sector Altiplano Mina - Planta, con

registros en 260 puntos y su presencia en 407 unidades cartográficas del sector. Esta especie presenta un valor de abundancia relativa media bajo (r), detectándose con valores que van desde unos pocos individuos (p), hasta una cobertura máxima inferior al 25% (2), al interior de formaciones de matorrales, principalmente (Tabla 3.3.1-79).

Por otro lado, las especies precautorias *Oreocereus leucotrichus* y *Cumulopuntia sphaerica* (ambas en Preocupación menor), se observan en dos y una unidad cartográfica respectivamente, y se registran en dos y un punto de muestreo con inventario florístico para el sector, respectivamente, desarrolladas al interior de formaciones zonales de matorral. Estas especies se registran con valores de abundancia relativa media bajos (p, r), desde unos pocos individuos (p), hasta una cobertura inferior al 1% (ver Tabla 3.3.1-79).

Tabla 3.3.1-79. Especies de flora vascular en categorías de conservación, registradas en el área de influencia sector Altiplano Mina - Planta

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a	PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b	
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Amenazadas	Vulnerable ¹	62	29	+(p-2)
<i>Myrosmodes nervosa</i> (Kraenzl.) Novoa, C. Vargas & Cisternas		Vulnerable ²	4	2	+(r-1)
<i>Maihueiopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Precautorias	Preocupación menor ³	407	260	r(p-2)
<i>Oreocereus leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter		Preocupación menor ⁴	2	2	p(p+)
<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson		Preocupación menor ³	1	1	r

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MINSEGPRES D.S. N°51/2008 Tercer proceso;

(2) MMA D.S. N°41/2011 Séptimo proceso; (3) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso; (4) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

f.vi) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie se encuentra listada en el Decreto N° 68/2009, correspondiente al arbusto *Azorella compacta* "llareta".

En el área de influencia se analizaron todas las unidades donde se registró esta especie, de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, en la identificación y caracterización de una formación xerofítica. Tratándose de la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación Nacional

Forestal (CONAF) de un plan de trabajo, según lo señalado en el inciso 3° del Artículo 3° del D.S. N°93 de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones posteriores (D.S. N°26/2011, MINAGRI).

De acuerdo a las modificaciones del reglamento y el último ORD. N° 617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en este sector se registraron 43 unidades cartográficas con presencia de *Azorella compacta*, correspondientes a 29 formaciones vegetales, las cuales a su vez se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico (ver Tabla 3.3.1-80), por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso "Vulnerable"- según Reglamento de Clasificación de Especies (D.S. N°51/2008, MINSEGPRES).

En total, la superficie que ocupan estas unidades de formaciones xerofíticas en el sector es de 271,6 hectáreas, entre las que destacan las formaciones de matorral - pajonal de *Baccharis tola* y *Anatherostipa venusta* y el matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta* con 37,3 y 36,1 hectáreas, respectivamente (ver Tabla 3.3.1-80).

Tabla 3.3.1-80. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Mina - Planta

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
<i>Matorral de Adesmia spinosissima</i>	MN-084-395	3,4
	MN-082-446	
<i>Matorral de Adesmia spinosissima y Baccharis tola</i>	MN-091-375	0,8
<i>Matorral de Azorella compacta</i>	MN-080-604	0,6
<i>Matorral de Baccharis tola y Azorella compacta</i>	MN-150-457	1,7
<i>Matorral de Ephedra breana</i>	MN-156-404	31,2
	MN-163-444	
<i>Matorral de Fabiana ramulosa</i>	MN-193-814	3,5
<i>Matorral de Fabiana ramulosa y Baccharis boliviensis</i>	MN-209-388	1,7
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i>	MN-231-579	7,0
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Baccharis tola</i>	MN-246-190	9,4
	MN-248-445	
	MN-245-1398	
	MN-245-1447	
<i>Matorral de Senecio volckmannii</i>	MN-261-447	5,8
	MN-261-742	
<i>Matorral - Pajonal con suculentas de Fabiana squamata, Anatherostipa venusta y Maihueniopsis boliviana</i>	MN-434-834	7,2
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i>	MN-285-735	0,6
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i>	MN-291-339	37,3
	MN-290-688	
<i>Matorral - Pajonal de Ephedra breana y Pappostipa frigida</i>	MN-316-819	24,5
	MN-316-164	

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
<i>Matorral - Pajonal de Fabiana squamata, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i>	MN-322-639	15,5
	MN-322-650	
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i>	MN-327-720	36,1
	MN-326-743	
	MN-327-755	
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	MN-357-677	2,1
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i>	MN-371-721	14,1
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Festuca chrysophylla</i>	MN-329-673	1,1
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i>	MN-331-724	13,8
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i>	MN-333-723	12,1
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i>	MN-338-722	8,2
	MN-394-712	
	MN-392-718	
<i>Matorral - Pajonal de Senecio volckmannii, Anatherostipa venusta, Pycnophyllum molle y Pappostipa frigida</i>	MN-395-719	18,8
	MN-396-198	
<i>Matorral - Pajonal hídrico de Baccharis tola y Festuca rigescens</i>	MN-396-198	1,6
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Anatherostipa venusta</i>	MN-415-607	0,8
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	MN-421-561	0,5
<i>Matorral hídrico de Parastrephia lucida y Baccharis tola</i>	MN-406-189	2,3
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis</i>	MN-408-405	2,3
	MN-410-570	
<i>Matorral hídrico de Parastrephia quadrangularis y Parastrephia lucida</i>	MN-412-403	7,5
Total general		271,6

Fuente: Cedrem Consultores.

f.vii) Singularidad ambiental

Para este sector, se han considerado un total de 98 unidades cartográficas ambientalmente singulares (451,6 hectáreas), correspondientes tanto a formaciones vegetales (50 unidades azonales y 47 zonales), como a áreas desprovistas de vegetación (una unidad), las cuales se detallan a continuación.

Para la determinación de la singularidad de las formaciones vegetales del sector, se consideraron criterios de riqueza, endemismo, presencia de especies en categoría de conservación (amenazadas) y rangos de distribución (especies con distribución restringida a la I Región); además de factores vegetacionales (azonal o zonal) y la presencia de formaciones xerofíticas.

En la Tabla 3.3.1-81 se presentan las unidades que se consideran ambientalmente singulares y en la Figura 3.3.1-62 se observa la distribución espacial de las áreas donde se registran especies en categoría de conservación amenazadas (y adicionalmente las especies precautorias), las que

se concentran en las quebradas del Carmen, Blanca, Llaretta y Agua del Mote, y en los extremos este y oeste del sector.

Primeramente, se consideran singulares todos los sistemas azonales del recubrimiento humedal identificados en el sector, por estar escasamente representadas en el sector (0,1%) y, como ya ha sido mencionado, por albergar especies que sólo se desarrollan en zonas con aportes hídricos permanentes o intermitentes. En el caso de los humedales se consideran formaciones singulares, además, por ser importantes sistemas que constituyen espacios donde se concentra biodiversidad. Los humedales se encuentran distribuidos en las quebradas Llaretta, Agua del Mote, del Carmen y Ciénaga. Cabe mencionar, la presencia de tres unidades de formaciones azonales con dominancia de vegetación muerta, que igualmente han sido considerados como formaciones singulares, por tratarse de unidades remanentes de humedales.

En cuanto a otras unidades consideradas singulares por presencia de especies en categoría de conservación, se catalogaron 62 unidades (correspondientes a polígonos de 37 formaciones vegetales y una unidad en áreas desprovistas de vegetación) por registrar la especie amenazada *Azorella compacta*, ya sea por su dominancia o presencia. Además, en tres unidades de humedales mencionados ya como singulares anteriormente, se destacan por la presencia de la especie amenazada *Myrosmodes nervosa* (clasificada Vulnerable), así como en una unidad de matorral hídrico (MN-403-516), por lo que se considera ambientalmente singular.

Adicionalmente a las formaciones ya descritas, la totalidad de las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico del sector se consideran ambientalmente singulares, ya que presentan tanto especies listadas en el Decreto N°68/2009 como especies en categoría de amenaza (*A. compacta*). Éstas corresponden a 43 unidades singulares.

Tabla 3.3.1-81. Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Mina - Planta

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Pajonal de <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	22	1	1	2		3	MN-002-576; MN-003-543; -; MN-008-559
Pajonal de <i>Festuca chrysophylla</i>	38	1	1	4		3	MN-015-491; MN-016-601; MN-011-480
Pajonal de <i>Pappostipa frigida</i>	28	1	1	4		1	MN-040-425;
Pajonal de <i>Pappostipa frigida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	55	1	1	4		3	MN-043-600; MN-049-62; MN-053-788;
Herbazal de <i>Pycnophyllum molle</i>	15	1		2		1	MN-078-558
Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i>	17	1	1	2		2	MN-082-446 ^a ; MN-084-395 ^a
Matorral de <i>Adesmia spinosissima</i> y <i>Baccharis tola</i>	35	1	1	5		1	MN-091-375 ^a
Matorral de <i>Ephedra breana</i>	41	1	1	10	1	2	MN-156-404 ^a ; MN-163-444 ^a
Matorral de <i>Baccharis tola</i> y <i>Azorella compacta</i>	22	1	1	5	1	1	Todas ^a
Matorral de <i>Fabiana ramulosa</i>	14	1	1	2		1	MN-193-814 ^a
Matorral de <i>Fabiana ramulosa</i> y <i>Baccharis boliviensis</i>	42	1	1	8		1	MN-209-388 ^a
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	21	1	1	2		1	MN-231-579 ^a
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Baccharis tola</i>	42	1	1	8		4	MN-245-1398 ^a ; MN-245-1447 ^a ; MN-246-190 ^a ; MN-248-445 ^a
Matorral de <i>Senecio volckmannii</i>	18	1		4		2	Todas ^a
Matorral de <i>Azorella compacta</i>	7	1		2		1	Todas ^a

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGION	Nº	Código UC
Matorral - Pajonal de <i>Adesmia spinosissima</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	32	1	1	5		1	MN-285-735 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Baccharis tola</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	18	1	1	1		2	MN-290-688 ^a ; MN-291-339 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Ephedra breana</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	28	1	1	4	1	2	MN-316-164 ^a ; MN-316-819 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	7	1	1	1		2	MN-322-639 ^a ; MN-322-650 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	18	1	1	3		3	MN-326-743 ^a ; MN-327-720 ^a ; MN-327-755 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	35	1	1	2		1	MN-371-721 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i> ^c	11	1	1	1		1	MN-357-677 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	15	1	1	2		1	MN-329-673 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	19	1	1	2		1	MN-331-724 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	15	1	1	2		1	MN-333-723 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Baccharis tola</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	16	1	1	1		1	MN-338-722 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Senecio volckmannii</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> , <i>Pycnophyllum molle</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	23	1	1	4		3	MN-392-718 ^a ; MN-394-712 ^a ; MN-395-719 ^a

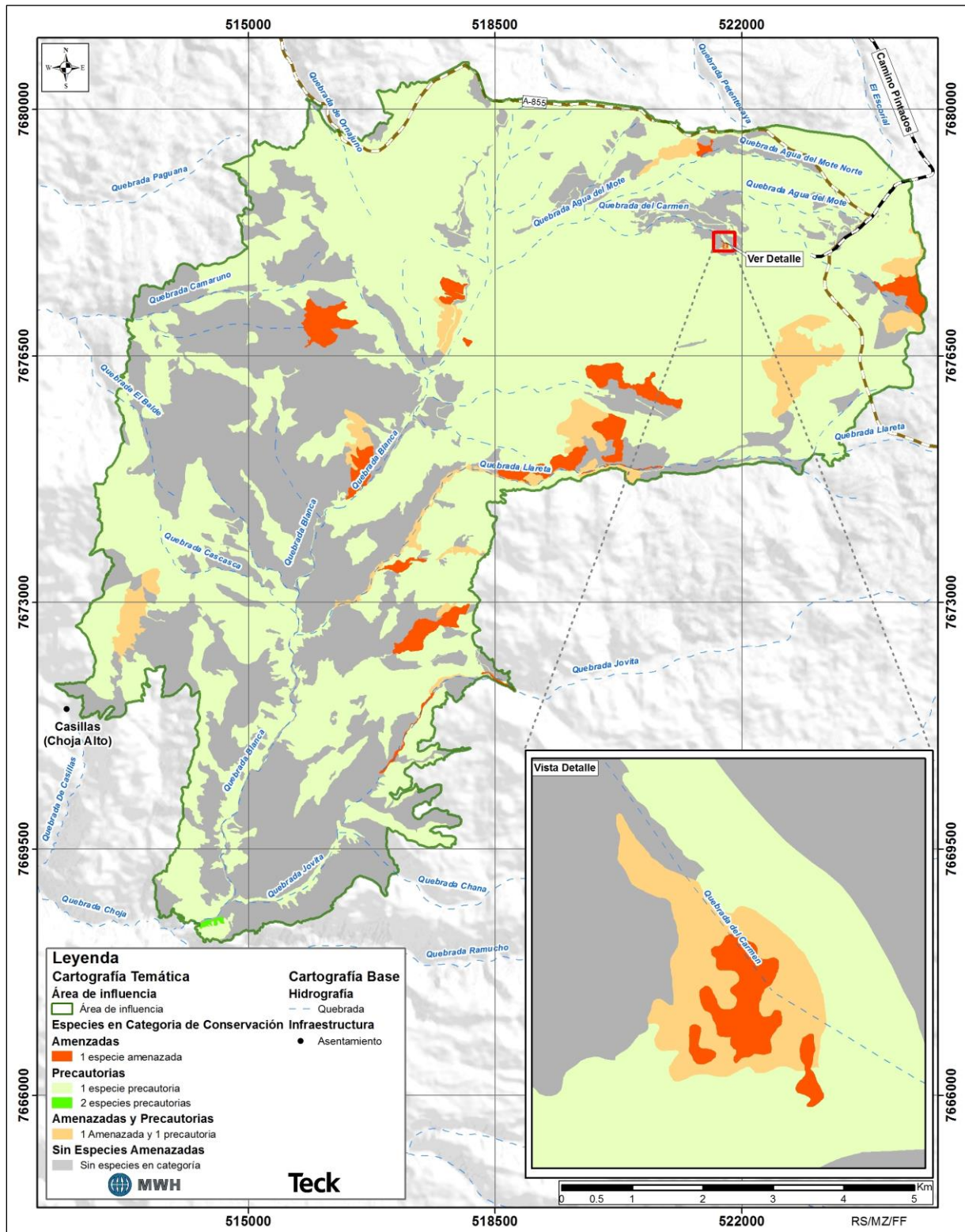
FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA REGION	N°	Código UC
Matorral - Pajonal con suculentas de <i>Fabiana squamata</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Maihueniopsis boliviana</i>	18	1	1	3		1	Todas ^a
Matorral hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	16	2	1	2		3	MN-399-575; MN-403-516; MN-404-488
Matorral hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Baccharis tola</i>	27	1		4	1	1	MN-406-189 ^a
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	18	1	1	2		3	MN-408-405 ^a ; MN-410-569; MN-410-570 ^a
Matorral hídrico de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Parastrephia lucida</i>	30	1	1	3		5	Todas (MN-411-790; MN-412-403 ^a ; MN-413-225; MN-413-578; MN-414-453)
Pajonal hídrico de <i>Festuca rigescens</i>	6			1		1	Todas
Pajonal hídrico de <i>Festuca rigescens</i> y <i>Deyeuxia eminens</i>	26		1	2		2	Todas
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>	23	1	1	4		4	Todas
Bofedal de <i>Oxychloë andina</i>	25			1		7	Todas
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	19	1	1	3		2	MN-415-607 ^a ; MN-416-608
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	18	1	1	2		1	Todas ^a
Matorral - Pajonal hídrico de <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	25	1		2		1	Todas ^a
Matorral hídrico - Pajonal hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca rigescens</i>	32	1	1	4		1	MN-427-786
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>	42	1		3		8	Todas

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGION	N°	Código UC
Bofedal - Pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	17	1		2		4	Todas
Bofedal - Vega de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Deyeuxia curvula</i>	16		1	2		1	Todas
Vega - Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia curvula</i> y <i>Festuca rigescens</i>	11			1		1	Todas
Vega - Pajonal hídrico de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Festuca rigescens</i>	12	1		2		1	Todas
Vega - Pajonal hídrico de <i>Phylloscirpus deserticola</i> , <i>Deyeuxia curvula</i> y <i>Festuca rigescens</i>	17		1	2		1	Todas
Vegetación muerta ^b	2			1		3	Todas
Áreas desprovistas de vegetación	8	1				1	MN-466-484
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						98	451,6

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico; b: vegetación remanente de formaciones de humedal; c: formación vegetal sin inventarios florísticos, se presenta información relevada en "Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca" y adicionalmente en esta fase del Proyecto se registra *Azorella compacta*

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-62. Distribución de especies en categoría de conservación en sector Altiplano Mina - Planta



Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-82, las 98 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 451,6 hectáreas. Esta superficie se divide en seis recubrimientos de suelo, de los cuales el 1,9% de la superficie singular del sector se asocia a una unidad en áreas desprovistas de vegetación. La superficie singular del sector representa un 5,7% de la superficie del sector y a su vez, representa un 3,9% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-82. Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Mina - Planta

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	8,7	
-	8,7	1,9
Estepa	155,4	
Herbazal	1,9	0,4
Pajonal	153,5	34,0
Matorrales	83,6	
Matorral	65,1	14,4
Matorral hídrico	18,5	4,1
Humedales	7,7	
Pajonal hídrico	1,3	0,3
Vega	1,0	0,2
Bofedal	1,9	0,4
Formación azonal muerta	1,4	0,3
Vega - Pajonal hídrico	0,3	0,06
Bofedal - Pajonal hídrico	1,2	0,3
Bofedal - Vega	0,5	0,1
Matorral - Estepa	193,0	
Matorral - Pajonal	184,2	40,8
Matorral - Pajonal con suculentas	7,2	1,6
Matorral hídrico - Pajonal	1,6	0,3
Matorral - Humedal	3,2	
Matorral - Pajonal hídrico	1,6	0,3
Matorral hídrico - Pajonal hídrico	1,6	0,4
Total singular del sector (ha)	451,6	100
Proporción respecto al total del sector (%)	5,7	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	3,9	

Fuente: Cedrem Consultores.

g) Sector Altiplano Cerro Quitala

g.i) Recubrimiento y formaciones vegetales

El sector Altiplano Cerro Quitala cubre, en su totalidad, 146,9 hectáreas del área de influencia del proyecto y presenta dos tipos de recubrimiento de suelo: vegetación zonal, que representa un 90,0% de la superficie del sector con 132,2 hectáreas, y superficies correspondientes a otros recubrimientos, que ocupan el 10,0% (14,7 hectáreas; ver Tabla 3.3.1-83 y Figura 3.3.1-63).

La superficie correspondiente a otros recubrimientos está representada por áreas industriales (centros industriales y suelos removidos; 5,6 hectáreas) y por áreas desprovistas de vegetación (cumbres y afloramientos rocosos; 9,1 hectáreas), que a su vez representan un 3,8% y 6,2% de la superficie del sector, respectivamente. En cuanto al tipo de recubrimiento de vegetación zonal, éste se encuentra representado por los tipos de formaciones zonales de estepas (pajonal), matorrales (matorral) y formaciones mixtas de matorral - estepa (matorral - pajonal) (Ver Tabla 3.3.1-83 y Figura 3.3.1-63).

El recubrimiento de estepa abarca un 41,5% de la superficie del sector con 61,0 hectáreas y se encuentra representado por el tipo de formación de pajonal, con tres formaciones vegetales distribuidas mayoritariamente en el área sur del sector (ver Figura 3.3.1-63). De éstas, la formación más representativa corresponde al pajonal de *Festuca chrysophylla*, con 36,8 hectáreas (25,0%; ver Tabla 3.3.1-83).

El recubrimiento de matorrales ocupa 8,5 hectáreas del sector, que representan 5,8% de su superficie. Está compuesto por dos formaciones vegetales de tipo matorral, de las cuales el matorral de *Azorella compacta* corresponde a la más extensa (5,3 hectáreas; 3,6% del sector) (Ver Tabla 3.3.1-83 y Figura 3.3.1-63).

Por último, se identifica en el sector el recubrimiento matorral - estepa, conformado por seis formaciones mixtas de tipo matorral - pajonal, que ocupan en conjunto 62,8 hectáreas (42,7%). Entre éstas, la formación vegetal más representativa es el matorral - pajonal de *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*, que ocupa 30,2 hectáreas equivalentes al 20,6% del sector (ver Figura 3.3.1-63 y Tabla 3.3.1-83).

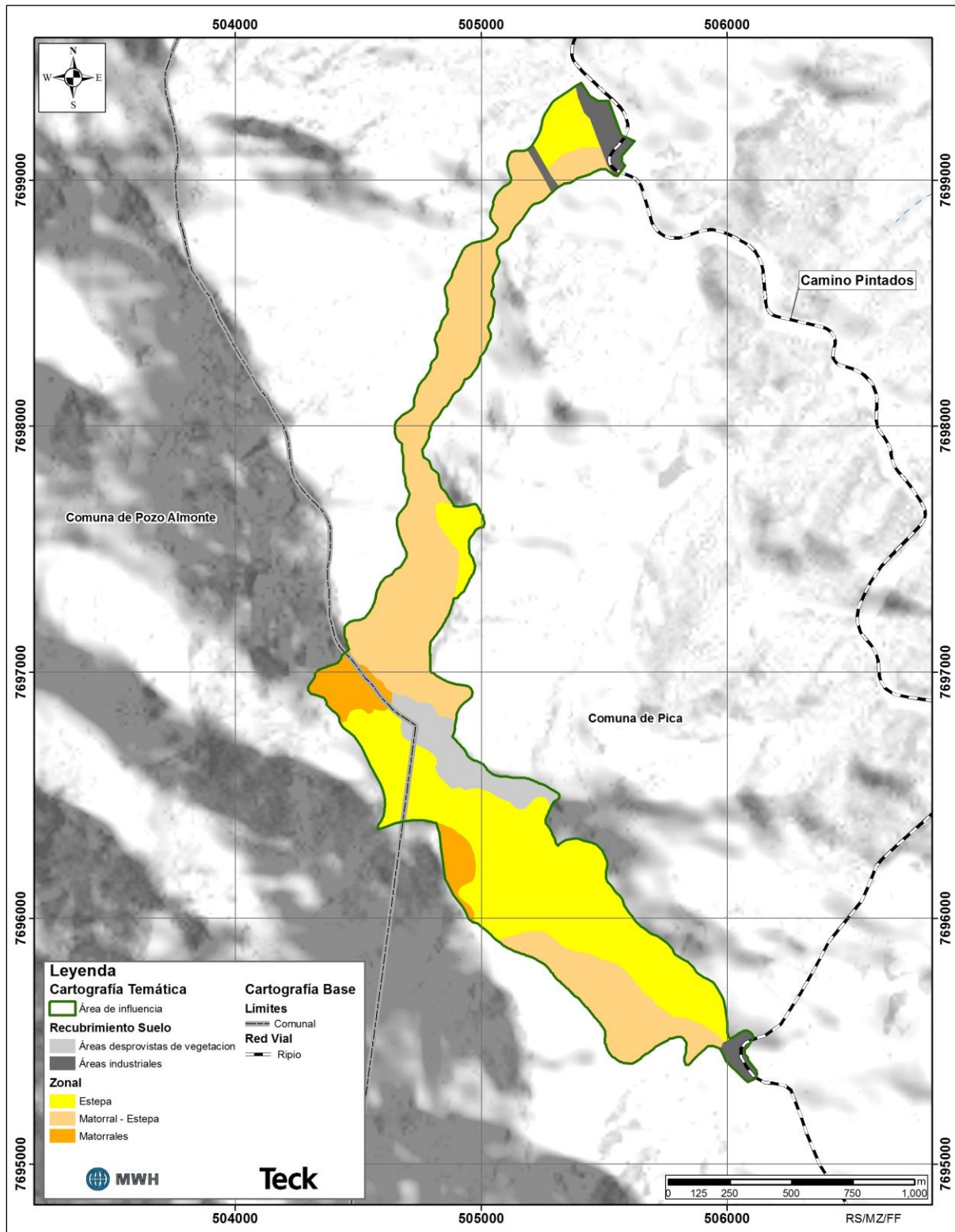
Tabla 3.3.1-83. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Cerro Quitala

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	14.7	10.0	4	21.1
ÁREAS INDUSTRIALES	5.6	3.8	3	15.8
Centros industriales	2.4	1.6	2	10.5
Suelos removidos	3.3	2.22	1	5.3
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	9.1	6.2	1	5.3
Cumbres, afloramientos rocosos	9.1	6.2	1	5.3
VEGETACIÓN ZONAL	132.2	90.0	15	78.9
ESTEPAS	61.0	41.5	4	21.1
Pajonal	61.0	41.5	4	21.1
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla</i> ¹	36.8	25.0	1	5.3
<i>Pajonal de Pappostipa frigida</i> ¹	4.7	3.2	1	5.3
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ¹	19.5	13.3	2	10.5
MATORRALES	8.5	5.8	2	10.5
Matorral	8.5	5.8	2	10.5
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i> ²	3.1	2.1	1	5.3
<i>Matorral de Azorella compacta</i>	5.3	3.6	1	5.3
MATORRAL - ESTEPA	62.8	42.7	9	47.4
Matorral - Pajonal	62.8	42.7	9	47.4
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia spinosissima, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	15.8	10.7	1	5.3
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i> ³	6.5	4.4	1	5.3
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	30.2	20.6	4	21.1
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola, Anatherostipa venusta y Pappostipa frigida</i> ³	2.8	1.9	1	5.3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i> ³	3.0	2.0	1	5.3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Anatherostipa venusta</i> ³	4.5	3.1	1	5.3
Total general	146.9	100.0	19	100.0

Donde: (1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.i) Estepa; (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en la sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorral (zonal); (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Estepa.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-63. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Cerro Quitala



Cedrem Consultores.

g.ii) Riqueza y composición florística

La riqueza de especies registrada en el sector es de 40 taxa de flora vascular, pertenecientes a 28 géneros y agrupados en 13 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-64). El mayor registro corresponde a la clase Magnoliopsida (Dicotyledoneae), con 33 especies, mientras que la clase Liliopsida (Monocotyledoneae) se encuentra representada por seis especies y la clase Gnetopsida (Gimnospermas) por una especie (Figura 3.3.1-65).

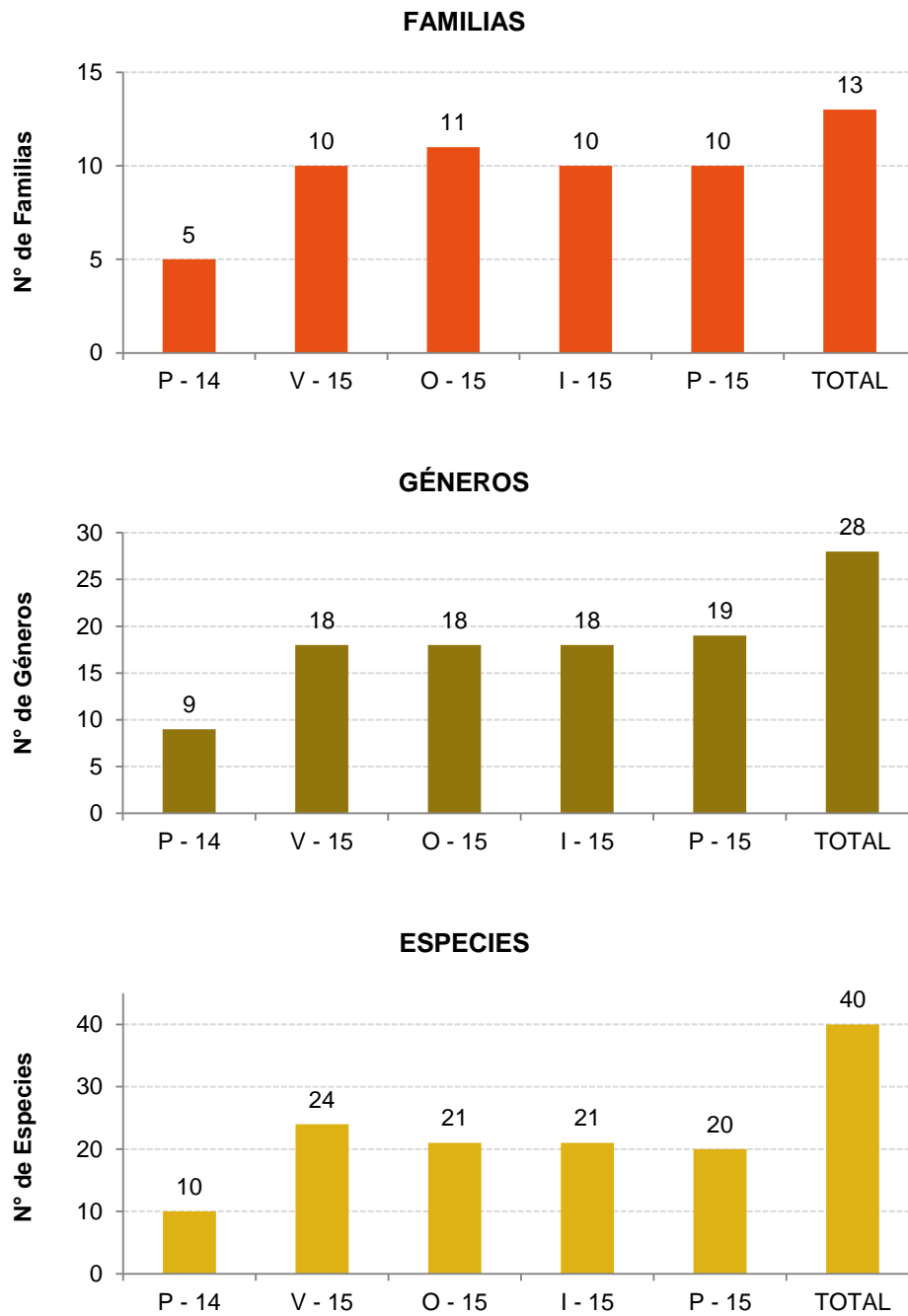
La familia con mayor cantidad de especies en los registros corresponde a Asteraceae, con 19 especies, seguida de las familias Poaceae, con seis, y Brassicaceae, con tres especies. Un total de ocho familias están representadas en el sector por una especie, (Figura 3.3.1-65).

El mayor valor de riqueza de especies del sector se registra durante la campaña de verano 2015 (24 taxa), aunque se mantiene bastante similar durante las siete campañas realizadas en el sector, a excepción de la campaña de primavera 2014 (10 taxa).

Durante las campañas otoño 2014, invierno 2015, verano 2016 y otoño 2016, no se realizaron puntos de muestreo en este sector, por lo tanto, no se registran especies de flora vascular en estas estaciones.

El listado florístico completo para el sector se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Figura 3.3.1-64. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Cerro Quitala

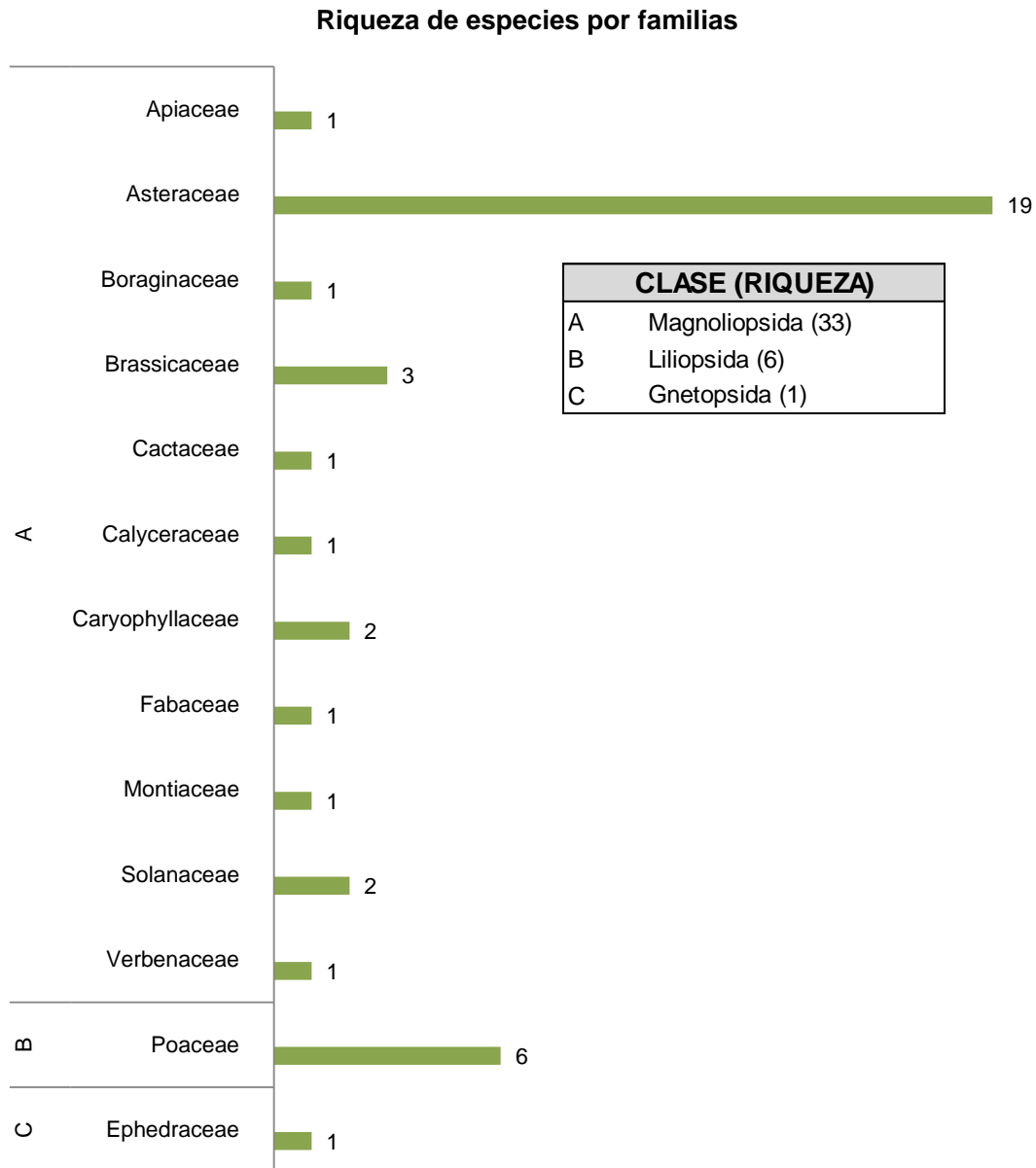


Donde: Campañas estacionales = P – 14: primavera 2014; V - 15: verano 2015;
O - 15: otoño 2015; I -15: invierno 2015; P -15: primavera 2015.

Nº de puntos de muestreo por campaña primavera 2014 = 5; verano 2015 = 8; otoño 2015 = 7; invierno 2015 = 8; primavera 2015 = 3. *No se incluyen las estaciones otoño 2015, invierno 2015, verano 2016 y otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-65. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala



Fuente: Cedrem Consultores.

g.iii) Origen geográfico

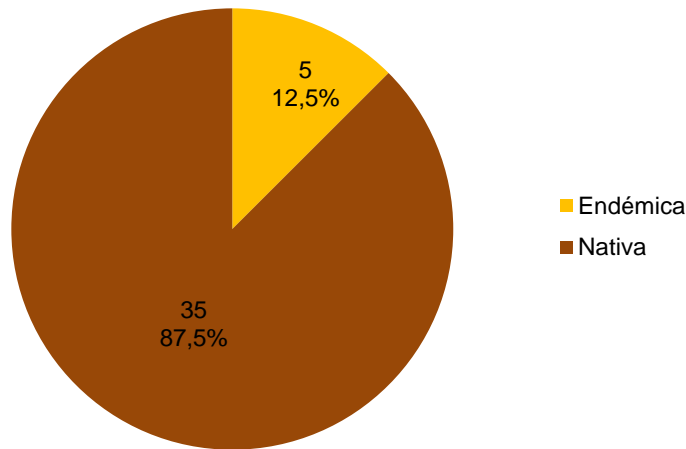
De los 40 taxa de flora vascular registrados en este sector, 35 (87,5%) corresponden a especies nativas y cinco son especies endémicas (12,5%) (Figura 3.3.1-66).

Entre las cinco especies endémicas *Anatherostipa venusta* es la más frecuente. Esta especie se encuentra presente en nueve formaciones vegetales, y en algunas formaciones mixtas de

matorral – pajonal corresponde a la especie dominante en el estrato herbáceo (ver Anexo 3.3.1-5).

Entre las especies nativas, las más frecuentes son las arbustivas *Baccharis tola* y *Parastrephia quadrangularis*. Se encuentran presentes en 10 y 11 formaciones vegetales, respectivamente, y corresponden a especies dominantes en varias formaciones de tipo matorral – pajonal (ver Anexo 3.3.1-5).

Figura 3.3.1-66. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Cerro Quitala



Fuente: Cedrem Consultores.

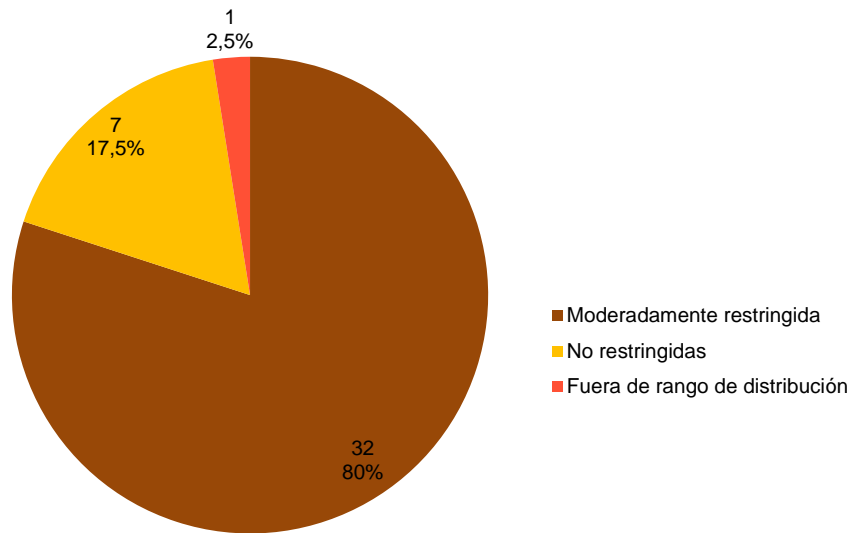
g.iv) Rangos de distribución

Del total de 40 especies registradas para el sector, 32 presentan una distribución moderadamente restringida (80% de la riqueza total), siete una distribución no restringida (17,5%) y una se encuentra fuera de su rango de distribución (2,5%) (Figura 3.3.1-67).

La especie que se encuentra fuera de su rango de distribución corresponde a la herbácea *Cryptantha globulifera*, indicada para la XV Región de Arica y Parinacota y desde la II Región de Antofagasta, hasta la Región metropolitana, de acuerdo a la revisión de Gatica-Castro *et al.* 2015.

En el listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia (ver Anexo 3.3.1-5), se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en este sector del área de influencia.

Figura 3.3.1-67. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Cerro Quitala



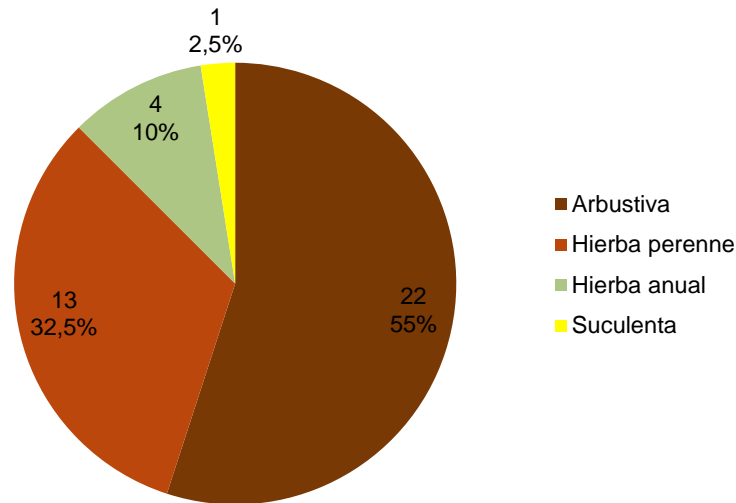
Fuente: Cedrem Consultores.

g.v) Forma de crecimiento

La forma de vida o de crecimiento dominante en el sector, corresponde a la arbustiva con 22 especies (55,0%), seguida por las hierbas perennes con 13 especies (32,5%), las hierbas anuales con cuatro especies (10,0%) y las suculentas representadas por una especie (2,5%): la cactácea *Maihueniopsis boliviana* (Ver Figura 3.3.1-68).

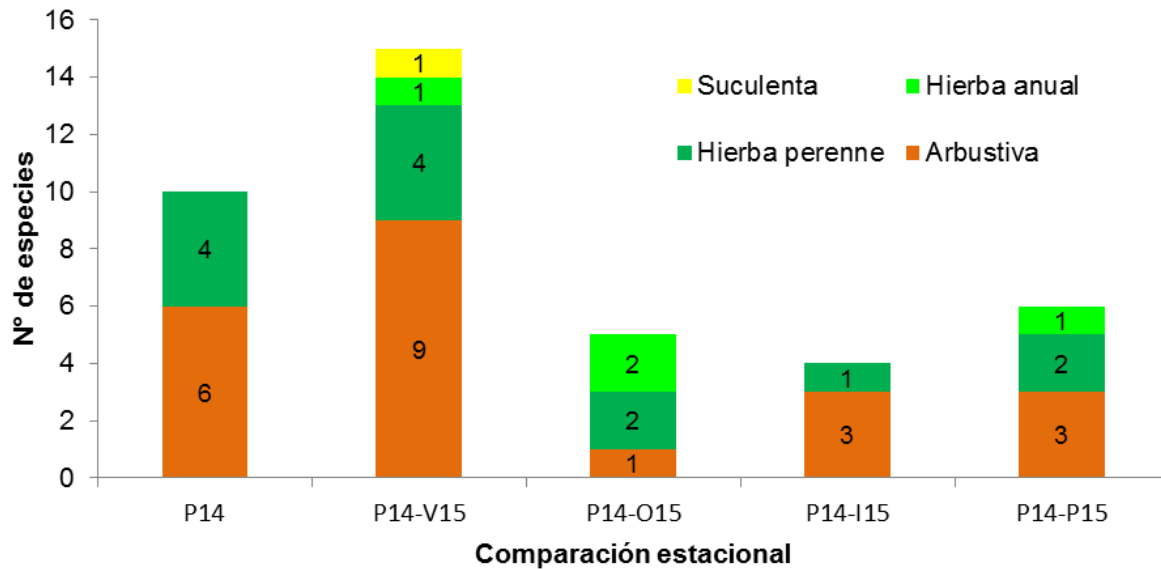
En cuanto a la comparación estacional del número de especies en el sector Altiplano Cerro Quitala, en la Figura 3.3.1-69 se observan las nuevas especies registradas a lo largo de las campañas estacionales, comprendidas entre primavera 2014 y primavera 2015 para este sector. En el caso de las especies arbustivas y de las hierbas perennes, registradas en su mayoría en las primeras dos campañas, se observa que en cada sucesiva estación se registran nuevas especies. Esto puede deberse a las diferencias en el esfuerzo de muestreo entre campañas (nuevos puntos de muestreo). Por otro lado, la presencia de hierbas anuales en este sector es baja (cuatro taxa), y no se observa un patrón claro en cuanto a los momentos en que se registran nuevas especies de este tipo biológico. Aun así, las causas pueden estar relacionadas, en parte, a diferencias en el esfuerzo de muestreo entre campañas (cantidad de réplicas), o a variaciones fenológicas debido a condiciones ambientales. Por ejemplo, en otoño 2015 los dos nuevos registros pueden estar influenciados por las intensas precipitaciones registradas en dicha estación y año.

Figura 3.3.1-68. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-69. Acumulación estacional de nuevos registros (especies) por forma de crecimiento en el sector Altiplano Cerro Quitala



Donde períodos estacionales corresponden a: **P14** (Primavera 2014), **P14-V15** (Verano 2015 en relación a P14), **P14-O15** (Otoño 2015 en relación a campañas anteriores), **P14-I15** (Invierno 2015 en relación a campañas anteriores), **P14-P15** (Primavera 2015 en relación a campañas anteriores). *No se incluyen las estaciones de otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

g.vi) *Frecuencia y abundancia de las especies*

Entre los 40 taxa de especies vasculares registrados en el sector, cuatro especies son las más frecuentes de acuerdo a los 14 puntos de muestreo con inventarios florísticos realizados en las distintas formaciones vegetales en el sector, durante las cinco campañas estacionales realizadas (ver Tabla 3.3.1-84).

Entre estas especies más frecuentes, destacan las arbustivas *Baccharis tola* y *Parastrephia quadrangularis*, detectadas en 13 puntos de muestreo. Ambas especies son, además, dominantes en algunas formaciones vegetales de matorral y de matorral - pajonal. *Baccharis tola* presenta abundancias que van desde algunos individuos observados fuera del transecto, hasta 25% de cobertura por formación, con un valor medio inferior al 5% de cobertura. *Parastrephia quadrangularis* presenta rangos de abundancia similares, desde algunos individuos por formación hasta abundancias iguales a 25% de cobertura, aunque su abundancia media es inferior al 1% en el total de campañas.

La tercera especie más frecuente es *Pappostipa frigida*, registrada en 12 puntos de muestreo. Esta hierba cespitosa domina tanto algunas formaciones de pajonal como de matorral - pajonal, superando en abundancia a las dos arbustivas anteriores. Presenta valores que van desde algunos individuos por formación hasta un 75% de cobertura. En las estaciones de verano 2015 e invierno 2015 es cuando se observan mayores niveles de abundancia de esta especie, que presenta un valor mediano total de entre 25% y 50% de cobertura por formación (ver Tabla 3.3.1-84).

En cuanto a las especies menos frecuentes en el sector, se registran 21 taxa en un sólo inventario, o corresponden a una repetición estacional del mismo punto de muestreo. En general, estas especies se observan, además, en una baja abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet, salvo en el caso de *Descurainia depressa*, cuya abundancia relativa alcanza una abundancia de entre 5 y 25% de cobertura (ver Tabla 3.3.1-85).

Tabla 3.3.1-84. Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala

Especie	FRECUENCIA						ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)					
	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	Total	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	Total
<i>Baccharis tola</i> Phil.	2	7	6	7	3	13	1(r-2)	+(p-2)	1(+2)	2(+2)	2(1-2)	1(p-2)
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	2	6	6	6	3	13	1(+1)	+(+2)	1(r-1)	1(r-2)	1(+2)	+(r-2)
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil.) Romasch.	2	8	6	4	3	12	2(1-2)	3(+4)	2(r-3)	3(2-3)	2(1-2)	2(r-4)
<i>Anatherostipa venusta</i> (Phil.) Peñailillo	2	3	4	6	3	10	1(+2)	1(+2)	1(r-2)	2(+2)	2(1-2)	2(r-2)

Donde: Campañas estacionales = P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; y 4 = Cobertura del 50 al 75%

N° de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de primavera 2014 = 5; Campaña de verano 2015 = 8; Campaña de otoño 2015 = 7;

Campaña de invierno 2015 = 8; Campaña de primavera 2015 = 3.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 14.

*No se incluyen las estaciones otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-85. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo el sector Altiplano Cerro Quitala

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIA(RANGO)*					Total
	P 14	V 15	O 15	I 15	P 15	
<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp. ex Meyen					p	p
<i>Chersodoma candida</i> Phil.			r	1		+(r-1)
<i>Chersodoma jodopappa</i> (Sch. Bip.) Cabrera					+	+
<i>Chuquiraga spinosa</i> Less. ssp. <i>rotundifolia</i> (Wedd.) C. Ezcurra				+		+
<i>Cistanthe amarantoides</i> (Phil.) Carolin ex Hershkovitz			p			p
<i>Conyza deserticola</i> Phil.				+		+
<i>Cryptantha globulifera</i> (Clos) Reiche					+	+
<i>Descurainia depressa</i> (Phil.) Prantl ex Reiche			p	2		+(p-2)
<i>Deyeuxia crispa</i> Rúgolo & Villav.		r				r
<i>Diplostephium meyenii</i> Wedd.		p				p
<i>Fabiana denudata</i> Miers		+				+
<i>Haplopappus rigidus</i> Phil.					p	p
<i>Moschopsis monocephala</i> (Phil.) Reiche			p			p
<i>Nassella rupestris</i> (Phil.) Torres					+	+
<i>Parastrephia teretiuscula</i> (Kuntze) Cabrera	1					1
<i>Perezia ciliosa</i> (Phil.) Reiche			r			r
<i>Pseudognaphalium psilophyllum</i> (Meyen & Walp.) Anderb.					+	+
<i>Senecio atacamensis</i> Phil.		r				r
<i>Senecio olivaceobracteatus</i> Ricardi & Martic.				r		r
<i>Senecio reicheanus</i> Cabrera				r		r
<i>Senecio viridis</i> Phil.		p	p			p

Donde: Campañas estacionales = P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de primavera 2014 = 5; Campaña de verano 2015 = 8; Campaña de otoño 2015 = 7; Campaña de invierno 2015 = 8; Campaña de primavera 2015 = 3.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 14.

*: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

**No se incluyen las estaciones otoño 2014, invierno 2014, verano 2016 y otoño 2016, en las cuales no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

g.vii) Especies en categorías de conservación

De los 40 taxa de plantas vasculares registradas en el sector Altiplano Cerro Quitala, dos especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial, una en categoría amenazada y otra como precautoria (ver Tabla 3.3.1-86).

La especie amenazada del sector corresponde a la arbustiva *Azorella compacta*, “llareta”, clasificada como “Vulnerable”. Esta especie ha sido registrada en cuatro unidades cartográficas y tres puntos de muestreo del sector, con una abundancia relativa dominante inferior al 5% de cobertura. La especie en categoría precautoria corresponde a la cactácea *Maihueniopsis boliviana* “puskayo”, clasificada en la categoría de “Preocupación menor”. Esta especie se encuentra registrada para 10 unidades cartográficas y nueve puntos de muestreo del sector, presentando una abundancia relativa siempre inferior al 1% de cobertura (ver Tabla 3.3.1-86).

Tabla 3.3.1-86. Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Altiplano Cerro Quitala

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a		PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO)
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Amenazada	Vulnerable ¹	4	3	1(+2)
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Precautoria	Preocupación menor ²	10	9	r(p-+)

Donde rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos, cobertura < 0,1%; + = más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = varios individuos con cobertura < 5%; 2 = cobertura 5-25%; 3 = cobertura 25-50%;
4 = cobertura 50 al 75.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MINSEGPRES D.S. N°51/2008 Tercer proceso; (2) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso.

Fuente: Cedrem Consultores.

g.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie se encuentra listada en el Decreto N°68/2009, correspondiente al arbusto *Azorella compacta* “llareta”.

En el área de influencia se analizaron todas las unidades donde se registró esta especie de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, en la identificación y caracterización de una formación xerofítica (Tabla 3.3.1-87). Tratándose de la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación

Nacional Forestal (CONAF) de un plan de trabajo, según lo señalado en el inciso 3° del Artículo 3° del D.S. N°93 de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones posteriores (D.S. N°26/2011, MINAGRI).

De acuerdo a las modificaciones del reglamento y el último ORD. N°617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en el área de influencia se presentan cuatro unidades cartográficas de formaciones xerofíticas con *Azorella compacta*, correspondientes a cuatro formaciones vegetales distintas (ver Tabla 3.3.1-87). Éstas se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso Vulnerable-, según el Reglamento de Clasificación de Especies (D.S. N°51/2008, MINSEGPRES). Las cuatro unidades suman un total de 14,3 hectáreas en el sector.

Tabla 3.3.1-87. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Cerro Quitala

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
Matorral de <i>Azorella compacta</i>	CQ-007-5	5,3
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	CQ-008-8	3,1
Matorral - Pajonal de <i>Baccharis tola</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	CQ-011-18	2,8
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	CQ-015-19	3,0
Total general		14,3

Fuente: Cedrem Consultores.

g.ix) Singularidad ambiental

Para la determinación de formaciones singulares en el sector, se evaluaron criterios de riqueza, rangos de distribución (especies de distribución restringida a la I Región) y endemismo de las especies por formación vegetal, así como la presencia de especies en categoría de conservación (amenazada), el tipo de vegetación (sistema azonal) y las formaciones xerofíticas presentes (ver Tabla 3.3.1-88).

Para este sector, se ha determinado un total de cuatro unidades cartográficas ambientalmente singulares, correspondientes a las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico presentes en este sector, que conforman las formaciones vegetales de matorral - pajonal de *Baccharis tola*, *Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frigida*, matorral - pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Anatherostipa venusta*, matorral de *Azorella compacta* y matorral de *Parastrephia quadrangularis*. Asimismo, la especie *A. compacta* es una especie en categoría de amenaza, razón por la cual se consideran singulares todas las unidades donde se encuentra presente. En la Figura 3.3.1-70 se puede observar la distribución de las unidades que contienen especies en categoría de conservación amenazadas, y adicionalmente se muestran las especies en categoría precautoria.

Tabla 3.3.1-88. Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Cerro Quitala

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	5	1		1		1	Todas ^a
Matorral de <i>Azorella compacta</i>	16	1	1	2		1	Todas ^a
Matorral - Pajonal de <i>Baccharis tola</i> , <i>Anatherostipa venusta</i> y <i>Pappostipa frigida</i>	9	1	1	1		1	Todas ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	6	1	1	1		1	Todas ^a
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						4	14,3

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico

Fuente: Cedrem Consultores.

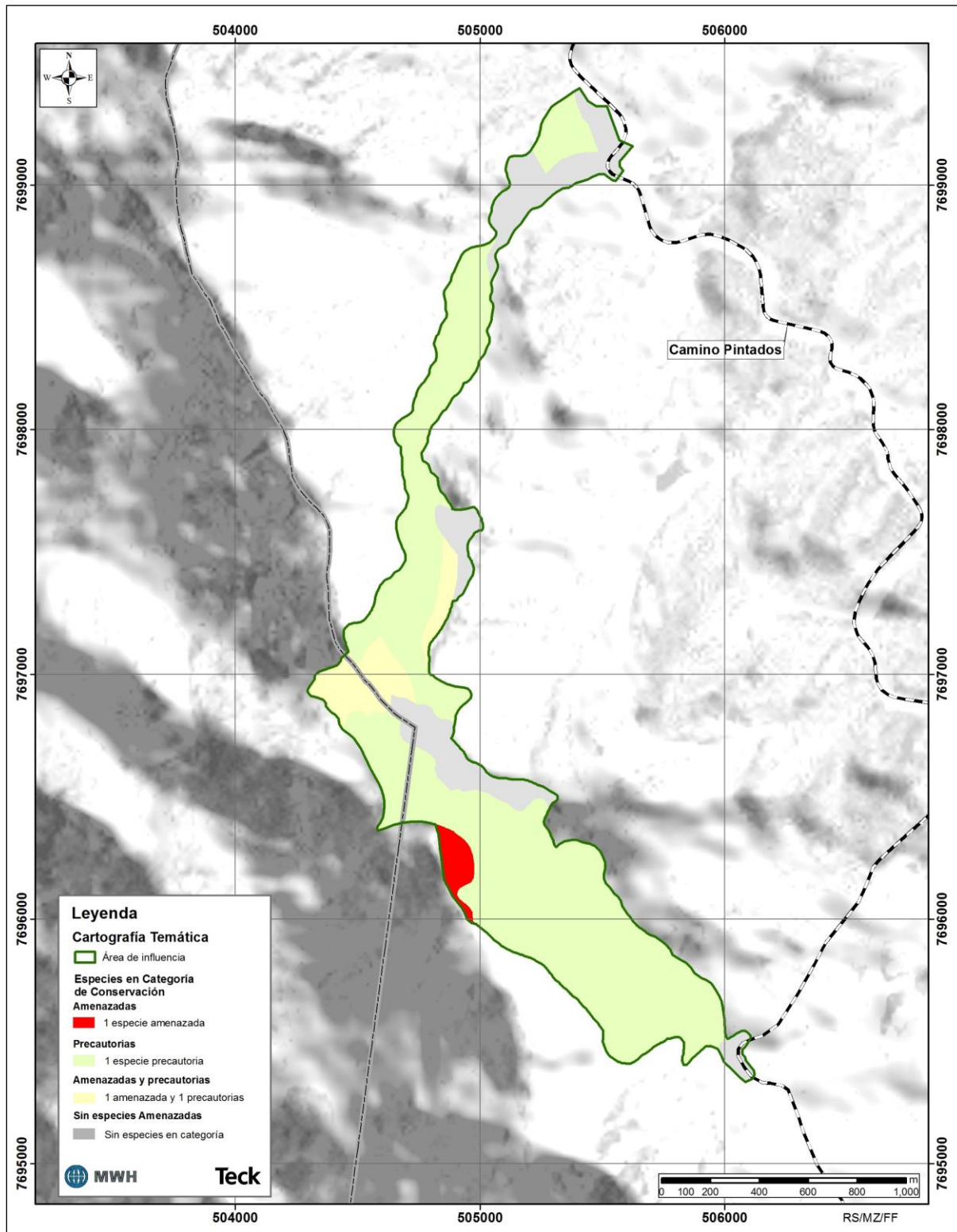
Como se observa en la Tabla 3.3.1-89, las cuatro unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 14,3 hectáreas. Esta superficie se divide en dos recubrimientos de suelo. La superficie singular del sector representa un 9,7% de la superficie del sector y a su vez, representa un 0,1% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-89. Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Cerro Quitala

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Matorrales	8,5	
Matorral	8,5	59,2
Matorral - Estepa	5,8	
Matorral - Pajonal	5,8	40,8
Total singular del sector (ha)	14,3	100
Proporción respecto al total del sector (%)	9,7	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	0,1	

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-70. Distribución de especies en categoría de conservación en el sector Altiplano Cerro Quitala



Fuente: Cedrem Consultores.

h) Sector Altiplano Variante A-97B

h.i) Recubrimiento y formaciones vegetales

El sector Altiplano Variante A-97B comprende una superficie total de 3.556,2 hectáreas del área de influencia del proyecto. En éste se registran tres tipos de recubrimiento: otros recubrimientos, que ocupan el 0,4% de su superficie (15,8 hectáreas); vegetación zonal, que representa un 99,1% de la superficie del sector con 3.522,6 hectáreas; y vegetación azonal, que representa el 0,5% (17,8 hectáreas) del sector. En estos tres tipos, se registran siete recubrimientos de suelo: dos sin vegetación (áreas industriales y áreas desprovistas de vegetación), tres zonales (estepas, matorrales y mixto de matorral - estepa) y dos azonales (humedales y mixta matorral - estepa) (ver Tabla 3.3.1-90 y Figura 3.3.1-71).

La superficie denominada otros recubrimientos corresponde tanto a áreas denudadas (con 4,2 hectáreas equivalentes al 0,1% del sector), como a centros industriales (8,6 hectáreas; 0,2%) y suelos removidos (3 hectáreas; 0,1%). En cuanto a las zonas con vegetación del sector, éstas recubren un 99,6% de su superficie total y se encuentran representadas tanto por tipos de formaciones zonales como azonales (Ver Tabla 3.3.1-90 y Figura 3.3.1-71).

El recubrimiento de estepas zonales, se encuentra representado por dos tipos de formación: pajonales, principalmente, con 1.029,2 hectáreas (28,9% de la superficie del sector) y 5,6 hectáreas de herbazal (0,2%), con unidades distribuidas especialmente en el área norte del sector (ver Figura 3.3.1-71). El herbazal está representado por una formación vegetal, mientras que los pajonales se encuentran representados por cinco formaciones vegetales, siendo las más frecuentes el pajonal de *Festuca chrysophylla* con 389,4 hectáreas (10,9%) y el pajonal de *F. chrysophylla*, *Nassella nardoides* y *Pycnophyllum molle*, con 380,1 hectáreas (10,7%; ver Tabla 3.3.1-90).

El recubrimiento y tipo de formación zonal de matorrales se encuentra representado por 11 formaciones vegetales, las que cubren 1.069 hectáreas del sector (30,1%). Entre éstas, el matorral de *Fabiana squamata* y *Baccharis boliviensis*, con 431,7 hectáreas (12,1%) es la formación vegetal más frecuente, tanto para este tipo de recubrimiento como para todo el sector. Los matorrales ocupan una superficie importante en el extremo norte del sector, entre las quebradas Chara y Quelchona (ver Tabla 3.3.1-90 y Figura 3.3.1-71).

El tipo de recubrimiento zonal matorral - estepa se encuentra representado en el sector por el tipo de formación matorral - pajonal, con una superficie de 1.418,8 hectáreas, siendo el recubrimiento más abundante (39,9% del sector). Éste se constituye por 19 formaciones vegetales, con unidades distribuidas en todo el sector (especialmente en su mitad sur), de las cuales la más representativa corresponde al matorral - pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida*, con 291,9 hectáreas (8,21%).

En cuanto a la vegetación azonal, el recubrimiento de humedales, se encuentra representado en el sector por una sola formación vegetal correspondiente a una vega de *Deyeuxia curvula*. Esta

formación abarca una superficie de tres hectáreas (0,1% del sector) y se localiza en una quebrada en el área sur del sector (ver Figura 3.3.1-71 y Tabla 3.3.1-90).

Finalmente, se registra para el sector un recubrimiento azonal mixto de matorral - estepa, correspondiente al tipo de formación matorral hídrico - pajonal, el que cubre 14,9 hectáreas (0,4% del sector). Éste tipo se encuentra representado por dos formaciones vegetales, localizadas en la misma quebrada donde se ubica la vegetación de humedal del sector, siendo la más frecuente el matorral hídrico - pajonal de *Parastrephia lucida* y *Pappostipa frigida* con 8,7 hectáreas (0,2%) (Ver Figura 3.3.1-71 y Tabla 3.3.1-90).

Tabla 3.3.1-90. Descripción de la representatividad del recubrimiento de suelo y formaciones vegetales en el área de influencia sector Altiplano Variante A-97B

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
OTROS RECUBRIMIENTOS	15,8	0,4	4	3,4
ÁREAS INDUSTRIALES	11,6	0,3	3	2,6
Centros industriales	8,6	0,2	2	1,7
Suelos removidos	3,0	0,1	1	0,9
ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN	4,2	0,1	1	0,9
Áreas denudadas	4,2	0,1	1	0,9
VEGETACIÓN ZONAL	3.522,6	99,1	107	92,2
ESTEPAS	1.034,7	29,1	22	19,0
Pajonal	1.029,2	28,9	21	18,1
<i>Pajonal de Nassella nardoides</i>	94,7	2,7	2	1,7
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla</i> ¹	389,4	10,9	10	8,6
<i>Pajonal de Festuca chrysophylla, Nassella nardoides y Pycnophyllum molle</i> ¹	380,1	10,7	4	3,4
<i>Pajonal de Pappostipa frigida</i> ¹	153,1	4,3	4	3,4
<i>Pajonal de Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ¹	11,9	0,3	1	0,9
Herbazal	5,6	0,2	1	0,9
<i>Herbazal de Pycnophyllum molle</i>	5,6	0,2	1	0,9
MATORRALES	1.069,0	30,1	35	30,2
Matorral	1.069,0	30,1	35	30,2
<i>Matorral de Baccharis boliviensis</i> ²	5,5	0,2	1	0,9
<i>Matorral de Baccharis boliviensis y Fabiana denudata</i> ²	101,4	2,9	1	0,9
<i>Matorral de Fabiana denudata</i>	8,7	0,2	1	0,9
<i>Matorral de Fabiana squamata y Baccharis boliviensis</i> ²	431,7	12,1	4	3,4
<i>Matorral de Fabiana squamata y Baccharis tola</i> ²	5,7	0,2	2	1,7

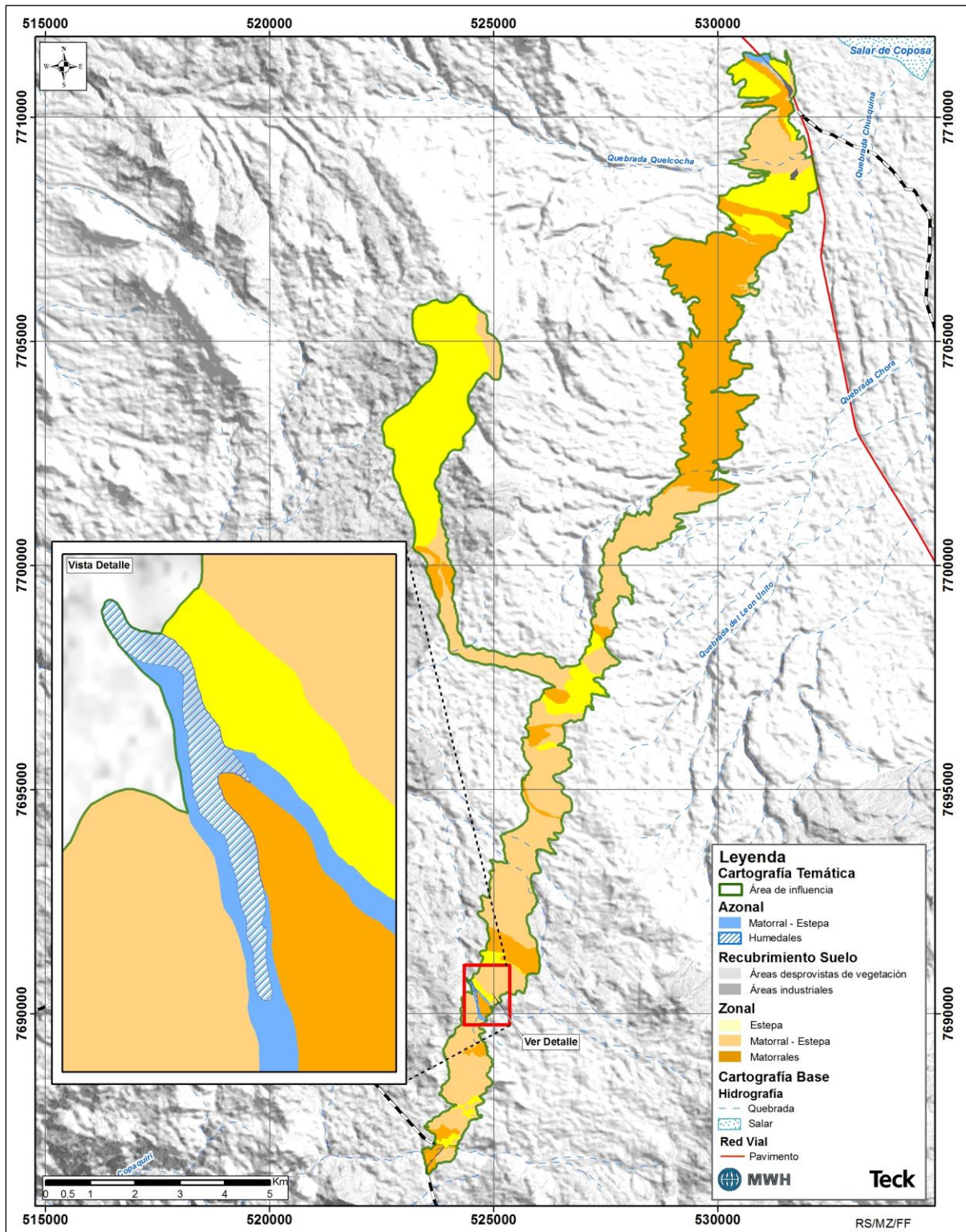
TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral de Fabiana squamata y Junellia seriphioides</i> ²	140,2	3,9	2	1,7
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i> ²	157,38	4,425	11	9,5
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Adesmia minor var. caespitosa</i> ²	108,8	3,1	5	4,3
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Senecio nutans</i> ²	13,7	0,4	2	1,7
<i>Matorral de Aloysia deserticola</i>	51,7	1,5	4	3,4
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Adesmia horrida</i>	44,2	1,2	2	1,7
MATORRAL - ESTEPA	1.418,8	39,9	50	43,1
Matorral – Pajonal	1.418,8	39,9	50	43,1
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa y Nassella nardoides</i> ³	85,8	2,4	8	6,9
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa, Parastrephia quadrangularis, Festuca chrysophylla y Nassella nardoides</i> ³	139,2	3,9	7	6,0
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa, Parastrephia quadrangularis, Pappostipa frigida y Nassella nardoides</i> ³	178,8	5,0	4	3,4
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa, Senecio nutans y Nassella nardoides</i> ³	14,1	0,4	2	1,7
<i>Matorral - Pajonal de Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	30,3	0,9	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Fabiana squamata, Baccharis tola y Pappostipa frigida</i> ³	64,1	1,8	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Junellia pappigera y Nassella nardoides</i> ³	126,3	3,6	2	1,7
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Nassella nardoides</i> ³	80,4	2,3	3	2,6
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i> *	10,8	0,3	3	2,6
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i> ³	70,5	2,0	3	2,6
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Pappostipa frigida</i> ³	291,9	8,21	6	5,2
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Anatherostipa venusta y Festuca chrysophylla</i> ³	5,2	0,15	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Pappostipa frigida y Festuca chrysophylla</i> ³	8,77	0,247	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis, Baccharis tola y Festuca chrysophylla</i> ³	97,1	2,73	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Azorella compacta, Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i>	34,1	1,0	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Azorella compacta, Baccharis tola y Festuca chrysophylla</i>	42,1	1,2	1	0,9
<i>Matorral - Pajonal de Aloysia deserticola, Chuquiraga kuschei y Pappostipa frigida</i>	10,7	0,3	1	0,9

TIPO DE RECUBRIMIENTO RECUBRIMIENTO DE SUELO Tipo de formación o recubrimiento <i>Formación vegetal</i>	SUPERFICIE		UNIDADES CARTOGRÁFICAS	
	(ha)	(%)	No.	(%)
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia horrida y Pappostipa frigida</i> ³	123,6	3,5	3	2,6
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia horrida, Chuquiraga kuschei y Pappostipa frigida</i> ³	4,9	0,1	1	0,9
VEGETACIÓN AZONAL	17,8	0,5	5	4,3
HUMEDALES	3,0	0,1	1	0,9
Vega	3,0	0,1	1	0,9
<i>Vega de Deyeuxia curvula</i>	3,0	0,1	1	0,9
MATORRAL - ESTEPA	14,9	0,4	4	3,4
Matorral hídrico - Pajonal	14,9	0,4	4	3,4
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Festuca chrysophylla</i> ⁴	6,2	0,2	2	1,7
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Pappostipa frigida</i> ⁴	8,7	0,2	2	1,7
Total general	3.556,2	100	116	100

(1) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.i) Estepa; (2) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.ii) Matorral zonal; (3) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Esteba zonal; (4) Formaciones vegetales descritas de manera agrupada en sección 3.3.1.5.2a.iii) Matorral-Esteba azonal.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-71. Representación espacial del recubrimiento de suelo en el sector Altiplano Variante A-97B



Fuente: Cedrem Consultores.

h.ii) Riqueza y composición florística

La riqueza de especies registrada en el sector es de 91 taxa, pertenecientes a 58 géneros, agrupados en 27 familias taxonómicas (ver Figura 3.3.1-72). La clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas) presenta 72 especies, mientras que la clase Liliopsida (Monocotiledóneas) se encuentra representada por 13 y las clases Filicopsida y Gnetopsida (Gimnospermas) por cinco y una especie, respectivamente (ver Figura 3.3.1-73).

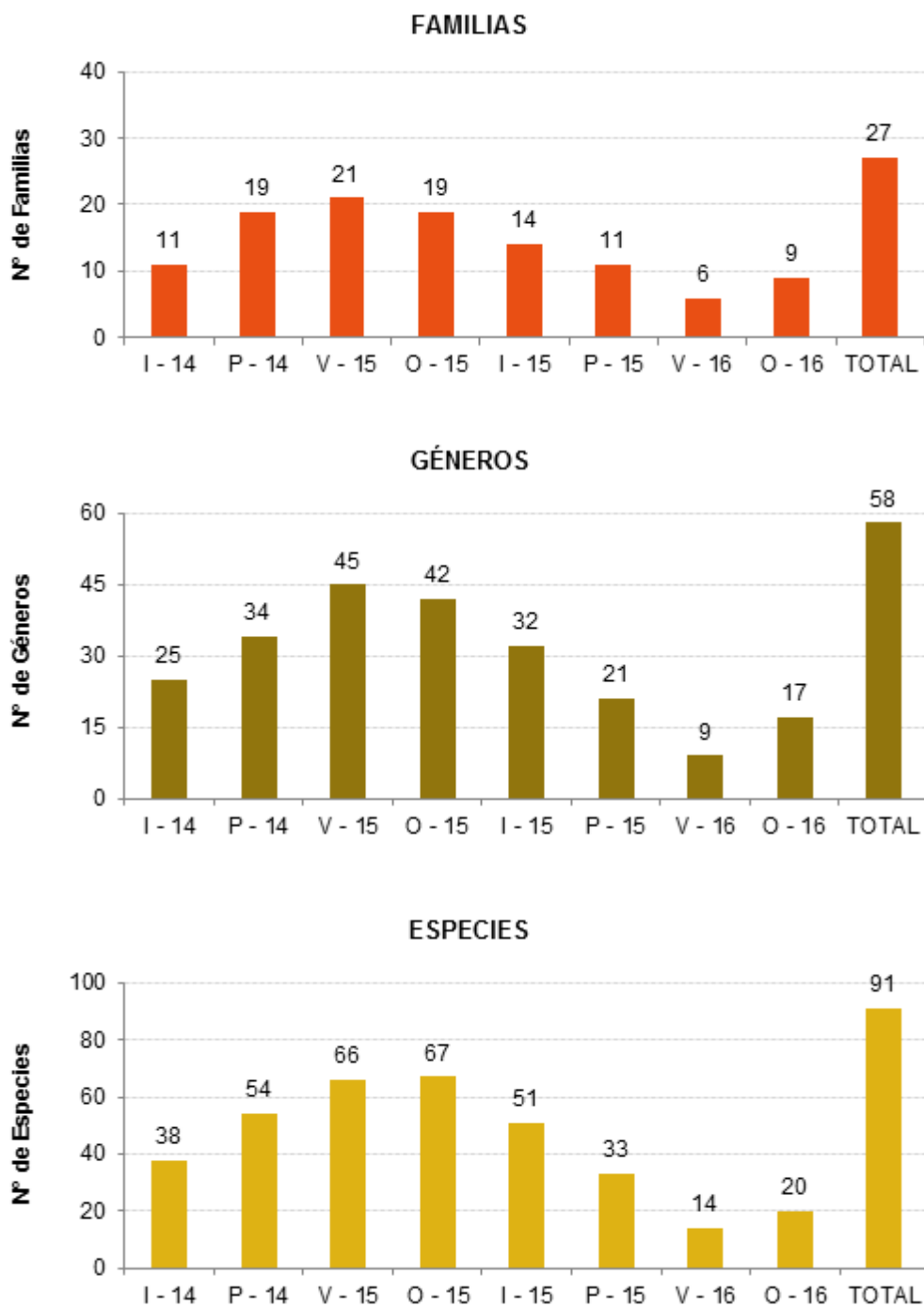
Del total de taxa solo un registro no pudo ser identificado a nivel de especie, ya que se encontró sin caracteres morfológicos necesarios para su identificación a lo largo de las campañas. Este taxa, que pertenecen a la clase Magnoliopsida, fue identificado sólo a nivel de género y representa 1,1% de la flora registrada en el sector.

En cuanto a su variación estacional, los mayores valores de riqueza florística del sector se registran en las campañas de verano 2015 y otoño 2015 (66 y 67 taxa, respectivamente), y el menor registro durante la campaña de verano 2016 (14 taxa; ver Figura 3.3.1-72). Cabe destacar que las campañas de verano 2016 y otoño 2016 presentan una baja riqueza debido a que su objetivo estuvo enfocado a abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores y a planes de acción de especies en categoría, con sólo 3 réplicas por cada una de estas campañas para el sector.

Las familias más representadas en los registros del sector corresponden a Asteraceae, con 28 especies, seguida de Poaceae y Fabaceae, con diez especies cada una. Un total de 14 familias se encuentran representadas en el sector por una especie (ver Figura 3.3.1-73).

El listado florístico completo para el sector se encuentra en el Anexo 3.3.1-5.

Figura 3.3.1-72. Riqueza estacional de familias, géneros y especies de flora vascular en el sector Altiplano Variante A-97B



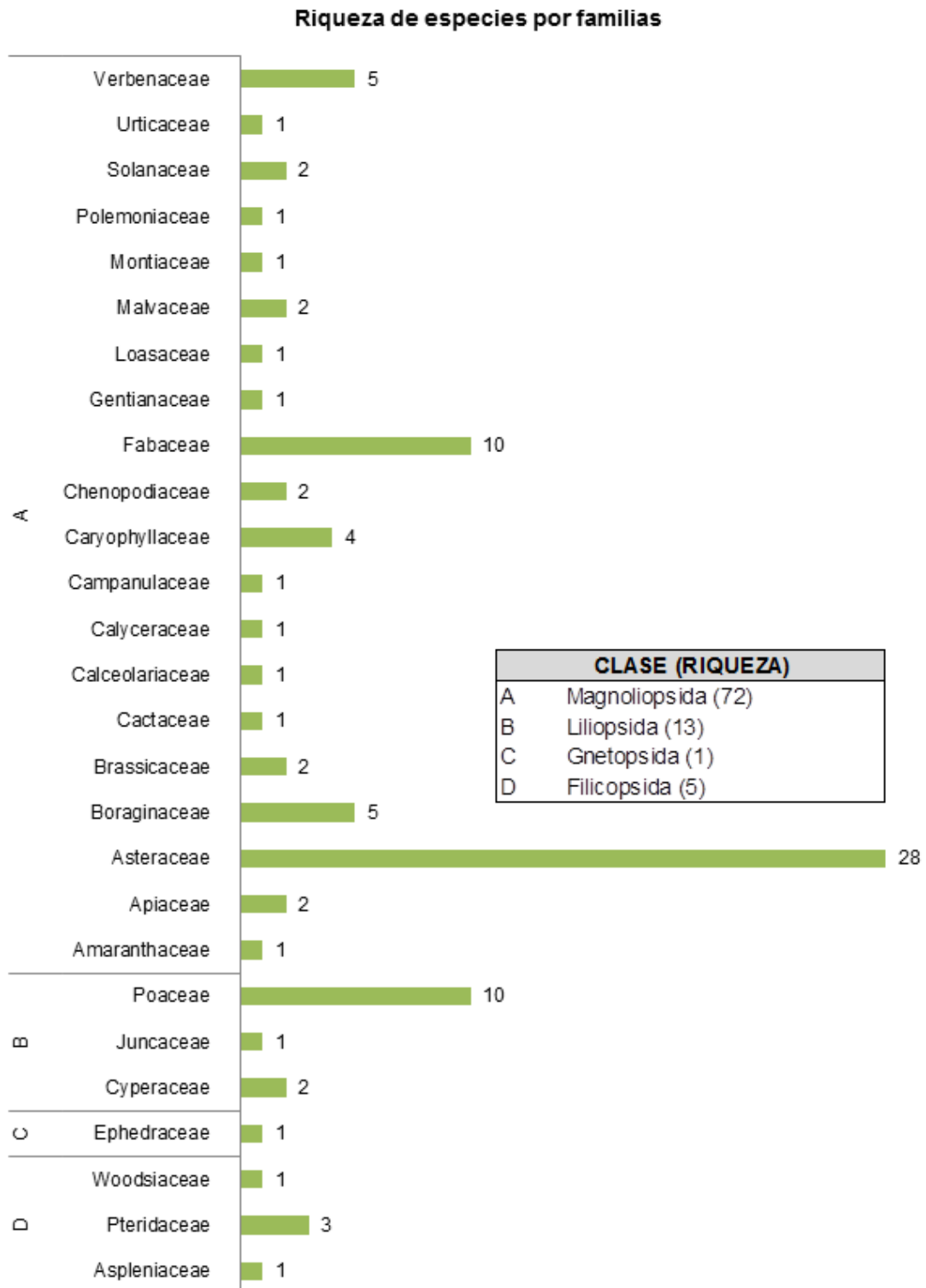
Donde: Campañas estacionales = I-14: invierno 2014; P-14: primavera 2014; V-15: verano 2015; O-15: otoño 2015; I-15: invierno 2015; P-15: primavera 2015; V-16: verano 2016; O-16: otoño 2016.

Nº de puntos de muestreo por campaña: invierno 2014 =40; primavera 2014 = 64; verano 2015 = 55; otoño 2015 = 52; invierno 2015 = 48; primavera 2015 = 10; verano 2016 = 3; otoño 2016= 3.

*No se incluye la estación otoño 2014 en la cual no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-73. Riqueza de especies de flora vascular por familia taxonómica registradas en el sector Altiplano Variante A-97B



Fuente: Cedrem Consultores.

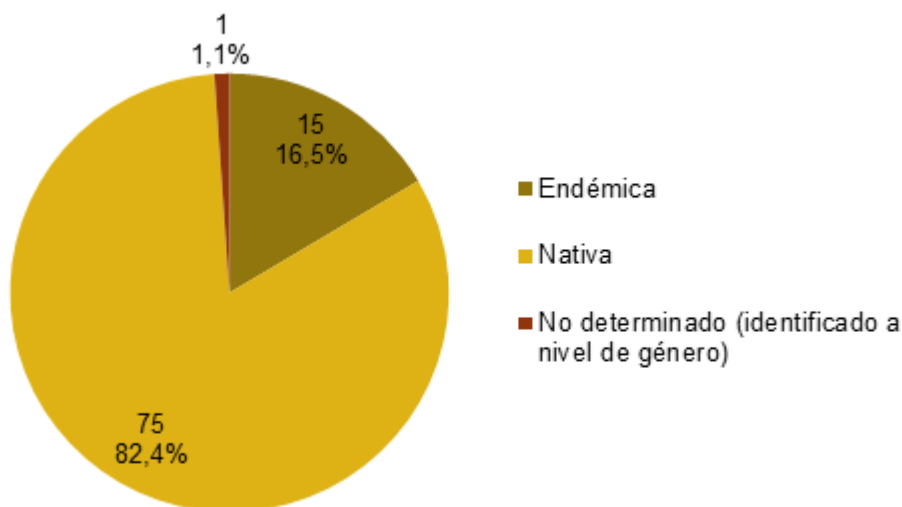
h.iii) Origen geográfico

Entre los 91 taxa de flora vascular registrados para este sector, 75 (82,4%) corresponden a especies nativas, 15 son especies endémicas (16,5%) y para un taxa (1,1%), no se determinó su origen geográfico ya que se encuentra identificado sólo a nivel de género (ver Figura 3.3.1-74).

Entre las 75 especies nativas, las más frecuentes son la arbustiva *Parastrephia quadrangularis* y la herbácea *Nassella nardoides*, las cuales se encuentran presentes en 36 y 31 formaciones vegetales respectivamente, dentro del sector.

En cuanto a las 15 especies endémicas registradas, las más abundantes corresponden a las herbáceas *Anatherostipa venusta* y al arbusto *Aloysia deserticola*, presentes en 21 y 10 formaciones vegetales, respectivamente, dentro del sector.

Figura 3.3.1-74. Número de especies de flora vascular según origen geográfico registrado en el sector Altiplano Variante A-97B



Fuente: Cedrem Consultores.

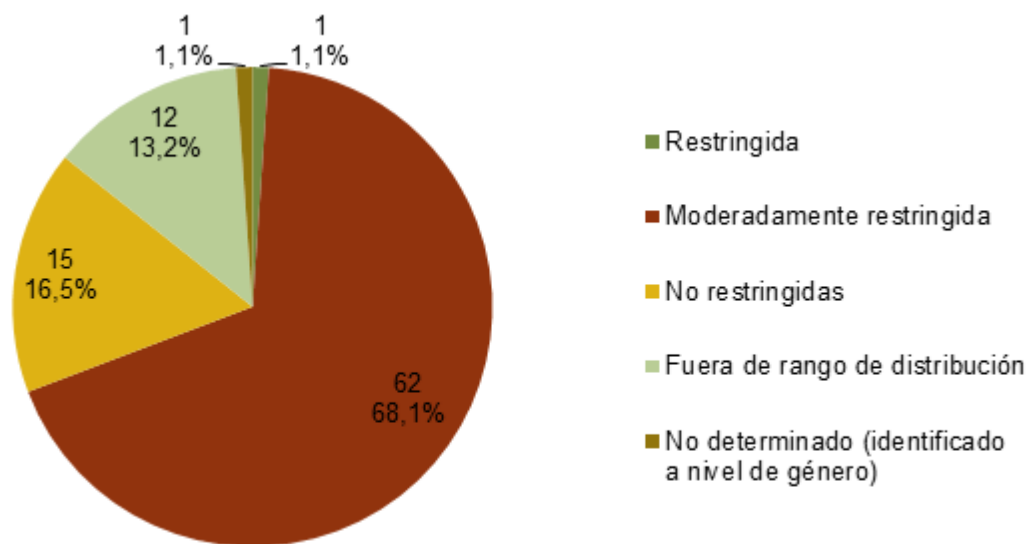
h.iv) Rangos de distribución

Del total de 91 especies registradas para el sector, una presenta una distribución restringida a la I región de Tarapacá (*Gamochoaeta deserticola*, de origen endémico), 62 presentan una distribución a nivel nacional moderadamente restringida al Norte Grande (68,1%), 15 exhiben una distribución no restringida en el país (16,5%) y 12 se encontrarían fuera de su rango de distribución (13,2%). Por otro lado, para la especie identificada a nivel taxonómico de género no fue posible determinar su distribución (1,1%) (Ver Figura 3.3.1-75).

En el listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia (ver Anexo 3.3.1-5), se presenta el rango de distribución de cada una de las especies presentes en el sector.

Entre las especies que se encuentran fuera de su rango de distribución, y que corresponderían por tanto a nuevos registros de ellas en la I región de Tarapacá, se encuentran *Adesmia minor* var. *caespitosa*, la que se registra sólo en la región de Antofagasta; *Ipomopsis gossypifera*, *Montiopsis modesta* y *Senecio santelicensis*, los que se encuentran en la región de Antofagasta y Atacama; *Chuquiraga kuschelii* y *Woodsia montevidensis* se localizan sólo en la región de Arica y Parinacota; *Asplenium triphyllum*, se encuentra en la región de Arica y Parinacota y Coquimbo; *Astragalus pusillus* en las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta; *Descurainia nuttalli* se encuentra desde la región de Antofagasta a la región Metropolitana, además de las regiones del Maule, de Los Lagos y de Magallanes. *Azorella trifoliolata* se encuentra desde las regiones de Atacama a Coquimbo, Metropolitana y desde el Biobio a Magallanes; *Cryptantha glomerulifera* se localiza en la región de Arica y Parinacota y desde las regiones de Coquimbo a Metropolitana. Finalmente, la especie *Junellia uniflora*, se encuentra desde las regiones de Atacama a Metropolitana, además de la región del Maule (Zuloaga *et al.* 2008; Stark, 2013).

Figura 3.3.1-75. Número de especies de flora vascular registradas según su rango de distribución en el sector Altiplano Variante A-97B



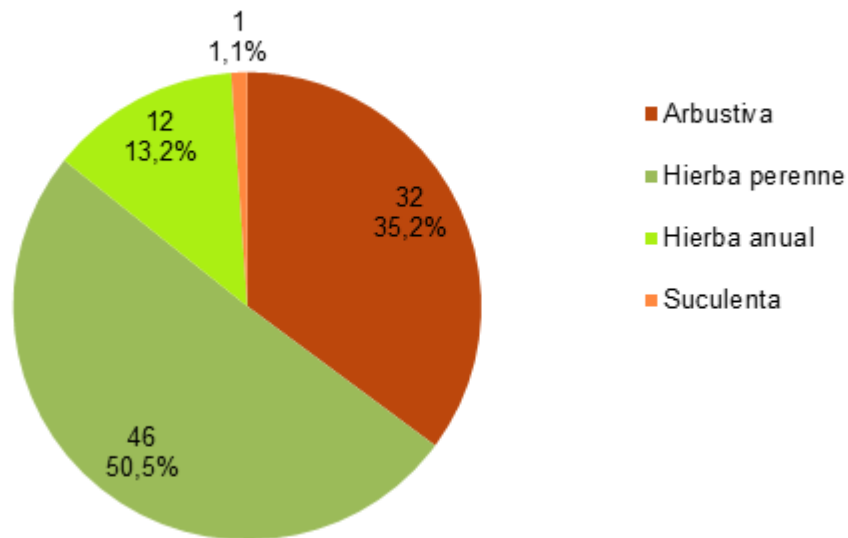
Fuente: Cedrem Consultores.

h.v) Forma de crecimiento

La forma de vida o de crecimiento registrada como dominante en el sector, corresponde a las hierbas perennes con casi la mitad de las especies (46: 50,5%), seguidas de 32 especies arbustivas (35,2%), 12 hierbas anuales (13,2%) y un registro (1,1%) de suculenta (ver Figura 3.3.1-76).

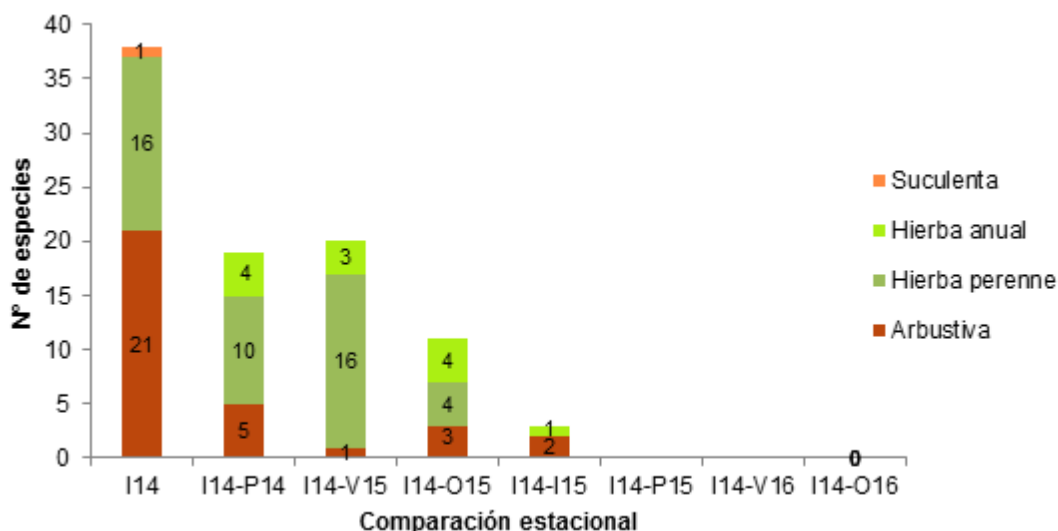
De acuerdo a la riqueza por formas de crecimiento acumulada en el sector (Figura 3.3.1-77), las hierbas perennes presentan los mayores nuevos registros hasta la campaña de otoño 2015, a partir de la cual no se incorporaron nuevas especies de este grupo. Nuevos registros de especies arbustivas se registran en el sector hasta invierno 2015, habiéndose registrado la mayor parte de ellas en la primera campaña del sector (invierno 2014). Para el tipo biológico hierba anual, se observan nuevos registros desde primavera 2014 a invierno 2015. La especie suculenta del sector se registra en la primera campaña estacional. En las tres últimas campañas estacionales realizadas en el sector (primavera 2015, verano 2016 y otoño 2016), no se incorporan nuevos registros de especies; lo que puede explicarse por el menor esfuerzo de muestreo desplegado en estas campañas, o bien por haberse registrado un valor cercano a la riqueza total del sector.

Figura 3.3.1-76. Número de especies de flora vascular según forma de crecimiento registradas en el sector Altiplano Variante A-97B



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.1-77. Comparación estacional de las formas de crecimiento de las especies del sector Altiplano Variante A-97B



Donde Comparación estacional: **I14** (Invierno 2014), **I14-P14** (Invierno 2014-Primavera 2014), **I14-V15** (Campañas anteriores hasta Verano 2015), **I14-O15** (Campañas anteriores hasta Otoño 2015), **I14-I15** (Campañas anteriores hasta Invierno 2015), **I14-P15** (Campañas anteriores hasta Primavera 2015), **I14-V16** (Campañas anteriores hasta Verano 2016), **I14-O16** (Campañas anteriores hasta Otoño 2016).

*No se incluye la estación de otoño 2014 en la cual no se muestreó este sector del área de influencia.

Fuente: Cedrem Consultores.

h.vi) Frecuencia y abundancia de las especies

De los 91 taxa registrados en el sector, nueve especies son las más frecuentes de acuerdo a los 104 puntos de muestreo con inventarios florísticos realizados durante las ocho campañas estacionales realizadas en este sector (ver Tabla 3.3.1-91). Cabe señalar, que la campaña de otoño 2014 no fue considerada para este análisis debido a que no realizó muestreo en este sector.

Entre estas especies frecuentes, destaca el arbusto *Parastrephia quadrangularis*, registrado en 90 puntos de muestreo. Esta especie es dominante en 14 formaciones vegetales de matorral y de matorral - pajonal, y se encuentra presente, además, en otras 22 formaciones vegetales del sector, principalmente en matorrales, matorrales hídricos y pajonales. La especie presenta generalmente valores de abundancia relativa en el rango entre 5 y 25% de cobertura, fluctuando desde unos pocos individuos a un máximo de 75% (en invierno y primavera de 2014 y verano 2015) (Ver Tabla 3.3.1-91).

La segunda especie más frecuente corresponde a la hierba perenne *Nassella nardoides*, registrada en 76 puntos de muestreo del sector. Esta especie domina en ocho formaciones de pajonal y de matorral - pajonal, pero además es frecuente en varias formaciones de matorral, aunque con menor abundancia. En general, la especie presenta una abundancia que varía, dependiendo de las formaciones donde se registre, mostrando una mediana de abundancia relativa de 5 a 25% de cobertura, con fluctuaciones desde unos pocos individuos a un máximo

de 75%. Destaca también la herbácea *Pycnophyllum molle*, identificadas en 69 puntos de muestreo. Esta especie es frecuente en varios tipos de formaciones como matorral y matorral – pajonal, principalmente, dominando de manera secundaria en bajo número de formaciones. En cuanto a su abundancia relativa, la mediana de abundancia relativa no supera el 1%, fluctuando desde unos pocos individuos hasta coberturas máximas de un 50% (Tabla 3.3.1-91).

En cuanto a las especies menos frecuentes en el sector, 22 especies fueron registradas en un sólo inventario, o corresponden a una repetición estacional del mismo punto de muestreo. De éstas, una se registra en invierno 2014, siete en primavera 2014, nueve en verano 2015, ocho en otoño 2015 y dos en invierno 2015. En general, estas especies fueron observadas en baja abundancia relativa, según la codificación de Braun-Blanquet (ver Tabla 3.3.1-92).

Tabla 3.3.1-91. Frecuencia y abundancia de las especies de flora vascular más frecuentemente registradas en el sector Altiplano Variante A-97B

Especie	FRECUENCIA									ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)*								
	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	O16	Total	I14	P14	V15	O15	I15	P15	V16	O16	Total
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	34	45	43	44	37	8	3	2	90	2(r-4)	2(r-4)	2(p-4)	1(p-3)	1(r-3)	1(+2)	2(2-3)	1(r-2)	2(p-4)
<i>Nassella nardoides</i> (Phil.) Barkworth	18	27	40	41	34	6	3	2	76	2(r-4)	1(+4)	2(r-4)	2(+4)	2(+4)	2(+2)	2(1-2)	3(2-3)	2(p-4)
<i>Pycnophyllum molle</i> J.Remy	21	31	31	31	27	6	3	2	69	1(p-3)	+(+3)	+(r-2)	+(p-2)	1(p-2)	1(+2)	2(+2)	2	+(p-3)
<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	22	30	26	32	22	3	2	1	69	+(r-1)	+(r-2)	+(r-2)	+(p-2)	+(p-2)	2(+2)	+	p	+(p-2)
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil.) Romasch.	23	38	23	31	27	7	0	2	67	2(1-5)	2(r-4)	2(r-4)	1(p-3)	1(p-4)	+(+2)	-	+	2(p-5)
<i>Baccharis tola</i> Phil.	19	29	25	29	20	5	0	0	61	+(p-2)	+(p-2)	+(p-3)	+(p-3)	+(r-3)	+(p-+)	-	-	+(p-3)
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.	15	24	29	30	19	6	3	0	60	3(+4)	2(+4)	2(p-4)	1(p-5)	2(r-3)	2(+2)	+(p-2)	-	2(p-5)
<i>Adesmia minor</i> (Hook. & Arn.) Burkart var. <i>caespitosa</i> (Phil.) Ulibarri & Burkart	14	28	22	20	20	5	1	1	54	2(+4)	1(p-3)	2(p-2)	2(p-2)	2(r-2)	1(+2)	+	2	1(p-4)
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	19	26	20	24	23	1	0	1	53	r(p-1)	r(p-1)	r(p-1)	p(p-1)	r(p-1)	p	-	r	r(p-1)

Donde: Campañas estacionales = I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; P 15: primavera 2015; V 16: verano 2016; O 16: otoño 2016.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de invierno 2014 = 40; Campaña de primavera 2014 = 64; Campaña de verano 2015 = 55; Campaña de otoño 2015 = 51; Campaña de invierno 2015 = 48; Campaña de primavera 2015 = 10; Campaña de verano 2016 = 3; Campaña de otoño 2016 = 3.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 104.

* El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

** No se incluye en la comparación la estación de otoño 2014 en la cual no se muestreó este sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.1-92. Listado y descripción de especies de flora vascular registradas en un único punto de muestreo el sector Altiplano Variante A-97B

ESPECIE	ABUNDANCIA MEDIANA(RANGO)					
	I 14	P 14	V 15	O 15	I 15	Total
<i>Arenaria rivularis</i> Phil.			1	r		+(r-1)
<i>Asplenium triphyllum</i> C. Presl		r				r
<i>Astragalus pusillus</i> Vogel			+			+
<i>Astragalus</i> sp.			+			+
<i>Azorella trifoliolata</i> Clos		r				r
<i>Caiophora chuquitensis</i> (Meyen) Urb. & Gilg			+			+
<i>Calceolaria stellariifolia</i> Phil.			+	p		r(p-+)
<i>Chersodoma arequipensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.					+	+
<i>Descurainia nuttallii</i> (Colla) O.E. Schulz				p		p
<i>Gentiana prostrata</i> Haenke		3				3
<i>Ipomopsis gossypifera</i> (Gillies ex Benth.) V.E. Grant		r				r
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers			1	r		+(r-1)
<i>Neuontobotrys linearifolia</i> (Kuntze) Al-Shehbaz			r			r
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link			+			+
<i>Phacelia pinnatifida</i> Griseb. ex Wedd.		r				r
<i>Phylloscirpus acaulis</i> (Phil.) Goetgh. & D.A. Simpson				+		+
<i>Senecio adenophyllus</i> Meyen & Walp.				r		r
<i>Tagetes multiflora</i> Kunth					+	+
<i>Trichocline caulescens</i> Phil.				r		r
<i>Urtica trichantha</i> (Wedd.) Acevedo & L.E. Navas	r	+				+(r-+)
<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.			+			+
<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.		1		+		1(+1)

Donde: Campañas estacionales = I 14: invierno 2014; P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015.

Rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos y cobertura muy baja (< 0,1%); + = Más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = Varios individuos con cobertura < 5%; 2 = Cobertura 5-25%; 3 = Cobertura 25-50%; 4 = Cobertura del 50 al 75%; y 5 = Cobertura mayor a 75%.

Nº de puntos de muestreo con inventario florístico: Campaña de invierno 2014 = 40; Campaña de primavera 2014 = 64; Campaña de verano 2015 = 55; Campaña de otoño 2015 = 51; Campaña de invierno 2015 = 48.

Total de puntos de muestreo con inventario florístico en el sector = 104.

* El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

** No se incluye en la comparación la estación de otoño 2014 en la cual no se muestreó este sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

h.vii) Especies en categorías de conservación

Entre los 91 taxa de plantas vasculares registradas en las campañas estacionales del sector Altiplano Variante A-97B, siete especies se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación oficial: tres como amenazadas y cuatro como precautorias (Tabla 3.3.1-93).

En cuanto a las especies amenazadas del sector, el arbusto *Azorella compacta*, clasificada como “Vulnerable”, es la segunda más abundante en el sector, siendo identificada en 16 puntos de muestreo y 20 unidades cartográficas, con una abundancia relativa dominante de unos pocos individuos (+), pudiendo alcanzar un rango entre 25 y 50% de cobertura. En el caso de la especie *Asplenium triphyllum*, clasificada como “Casi amenazada”, presenta registros en un solo punto de muestreo y una unidad cartográfica, con un valor de abundancia relativa de unos pocos individuos (r).

Entre las especies precautorias, clasificadas como en “Preocupación menor”, la cactácea *Maihueniopsis boliviana* “puskayo”, es la más abundante en el sector, con registros en 55 puntos de muestreo y 57 unidades cartográficas, con una abundancia relativa dominante inferior al 0,1% de cobertura, pudiendo alcanzar valores que no sobrepasan el 5% de cobertura (1). El helecho *Argyrosma nivea* var. *nivea*, fue registrado en 10 puntos de muestreo y 11 unidades cartográficas del sector, con un valor de abundancia relativa dominante de unos pocos individuos con cobertura inferior al 1% (+). Por otro lado, *Cheilanthes pruinata*, se observó en cuatro puntos de muestreo y cinco unidades cartográficas, con valores de abundancia relativa dominante de unos pocos individuos (r) (Ver Tabla 3.3.1-93).

En el caso de las especies *Woodsia montevidensis*, clasificada como “Casi amenazada”, y *Pellaea ternifolia*, clasificada como “Preocupación menor”, se registran principalmente fuera de la unidad de muestreo, pero en los casos en que fueron muestreadas se observaron abundancias relativas menores al 1% de cobertura.

Tabla 3.3.1-93. Especies en categorías de conservación registradas en el área de influencia sector Altiplano Variante A-97B

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA VIGENTE ^a	PRESENCIA EN UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PRESENCIA EN PUNTOS DE MUESTREO	ABUNDANCIA MEDIANA (RANGO) ^b	
<i>Azorella compacta</i> Phil.	Amenazadas	Vulnerable ¹	20	16	+(p-3)
<i>Asplenium triphyllum</i> C. Presl		Casi amenazada ²	1	1	r
<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.		Casi amenazada ²	7	6	+
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Precautorias	Preocupación menor ³	57	55	r(p-1)
<i>Argyroschisma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>nivea</i>		Preocupación menor ²	11	10	+(p-1)
<i>Cheilanthes pruinata</i> Kaulf.		Preocupación menor ²	5	4	r(p-+)
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link		Preocupación menor ⁴	5	5	+

Donde rangos de abundancia relativa Braun-Blanquet corresponden a: p = registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal; r = 1 a 2 individuos, cobertura < 0,1%; + = más individuos con mayor cobertura, pero < 1%; 1 = varios individuos con cobertura < 5%; 3 = cobertura 25-50%; 4 = cobertura del 50 al 75.

a: Se muestran sólo las categorías oficiales según las fuentes: (1) MINSEGPRES D.S. N°51/2008 Tercer proceso; (2) MMA D.S. N°13/2013 Noveno Proceso; (3) MMA D.S. N°19/2012 Octavo Proceso; (4) MMA D.S. N°52/2014 Décimo Proceso.

b: El rango no se indica para aquellos casos de valor único registrado.

Fuente: Cedrem Consultores.

h.viii) Otras regulaciones en el marco de la ley N°20.283

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie se encuentra listada en el Decreto N°68/2009, correspondiente al arbusto *Azorella compacta* "llareta".

En el área de influencia se analizaron todas las unidades donde se registró esta especie de acuerdo a lo que estipula la Ley N°20.283 y su reglamento, en la identificación y caracterización de una formación xerofítica (Tabla 3.3.1-94). Tratándose de la corta, destrucción o descepa de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de un plan de trabajo, según lo señalado en el inciso 3° del Artículo 3° del D.S. N° 93 de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones posteriores (D.S. N°26/2011, MINAGRI).

De acuerdo a las modificaciones del reglamento y el último ORD. N° 617/2012 de la Gerencia Forestal de CONAF, en el área de influencia se presentan 14 unidades cartográficas de formaciones xerofíticas con *Azorella compacta*, correspondientes a nueve formaciones vegetales distintas (ver Tabla 3.3.1-94). Éstas se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso Vulnerable-, según el Reglamento de Clasificación de Especies (D.S. N°51/2008, MINSEGPRES), y contabilizan un total de 175,3 hectáreas en el sector.

Tabla 3.3.1-94. Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico en sector Altiplano Variante A-97B

FORMACIÓN VEGETAL	CÓDIGO UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE (ha)
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i>	VA-078-1650	1,6
	VA-077-1797	5,5
	VA-077-1816	3,6
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa, Parastrephia quadrangularis, Festuca chrysophylla y Nassella nardooides</i>	VA-065-1786	19,3
	VA-064-1790	5,4
<i>Matorral - Pajonal de Adesmia minor var. caespitosa y Nassella nardooides</i>	VA-058-1803	37,2
	VA-059-1815	3,3
	VA-061-1970	0,9
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis</i>	VA-036-1765	10,2
<i>Matorral - Pajonal de Azorella compacta, Baccharis tola y Festuca chrysophylla</i>	VA-052-1773	42,1
<i>Matorral - Pajonal de Azorella compacta, Parastrephia quadrangularis y Anatherostipa venusta</i>	VA-053-1778	34,1
<i>Matorral hídrico - Pajonal de Parastrephia lucida y Festuca chrysophylla</i>	VA-092-1811	4,3
<i>Matorral - Pajonal de Parastrephia quadrangularis y Festuca chrysophylla</i>	VA-081-1819	2,7
<i>Matorral de Parastrephia quadrangularis y Senecio nutans</i>	VA-050-1827	5,0
Total general		175,3

Fuente: Cedrem Consultores.

h.ix) Singularidad ambiental

En este sector se han considerado un total de 27 unidades cartográficas de formaciones vegetales ambientalmente singulares (25 unidades zonales y dos azonales), las cuales se detallan a continuación.

Del total de formaciones vegetales descritas en el sector, ciertas unidades de 16 formaciones vegetales se consideran ambientes singulares, ya que destacan por particularidades de su composición florística (principalmente por presencia de especies en categoría de conservación amenazada); además de factores vegetacionales (azonal o zonal) y algunas de ellas se caracterizan como formaciones xerofíticas.

Se consideran formaciones ambientalmente singulares a todas las formaciones de vegetación azonal del tipo de recubrimiento humedal, representando una pequeña proporción de la superficie del sector (0,1%), correspondiente a una unidad de vega. Asimismo, como ya ha sido mencionado, los humedales se consideran formaciones singulares, además, por ser importantes sistemas que constituyen espacios donde se concentra biodiversidad, en donde hay un desarrollo exclusivo de ciertas especies gracias a aportes hídricos permanentes o intermitentes.

En la Tabla 3.3.1-95 se indica la riqueza y la presencia de especies de distribución restringida y en categoría de conservación amenazada (adicionalmente se muestran las precautorias) para las unidades de las 16 formaciones vegetales consideradas singulares y en la Figura 3.3.1-78 se puede observar la distribución de las especies amenazadas y de manera adicional la presencia

de especies precautorias. En general no destaca una alta riqueza de especies en este sector, ni alta presencia de especies endémicas o de distribución restringida, sino más bien la presencia de especies amenazadas y la concentración de especies de la clase Filicopsida (helechos).

En 20 unidades cartográficas se registra la especie amenazada *Azorella compacta*, y se consideran singulares ya sea por su dominancia o presencia, y además en cinco unidades se registra la especie amenazada *Woodsia montevidens* y en una unidad la especie *Asplenium triphyllum*, también en clasificación de amenazada, todas estas unidades consideradas ambientalmente singulares.

Finalmente se clasificaron como singulares, todas las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico presentes en el sector, correspondientes a 14 unidades, previamente consideradas singulares por registrar la especie amenazada *A. compacta*.

Tabla 3.3.1-95. Formaciones vegetales ambientalmente singulares en sector Altiplano Variante A-97B

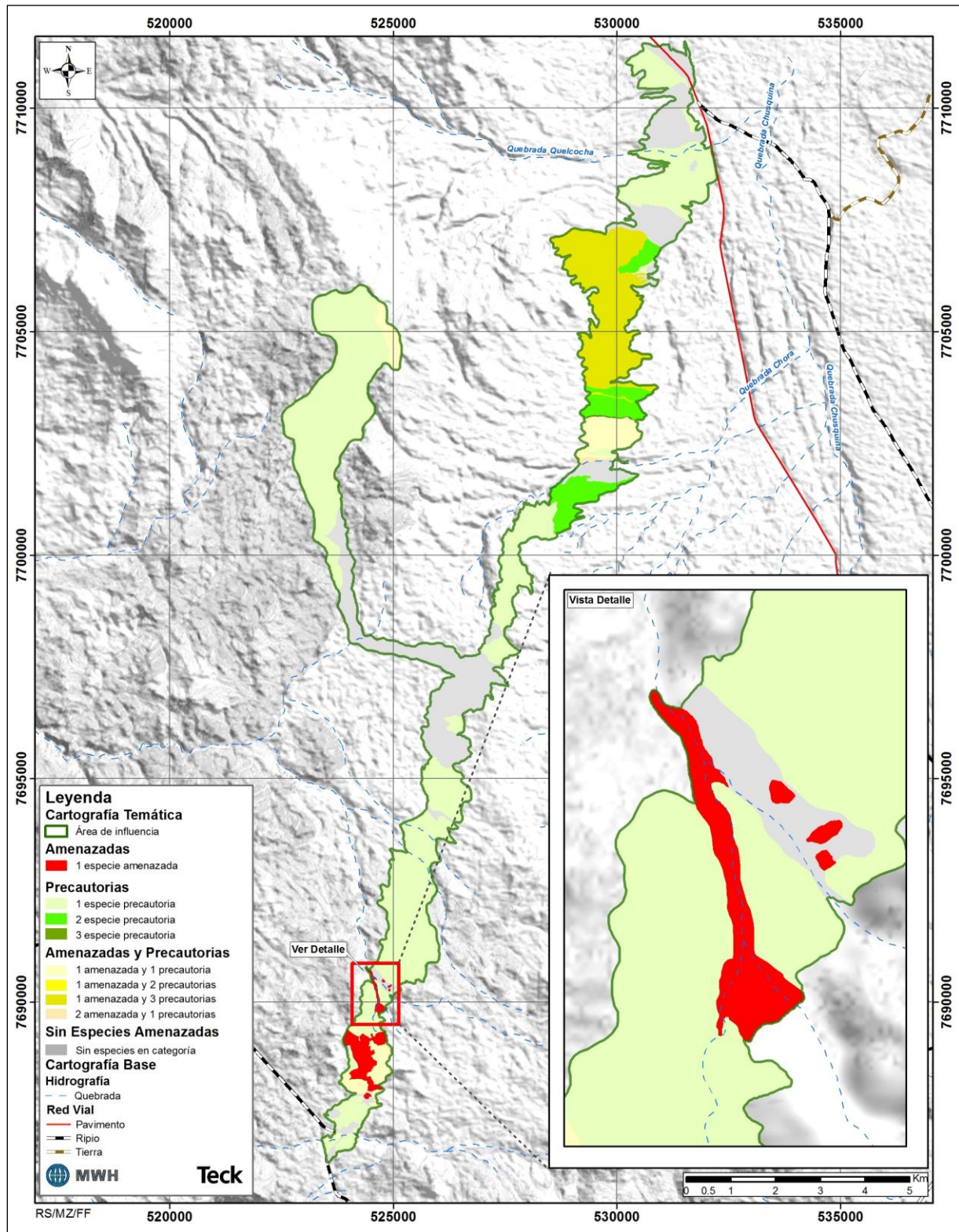
FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Pajonal de <i>Festuca chrysophylla</i>	28	1	1	2	1	5	VA-003-1740; VA-003-1820; VA-003-1821; VA-007-1757; VA-008-1818
Matorral de <i>Baccharis boliviensis</i>	19	1	3	1		1	Todas
Matorral de <i>Baccharis boliviensis</i> y <i>Fabiana denudata</i>	8	1	3			1	Todas
Matorral de <i>Fabiana squamata</i> y <i>Baccharis boliviensis</i>	34	1	4	3		2	VA-028-1754; VA-029-1759
Matorral de <i>Fabiana squamata</i> y <i>Baccharis tola</i>	26	1	3	4		1	VA-031-1751
Matorral de <i>Fabiana squamata</i> y <i>Junellia seriphioides</i>	17	1	1	3		1	VA-033-1761
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	43	3	2	6		2	VA-036-1765 ^a ; VA-038-1744
Matorral de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Senecio nutans</i>	21	1	1			1	VA-050-1827 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Adesmia minor</i> var. <i>caespitosa</i> y <i>Nassella nardoides</i>	33	1	1	2		3	VA-058-1803 ^a ; VA-059-1815 ^a ; VA-061-1970 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Adesmia minor</i> var. <i>caespitosa</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Festuca chrysophylla</i> y <i>Nassella nardoides</i>	23	1	1	4	1	2	VA-064-1790 ^a ; VA-065-1786 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	16	1		1		3	Todas ^a
Matorral - Pajonal de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	23	1	1	1	1	1	VA-081-1819 ^a
Matorral - Pajonal de <i>Azorella compacta</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Anatherostipa venusta</i>	24	1	1	3		1	Todas ^a

FORMACIÓN VEGETAL /RECUBRIMIENTO DE SUELO	RIQUEZA	ESPECIES EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN		DISTRIBUCIÓN ESPECIES		UNIDADES CARTOGRÁFICAS SINGULARES	
		AMENAZADAS	PRECAUTORIAS	ENDÉMICAS DE CHILE	RESTRINGIDAS A LA I REGIÓN	N°	Código UC
Matorral - Pajonal de <i>Azorella compacta</i> , <i>Baccharis tola</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	25	1	1	4		1	Todas ^a
Vega de <i>Deyeuxia curvula</i>	14	1		1		1	Todas
Matorral hídrico - Pajonal de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>	14	1				1	VA-092-1811 ^a
Total singularidad: N° UC y Superficie (ha)						27	741,8

Donde: a: formaciones xerofíticas de alto valor ecológico.

Fuente: Cedrem Consultores.

**Figura 3.3.1-78. Distribución de especies en categoría de conservación en sector
 Altiplano Variante A-97B**



Fuente: Cedrem Consultores.

Como se observa en la Tabla 3.3.1-96, las 27 unidades singulares en el sector comprenden una superficie de 741,8 hectáreas. Esta superficie se divide en cuatro recubrimientos de suelo, de los cuales el 77,4% de la superficie singular del sector está representada por matorrales (Tabla 3.3.1-95). La superficie singular del sector representa un 20,9% de la superficie del sector y a su vez, representa un 6,5% de la superficie singular con respecto a todas las unidades identificadas como ambientalmente singulares en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3.3.1-96. Superficie ambientalmente singular en sector Altiplano Variante A-97B

Recubrimiento de Suelo Tipo de formación	Superficie singular	
	ha	%
Estepa	4,8	
Pajonal	4,8	0,6
Matorrales	574,0	
Matorral	574,0	77,4
Humedales	3,0	
Vega	3,0	0,4
Matorral - Estepa	160,1	
Matorral - Pajonal	155,7	21,0
Matorral hídrico - Pajonal	4,3	0,6
Total singular del sector (ha)	741,8	100
Proporción respecto al total del sector (%)	20,9	
Proporción respecto al total singular en área de influencia (%)	6,5	

Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.1.6 Síntesis y Conclusiones

3.3.1.6.1 General en Área de Influencia

El área de influencia del Proyecto se ubica en un gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta aproximadamente 4.500 metros de altitud en la Cordillera de los Andes, abarcando parte de las comunas de Pica, Pozo Almonte e Iquique, en la Región de Tarapacá. La superficie del área de influencia es de 49.832,5 hectáreas, la cual se divide en ocho sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B.

Según la clasificación de la vegetación natural de Chile (Gajardo, 1994), el área de influencia se encuentra inserta en seis tipos de formaciones según su ubicación altitudinal, abarcando: parte de la Región del Desierto del Pacífico -en el sector Desierto Costero-; la Región del Desierto Absoluto -en gran parte de los sectores de Desierto Costero y Desierto Interior-; el área caracterizada por el Desierto de los Aluviones -en la transición del sector Desierto interior y parte del sector Cordón Occidental-; la Región Andina, subiendo en altitud –sector Cordón occidental, Quebrada Choja - Ramucho y Altiplano Mina - Planta– ; y finalmente, en la zona de mayor altitud, la Región ecológica de la Estepa Altoandina –sectores Altiplano Mina - Planta, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B.

De acuerdo a los pisos de vegetación descritos por Luebert y Pliscoff (2006), el área de influencia se localiza desde mar a cordillera, intersectando 11 pisos vegetacionales descritos para la Región, entre los cuales destacan: pisos del desierto tropical costero y desierto tropical interior – sectores Desierto Costero, Desierto Interior y Cordón Occidental–, ambos pisos caracterizados por presentar vegetación escasa, lo cual coincide con la escasa presencia de vegetación registrada en estos sectores; los pisos de matorral bajo desértico tropical andino, a mayor altitud –sectores Desierto Interior, Cordón Occidental y Quebrada Choja - Ramucho-, coinciden parcialmente en algunas formaciones dominadas por especies del género *Atriplex* y *Ambrosia*, destacando la presencia de la cactácea *Oreocereus leucotrichus*; y finalmente, los pisos de Matorral bajo tropical andino, como el de *Fabiana squamata* y *Festuca chrysophylla* y de *Fabiana denudata* con *Chuquiraga atacamensis* (sectores Quebrada Choja - Ramucho, Cordón Occidental, Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno, Altiplano Mina - Planta y Altiplano Cerro Quitala), de *Mulinum crassifolium* y *Junellia pappigera* (sectores Altiplano Variante A-97B, Mina-Planta, Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno y Cordón Occidental) y el mismo piso dominado por las especies *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii* (sectores Altiplano Variante A-97B y Quebradas Huiniquintipa – Ornajuno) coinciden con varias formaciones representadas en el área de influencia. En la zona del altiplano, se describe el piso del matorral bajo tropical andino de *Parastrephia quadrangularis*, formación ampliamente representada en varios sectores (Altiplano Mina – Planta, Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno, Altiplano Variante A-97B).

En cuanto a la vegetación registrada en el área de influencia, en las zonas de menor altitud - sectores Desierto Interior y Cordón Occidental-, domina la vegetación zonal con formaciones arbustivas de escasa cobertura y, en menor representatividad, formaciones de herbazal zonal caracterizadas por presentar un *pick* de florecimiento solo en épocas de post-lluvias (Cordón Occidental). En los demás sectores, y a mayor altitud, la vegetación presenta mayor heterogeneidad de formaciones, con vegetación zonal representada por matorrales bajos, de cobertura variable según su posición topográfica, y pajonales dominados por especies cespitosas, así como formaciones mixtas entre estos tipos; y, en menor representatividad, destacan formaciones de vegetación azonal, asociadas a cursos de agua y fondos de quebrada, con desarrollo de matorrales hídricos, bofedales, vegas, pajonales hídricos y formaciones mixtas entre estos tipos. Se describieron un total de 181 formaciones vegetales en el área de influencia.

De acuerdo a los recubrimientos de suelo registrados, la vegetación recubre un 28,7% de la superficie total del área de influencia, esto debido a que gran parte de los sectores ubicados a baja altitud se encuentran en zonas desérticas con áreas naturalmente desprovistas de vegetación (67,2% del área de influencia), y a que en todos los sectores se registran áreas industriales, con mayor proporción en el sector Altiplano Mina - Planta (4,0%). La superficie con vegetación se divide en 14.054,3 hectáreas de vegetación zonal (28,2% de la superficie total) y 260,1 hectáreas de vegetación azonal (0,5%).

Para la vegetación zonal se registraron los recubrimientos de suelo de estepa (3.030,3 hectáreas), matorrales (5.554,7 hectáreas), mixto de matorral - estepa (5.468,7 hectáreas) y bosque nativo (0,6 hectáreas).

El recubrimiento de estepa presenta 17 formaciones vegetales, de pajonal (2.674,5 hectáreas) y de herbazal (355,8 hectáreas), que representan un 5,4% y 0,7% de la superficie del área de influencia, respectivamente:

- Pajonales: se registran ocho formaciones vegetales de pajonal, de las cuales seis fueron clasificadas dentro de tres agrupaciones. Dichas formaciones se caracterizan por estar dominadas por un estrato herbáceo perenne cespitoso, con especies de los géneros *Pappostipa* y/o *Festuca* principalmente. Este tipo de formación es uno de los más representativos en la zona altiplánica del área de influencia, con una importante superficie en los sectores Altiplano Mina - Planta (1.324,3 hectáreas) y Altiplano Variante A-97B (1.029,2 hectáreas). La riqueza de flora vascular registrada en los pajonales es de 59 taxa, de los cuales 10 son especies endémicas de Chile, una especie tiene una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).
- Herbazales: se registran nueve formaciones vegetales de herbazal, de las cuales ocho fueron clasificadas dentro de dos agrupaciones. Estas formaciones se encuentran dominadas por un estrato herbáceo de anuales y perennes, de baja cobertura generalmente. Las especies más frecuentes corresponden a los géneros *Neuontobotrys* y *Descurainia*. La mayor superficie de herbazales se localiza en los sectores Altiplano Mina - Planta (173,9 hectáreas) y Cordón Occidental (144,5 hectáreas). La riqueza de flora vascular registrada en los herbazales es de 84 taxa, de los cuales 21 son especies endémicas de Chile, tres tienen una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y seis especies se encuentran en categoría de conservación (tres amenazadas y tres precautorias).

El recubrimiento de matorrales zonales presenta 70 formaciones vegetales, de matorral (5.451,0 hectáreas) y de matorral con suculentas (103,7 hectáreas), que representan un 10,9% y 0,2% de la superficie del área de influencia, respectivamente:

- Matorrales: se registran 60 formaciones vegetales de matorral, de las cuales 46 formaciones fueron descritas en 12 agrupaciones por presentar igual dominancia de alguna especie en particular. Las formaciones están dominadas por un estrato arbustivo de cobertura variable según la especie dominante en la formación. La mayor superficie de matorral se localiza en los sectores Altiplano Mina - Planta (1.821,6 hectáreas), Altiplano Variante A-97B (1.069,0 hectáreas) y Cordón Occidental (1.003,1 hectáreas). Las especies arbustivas más representativas de estos matorrales son (mencionadas de menor a mayor altitud): *Hoffmansegia aphylla*, *Huidobria fruticosa*, *Baccharis salicifolia*, *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Atriplex glaucescens*, *Ambrosia artemisioides*, *Senecio ctenophyllus*, *Balbisia microphylla*, *Adesmia spinosissima*, *A. melanthes*, *Ephedra breana*, *Baccharis boliviensis*, *B. tola*, *Escallonia angustifolia*, *Fabiana denudata*, *F. ramulosa*, *F. squamata*, *Junellia seriphioides*, *Parastrephia teretiuscula*, *P.*

quadrangularis, *Senecio nutans*, *S. volckmanii*, *Azorella compacta*, *Aloysia deserticola*, *Adesmia horrida*, *A. atacamensis* y *Mutisia ledifolia*.

La riqueza de flora vascular registrada en los matorrales es de 198 taxa, de los cuales 44 son especies endémicas de Chile, seis presentan una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y 14 especies se encuentran en categoría de conservación (seis amenazadas y ocho precautorias).

- Matorrales con suculentas: se registran 10 formaciones vegetales de matorral con suculentas, las cuales fueron descritas en tres agrupaciones por presentar igual dominancia de alguna especie suculenta en particular. Las formaciones están dominadas por un estrato arbustivo de cobertura variable y uno suculento que por lo general es de escasa cobertura. La mayor superficie de matorral con suculentas se localiza en el sector Quebrada Choja - Ramucho (65,5 hectáreas).

Las especies representativas de estos matorrales son las suculentas *Haageocereus fascicularis*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Oreocereus leucotrichus* y *Maihueniopsis boliviana*. La riqueza de flora vascular registrada en los matorrales con suculentas es de 89 taxa, de los cuales 23 son especies endémicas de Chile, dos presentan una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y siete se encuentran en categoría de conservación, entre ellas todas la suculentas mencionadas (tres amenazadas y cuatro precautorias).

El recubrimiento mixto zonal de matorral - estepa presenta 51 formaciones vegetales, de matorral – pajonal (5.461,4 hectáreas) y matorral - pajonal con suculentas (7,2 hectáreas), las que representan un 11,0% y 0,01% de la superficie del área de influencia, respectivamente:

- Matorral - Pajonal: se registran 50 formaciones vegetales de matorral - pajonal, de las cuales 49 se describen en 13 agrupaciones, por presentar dominancia de una misma especie en particular. Estas formaciones mixtas están dominadas por un estrato arbustivo y uno herbáceo cespitoso, formando una cobertura mixta entre ambos estratos, y variable según la especie dominante de la formación. La mayor superficie de matorrales - pajonales se localiza en el sector Altiplano Mina - Planta (2.703,6 hectáreas).

Las especies representativas de estas formaciones son: los arbustos *Adesmia melanthes*, *A. spinosissima*, *Baccharis tola*, *Ephedra breana*, *Senecio nutans*, *S. volckmanni*, *Fabiana squamata*, *Parastrephia quadrangularis*, *Aloysia deserticola*, *Chuquiraga kuscheii*, *Azorella compacta*, *Adesmia horrida*, *A. minor* var. *caespitosa* y *Junellia pappigera*; y las herbáceas *Pappostipa frigida*, *Festuca chrysophylla*, *Anatherostipa venusta* y *Nassella nardoides*.

La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 123 taxa, de los cuales 25 son especies endémicas de Chile, dos presentan una distribución restringida a la I Región de Tarapacá y tres especies se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y dos precautorias).

- Matorral - Pajonal con suculentas: se registra una formación vegetal para el área de influencia, localizada en el sector Altiplano Mina - Planta. La formación presenta una

cobertura mixta entre arbustos (*Fabiana squamata* y *Parastrephia quadrangularis*), hierbas cespitosas (*Anatherostipa venusta* y *Pappostipa frígida*) y la suculenta *Maihueniopsis boliviana*. La riqueza de flora vascular registrada en esta formación es de 13 taxa, de los cuales dos especies son de origen endémico de Chile y dos especies se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).

El recubrimiento de bosque nativo corresponde a una formación de bosque, que representa un 0,001% de la superficie del área de influencia con una unidad de 0,6 hectáreas:

- Bosque nativo: se localiza en la quebrada de Maní, en el sector Desierto Interior. Presenta una cobertura poco densa del estrato arbóreo, entre 2 y 12 metros de altura, representado por la especie *Schinus areira*. La riqueza de flora vascular registrada es de siete taxa, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y una presenta categoría de conservación precautoria.

En cuanto a la vegetación azonal, se registran los recubrimientos de suelo de Desierto, Matorral, Humedal y mixtas entre Matorral - Estepa y Matorral - Humedal.

El recubrimiento de Desierto presenta una formación de herbazal, que representa un 0,03% (15,2 hectáreas) de la superficie del área de influencia:

- Herbazal: se registran varias unidades localizadas en las zonas altas de la Cordillera de la Costa, en el sector Desierto Costero. Las formaciones presentan una cobertura entre muy clara y clara principalmente, con un estrato herbáceo compuesto únicamente por la especie *Tillandsia landbeckii*. Especie clasificada en la categoría de conservación no oficial Vulnerable, en anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre (Benoit et al. 1989).

El recubrimiento de matorral azonal corresponde a formaciones de matorral hídrico, las que representan un 0,3% de la superficie del área de influencia (163,1 hectáreas):

- Matorral hídrico: se registran 10 formaciones vegetales de matorral hídrico, de las cuales ocho formaciones se describen dentro de tres agrupaciones ya que presentan dominancia similar de alguna especie en particular. Las formaciones están dominadas por un estrato arbustivo de cobertura generalmente clara a poco densa, localizadas en quebradas en varios sectores. Las especies más representativas son: *Baccharis calliprinos* y *Baccharis alnifolia* a menor altitud, y las especies *Parastrephia lucida* y *P. quadrangularis* en las quebradas de mayor altitud. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 155 taxa, de los cuales 29 son especies endémicas de Chile, cuatro de ellas presentan una distribución restringida a la I Región y ocho especies se encuentran en categoría de conservación (cuatro amenazadas y cuatro precautorias).

El recubrimiento de humedal presenta tipos de formaciones de pajonal hídrico, vega y bofedal, los que representan un 0,04% de la superficie del área de influencia y tipos de formaciones mixtos

de bofedal - pajonal hídrico, bofedal - vega y vega -pajonal hídrico, que representan un 0,05% de la superficie. Finalmente se describe una formación azonal muerta, que representa un 0,01% de la superficie en el área de influencia:

- Pajonal hídrico: se registran tres formaciones vegetales de pajonal hídrico, las cuales se describen en una agrupación por la dominancia de la especie *Festuca rigescens* en todas ellas. Las formaciones están dominadas por un estrato herbáceo de cobertura variable, generalmente densa. Se localizan en quebradas de los sectores Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Mina - Planta. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 31 taxa, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y una se encuentra en categoría de conservación precautoria.
- Vega: se registran cuatro formaciones vegetales de vega, todas con un estrato herbáceo de baja altura y de cobertura variable, generalmente poco densa a densa. Las especies más representativas son: *Deyeuxia curvula*, *Eleocharis pseudoalbibracteata*, *Polypogon australis*, *Distichlis humilis*, *Juncus balticus* y *Schoenoplectus americanus*. Las vegas se observan en pequeñas unidades distribuidas en quebradas de los sectores Quebrada Choja - Ramucho, Altiplano Mina - Planta, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Variante A-97B. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 65 taxa, de los cuales cuatro especies son endémicas de Chile y tres se encuentran en categoría de conservación (dos amenazadas y una precautoria).
- Bofedal: se registran tres formaciones vegetales de bofedal, de las cuales dos se describen en una agrupación por la dominancia de la especie *Oxychoë andina*. Todas estas formaciones presentan un estrato herbáceo de baja altura y de cobertura generalmente densa. Las especies más representativas son: *O. andina*, *Phylloscirpus acaulis* y *P. deserticola*. Los bofedales se observan en pequeñas unidades, distribuidas en quebradas de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 34 taxa, de los cuales una especie es endémica de Chile, y se registra una especie en categoría de conservación amenazada.
- Formación azonal muerta: corresponde a formaciones con vegetación muerta, ya sea en su totalidad o en más del 70% de su cobertura vegetal. Presenta una fisonomía deteriorada que indican la presencia, en el pasado, de un humedal de tipo bofedal, vega o pajonal hídrico. Se identificaron tres unidades en el sector Altiplano Mina - Planta (1,4 hectáreas) y dos unidades en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (2,3 hectáreas).
- Vega - Pajonal hídrico: se registran tres formaciones vegetales, agrupadas en una formación, ya que comparten dominancia de las especies *Festuca rigescens*, *Phylloscirpus deserticola* y *Deyeuxia curvula*, presentes en un estrato herbáceo de cobertura poco densa a muy densa. Se localizan en quebradas, de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. La riqueza de flora vascular

registrada en estas formaciones es de 19 taxa, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).

- Bofedal - Pajonal hídrico: se registran seis formaciones vegetales, dominadas por un estrato herbáceo de cobertura variable, generalmente poco densa a muy densa. De dichas seis formaciones vegetales, cinco se describen dentro de dos agrupaciones ya que presentan igual dominancia de alguna especie en particular. Las principales especies son *Oxychloë andina*, *Zameioscirpus muticus*, *Deyeuxia chrysantha* y *Festuca rigescens*. Se localizan en quebradas de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 70 taxa, de los cuales siete especies son endémicas de Chile y tres se encuentran en categoría de conservación (dos amenazadas y una precautoria).
- Bofedal - Vega: se registran dos formaciones vegetales, dominadas por un estrato herbáceo de cobertura variable, de poco densa a muy densa. Las especies más representativas son: *Oxychloë andina*, *Deyeuxia curvula* y *Eleocharis atacamensis*. Se localizan en quebradas de los sectores Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 37 taxa, de los cuales dos especies son endémicas de Chile y dos se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).

El recubrimiento de azonales mixtas, de tipo matorral - estepa y matorral - humedal, comprende nueve formaciones entre matorral hídrico - pajonal, matorral hídrico - pajonal hídrico, matorral hídrico - vega y matorral - pajonal hídrico que representan un 0,07% de la superficie del área de influencia. Estas formaciones se localizan en quebradas, en los sectores de mayor altitud:

- Matorral hídrico - Pajonal: se registran cinco formaciones vegetales de matorral hídrico-pajonal, de las cuales tres se agrupan dada la dominancia en ellas de la especie *Parastrephia lucida* en el estrato arbustivo. Las especies herbáceas más representativas son *Anatherostipa venusta*, *Festuca chrysophylla* y *Pappostipa frigida*, destacando también el arbusto *Parastrephia quadrangularis*. Los estratos presentan generalmente una cobertura clara para ambos tipos biológicos. Se localizan en los sectores Altiplano Mina - Planta, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Variante A-97B. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 41 taxa, de los cuales cinco son especies endémicas de Chile y dos especies se encuentran en alguna categoría de conservación.
- Matorral hídrico - Pajonal hídrico: se registra una formación vegetal, en la que domina la especie *Parastrephia lucida* en el estrato arbustivo y *Festuca rigescens* en el estrato herbáceo. La cobertura vegetal es variable, de muy clara a clara según el tipo biológico. Las unidades de esta formación se localizan en quebradas del sector Altiplano Mina - Planta. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 27 taxa, de los

cuales tres son especies endémicas de Chile y dos especies se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).

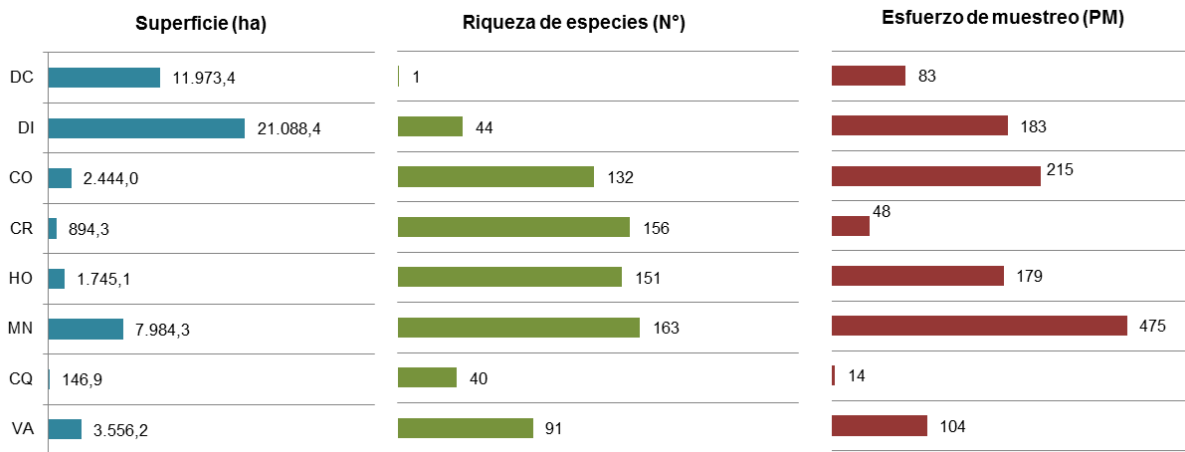
- Matorral hídrico - Vega: se registran dos formaciones vegetales, localizadas en quebradas de dos sectores, en Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. Los estratos presentan una cobertura variable entre muy clara y poco densa según el tipo biológico, y son representativas las especies *Parastrephia lucida* entre las arbustivas y *Deyeuxia curvula* y *Phylloscirpus acaulis* entre las herbáceas. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 42 taxa, de los cuales cuatro especies son endémicas de Chile y dos especies se encuentran en categoría de conservación (una amenazada y otra precautoria).
- Matorral - Pajonal hídrico: se registra una formación vegetal, localizada en el sector Altiplano Mina - Planta. Los estratos arbustivo y herbáceo presentan una cobertura escasa y muy clara (respectivamente) y dominan las especies *Baccharis tola* y *Festuca rigescens*. La riqueza de flora vascular registrada en estas formaciones es de 19 taxa, de los cuales una especie es de origen endémico de Chile y una especie se encuentra en categoría de conservación amenazada.

En relación a la flora registrada en el área de influencia, se observa una riqueza total de 299 taxa de plantas vasculares, pertenecientes a 55 familias taxonómicas, destacando: Asteraceae (74 taxa registrados), Poaceae (32 taxa), Fabaceae (21 taxa), Brassicaceae (19 taxa) y Cyperaceae (15 taxa). Tales familias se encuentran agrupadas en 165 géneros. Por otro lado, la riqueza acumulada a través de todas las campañas de muestreo consideradas en el presente estudio, aumenta hasta alcanzar estabilidad en la campaña de otoño 2015, a partir de la cual el registro de nuevas especies es menor. Tal situación supone haberse acercado a alcanzar el número total de especies que se puede encontrar en la zona, validando el esfuerzo de muestreo ejercido.

Cabe señalar, sin embargo, que en campañas posteriores a invierno 2015, se reduce el esfuerzo de muestreo en ciertos sectores del área de influencia, lo que pudo afectar la persistencia de nuevos registros de flora. Efectivamente existe una relación entre una mayor riqueza y un mayor esfuerzo de muestreo por sector (puntos de muestreo), esfuerzo de muestreo que, a su vez, está relacionado con su mayor superficie (el sector Altiplano Mina- Planta, por ejemplo; ver Figura 3.3.1-79); aunque también se dan casos de sectores con una mayor superficie y una menor riqueza (Desierto Interior), o con un menor esfuerzo de muestreo y una mayor riqueza en relación a otro (comparación entre sector Cordón Occidental y sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno; ver Figura 3.3.1-79).

Respecto a la riqueza por sectores del área de influencia, destacan los sectores Altiplano Mina - Planta (163 taxa, pertenecientes a 89 géneros y 29 familias), seguido por el sector Quebrada Choja - Ramucho (156 taxa, 36 familias y 100 géneros) y el sector Quebrada Huinquentipa - Ornajuno (151 taxa, 85 géneros y 31 familias). Por su parte, la menor riqueza se observa para el sector Desierto Costero, con la presencia única de la especie *Tillandsia landbeckii*.

Figura 3.3.1-79. Relación de la riqueza florística registrada en los sectores del Área de Influencia con su superficie y el esfuerzo de muestreo (PM) realizado en ellos



Donde: Sectores: DC: Desierto Costero, DI: Desierto Interior, CO: Cordón Occidental, CR: Quebrada Choja - Ramucho, HO: Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, MN: Altiplano Mina - Planta, CQ: Altiplano Cerro Quitala y VA: Altiplano Variante A-97B; Esfuerzo de muestreo indica a los Puntos de Muestreo (PM) por sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Al analizar la riqueza por tipo de vegetación, se observa que el tipo de vegetación zonal presenta una riqueza de 225 taxa y la vegetación azonal, 201 taxa. En otros recubrimientos que contienen a las áreas desprovistas de vegetación, áreas industriales y terrenos agrícolas, se registró un total de 69 taxa. Destaca el sector Cordón Occidental y Altiplano Mina - Planta, con valores de riqueza altos para el tipo de vegetación zonal (132 y 131 taxa respectivamente); Quebrada Choja - Ramucho y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, con riquezas altas en tipos de formación azonal correspondientes a 131 y 113 taxa, respectivamente. En más detalle, por tipo de recubrimiento se observa una mayor riqueza en el tipo de formación en matorrales zonales con 201 especies y una superficie importante de 5.554,1 hectáreas; seguido de los matorrales azonales con 157 especies en una superficie total de 163,1 hectáreas; 123 especies en matorral - estepa (zonal) y 5.468,7 hectáreas de superficie total, 112 especies en las formaciones de estepa, entre otras. Así, la riqueza puede variar en función de la superficie de cada recubrimiento y el esfuerzo de muestreo, sin embargo, depende principalmente de las características de las formaciones vegetales que estos conforman, condiciones ecológicas y su grado de alteración. Por ejemplo, en matorrales zonales, se registra la mayor riqueza de especies y presenta una superficie equivalente al 11,1% del área de influencia, proporción muy similar al del recubrimiento de matorral - estepa zonal, el que sin embargo presenta 78 taxa menos. También destaca el caso del recubrimiento de matorrales zonales, que concentran la mayor riqueza (201 taxa) y el mayor esfuerzo de muestreo (415 puntos), en relación a su superficie dado que concentra gran variabilidad de formaciones vegetales, mientras que en los matorrales azonales presentan la segunda mayor riqueza, pero un esfuerzo de muestreo menor (45 puntos) dado que su superficie está menos representada en el área de influencia.

La flora potencial del área de influencia se compone de 660 taxa, de los cuales fueron observados un total de 240, correspondientes al 36,4% de la flora potencial de la I Región de Tarapacá. De

estos, se registró el 36,6% de las especies potenciales de la clase Magnoliopsida (189 de 517), el 34,6% de especies potenciales de la clase Liliopsida (45 de 130). Para el resto de especies por clase observadas, se detectó un menor número de registros, pero abarcan casi la totalidad de sus especies potenciales respectivas.

Los valores de riqueza potencial observados son aceptables, dado que el área de influencia corresponde a una fracción menor de la superficie correspondiente a la flora potencial (superficie de toda la I región de Tarapacá). En este sentido, se debe igualmente considerar el carácter efímero de muchas de estas especies (hierbas anuales), cuya presencia depende absolutamente de condiciones meteorológicas estacionales (invierno altiplánico) y/o interanuales (ex. eventos El Niño), que hacen igualmente disminuir la probabilidad de su detección en terreno. Por otra parte, se debe considerar la posibilidad de una cierta sobreestimación de la flora potencial para el área, debido a que no todos los trabajos consultados para la constitución de esta base de datos potencial se encontraban actualizados para poder diferenciar la distribución geográfica de los taxa de las I y XV regiones actuales. Así, por ejemplo, el trabajo de Gatica-Castro *et al.* (2015) indica una riqueza de 543 especies nativas para la I Región actual, valor inferior a la flora potencial contabilizada (660 taxa, aun cuando el trabajo de estos autores no considere las especies alóctonas). La revisión de este trabajo permitió, efectivamente, detectar y excluir de la base de datos de flora potencial, 59 de los taxa indicados por otros autores como potenciales para la antigua I Región, por encontrarse presentes sólo en la XV Región actual. Cabe destacar, igualmente, que entre los taxa registrados en este estudio, 11 fueron identificados sólo a nivel de género ("sp."), lo que podría eventualmente afectar el porcentaje de especies detectadas en relación a las especies potenciales si, éstos representasen nuevos registros de flora una vez confirmados. Finalmente, es importante recalcar que varios de los autores incluidos dentro del listado de flora potencial, no consideraron especies de origen alóctono, así como otras especies nativas fuera del de su rango de distribución, las que sí fueron consideradas en este estudio. Respecto a estas últimas, 46 especies descritas en el presente estudio podrían corresponder a nuevos registros de especies para la I región de Tarapacá, no presentes en el listado de flora potencial.

En cuanto a la flora potencial por sector, destaca Altiplano Mina - Planta que registró la mayor proporción de la flora potencial (21,2%), seguido por el sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno (20,0%) y el sector Quebrada Choja - Ramucho (19,8%). Sin considerar el sector Desierto Costero (que presenta una única especie registrada de la flora potencial), los sectores Desierto Interior y Altiplano Cerro Quitala presentan la menor proporción de especies potenciales registradas.

En referencia a la diversidad *alfa* en el área de influencia, se analizaron la Riqueza (S), diversidad Shannon - Wiener (H') y Equidad evaluada por Índice de Pielou (E). Los mayores valores de diversidad H', se observan en sector Quebrada Choja - Ramucho (4,67), seguido de los sectores Quebradas Huiniquinta - Ornajuno (4,56) y Altiplano Mina - Planta (4,53), lo cual se asocia a mayores valores de equidad de la abundancia proporcional de las especies presentes, con valores de Índice de Pielou (E) correspondientes a 0,93, 0,91 y 0,89 respectivamente, y cuyos valores de riqueza son altos (156, 151 y 163 taxa, respectivamente). Por su parte, el menor valor

de diversidad fue registrado en el sector Altiplano Cerro Quitala (2,88), el que presenta tanto una baja riqueza (40 taxa), y una menor equidad de sus abundancias, con un valor de equidad de 0,78.

Se observa una variación de la diversidad en función de la estacionalidad (considerando, como se señaló antes, que a partir de otoño 2015 el muestreo tuvo un mayor énfasis en formaciones y especies de interés). En Desierto Interior, se observó en la campaña de verano 2015 su menor valor de H' (1,34), donde se realizó el mayor esfuerzo de muestreo (80 puntos de muestreo). Esto responde probablemente a condiciones menos favorables de mencionada estación (más seca), traduciéndose en una disminución del número de registros de especies y expresión heterogénea en los valores de abundancia relativa. Por ende, un descenso de la riqueza (15 taxa) y valor de equitatividad menor en dicha estación (0,49) asociado a valores heterogéneos de abundancias entre especies de las distintas formaciones vegetales y una proporción importante de especies del tipo hierba anual observados en su composición florística, sensibles a cambios estacionales. No obstante, se observa una débil variación estacional de la diversidad en el sector Altiplano Mina - Planta, que fluctúa de 4,0 (invierno 2014) a 4,78 (otoño 2015), donde la riqueza varía, pero la abundancia proporcional entre las especies también es alta, por lo cual los valores de equidad prácticamente se mantienen. También en Altiplano Cerro Quitala, entre las estaciones de primavera 2014 y verano 2015, se observa que se mantienen los valores de diversidad H' (2,22 a 2,47), pese a que de una estación a otra el valor de riqueza que aumenta (10 y 24 taxa, respectivamente), pero es compensado por un bajo valor de equitatividad (E : 0,96 y 0,78, respectivamente). Por lo cual, este caso respondería a características de la estructura de la vegetación.

Respecto a la diversidad por tipo de vegetación, se observa en formaciones del tipo zonal fluctuaciones de la diversidad entre valores 0,12 y 4,08. Los matorrales presentan valores de diversidad máxima más altos, y menores fluctuaciones estacionales en los valores de diversidad. El tipo matorral presenta mayores valores de diversidad estacional ($>3,00$) excepto en campaña de otoño 2016, que presenta menores valores de riqueza y de equidad entre especies. Le siguen los tipos mixto de matorral – pajonal y matorral con suculentas, que presentan menores valores de riqueza, pero altos valores de H' máxima estacional (3,50 en invierno 2015 y 3,48 en otoño 2015, respectivamente) y altos valores de equidad entre especies, junto con la dominancia de especies arbustivas de estos tipos de formaciones. Para el caso de las formaciones herbáceas, presentan las mayores fluctuaciones estacionales en valores de diversidad. El tipo herbazal, registra valores más bajos de diversidad ($<2,62$) y mayor fluctuación de riqueza y equidad, por la persistencia de herbáceas anuales, características de este tipo de formación. El tipo pajonal presenta valores de diversidad máxima estacional altos (3,06) fluctuando por sobre 2,00 valores equidad mayor y constante que el caso de los herbazales (sin considerar verano y otoño 2016 que presentan tan solo dos puntos de muestreo; E : $>7,00$, en todas las estaciones), dado que son dominadas por especies herbáceas perennes cespitosas. El tipo Bosque nativo, con menor representación, presenta un menor esfuerzo de muestreo, los menores valores de diversidad (H' máxima: 0,82), baja riqueza (seis taxa) y heterogeneidad en las abundancias de las especies registradas, reflejadas en valores de equidad bajos (E máxima: 0,51).

Para el caso del tipo de vegetación azonal, la diversidad (H') es menor que la observada en la vegetación zonal, y fluctúa entre valores 0,32 y 3,60. Asimismo, se observan menores valores de riqueza (S : <40 taxa, excepto para el matorral hídrico), equidad (E : <0,85) y diversidad por campaña (H' <3,00; excepto para el matorral hídrico) y una mayor fluctuación de estos últimos valores, mostrando mayor independencia del esfuerzo de muestreo desplegado. Destaca el tipo matorral hídrico, con el mayor valor de H' máxima (3,60, en otoño 2015) y valores sobre 2,40 en todas las estaciones; mayor riqueza (fluctúa entre 23 y 100 taxa) y equitatividad (E : 0,64 a 0,80) excepto en campaña verano 2016 donde se efectuó un menor esfuerzo de muestreo. En el tipo Vega, se observó una diversidad máxima de 2,58 en verano 2015, Bofedal - Pajonal hídrico (H' máxima: 2,39; Verano 2016), Matorral hídrico – Pajonal (H' máxima: 2,38; Otoño 2015), donde se observó variación estacional importante de la diversidad. Los menores valores de diversidad estacional, se observan en Bofedal – Vega y mixto de Matorral – Pajonal hídrico, con valores de H' 1,68 en invierno 2015 en ambos casos, y en formaciones azonales muertas, valores de diversidad menores a 0,7 en dos campañas con riqueza de tres taxa.

En referencia a la diversidad *beta* para el área de influencia, se registran valores de similitud en la composición florística que no superan el 72%, para el índice de Sorensen, en los distintos sectores del área de influencia. La mayor similitud resulta al comparar los sectores Altiplano Mina – Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (71,3%; 112 especies comunes), y le siguen Cordón Occidental y Quebrada Choja – Ramucho (57,6%; 83 especies en común). Otros valores destacables son Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Quebrada Choja - Ramucho (55,4% de similitud), Altiplano Mina - Planta y Altiplano Variante A-97B (54,3% de similitud); entre Cordón Occidental y Altiplano Mina - Planta (55,4% de similitud); y entre Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Altiplano Variante A-97B (53,6% de similitud). Los menores valores observados corresponden a Desierto Costero (0% de similitud con todos los sectores), Desierto Interior con Altiplano con Variante A-97B (4,4%, tres especies en común) y Desierto Interior con Altiplano Cerro Quitala (4,4%, dos especies en común), Estos últimos sectores se encuentran a diferentes altitudes y condiciones fisiográficas y climáticas locales, lo que determina la composición florística particular de cada sector en particular. Además, ninguno de los taxa registrados se detectó en todos los sectores, situación que varía desde unas pocas especies comunes (13 taxa presentes en seis de ocho sectores), hasta 94 taxa registrados exclusivamente en uno de los sectores, situación que contribuye a la diferenciación de cada sector.

El análisis de *cluster* muestra el grado de similitud entre los distintos sectores, en base la riqueza observada por sector. Se muestra una diferenciación particular de un 100% del sector Desierto Costero con el resto de sectores del área de influencia. Posteriormente, sigue el sector Desierto Interior, con un valor de significancia de *bootstrap* de 100%, por el bajo número de especies comunes con sectores ubicados en mayores altitudes (14 especies exclusivas de un total de 44). Posteriormente se diferencian significativamente el sector Altiplano Cerro Quitala (con soporte de *bootstrap* de 100%), que presenta menor riqueza florística. Posteriormente se diferencian dos grupos; el primero reúne el sector Cordón Occidental y el sector Quebrada Choja – Ramucho, que no se diferencian estadísticamente (soporte de *bootstrap* de 77%, 83 especies comunes); el segundo grupo reúne Altiplano Mina – Planta y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno,

correspondientes a sectores de mayor similitud (con un soporte de *bootstrap* de 99%; 112 especies comunes), el cual se encuentra cercano en similitud al sector Altiplano Variante A-97B, sin llegar a diferenciarse significativamente (*bootstrap* de 52%).

En cuanto al origen geográfico de las especies registradas, para aquellas que se pudo determinar (identificadas a nivel de especie), 223 (74,6%) corresponden a especies nativas, 50 a especies endémicas (16,7%) y 13 son de origen alóctono (4,4%). Considerando las formas de vida de la flora registrada, dominan las hierbas perennes con casi la mitad de especies (147; 49,2%), a las que le siguen los arbustos (75 especies; 25,1%), las hierbas anuales (66; 22,1%), las especies arbóreas y suculentas (cinco; 1,7%) y una especie parásita (0,3%).

Las especies más frecuentemente registradas en el área de influencia corresponden a los arbustos *Baccharis tola* (726 puntos de muestreo), la herbácea cespitosa *Pappostipa frigida* (655) y *Parastrephia quadrangularis* (646). Por otra parte, 54 taxa fueron registradas en sólo un punto de muestreo (al menos en una campaña estacional), correspondiendo a las especies menos frecuentes registradas.

Las especies con alguna categoría de conservación, ascienden a 18 taxa, encontrándose clasificadas bajo el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) bajo protección oficial, Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (LRFT) y Boletín N°47; además, de los no oficiales como Anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Anexos del LRFT). Entre las especies con categoría de conservación oficial (RCE), se registran bajo la clasificación de Amenazadas: *Metharme lanata* "En Peligro"; *Azorella compacta*, *Myrosmodes nervosa* y *Malesherbia tenuifolia*, "Vulnerables", *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus*, *Haageocereus fascicularis*, *Asplenium triphyllum* y *Woodsia montevidensis* "Casi Amenazadas". Bajo la clasificación de Precautorias se registran las especies *Oreocereus leucotrichus*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Maihueniopsis boliviana*, *Corryocactus brevistylus*, *Argyroschosma nivea* var. *nivea*, *Cheilanthes pruinata*, *Pellaea ternifolia*, *Equisetum giganteum* y *Prosopis alba* "en Preocupación Menor". La especie con categoría de conservación no oficial corresponde a la hierba *Tillandsia landbeckii*, clasificada como "Vulnerable" (clasificada en los anexos del LRFT, Benoit et al. 1989).

De acuerdo al tipo de vegetación y sus recubrimientos de suelo, destaca el registro de especies en categorías de conservación en los matorrales zonales (14 especies), seguido de los matorrales azonales (siete especies) y de la estepa (seis especies). Las áreas desprovistas de vegetación destacan también con nueve especies en categoría y los herbazales zonales (seis especies). Los otros recubrimientos presentan de una a tres especies con alguna categoría de conservación.

En relación a los sectores del área de influencia, el sector Quebrada Choja - Ramucho presenta nueve especies en categoría de conservación, los sectores Cordón Occidental y Altiplano Variante A-97B siete especies; el sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno con seis especies; el sector Desierto Interior y Altiplano Mina - Planta con cinco especies y los sectores Altiplano Cerro Quitala y Desierto Costero con dos y una especie en categoría, respectivamente.

Finalmente, es importante mencionar el registro de especies de flora vascular en algunas unidades de tres recubrimientos de suelo sin vegetación natural del área de influencia (con una cobertura vegetal inferior al 5%): áreas industriales, áreas desprovistas de vegetación y terrenos agrícolas. Estos registros, con baja abundancia y presentes de manera aislada, pueden tratarse en algunos casos de especies clasificadas en alguna categoría de conservación. Así:

- En dos unidades de las áreas industriales (una en el sector Altiplano Mina- Planta y otra en el sector Desierto Interior) se registran un total de dos especies, ambas en categoría de conservación precautoria: la arbórea *Prosopis alba* “algarrobo” (“Preocupación menor” de acuerdo al D.S. N°13/2013 MMA y listada en el D.S. N° 68/2009) y la cactácea *Maihueniopsis boliviana* “puskayo” (en “Preocupación menor” según D.S. N° 19/2012 MMA).
- En las áreas desprovistas de vegetación se registra un total de 62 especies, en varias unidades del área de influencia y en casi todos los sectores; y entre estos registros se incluyen nueve especies con alguna categoría de conservación (una no oficial y ocho oficiales): *Tillandsia landbeckii* (categoría no oficial “Vulnerable” según anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile; Benoit et al. 1989); *Prosopis alba* (“Preocupación menor” de acuerdo al D.S. N°13/2013 MMA y listada en el D.S. N° 68/2009); *Metharme lanata* (“En peligro” según el D.S. N°42/2011 MMA); *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* (“Casi amenazada”, según el D.S. 41/2011 MMA); *Haageocereus fascicularis* (“Casi amenazada” según el D.S. N°13/2013 MMA); *Azorella compacta* (en categoría “Vulnerable” en el D.S. N°51/2008 MINSEGPRES); *Maihueniopsis boliviana* “puskayo” y *Cumulopuntia sphaerica* “gatito” (en “Preocupación menor” según D.S. N° 19/2012 MMA) y *Oreocereus leucotrichus* (en “Preocupación menor” en el D.S. N°13/2013 de MMA).
- En los terrenos agrícolas abandonados, se registran ocho especies de flora vascular, en varias unidades ubicadas en la Quebrada de Maní del sector Desierto Interior, entre las cuales se cuenta la especie en categoría precautoria *Prosopis alba* (“Preocupación menor” de acuerdo al D.S. N°13/2013 MMA y listada en el D.S. N° 68/2009).

3.3.1.6.2 Sector Desierto Costero

El sector de Desierto Costero abarca una superficie de 11.973,4 hectáreas. La superficie con vegetación de este sector, recubre un 0,1% de la superficie total (15,2 hectáreas), y se encuentra representada por una única formación azonal correspondiente al herbazal de *Tillandsia landbeckii*. El área correspondiente a otros recubrimientos ocupa el 99,9% de la superficie del sector (11.958,2 hectáreas) y se encuentra representada por áreas naturales desprovistas de vegetación y áreas industriales, insertas en la región del desierto absoluto.

El herbazal de *Tillandsia landbeckii* se considera ambientalmente singular, y se distribuye en unidades discontinuas o fragmentos de vegetación que se concentran en laderas de exposición suroeste en las zonas más altas del sector, donde tendrían mayor influencia las neblinas costeras. Se encuentran ubicadas en algunos enclaves de la cordillera de la costa a una distancia aproximada de 27,1 kilómetros del borde costero.

Tillandsia landbeckii fue la única especie detectada en el sector; es una herbácea perenne proveniente de la familia Bromeliaceae. Es nativa de Chile y posee un rango de distribución que va desde la XV Región de Arica y Parinacota, hasta la IV Región de Coquimbo. Respecto al estado de conservación de esta planta vascular, se encontraría como “Vulnerable” (categoría no oficial) según lo descrito en los anexos del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit et al. 1989).

Según los datos reunidos, esta especie presentó una abundancia entre 5% y 25% de cobertura, conformando formaciones de herbazal en laderas de exposición suroeste.

No se registran especies afectas al Decreto N° 68/2009 en el área correspondiente a Desierto Costero. Tampoco se registraron formaciones vegetales afectas a los instrumentos de planificación de gestión del patrimonio establecidos en la Ley N° 20,283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

3.3.1.6.3 Sector Desierto Interior

La superficie total del sector abarca 21.088,4 hectáreas. La vegetación del sector ocupa un 0,5% de la superficie total (100,2 hectáreas) y se encuentra localizada en el área de quebrada de Maní, en zonas correspondientes a quebradas que nacen en la cordillera y penetran marginalmente al interior del desierto. Dado que se encuentra ubicado en la región del desierto absoluto, el otro 99,5% (20.988,2 hectáreas) corresponde a otros recubrimientos (áreas sin vegetación).

La vegetación de este sector es de tipo zonal y se divide en tres tipos de recubrimiento de suelo: estepas, matorrales y bosque nativo. El recubrimiento de Estepa ocupa 24,8 hectáreas (0,1%) y cuenta con sólo una formación vegetal, herbazal de *Neuontobotrys grayana*. El recubrimiento de matorrales está compuesto por tres formaciones vegetales: matorral de *Hoffmannseggia aphylla*, matorral de *Huidobria fruticosa*, y matorral de *Baccharis salicifolia*. Todas estas formaciones abarcan una superficie de 74,8 hectáreas (0,4%) del sector. Finalmente, el recubrimiento de bosque nativo, ocupa 0,6 hectáreas (0,003%) y corresponde a la formación de bosque nativo de *Schinus areira*.

El número de especies de flora vascular encontradas es de un total de 44 taxa, clasificados en 23 familias y 37 géneros. Se determinó que 25 (56,8%) de ellas, corresponden a especies nativas, 17 son especies endémicas de Chile (38,6%) y una de origen alóctono (2,3%). Además, para un taxón (2,3%) no se determinó su origen geográfico, dado que fue identificada sólo a nivel de género.

En cuanto al rango de distribución de las especies registradas, 25 de ellas presentan una distribución moderadamente restringida (56,8%), 10 son no restringidas (22,7%), dos son restringidas a la I Región de Tarapacá (4,5%), cinco están fuera de su rango de distribución (11,4%), para un taxón su rango de distribución no fue determinado debido a que fue identificada sólo hasta nivel de género (2,3%), y finalmente una especie alóctona, a la cual no se aplicó el criterio (2,3%).

Las formas de crecimiento dominantes en el sector corresponden a la arbustiva, con 14 (31,8%) especies, seguida de 13 hierbas anuales (29,5%), 12 hierbas perennes (27,3%), cuatro especies arbóreas (9,1%) y una suculenta (2,3%). La mayor proporción de nuevos registros corresponden a hierbas anuales y perennes, cuyos máximos valores observados (ocho y cinco nuevos registros, respectivamente) se sitúan en estaciones asociadas a eventos de aumento de precipitaciones extraordinarios (campaña otoño 2015).

De la riqueza total de especies vasculares del sector Desierto interior, la especie más frecuente fue *Huidobria fruticosa* registrada en 31 inventarios. Su cobertura en los inventarios florísticos va desde unos pocos individuos hasta un 25% de cobertura. En segundo lugar, las especies *Cistanthe amaranthoides* y *Baccharis salicifolia*, registradas en 12 y 11 puntos de muestreo, respectivamente. La especie *C. amaranthoides*, presentó valores de abundancia bajos, de unos pocos individuos hasta un 25%; *B. salicifolia*, por su parte, se registró con valores de abundancia con valores inferiores al 1% y hasta un 75% en las distintas formaciones. Adicionalmente, 19 especies fueron halladas en un solo punto de muestreo en todo el sector.

Cinco especies en categorías de conservación son registradas en el sector de Desierto Interior. Estas son *Prosopis alba* ("Preocupación menor" de acuerdo al D.S. N°13/2013 MMA Noveno proceso y listada en el D.S. N° 68/2009), *Metharme lanata* ("En peligro" según el D.S. N°42/2011 MMA Séptimo proceso), *Malesherbia tenuifolia* ("Vulnerable", según el D.S. N° 42/2011 MMA Séptimo proceso), *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* ("Casi amenazada", según el D.S. 41/2011 MMA) y *Haageocereus fascicularis* ("Casi amenazada" según el D.S. N°13/2013 MMA Sexto proceso).

Finalmente, destacan como formaciones ambientalmente singulares la unidad de bosque de *Schinus areira*, considerado un Bosque de Preservación: el matorral de *Huidobria fruticosa*, dado que presenta la mayor riqueza del sector y con un alto porcentaje de especies endémicas y la presencia de una especie con distribución restringida y a su vez en categoría de conservación amenazada.

También se consideran siete unidades de áreas desprovistas de vegetación por la presencia de especies amenazadas, particularmente la especie *Metharme lanata* clasificada En Peligro y registrada únicamente en esas áreas; además se consideran las dos unidades de formaciones xerofíticas con presencia de *Prosopis alba*, y, por último, se añaden dos unidades que intersectan con la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal donde no se observaron especies de flora vascular.

3.3.1.6.4 Sector Cordón Occidental

El sector Cordón Occidental abarca una superficie de 2.444,0 hectáreas del área de influencia del proyecto. Del total, el área cubierta por vegetación cubre un 77,8% de la superficie y está representada por formaciones de estepa (pajonales y herbazales), matorral (matorrales, matorral con suculentas) y formaciones mixtas entre estepa y matorral (matorral – pajonal). El restante

22,3% de la superficie corresponden a otros recubrimientos, localizadas en las áreas de menor altitud.

La vegetación predominante en el sector corresponde a formaciones de matorral, las cuales representan el 41,5% de la superficie del sector. De estas destacan, debido a la gran cantidad de superficie que representan, las formaciones de matorral de *Atriplex glaucescens* con 240,4 hectáreas. El segundo recubrimiento vegetal de importancia corresponde al recubrimiento mixto de matorral – estepa (matorral – pajonal), que representa un 28,5% de la superficie del sector (696,6 hectáreas). De estos destacan por su superficie el matorral – pajonal de *Adesmia spinosissima*, *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida*, con 255,6 hectáreas, y el matorral - pajonal de *B. tola*, y *P. frigida* con 180,4 hectáreas. Por último, las formaciones de estepa representan un 7,8% de la superficie del sector, donde la formación vegetal con mayor superficie corresponde al herbazal de *Tetragonia microcarpa* y *Neuontobotrys tarapacana*, con 81,7 hectáreas (3,3%).

Durante las campañas estacionales realizadas, se relevó un total de 212 puntos de muestreo (todos ellos con inventario florístico) en el sector Cordón Occidental. Se registra un total de 132 taxa de plantas vasculares, pertenecientes a 84 géneros y 27 familias. Las familias más representadas son Asteraceae, Poaceae y Brassicaceae, con 38, 15 y 13 especies registradas respectivamente. Hay 13 familias que se encuentran representadas por una especie. 96 (72,7%) taxa corresponden a especies de origen nativo donde la especie más frecuente corresponde a *Pappostipa frígida*; 30 especies son endémicas (22,7%) cuya especie más frecuente es *Atriplex glaucescens*. Por su parte, dos especies son de origen alóctono (2,3%) de las cuales, la más frecuente corresponde a *Lepidium sativum*; y se registran cuatro taxa cuyo origen no fue determinado, dado que fueron identificados a nivel de género (tres taxa; 2,3% de la riqueza), y como especie “afín” (un taxa; 0,8% de la riqueza).

En referencia a la distribución de especies registradas en el sector, 82 especies presentan una distribución geográfica moderadamente restringida (62,1% de la riqueza considerada en el sector), 27 especies presentan una distribución no restringida (20,5% de la riqueza) y 12 se encuentran fuera de su rango de distribución (9,1% de la riqueza). Por otra parte, fueron registradas cinco especies cuyo rango de distribución geográfica se encuentra restringido a la I Región de Tarapacá (3,8% de la riqueza). Cabe señalar, además, que tres de estas cinco especies son de origen endémico, por ende, sólo presentes en la región de Tarapacá; y además, tres de estas especies restringidas se encuentran clasificadas en categoría de conservación oficial. Dos especies alóctonas no clasifican de acuerdo a su rango de distribución y para los cuatro taxa no identificados hasta nivel de especie, su rango de distribución se considera no determinado.

La forma de vida dominante en el sector corresponde a la arbustiva con 47 especies (35,6% de la riqueza del sector), seguido por las hierbas perennes, con 41 especies (31,1% de la riqueza). Asimismo, se observó un descenso continuo de nuevos registros (especies) por cada forma de crecimiento, conforme avanzaban las campañas estacionales. La mayor proporción de nuevos registros correspondió a las hierbas del tipo anual y perenne (17 y ocho nuevos registros,

respectivamente), en estaciones asociadas a eventos de precipitaciones extraordinarias (campaña otoño 2015).

Por su parte, las especies registradas con mayor frecuencia en el sector corresponden a *Pappostipa frigida* y el arbusto *Baccharis tola* (detectados en 112 y 110 puntos de muestreo con inventario, respectivamente). Todas estas especies presentan valores de abundancia relativa que las convierte en especies dominantes en varias de las formaciones vegetales descritas para el sector. Por otro lado, se detectaron 30 especies poco frecuentes que sólo fueron registradas en un inventario florístico en al menos una estación, presentándose éstas además con baja cobertura por formación vegetal. Además, en campañas de verano 2016 y otoño 2016 se observan registros con baja frecuencia y la ausencia de algunos registros, dado que los esfuerzos de muestreo fueron bajos en el sector (dos y tres puntos de muestreo con inventario florístico, respectivamente), y enfocados en abordar formaciones vegetales menos representadas en otros sectores del área de influencia y a los planes de acción de especies en categoría

Se registran siete especies en categoría de conservación oficial. El arbusto *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* se encuentra en categoría “Casi Amenazada”, en el D.S. N°41/2011 MMA, mientras que *Malesherbia tenuifolia* se encuentra en categoría “Vulnerable” en el D.S. N°42/2011 MMA. Asimismo, las cactáceas *Cumulopuntia sphaerica*, *Maihueniopsis boliviana* y *Corryocactus brevistylus* se encuentran clasificadas en categoría “Preocupación menor” en el D.S. N°19/2012 MMA; mientras que *Haageocereus fascicularis* se encuentra en categoría “Casi Amenazada” en el D.S. N° 13/2013 MMA, *Oreocereus leucotrichus* en categoría “Preocupación menor”, en el D.S. N°13/2013 MMA. La arbustiva *Azorella compacta* se encuentra en la categoría “Vulnerable” en el D.S. N°51/2008 MINSEGPRES.

En cuanto a la singularidad ambiental del sector Cordón Occidental, se distinguen 93 unidades cartográficas, donde destacan nueve formaciones vegetales ya sea por presentar importantes valores de riqueza, endemismos, especies con distribución restringida y/o especies en categoría de conservación amenazada. Entre ellas, destaca el matorral de *Atriplex glaucescens* con la concentración de los valores más importantes de flora vascular (97 especies, 35 de ellas endémicas y tres con distribución restringida). Cabe destacar, que en todas estas unidades identificadas como singulares, se observan de dos a tres especies amenazadas.

Por otra parte, se incluye entre las áreas singulares, seis unidades de áreas desprovistas de vegetación, en las cuales se detectó la presencia de especies en categoría de conservación amenazadas.

3.3.1.6.5 Sector Quebrada Choja - Ramucho

Este sector comprende 894,3 hectáreas. La superficie sin vegetación corresponde a áreas naturales desprovistas de vegetación, representadas por cajas de río, afloramientos rocosos y cumbres con 18,8 hectáreas, que representan un 2,1% de la superficie. La vegetación recubre un 97,9% de la superficie con 875,5 hectáreas, correspondientes a vegetación zonal y azonal.

Las formaciones de tipo zonal, están representadas por los recubrimientos: estepa (herbazal y pajonal; 0,8%) y matorrales (matorral, matorral con suculentas; 93%). Por su parte, las formaciones de tipo azonal corresponden a matorrales (matorral hídrico; 4,1%) y humedales (vega; 0,03%).

El tipo de formación dominante corresponde a matorral, de tipo zonal, que comprende 831,3 hectáreas, equivalentes al 93% de la superficie del sector. A su vez, la formación vegetal con mayor extensión corresponde al matorral de *Ephedra breana*, con 216,8 hectáreas y 24,2% de la superficie del sector.

En este sector, durante las campañas estacionales, se relevó un total de 48 puntos de muestreo de los cuales 44 cuentan con inventarios florísticos, en las distintas formaciones vegetales, registrando un total de 156 taxa agrupados en 100 géneros, de 36 familias. De estas, 113 especies (72,4%) son de origen nativo, 30 especies (19,2%) de origen endémico, 11 registros cuyo origen geográfico es alóctono (7,1%) y dos taxa de origen no determinado (1,3%) que fueron identificadas a nivel de género.

Respecto a la distribución de las especies, de los 156 taxa, 77 especies (49,4%) presentan una distribución moderadamente restringida, 49 especies (31,4%) con distribución no restringida, dos taxa (1,3%) con distribución no determinada debido a que fueron identificadas a nivel de género. También fueron registradas 11 especies (7,1%) alóctonas cuya distribución no aplica y cuatro registros (2,6%) con una distribución geográfica restringida a la I Región de Tarapacá. Además, se registraron 13 especies (8,3%) fuera de su rango de distribución.

La forma de crecimiento dominante en el sector, corresponde a las hierbas perennes con 70 (44,9%) especies registradas a lo largo de las campañas estacionales, 43 especies (27,6%) arbustivas, 36 especies (23,1%) de hierbas anuales, cinco especies (3,2%) cuya forma de vida es suculenta, una especie arbórea (0,6%) y finalmente una especie parásita (0,6%). La especie arbórea y la parásita corresponden a *Pyrus communis* y a *Cuscuta suaveolens* respectivamente. Igualmente, respecto a los nuevos registros en las diferentes campañas estacionales; las campañas de invierno 2014 y otoño 2015 tuvieron los mayores registros, destacando a las hierbas perennes con 18 y 15 especies respectivamente.

Las especies más frecuentes corresponden al arbusto *Atriplex glaucescens*, registrado en 32 inventarios, con abundancias principalmente menores al 1%. Respecto a las especies menos frecuentes en el sector, se observó un total de 55 taxa, registrados en un sólo inventario en alguna de las campañas estacionales.

De acuerdo a las especies que se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación según el reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se presentan 9 especies en el sector y corresponden a: *Myrosmodes nervosa* “kolo-kolo” y *Malesherbia tenuifolia* en categoría “Vulnerable” según el D.S. N° 41/2011 de MMA y D.S. N° 42/2011 de MMA, respectivamente. Las suculentas *Equisetum giganteum* (Equisetaceae) y *Oreocereus leucotrichus* “Chastudo” se encuentran como “Preocupación menor”, y *Haageocereus fascicularis* (Cactaceae) como “Casi

amenazada” en el D.S. N° 12/2012 MMA. Por otro lado, las cactáceas *Corryocactus brevistylus*, *Maihueiopsis boliviana* “Puskayo” y *Cumulopuntia sphaerica* “Gatito” se clasifican como “Preocupación menor” según D.S. N° 19/2012 MMA y la especie arbustiva *Aphyllocladus denticulatus* var. *calvus* (Asteraceae) se encuentra “Casi amenazada (a nivel de especie)” según el D.S. N° 41/2011 de MMA. Adicionalmente, *Equisetum giganteum* se encuentra listada en el Decreto N° 68/2009, encontrándose en una unidad vegetal, las cuales se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico.

Respecto a la singularidad ambiental del sector, se identifican 24 unidades cartográficas, donde se incluyen 12 formaciones vegetales del sector. Entre éstas, destacan dos unidades de vega (formaciones azonales de tipo humedal) y dos formaciones vegetales con alta riqueza de especies, que además presentan una concentración de especies endémicas y registran especies en alguna categoría de conservación (matorral hídrico de *Baccharis alnifolia* y matorral hídrico de *B. alnifolia* y *Ophryosporus pinifolius*).

Además, destacan varias unidades que se consideraron ambientalmente singulares por presentar especies en categoría amenazada, correspondientes a 10 unidades de matorral (en tres formaciones vegetales), tres unidades de matorral con suculentas (en tres formaciones vegetales) y 10 unidades de matorral hídrico (en cuatro formaciones vegetales).

Finalmente, en el sector se presenta una unidad cartográfica de formación xerofítica con la especie *Equisetum giganteum*, la cual a su vez se denomina formación xerofítica de alto valor ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación, por lo tanto, también se incluye dentro de las formaciones ambientalmente singulares (una unidad de matorral hídrico).

3.3.1.6.6 Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno

Esta cuenca se compone principalmente por dos quebradas, Huinquentipa que se une con quebrada Guatacondo, y que a su vez confluyen con quebrada Ornajuno. La superficie total del sector corresponde a 1.745,1 hectáreas del área de influencia del proyecto.

La superficie clasificada como otros recubrimientos representa el 5,3% en el sector y está compuesta por 92,0 hectáreas, dentro de estas, las áreas industriales abarcan 40,6 hectáreas y las áreas desprovistas de vegetación comprenden 51,4 hectáreas. Por otro lado, la vegetación zonal recubre 1.506,3 hectáreas, lo que corresponde al 86,3% de la superficie del sector y está representada por formaciones de estepas (pajonal y herbazal), matorrales zonales (matorral y matorral con suculentas) y formaciones mixtas de matorral - estepa (matorral - pajonal). En cuanto a la vegetación azonal (146,7 hectáreas) ésta presenta los tipos de recubrimientos matorrales (matorral hídrico), humedales (pajonal hídrico, vega, bofedal, vega - pajonal hídrico, bofedal - pajonal hídrico, bofedal - vega); y dos recubrimientos de formaciones azonales mixtas, correspondientes a matorral - humedal (matorral hídrico - vega) y matorral - estepa (matorral hídrico - pajonal).

Cabe señalar que, dentro de la clasificación de humedales se registran dos unidades con vegetación muerta, que en conjunto representan un 0,1% de la superficie del sector con 2,3 hectáreas.

La vegetación que predomina en el sector corresponde al tipo de formación matorral, con el 40,7% de la superficie (710,2 hectáreas), donde destaca la formación vegetal matorral de *Atriplex glaucescens* con 153,1 hectáreas (8,8% de la superficie del sector), seguido de matorral de *Parastrephia quadrangularis* con 144,6 hectáreas (8,3%). En cuanto a las formaciones mixtas de matorral – estepa, son las segundas más representativas con 579,7 hectáreas (33,2%), donde destaca el matorral – pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida* con 248,0 hectáreas (14,2% del sector). Finalmente destaca el tipo de formación de pajonal con 212,9 hectáreas (12,2%) cuya formación vegetal correspondiente a pajonal de *Festuca chrysophylla*, comprende una superficie de 89 hectáreas (5,1%). Los tipos de formación de pajonal hídrico y vega – pajonal hídrico representan menores superficies con 0,03% cada una.

A partir de los muestreos, se registra un total de 151 taxa de flora vascular en el sector, perteneciente a 85 géneros, agrupada en 31 familias taxonómicas. De estas, 122 (80,8%) especies corresponden a nativas, 21 de origen endémico (13,9%) y una corresponde a una especie alóctona (0,7%). Para siete taxas no pudo ser determinado (4,6%) por tratarse de especies identificadas a nivel de género.

Las familias más representadas son la familia Asteraceae con 48 especies registradas, seguida de Poaceae con 20, y la familia Cyperaceae con 11 especies registradas. La única especie representante de la familia Calceolariaceae es de origen endémico. Asimismo, 14 familias se encuentran representadas por una especie.

Respecto a la distribución de las especies registradas en el sector, de las 151 taxa, 46 (29,8%) presentan una distribución no restringida, 86 (57,0%) como moderadamente restringida, una especie (*Senecio coscayanus*) con distribución restringida a la Región de Tarapacá (0,7%) y seis registros (4%) con distribución no determinada debido a que fueron identificadas a nivel de género, y para una especie (*Lepidium sativum*: 0,7%) no se aplicó una clasificación en cuanto a rango de distribución debido a su carácter de alóctona. Finalmente, se registró un total de 11 taxa fuera de su rango de distribución (7,3% de la riqueza del sector), los que constituirían nuevos registros (o confirmaciones) de estas especies para la I región de Tarapacá.

La forma de crecimiento dominante en el sector, corresponde a las hierbas perennes con 80 taxa (52,3%) registrados en las nueve campañas estacionales, 45 especies arbustivas (29,8%), 24 hierbas anuales (16,6%), y dos especies suculentas (1,3%), correspondientes a *Maihueniopsis boliviana* y *Cumulopuntia sphaerica*. Asimismo, en las diferentes campañas estacionales realizadas en el sector, se observó que la mayor proporción de nuevos registros en cada campaña, corresponden a hierbas perennes y anuales, en las campañas de primavera 2014 (16 y seis nuevos registros, respectivamente) y verano 2015 (12 y nueve registros, respectivamente).

Las especies más frecuentes corresponden al arbusto *Baccharis tola* registrado en 126 inventarios, con valores de abundancia relativa que van desde unos pocos individuos hasta un rango máximo entre 25 y 50% de cobertura, *Parastrephia quadrangularis* registrada en 112 inventarios florísticos, la cual alcanza valores de abundancia relativa que van desde unos pocos individuos hasta un rango entre 50 y 75%, y *Maihueiopsis boliviana* registrada en 96 inventarios florísticos, con valores de abundancia relativa generalmente bajas que van de pocos individuos hasta 25% en algunos casos.

De acuerdo a las especies que se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación según el reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se presentan seis especies en el sector. Estas especies corresponden a las cactáceas *Maihueiopsis boliviana* y *Cumulopuntia sphaerica*, ambas clasificadas en categoría “Preocupación menor” por D.S. N°19/2012 de MMA. El arbusto *Azorella compacta*, clasificado como “Vulnerable” según D.S. N°51/2008 de MINSEGPRES. La herbácea *Myrosmodes nervosa*, clasificada como “Vulnerable” según D.S. N°41/2011 de MMA. Finalmente, los helechos *Argyroschosma nivea* y *Pellaea ternifolia*, clasificados por D.S. N°13/2013 de MMA y D.S. N°52/2014 de MMA, respectivamente, en categoría “Preocupación menor”.

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie, correspondiente a *Azorella compacta* (Llaretá) se encuentra categorizada como “Vulnerable” en el Libro Rojo de La Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

En este sector se presentan seis unidades de formaciones xerofíticas con *Azorella compacta*, que abarcan 26,6 hectáreas de superficie. Estas a su vez se denominan Formaciones Xerofíticas de Alto Valor Ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso “Vulnerable”- según Reglamento de Clasificación de Especies.

Para el sector, se han considerado 57 unidades cartográficas de formaciones vegetales ambientalmente singulares, correspondientes a 50 unidades de formaciones azonales y siete en formaciones zonales (incluidas en 27 formaciones vegetales). En primer lugar, fueron consideradas formaciones azonales de tipo humedal, incluyendo dos unidades con vegetación muerta (43 unidades cartográficas de humedales).

También destacan 12 unidades singulares por la presencia de especies en clasificación de amenazadas, correspondientes a dos unidades en dos formaciones vegetales de matorral - pajonal, cuatro unidades en tres formaciones vegetales de matorral, cinco unidades en dos formaciones vegetales mixtas de matorral hídrico (con pajonal y vega) y una unidad en un matorral hídrico.

Finalmente, fueron incluidas la totalidad de las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico del sector, dado que presentan tanto especies listadas en el Decreto N° 68/2009 como especies en categoría de amenaza (*A. compacta*), y corresponden a cinco unidades cartográficas en cinco formaciones vegetales diferentes.

3.3.1.6.7 Sector Altiplano Mina-Planta

La superficie total del sector es de 7.984,3 hectáreas, donde la vegetación zonal recubre un total de 6.056,1 hectáreas, que representan un 75,9% de la superficie total del sector y está representada por formaciones de estepa (pajonal y herbazal), matorrales zonales (matorral, matorral con suculentas) y mixto zonal de matorral – estepa (matorral – pajonal, matorral – pajonal con suculentas). Asimismo, la vegetación azonal conforma el 0,5% de la superficie del sector, con 43,3 hectáreas y está representada por formaciones de matorrales azonales (matorral hídrico); humedales (pajonal hídrico, vega, bofedal, vega – pajonal hídrico, bofedal – pajonal hídrico, bofedal – vega y formaciones azonales muertas); mixtas de matorral – humedal (matorral hídrico – pajonal hídrico, matorral hídrico – vega y matorral – pajonal hídrico); y mixtas de matorral – estepa azonales (matorral hídrico – pajonal). Por su parte, la superficie de otros recubrimientos (sin vegetación) abarca un total de 1.884,9 hectáreas, que representa un 23,6% del área de influencia del sector. Dentro de estas, las áreas industriales abarcan 1.682,0 hectáreas, las áreas desprovistas de vegetación cubren 202,8 hectáreas.

Cabe señalar que, dentro de la clasificación de humedales, se registran tres unidades con vegetación muerta, que en conjunto representan un 0,02% de la superficie del sector con 1,4 hectáreas.

La vegetación predominante en el sector corresponde a formaciones zonales mixtas de matorral - estepa (matorral – pajonal) que representan el 33,9% de la superficie del sector, donde destacan las formaciones de matorral – pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida* con 638,7 hectáreas. También destacan los matorrales zonales, donde el tipo matorral conforma el 22,8% de la superficie del sector, y destaca la formación de matorral de *Ephedra breana*, con 253,3 hectáreas. Por último, destacan las formaciones de estepa, donde el tipo pajonal recubre el 16,6% de la superficie del sector, y destaca la formación de pajonal de *Pappostipa frigida* y *Festuca chrysophylla*, con 522,3 hectáreas.

Las unidades de matorral hídrico y humedal representan una menor superficie en el sector (0,3 y 0,1% de la superficie del sector, respectivamente), sin embargo, se encuentran distribuidas por todo el sector, representando la vegetación azonal que es predominante en las siguientes quebradas: Ciénaga, El Carmen, Llaleta, Agua del Mote y Quebrada Blanca. Asimismo, también se encuentran formaciones azonales mixtas de matorral – humedal y matorral – estepa, ambas con representaciones de 6,9 hectáreas (0,1% der la superficie del sector).

A partir de los muestreos, se registra un total de 163 taxa de plantas vasculares en el área de influencia del sector, pertenecientes a 89 géneros, agrupados en 29 familias taxonómicas. De estos, 128 especies son de origen nativo (78,5%), 28 de origen endémico (17,2%), y una de origen alóctono. Otros seis taxa (3,7%) son de origen no determinado ya que no fueron identificados a nivel de especie (cinco a nivel de género “sp”, y un “cf.” (por confirmar)). De las especies endémicas registradas, la más frecuente y abundante es la herbácea perenne *Anatherostipa venusta*, de las nativas, *Baccharis tola*, y el único elemento alóctono, corresponde a *Lepidium sativum*. Especies distribuidas en todo el sector.

Las familias más representadas son la familia Asteraceae con 50 especies registradas, seguida de la Poaceae con 16 y la familia Brassicaceae con 10 especies registradas. La única especie representante de la familia Calceolariaceae es de origen endémico, Por otro lado, nueve familias se encuentran representadas por una especie.

La forma de vida dominante en el sector, corresponde a las hierbas perennes, con 80 especies (49,1%), seguida de las arbustivas con 47 especies (28,8%), Además, se registraron 33 hierbas anuales (20,2%), y tres especies suculentas (1,8%).

Las especies más frecuentes del sector corresponden a los arbustos *Baccharis tola* y *Parastrephia quadrangularis*, la cespitosa *Pappostipa frigida*, la cactácea *Maihueniopsis boliviana*, que en general, presentan valores altos de cobertura que superan incluso el 75% de cobertura. Por otra parte, se registraron 45 especies observadas en sólo un punto de muestreo, en al menos una de las nueve campañas estacionales.

Respecto a la distribución del total de especies, de los 163 taxa del sector Altiplano Mina - Planta, dos especies presentan una distribución restringida, correspondientes a las especies *Adesmia rahmeri*, de origen nativo, y *Gamochaeta deserticola* que, adicionalmente, es de origen endémico de Chile, por lo que su distribución queda restringida únicamente a Chile, en la I Región de Tarapacá. Otras 43 especies (26,4%) presentan una distribución geográfica no restringida. Por otro lado, 95 especies (58,3%) presentan una distribución moderadamente restringida, 16 especies (9,8%) fuera del rango de distribución y seis registros (3,7%) fueron catalogados con un origen no determinado, dado que son registros no identificados al nivel de especie (cinco al nivel de género "sp" y un "cf"). Se registró una especie alóctona, donde el criterio de distribución a nivel nacional no aplica.

En cuanto a especies que se encuentren clasificadas en alguna categoría de conservación según la normativa aplicable vigente, en el sector se presentan cinco casos. Las especies en categoría de amenaza corresponden a *Myrosmodes nervosa* y *Azorella compacta* en categoría "Vulnerable" según los D.S. N° 41/2011 de MMA y D.S. N°51/2008 de MINSEGPRES respectivamente. Las especies en categoría precautorias, corresponden a tres especies cactáceas: *Maihueniopsis boliviana* y *Cumulopunta sphaerica*, clasificadas en categoría "Preocupación menor" en el D.S. N° 19/2012 de MMA, y *Oreocereus leucotrichus*, en categoría "Preocupación menor" en el D.S. N13/2013 de MMA. La especie *Azorella compacta* también se encuentra categorizada como "Vulnerable" en el Libro Rojo de La Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

Del total de flora vascular registrada en el sector, una especie se encuentra listada en el Decreto N° 68/2009, correspondiente al arbusto *Azorella compacta* (Llaretá).

En este sector del área de influencia se presentan 43 unidades de formaciones xerofíticas con *Azorella compacta*, que abarcan 271,6 hectáreas de superficie, reunidas en 29 formaciones vegetales, que se denominan formaciones xerofíticas de alto valor ecológico, por tratarse de una especie en categoría de conservación -en este caso "Vulnerable"- según Reglamento de Clasificación de Especies.

Como formaciones singulares de este sector se pueden distinguir 98 unidades cartográficas ambientalmente singulares, correspondientes tanto a formaciones vegetales (50 unidades azonales y 47 zonales) como a áreas desprovistas de vegetación (una unidad).

Las unidades azonales, corresponden a todas las formaciones vegetales de humedal que representan solo el 0,1% de la superficie del sector, concentradas en las quebradas Llareta, Agua del Mote, del Carmen y Ciénaga. En cuanto a otras unidades consideradas singulares, se identificaron 62 unidades (correspondientes a polígonos de 37 formaciones vegetales y una unidad en áreas desprovistas de vegetación) por registrar principalmente la especie amenazada *Azorella compacta*, se añade una unidad de matorral hídrico donde se registró otra especie amenazada (*Myrosmodes nervosa*).

Adicionalmente a las formaciones ya descritas, la totalidad de las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico del sector se consideran ambientalmente singulares, correspondientes a 43 unidades cartográficas que se incluyen en formaciones vegetales de matorral, matorral - pajonal y en matorral hídrico.

3.3.1.6.8 Sector Altiplano Cerro Quitala

La superficie total del sector corresponde a 146,9 hectáreas del área de influencia del proyecto; donde la vegetación del sector recubre el 90,0% de la superficie, con 132,2 hectáreas, y se encuentra representada por estepas (pajonal), matorrales (matorral) y formaciones mixtas matorral – estepa (matorral – pajonal). Por otro lado, la superficie correspondiente a otros recubrimientos representa el 10,0% en el sector y está compuesta por 5,6 hectáreas (3,8%) de áreas industriales, y áreas naturales desprovistas de vegetación, que ocupan 9,1 hectáreas (6,2%).

La vegetación que predomina en el sector corresponde al tipo de formación mixta de matorral - pajonal, con el 42,7% de la superficie, destacando la formación vegetal del Matorral - pajonal de *Baccharis tola* y *Pappostipa frigida* con 30,2 hectáreas (20,6%). Sin embargo, la formación vegetal más representativa del sector es el Pajonal de *Festuca chrysophylla* con 36,8 hectáreas (25,0%).

Los tipos de formaciones presentes en el sector se dividieron y agruparon según especies dominantes, cobertura y estructura de la vegetación, Como resultado de esto se registraron tres formaciones de pajonal, dos formaciones de matorral y seis formaciones de matorral – pajonal.

Durante las seis campañas estacionales de terreno, se relevó un total de 14 puntos de muestreo en distintas formaciones características del sector, registrando un total de 40 taxa de flora vascular, pertenecientes a 28 géneros, agrupados en 13 familia taxonómicas, De éstas, 35 especies (87,5%) corresponden a nativas, y cinco a endémicas (12,5%).

La forma de crecimiento dominante en el sector, corresponde a la arbustiva con 22 taxa (55,0%) registrados en las cinco campañas estacionales. Por otro lado, 13 taxa (32,5%) corresponden a

hierbas perennes, cuatro (10,0%) a hierbas anuales y la forma de vida suculenta se encuentra representada por una especie (2,5%).

Respecto a la distribución de las especies en el sector, de las 40 taxa, 32 (80,0%) presentan una distribución moderadamente restringida, siete (17,5%) se consideran no restringidas y una se encuentra fuera de su rango de distribución (2,5%).

Las especies más frecuentes corresponden al arbusto *Baccharis tola* y *Parastrephia quadrangularis* registrado en 13 inventarios cada una, ambas con valores de abundancia relativa que van desde algunos individuos hasta 25%. *Pappostipa frígida* fue registrada en 12 inventarios florísticos con abundancias que van desde unos individuos hasta un 75% de cobertura.

De acuerdo a las especies que se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación según el reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se presentan dos especies en el sector, estas especies corresponden a *Azorella compacta*, la cual se encuentran como “Vulnerable” en el D.S. N°51/2008 Tercer proceso; además de ser la única especie del sector que se encuentra listada en el decreto N° 68/2009, encontrándose en tres puntos de muestreo y abundancias que alcanzan entre 5 y 25% de cobertura. Asimismo, la especie *Maihueniopsis boliviana* (D.S. N°19/2012 Octavo Proceso), clasificada como “Preocupación menor”, se encuentra en ocho puntos de muestreo, con abundancia relativas siempre inferiores al 1% de cobertura.

Finalmente, se encuentran cuatro unidades cartográficas ambientalmente singulares para el sector, correspondientes a las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico, debido a la presencia de la especie en clasificación de amenazada *Azorella compacta*.

3.3.1.6.9 Sector Altiplano Variante A-97B

La superficie total del sector corresponde a 3.556,2 hectáreas del área de influencia del proyecto; donde la superficie con otros recubrimientos representa el 0,4% en el sector y está compuesta por áreas industriales, con 11,6 hectáreas (0,3%) y áreas naturales desprovistas de vegetación, con 4,2 hectáreas (0,1%). Por otro lado, la vegetación del sector recubre el 99,6% de la superficie, representada por estepa (pajonal), matorral (matorrales), humedales (vega), y formaciones mixtas matorral – estepa (matorral – pajonal y matorral hídrico – pajonal).

La vegetación que predomina en el sector corresponde al tipo de formación mixta matorral – pajonal, con el 39,9% de la superficie, destacando la formación vegetal del matorral de Matorral - Pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frígida*, con 291,9 hectáreas (8,21%), siendo las especies más abundantes *Parastrephia quadrangularis*, *Pappostipa frígida*, *Maihueniopsis boliviana*, y *Pycnophyllum molle*. Otra de las formaciones más representativas corresponde al Matorral - Pajonal de *Adesmia minor var. caespitosa*, *Parastrephia quadrangularis*, *Pappostipa frígida* y *Nassella nardoides* con 178,8 hectáreas (5,0%), destacando las especies *Adesmia minor var. caespitosa*, *Nassella nardoides*, *Pappostipa frígida*, *Parastrephia quadrangularis* y *Senecio nutans*.

Los tipos de formaciones presentes en el sector se dividieron y agruparon según especies dominantes, cobertura y estructura de la vegetación. Como resultado de esto se registraron cinco formaciones de pajonal, una de herbazal, 11 formaciones de matorral, 19 formaciones de matorral – pajonal, una formación de vega y dos formaciones de matorral hídrico - pajonal.

Durante las ocho campañas estacionales de terreno, se relevó un total de 104 puntos de muestreo en distintas formaciones características del sector, registrando un total de 91 taxa de flora vascular, pertenecientes a 58 géneros, agrupados en 27 familias taxonómicas. De estas, 75 especies (82,4%) corresponden a nativas, 15 de origen endémico (16,5%), y un taxa de origen no determinado (1,1%) que fue identificado a nivel de género.

La forma de crecimiento dominante en el sector, corresponde a las hierbas perennes con 46 especies (50,5%) registrados en las ocho campañas estacionales, 32 taxa (35,2%) arbustivos, 12 (13,2%) hierbas anuales y un registro de suculenta (1,1%), correspondiente a *Maihueniopsis boliviana*. Asimismo, posterior a la campaña de invierno 2014, se observa una disminución en las campañas siguientes, destacando la mayor presencia del tipo biológico hierba perenne con 10 y 16 en primavera 2014 y verano 2015, respectivamente. Por otro lado, no hubo registro de especies en las campañas de primavera 2015, verano 2016 y otoño 2016, debido a un bajo esfuerzo de muestreo en el sector, donde su objetivo fue muestrear formaciones vegetales menos representativas.

Respecto a la distribución geográfica de las especies registradas en el sector, de los 91 taxa, uno (1,1%) presenta una distribución restringida a la I región de Tarapacá (*Gamochoaeta deserticola*), 15 (16,5%) presentan una distribución no restringida, 62 (68,1%) como moderadamente restringida, 12 (13,2%) especies clasificadas como fuera de su rango de distribución y un taxa (1,1%) con distribución no determinada debido a que fue identificado a nivel de género.

La formación vegetal que presenta mayor riqueza florística corresponde a la formación de matorral de *Parastrephia quadrangularis* con 44 taxa, seguido de la formación matorral – pajonal de *Parastrephia quadrangularis* y *Pappostipa frigida*, con 33 taxa identificados.

Las especies más frecuentes corresponden al arbusto *Parastrephia quadrangularis*, registrado en 90 puntos de muestreo, con valores de abundancia relativa media que van desde 5% hasta un 25%; *Nassella nardoides*, registrada en 76 puntos de muestreo, la cual alcanza valores de abundancia relativa media de 5% hasta 25% de cobertura; y la herbácea *Pycnophyllum molle*, registrada en 69 puntos de muestreo, con valores de abundancia relativa media inferiores a un 1% de cobertura.

Se presentan siete especies clasificadas en alguna categoría de conservación oficial según el RCE. Estas especies corresponden a *Azorella compacta*, la cual se encuentran como “Vulnerable” (D.S. N°51/2008 Tercer proceso), *Maihueniopsis boliviana* (D.S. N°19/2012 Octavo Proceso), *Argyrochosma nivea* var. *nivea* (D.S. N°13/2013 Noveno Proceso), *Cheilanthes pruinata* (D.S. N°13/2013 Noveno Proceso) y *Pellaea ternifolia* (D.S. N°52/2014 Décimo Proceso) se encuentran clasificadas como “Preocupación menor”, y las especies *Asplenium triphyllum* y

Woodsia montevidensis, clasificadas como “Casi amenazadas”, por el D.S. N°13/2013 Noveno Proceso. Adicionalmente, la especie *Azorella compacta*, es la única especie del sector que se encuentra listada en el decreto N° 68/2009, encontrándose en 14 unidades cartográficas, correspondientes a nueve formaciones vegetales distintas, las cuales constituyen formaciones xerofíticas de alto valor ecológico.

De acuerdo a la singularidad ambiental del sector, se identifican 27 unidades cartográficas, incluidas en 16 formaciones vegetales (25 unidades zonales y dos azonales) Una de las formaciones azonales, corresponde a la única unidad de humedales en el sector, correspondiente a una vega. Las otras formaciones, principalmente se incluyen por registrar la especie amenazada *Azorella compacta* (20 unidades), y en cinco unidades se registran dos helechos en clasificación de amenazada (*Woodsia montevidens* y *Asplenium triphyllum*).

Finalmente, cabe señalar que 14 de las unidades con presencia de *Azorella compacta*, también clasifican como singulares ambientalmente por ser formaciones xerofíticas y de alto valor ecológico.

3.3.1.7 Referencias Bibliográficas

3.3.1.7.1 Artículos científicos y capítulos de libros

- Ackermann M. & Weigend M. (2007). Notes on the genus *Caiophora* (Loasoideae, Loasaceae) in Chile and neighbouring countries. *Darwiniana*, 45(1): 45-67.
- Ahumada, M. & Faúndez, L. (2001). *Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile*. Santiago, Chile: Unidad de Asuntos Públicos Corporativos, Servicio Agrícola y Ganadero.
- Ahumada, M. & Faúndez, L. (2009). *Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión Altiplánica (SVAHT)*. Santiago, Chile: Unidad de Asuntos Públicos Corporativos, Servicio Agrícola y Ganadero.
- Alaria, A. & I. Peralta, I. (2013). Las especies de *Fabiana* Ruiz et Pav. (Solanaceae) que crecen en Chile. En *Chloris Chilensis*, Año 16 N°1. Recuperado el 13 de noviembre de 2015, del sitio web: <http://www.chlorischile.cl>.
- Arroyo, M.T.K., Primack, R. & Armesto, J. (1982). Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American journal of botany*, 69(1), 82-97.
- Baeza, M., Barrera, E., Flores, J., Ramírez, C., & Rodríguez, R. (1998). Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile [Número especial]. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 47, 23 - 46.
- Baldeón, S., Flores, M. & Roque, J. (2007). Fabaceae endémicas del Perú [Número especial]. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 302 - 337.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (1996). *Ecology: Individuals, Populations and Communities* (3ª. Ed.). Oxford, UK: Blackwell Science.
- Belmonte, E., Faúndez, L., Flores, J., Hoffman, A., Muñoz, M. & Teillier, S. (1998). Categorías de Conservación de Cactáceas nativas de Chile. [Número especial]. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 47, 69 - 89.
- Benoit, I. (1989). *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Primera Parte)*. Santiago, Chile: CONAF.
- Bouza, C.N. & Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Investigación Operacional*, 26, 186-195.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, España: Blume.

- Burkart, A. (1967). Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas *Adesmia* DC. (Contribución al estudio del género, VII). *Darwiniana*, 463-568.
- Cabrera, A. (1948). Las especies argentinas del género *Werneria* (Compositae). *Notas Instituto del Museo de la Universidad Nacional de La Plata*, 13, 49-61.
- Cabrera, A. L. & Willink, A. (1973). *Biogeografía de América Latina*. Washington, DC, EEUU: Eva V. Chesneau.
- Cardoso, C. (2005). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Salar de Huasco*. Arica, Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- Castellaro, G., Ullrich, T., Wackwitz, B. & Raggi, A. (2004). Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile. *Agricultura Técnica*, 64, 353-364.
- CEDREM Consultores Ltda. (2014). *Anexo 4.3-6: Análisis temporal de la vegetación en sector Salar de Michincha (Estudio de Impacto Ambiental Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca)*. Santiago, Chile.
- Chiarucci, A., Bacaro, G. & Rocchini, D. (2008). Quantifying plant species diversity in a Natura 2000 network: old ideas and new proposals. *Biological Conservation*, 141(10), 2.608-2.618.
- Cialdella, A.M. (2010). Novedades nomenclaturales en la tribu Stipeae (Poaceae, Pooideae) para la Flora Argentina. *Darwiniana*, 48(2), 168-174.
- Compañía Minera Teck Quebrada Blanca S.A. (CMTQB). (2014). *Sección 3.3.1.1.1. Estudio de Impacto Ambiental Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca*. Recuperado el 14 de septiembre de 2015, del sitio web del *Servicio de Evaluación Ambiental*: <http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php?modo=ficha&nombre=quebrada%20blanca§or=2®iones=&presentacion=EIA&buscar=true>.
- Colwell, R.K., Chao, A., Gotelli, N.J., Lin, S.Y., Mao, C.X., Chazdon, R.L., & Longino, J.T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5(1), 3-21.
- Davies, A.M. (2010). *The systematic revision of Chaetanthera Ruiz & Pav., and the reinstatement of the genus Oriastrum Poepp. & Endl. (Asteraceae; Mutisieae)*. (Tesis doctoral inédita). Universidad Ludwig-Maximilians (LMU), Munich, Alemania.
- Dhooge, S. & Goetghebeur, P. (2004). *Phylloscirpus* (Cyperaceae) Revisited. *Novon*, 278-284.

- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., Primm, S., Bookbinder, M. & Ledec, G. (1995). *Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe*. Washington, D.C., EEUU: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/ Banco Mundial.
- Duran, G.R. (1995). Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31, 73-84.
- Etienne, M. & Contreras, D. (1981). *Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile* [Boletín Técnico nº 46]. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Escuela de Agronomía.
- Etienne, M. & Prado, C. (1982). *Descripción de la vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras (COT). Conceptos y Manual de uso práctico*. [Publicaciones Misceláneas Nº 10]. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Escuela de Agronomía.
- Faúndez, L. (2013). *Línea de base de vegetación y flora vascular terrestre (Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Quebrada Blanca Fase 2, Compañía Minera Teck)*. Revisión C [estudio desistido].
- Font Quer, P. (1965). *Diccionario de Botánica*. Barcelona-Buenos Aires, España-Argentina: Labor.
- Font Quer, P. y Sierra Ráfols, E. (2000). *Diccionario de botánica*. Barcelona, España: Península.
- Freire, S.E., Bayón, N., Baeza, C., Giuliano, D. & Monti, C. (2014). Revision of the genus *Pseudognaphalium* (Asteraceae, Gnaphalieae) in Chile. *Gayana Botánica*, 71(1), 68-107.
- Funk, V. (1997). *Xenophyllum*, a new Andean genus extracted from *Werneria* s.l. (Compositae: Senecioneae). *Novon*, 7, 235-241.
- Gajardo, R. (1994). *Vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Santiago, Chile: Universitaria.
- Gajardo, M. (1997). *Caracterización florística de diferentes ambientes de la Región de Tarapacá (I Región, Chile)*. (Memoria de Título inédita). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Gatica-Castro, A., Marticorena, A., Rojas, G., Arancio, G. & Squeo, F. (2015). Estado de conservación de la flora nativa de las regiones de Arica - Parinacota y de Tarapacá, Chile. *Gayana Botánica*, 72(2), 305-339.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4(4), 379-391.

- Gove, J.H., Patil, J.P., Swindel, B.F. & Taillie, C. (1994). 12 Ecological diversity and forest management. *Handbook of statistics*, 12, 409-462.
- Godron, M., Daget, P. & Emberger, L. (1968). *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. Paris, France : Centre National de la recherche scientifique.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 4(1), 4-9.
- Hoffmann, A.E. (1989). Sinopsis taxonómica de las geófitas monocotiledóneas chilenas y su estado de conservación. En I. Benoit (Ed.), *Libro rojo de la Flora terrestre de Chile, Anexos* (pp: 147-157). Santiago, Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- Hoffmann, A.E. & Flores, A.R. (1989). El estado de conservación de las plantas suculentas chilenas: una evaluación preliminar. En I. Benoit (Ed.), *Libro rojo de la Flora terrestre de Chile, Anexos* (pp: 107-121). Santiago, Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- Knapp, R. (Ed.) (1984). *Sampling methods and taxon analysis in vegetation sciences*. La Haya, Holanda: Springer Netherlands.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological methodology* (Vol. 620). Menlo Park, California, EEUU: Benjamin/Cummings.
- Latorre, C., González, A.L., Quade, J., Fariña, J.M., Pinto, R. & Marquet, P.A. (2011). Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. *Journal of Geophysical Research*, 116(G03033), 1-12.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical ecology: a primer in methods and computing* (Vol. 1). New York, NY, EEUU: John Wiley & Sons.
- Luebert, F. (2004). Apuntes sobre la vegetación de bosque y matorral del desierto precordillerano de Tarapacá (Chile). En *Chloris Chilensis, Año 7. N°1*. Recuperado el 15 de marzo 2015, del sitio web: <http://www.chlorischile.cl>.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago, Chile: Universitaria.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, NJ, EEUU: Princeton University Press.
- Marticorena, A. (2005). Malvaceae. En C. Marticorena & R. Rodríguez (Eds.). *Flora de Chile, Vol. 2(3)* (pp. 22-105). Concepción: Universidad de Concepción.

- Marticorena, A., Alarcón, D., Abello, L. & Atala, C. (2010). *Plantas trepadoras, epífitas y parásitas nativas de Chile. Guía de Campo*. Concepción, Chile: Corporación Chilena de la Madera.
- Marticorena, C. (1990). Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 47 (3-4), 85-14.
- Marticorena, C., Matthei, O., Rodríguez, R., Arroyo, MTK., Muñoz, M., Squeo, F.A. & Arancio, G. (1998). Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. *Gayana Botánica* 55, 23-83.
- Marticorena, C., Squeo, F.A., Arancio, G. & Muñoz, M. (2001). Catálogo de la Flora Vascular de la IV Región de Coquimbo. En F.A. Squeo et al. (Eds.). *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo* (pp. 105-142). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
- Marticorena, C. & Quezada, M. (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42, 5-157.
- Mathias, M. & Constance, L. (1962). A revision of *Asteriscium* and some related Hydrocotyloid Umbelliferae. *University of California Publications in Botany*, 33(2), 99 - 184.
- Matthei, O. (1965). Estudio crítico de las gramíneas del género *Stipa* en Chile. *Gayana Botánica*, 13, 1-137.
- Morales, B. (2012). *Estudio compilatorio de flora y fauna presente en las áreas silvestres protegidas de la región de Tarapacá*. Santiago, Chile: CONAF.
- Moreira-Muñoz, A. (2011). *Plant Geography of Chile*. Nueva York, NY, EEUU: Springer Netherlands.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad (M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1)*. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Morrone, J. (2001). *Biogeografía de América Latina y El Caribe (M & T-Manuales & Tesis SEA, Vol. 3)*. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR)*. Santa Cruz, Bolivia.
- Muñoz-Schick, M., Pinto, R., Mesa, A. & Moreira-Muñoz, A. (2001). Oasis de neblina en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(2), 389-405.

- Novoa, P., Espejo, J., Alarcón, D., Cisternas, M. & Domínguez, E. (2006). *Guía de Campo de las Orquídeas Chilenas*. Concepción, Chile: Edición Corporación Chilena de la Madera (CORMA).
- Novotny, V. & Basset, Y. (2000). Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos*, 89, 564-572.
- Peralta, P., Múlgura de Romero, M.E., Denham, S.S. & Botta, S.M. (2008). Revisión del Género *Junellia* (Verbenaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 95(2), 338-390.
- Pérez-Moreau, R.L. (1976). Revisión del género *Cryptantha* en la Argentina (Boraginaceae). *Darwiniana*, 155-188.
- Pielou, E.C. (1969). *An introduction to mathematical ecology*. New York, NY, EEUU: John Wiley & Sons Inc.
- Pinto, R. (2010). *Estudio de la flora costera, evento El Niño 2009, Región de Tarapacá (Informe de Proyecto de Estudio)*. Iquique, Chile: Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA).
- Pinto, R. & Luebert, F. (2009). Datos sobre la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá, Chile, y sus relaciones fitogeográficas con el sur de Perú. *Gayana Botánica*, 66, 28-49.
- Raven P., Evert, R. & Eichhorn, S. (1992). *Biología de las plantas, Volumen 2* (4ª Ed.). Barcelona, España: Reverté S.A.
- Ravenna, P., Teillier, S., Macaya, J., Rodríguez, R. & Zöllner, O. (1998). Categorías de Conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. [Número especial]. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 47, 47 - 68.
- Reyes, P. & Torres-Florez, J.P. (2009). Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condriofitos de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(1): 243-251.
- Ricardi, M. (1967). Revisión taxonómica de las Malesherbiaceas. *Gayana Botánica*, 16, 3-139.
- Robbins, C.S., Sauer, J.R., Greenberg, R.S. & Droege, S. (1989). Population declines in North American birds that migrate to the neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86, 7.658-7.662.
- Rodríguez, R. (1989). Pteridophyta de Chile continental amenazados de extinción. En I. Benoit (Ed.), *Libro rojo de la Flora terrestre de Chile, Anexos* (pp: 123-139). Santiago, Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).

- Rosas, M.R. (1989). El género *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Botánica*, 45(1-2): 3-82.
- Rúgola De Agrasar, Z. (2006). Las especies del género *Deyeuxia* (Poaceae, Pooideae) de la Argentina y notas nomenclaturales. *Darwiniana*, 44(1), 131-293.
- Rundel, P., Palma, B., Dillon, M.O., Rasoul Sharifi, M., Nilsen, E.T. & Boonpragob, K. (1997). *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70, 341-349.
- Saldivia, P. & Faúndez, L. (2014). *Weberbauerella chilensis* (Fabaceae: Papilionoideae), a new species from the Atacama Desert, Chile. *Phytotaxa*, 156(1), 41-46.
- Schlatter, J., Grez, R. & Gerding, V. (2003). *Manual para el Reconocimiento de Suelos* (3ª. Ed.). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Señoret, F. & Acosta, J. (2013). *Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo*. Concepción, Chile: Corporación Chilena de la Madera.
- Shannon, C.E. y Wiener, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL, EEUU: University of Illinois Press.
- Sierralta, L., Serrano, R., Rovira, J., Cortés, C. (Eds.). (2011). *Las áreas protegidas de Chile*. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- Squeo, F.A, Arroyo, M.T.K., Marticorena, A., Arancio, G., Muñoz-Schick, M., Negritto, M., Rojas, G., Rosas, M., Rodríguez, R., Humaña, A.M., Barrera, E. & Marticorena, C. (2008). Catálogo de la flora vascular de la Región de Atacama. En F.A. Squeo, G. Arancio & R. Rodríguez (Eds.). *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su conservación: Región de Atacama* (pp.97-120). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
- Stark, D. (2013). Enciclopedia de Flora Chilena. Recuperado el 14 de mayo de 2014, del sitio web: <http://www.florachilena.cl/especies.php>
- Taylor, C.M. (1994). Revision of *Tetragonia* (Aizoaceae) in South America. *Systematic Botany*, 19(4), 575-589.
- Teillier, S. (1998). Flora y vegetación alto-andina del área de Collaguasi-Salar de Coposa, Andes del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71, 313 - 329.
- Teillier, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares del área altoandina de Salar de Coposa-cordón Collaguasi. En *Chloris Chilensis, Año 2. Nº 1*. Recuperado 22 de diciembre de 2014, del sitio web: <http://www.chlorischile.cl>.

- Teillier, S. (2006). Flora vascular. En Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) (Ed.). *Biodiversidad de Chile: patrimonios y desafíos* (pp.310-339). Santiago, Chile: CONAMA.
- Teillier, S. & Marticorena, A. (2006). El género *Senecio* (Asteraceae): el más diverso de Chile. *Revista Chagual (Jardín Botánico de Santiago)*, 4, 39–48.
- The International Plant Names Index (IPNI). (2014). The International Plant Names Index Database. Recuperado el 8 de junio de 2015, del sitio web: <http://www.ipni.org>.
- The R Core Team. (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. Recuperado el 8 de junio de 2015, del sitio web de la R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria: <http://www.R-project.org/>.
- Trivelli, M. & Valdivia, V. (2009). *Alcances sobre Flora y Vegetación de la Cordillera de Los Andes* (2ª. Ed.). Santiago, Chile: Servicio Agrícola y Ganadero.
- Villagrán, C., Arroyo, M.T.K. & Marticorena, C. (1983). Efectos de la desertización en la distribución de la flora andina de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56, 137-157.
- Villagrán, C. & Hinojosa, L.F. (2005). Esquema biogeográfico de Chile. En J. Llorente & J.J. Morrone (Eds.). *Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y Tópicos Afines* (pp: 551-577). Ciudad de México, México: Ediciones de la UNAM.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoa, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A.M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad* (2ª. Ed.). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O., Belgrano, M.J. (Eds.). (2008). *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2015, del sitio web de *Missouri Botanical Garden Press*: <<http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>>.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O., Belgrano, M.J. (Eds.). (2008a). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 1. Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledonae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107, 1-983.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O., Belgrano, M.J. (Eds.). (2008b). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 2. Dicotyledonae: Acanthaceae - Fabaceae (Abarema-Schizolobium). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107, 985-2286.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O., Belgrano, M.J. (Eds.). (2008c). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 3.

Dicotyledonae: Fabaceae (Senna-Zygia) - Zygophyllaceae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107, 2287-3348.

3.3.1.7.2 Servicios públicos, convenciones, leyes y decretos

Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). (2009). *Minuta Prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna*. Santiago, Chile: Autor.

Comisión Nacional de Medio Ambiente. (2010). *Sitios Prioritarios en el Sistema de Evaluación Ambiental. Imparte Instrucciones sobre sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. (OF. ORD. D.E. N°103008). Santiago, Chile: Autor.

Comisión Nacional de Medio Ambiente. (2010). *Sitios Prioritarios para la Conservación en el Sistema de Evaluación Ambiental. Complementa y actualiza Instrucciones sobre sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. (OF. ORD. D.E. N°100143). Santiago, Chile: Autor.

Corporación Nacional Forestal. (2012). *Instruye sobre regulaciones asociadas a formaciones xerófitas*. (ORD.N°617/12-11-2012). Santiago, Chile: Autor.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (1997). *Plan de Manejo Reserva Natural Pampa del Tamarugal*. Santiago, Chile: Autor.

Corporación Nacional Forestal (CONAF), Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. (1999). *Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile*. Santiago, Chile: Autor.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2014). *Guía de Evaluación Ambiental. Criterios para la participación de CONAF en el SEIA*. Santiago, Chile: Autor.

Espinoza, J., Galleguillo, R. (2008). *Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad Región de Tarapacá*. Santiago, Chile: Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA).

Henríquez, G. (2013). *Caracterización de humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país: Áreas Protegidas I Región de Tarapacá*. Santiago, Chile: Centro de Información de Recursos Naturales.

Ministerio de Agricultura. (02 de diciembre de 2009). *Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país* (Decreto Supremo N° 68/2008). *Biblioteca del Congreso Nacional*.

- Ministerio de Agricultura. (30 de julio de 2008). *Reglamento General de la Ley Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal* (Decreto Supremo N° 93/2008). *Biblioteca del Congreso Nacional*.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). (2011). *Reglamento General de la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal*. Santiago, Chile: Autor.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2014). *Áreas silvestres protegidas*. Recuperado en febrero de 2014, del sitio web: <http://sit.conaf.cl/>.
- Ministerio de Bienes Nacionales. (19 de diciembre de 2014). CHILE. *Deroga Decreto Supremo N°7 de 2010* (Decreto Supremo N° 152/2014). Santiago, Chile: Autor.
- Ministerio de Bienes Nacionales. (2015). *Sobre derogación Decreto Supremo N°7, 2010*. (OF. ORD. GABM. N°546/22-07-2015). Santiago, Chile: Autor.
- Ministerio del Interior. (20 de marzo del año 1993). *Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional* (Ley N° 19.175). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Ministerio del Interior. (01 de marzo del año 1994). *Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente* (Ley N° 19.300). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Ministerio del Interior. (11 de julio del año 2008). *Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal del Ministerio de Agricultura (MINAGRI)* (Ley N° 20.283). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Ministerio del Interior. (08 de junio de 2015). *Ley que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente* (Ley N°. 20.417). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). *Patrimonio ambiental*. Recuperado en noviembre 2013, del sitio web: <http://ide.mma.gob.cl/>.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (27 de febrero de 2012). *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso* (Decreto Supremo N° 33/2011). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (11 de abril de 2012). (Decreto Supremo N° 41/2011). *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso* (Decreto Supremo N° 41/2011). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (11 de abril de 2012). *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso* (Decreto Supremo N° 42/2011). *Diario oficial de la república de Chile*.

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (11 de febrero de 2013). CHILE. *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso* (Decreto Supremo N° 19/2012). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (12 de agosto de 2013). CHILE. *Aprueba reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (Decreto Supremo N° 40/2012). *Diario oficial de la República de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (25 de julio de 2013). *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso* (Decreto Supremo N° 13/2013). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (29 de agosto de 2014). *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso* (Decreto Supremo N° 52/2014). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (04 de septiembre de 2015). CHILE. *Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso* (Decreto Supremo N° 38/2015). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (2002). *Modifica Reglamento del Sistema de Impacto Ambiental* (Decreto Supremo N° 95/2002). Santiago, Chile: Autor.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (24 de marzo de 2007). *Oficializa primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación* (Decreto supremo N° 151/2006). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (30 de junio de 2008). *Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según estado de conservación* (Decreto Supremo N° 50/2008). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (30 de junio de 2008). *Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según estado de conservación* (Decreto Supremo N° 51/2008). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (7 de mayo de 2009). *Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación* (Decreto Supremo N° 23/2009). *Diario oficial de la república de Chile*.
- Orellana, L., Altamirano, T., Henríquez, G., Ortiz, G., Espinoza, M., Poblete, V. (2013). *Caracterización de humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país: Flora y vegetación I Región de Tarapacá*. Santiago, Chile: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).

- Ramsar Sites Information Service. (2014). *Sitios Ramsar en Chile*. Recuperado en febrero de 2014, del sitio web: <http://ramsar.wetlands.org/GISMaps/RamsarSitesinGoogleEarth/tabid/944/Default.aspx>
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2010). *Guía de Evaluación Ambiental para vegetación y Flora silvestre* (G-PR-GA-002). Santiago, Chile: Autor.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2013). *Áreas protegidas Región de Tarapacá*. Recuperado en julio de 2013, del sitio web: <http://www.sea.gob.cl/noticias/sea-tarapaca-desarrolla-representacion-cartografica>.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (Ed.). (2015). *Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA*. Recuperado el 29 de diciembre de 2015, del sitio web: http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guia_ecosistemas_terrestres.pdf.
- Servicio Nacional Ambiental. (2013). *Minuta técnica sobre los conceptos de "áreas colocadas bajo protección oficial" y "áreas protegidas" en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Uniforma criterios y exigencias técnicas sobre áreas colocadas bajo protección oficial y áreas protegidas para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, e instruye sobre la materia*. (OF. ORD. D.E. N°130844). Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). *Declaración de Zona de interés Turístico Nacional el área Pica - Salar de Huasco ubicado en la Comuna de Pica, Región de Tarapacá*. (Resolución N° 1248/25-11-2005 (EXENTA). Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2009). *Zonas y Centros de Interés Turístico Nacional Declarados bajo el Decreto 1.224 de 1975*. Santiago, Chile: Subdirección de Estudios Unidad de Territorio y Medio Ambiente.
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2011). *Áreas Turísticas Prioritarias de Chile*. Santiago, Chile: Subdirección de Estudios Unidad de Territorio y Medio Ambiente.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2012). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. (2ª. Ed.). Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN.