



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

**CAPÍTULO 3.3.3
 “LÍNEA DE BASE ANIMALES SILVESTRES”**

TQB14016-REP-MA-0255

ÍNDICE

3	LÍNEA BASE	3.3.3-1
3.3	ECOSISTEMAS TERRESTRES	3.3.3-1
3.3.3	Animales Silvestres	3.3.3-1
3.3.3.1	Introducción	3.3.3-1
3.3.3.2	Objetivos	3.3.3-2
3.3.3.3	Determinación y justificación del Área de Influencia	3.3.3-2
3.3.3.4	Metodología	3.3.3-6
3.3.3.4.1	Procedimiento de trabajo en gabinete	3.3.3-6
3.3.3.4.2	Tipos y diseños de muestreo	3.3.3-14
3.3.3.4.3	Trabajo de terreno	3.3.3-16
3.3.3.4.4	Análisis de datos	3.3.3-29
3.3.3.5	Resultados	3.3.3-40
3.3.3.5.1	Descripción de fauna en base a revisión bibliográfica	3.3.3-40
3.3.3.5.2	Descripción del área de influencia	3.3.3-41
3.3.3.5.3	Descripción por sector	3.3.3-86
3.3.3.6	Síntesis y Conclusiones	3.3.3-279
3.3.3.6.1	Diseño de muestreo	3.3.3-279
3.3.3.6.2	Área de influencia	3.3.3-280
3.3.3.6.3	Sector Desierto Costero	3.3.3-290
3.3.3.6.4	Sector Desierto Interior	3.3.3-291
3.3.3.6.5	Sector Cordón Occidental	3.3.3-291
3.3.3.6.6	Sector Quebrada Choja - Ramucho	3.3.3-292
3.3.3.6.7	Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno	3.3.3-293
3.3.3.6.8	Sector Altiplano Mina – Planta	3.3.3-294
3.3.3.6.9	Sector Altiplano Cerro Quitala	3.3.3-295
3.3.3.6.10	Sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-296
3.3.3.7	Referencias Bibliográficas	3.3.3-297
3.3.3.7.1	Artículos científicos y capítulos de libros	3.3.3-297
3.3.3.7.2	Servicios Públicos, Convenciones, Leyes y Decretos	3.3.3-301

TABLAS

Tabla 3.3.3-1.	Ambientes y mesoambientes de fauna con sus definiciones.	3.3.3-12
Tabla 3.3.3-2.	Fechas de terrenos realizados para cada campaña estacional.	3.3.3-17
Tabla 3.3.3-3.	Resumen de esfuerzo de muestreo en el área de influencia.	3.3.3-18
Tabla 3.3.3-4.	Esfuerzo de muestreo implementado estacionalmente entre otoño 2014 y otoño 2016 en los distintos sectores que conforman el área de influencia.	3.3.3-18
Tabla 3.3.3-5.	Métodos de muestreo en Anfibios.	3.3.3-20
Tabla 3.3.3-6.	Métodos de muestreo en Reptiles.	3.3.3-21
Tabla 3.3.3-7.	Métodos de muestreo en Aves.	3.3.3-21
Tabla 3.3.3-8.	Métodos de muestreo en Micromamíferos.	3.3.3-21
Tabla 3.3.3-9.	Métodos de muestreo en Meso-macromamíferos.	3.3.3-22
Tabla 3.3.3-10.	Descripción del cálculo de parámetros de abundancia según grupo taxonómico y tipos de muestreo usados en el estudio.	3.3.3-32
Tabla 3.3.3-11.	Superficies de los ambientes del área de influencia y sus porcentajes.	3.3.3-43
Tabla 3.3.3-12.	Riqueza de especies de fauna por sector en el área de influencia del proyecto.	3.3.3-44
Tabla 3.3.3-13.	Especies en categoría de conservación registradas en el área de influencia.	3.3.3-62
Tabla 3.3.3-14.	Caracterización de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) detectados por sector en el área de influencia del proyecto.	3.3.3-66
Tabla 3.3.3-15.	Caracterización de especies de aves detectadas por sector en el área de influencia del proyecto.	3.3.3-71
Tabla 3.3.3-16.	Caracterización de especies de mamíferos detectados por sector en el área de influencia del proyecto.	3.3.3-79
Tabla 3.3.3-17.	Ambientes de fauna del sector Desierto Costero, con sus superficies y porcentajes.	3.3.3-87
Tabla 3.3.3-18.	Riqueza de especies de fauna en el sector Desierto Costero, por ambiente y por estación (campaña).	3.3.3-89
Tabla 3.3.3-19.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.	3.3.3-92
Tabla 3.3.3-20.	Abundancia de aves avistadas, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.	3.3.3-95

Tabla 3.3.3-21.	Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.....	3.3.3-98
Tabla 3.3.3-22.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.	3.3.3-100
Tabla 3.3.3-23.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Desierto Costero.....	3.3.3-104
Tabla 3.3.3-24.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Desierto Costero.	3.3.3-106
Tabla 3.3.3-25.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Desierto Costero	3.3.3-108
Tabla 3.3.3-26.	Ambientes de fauna del sector Desierto Interior con sus superficies y porcentajes.....	3.3.3-110
Tabla 3.3.3-27.	Riqueza de especies de fauna en el sector Desierto Interior por ambiente y por estación (campaña).....	3.3.3-113
Tabla 3.3.3-28.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.....	3.3.3-116
Tabla 3.3.3-29.	Abundancia de aves por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.	3.3.3-119
Tabla 3.3.3-30.	Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.....	3.3.3-123
Tabla 3.3.3-31.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Interior.	3.3.3-125
Tabla 3.3.3-32.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Desierto Interior	3.3.3-127
Tabla 3.3.3-33.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Desierto Interior.....	3.3.3-129
Tabla 3.3.3-34.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Desierto Interior.	3.3.3-132
Tabla 3.3.3-35.	Ambientes de fauna del sector Cordón Occidental, con sus superficies y porcentajes.....	3.3.3-134
Tabla 3.3.3-36.	Riqueza de especies de fauna en el sector Cordón Occidental por ambiente y por estación (campaña).....	3.3.3-137
Tabla 3.3.3-37.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental.....	3.3.3-140
Tabla 3.3.3-38.	Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental	3.3.3-143

Tabla 3.3.3-39.	Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental.....	3.3.3-146
Tabla 3.3.3-40.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Cordón Occidental.	3.3.3-149
Tabla 3.3.3-41.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Cordón Occidental.	3.3.3-151
Tabla 3.3.3-42.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Cordón Occidental.	3.3.3-153
Tabla 3.3.3-43.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Cordón Occidental.	3.3.3-157
Tabla 3.3.3-44.	Ambientes de fauna del sector Quebrada Choja - Ramucho, con sus superficies y porcentajes.	3.3.3-159
Tabla 3.3.3-45.	Riqueza de especies de fauna en el sector Quebrada Choja - Ramucho por ambiente y por estación (campaña).	3.3.3-161
Tabla 3.3.3-46.	Abundancia de anfibios avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.....	3.3.3-164
Tabla 3.3.3-47.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.....	3.3.3-166
Tabla 3.3.3-48.	Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.....	3.3.3-169
Tabla 3.3.3-49.	Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.....	3.3.3-173
Tabla 3.3.3-50.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Choja - Ramucho.	3.3.3-174
Tabla 3.3.3-51.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.3-177
Tabla 3.3.3-52.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.3-179
Tabla 3.3.3-53.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Quebrada Choja-Ramucho.	3.3.3-182
Tabla 3.3.3-54.	Ambientes de fauna del sector Quebradas Huiniquintipa - Ornajuno, con sus superficies y porcentajes.	3.3.3-185
Tabla 3.3.3-55.	Riqueza de especies de fauna en el sector Quebradas Huiniquintipa – Ornajuno por ambiente y por estación (campaña).....	3.3.3-188
Tabla 3.3.3-56.	Abundancia de anfibios avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Huiniquintipa – Ornajuno.	3.3.3-192

Tabla 3.3.3-57.	Abundancia de reptiles avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Hunquintipa – Ornajuno.	3.3.3-194
Tabla 3.3.3-58.	Abundancia de aves avistadas por ambiente y estación en sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.	3.3.3-197
Tabla 3.3.3-59.	Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.	3.3.3-201
Tabla 3.3.3-60.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno.	3.3.3-203
Tabla 3.3.3-61.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Quebradas Huinquintipa – Ornajuno.	3.3.3-205
Tabla 3.3.3-62.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno.	3.3.3-207
Tabla 3.3.3-63.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno.	3.3.3-212
Tabla 3.3.3-64.	Ambientes de fauna del sector Altiplano Mina - Planta, con sus superficies y porcentajes.	3.3.3-215
Tabla 3.3.3-65.	Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Mina – Planta por ambiente y por estación (campaña).	3.3.3-218
Tabla 3.3.3-66.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-222
Tabla 3.3.3-67.	Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-225
Tabla 3.3.3-68.	Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-228
Tabla 3.3.3-69.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-230
Tabla 3.3.3-70.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-233
Tabla 3.3.3-71.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-236
Tabla 3.3.3-72.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Mina-Planta.	3.3.3-239
Tabla 3.3.3-73.	Ambientes de fauna del sector Altiplano Cerro Quitala, con sus superficies y porcentajes.	3.3.3-242
Tabla 3.3.3-74.	Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Cerro Quitala, por ambiente y por estación (campaña).	3.3.3-244

Tabla 3.3.3-75.	Abundancia de reptiles por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.3-246
Tabla 3.3.3-76.	Abundancia de aves por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.3-247
Tabla 3.3.3-77.	Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.	3.3.3-249
Tabla 3.3.3-78.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.	3.3.3-250
Tabla 3.3.3-79.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.3-252
Tabla 3.3.3-80.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.3-253
Tabla 3.3.3-81.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Cerro Quitala.	3.3.3-254
Tabla 3.3.3-82.	Ambientes de fauna del sector Altiplano Variante A-97B, con sus superficies y porcentajes.....	3.3.3-257
Tabla 3.3.3-83.	Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Variante A-97B por ambiente y por estación (campaña).	3.3.3-258
Tabla 3.3.3-84.	Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-261
Tabla 3.3.3-85.	Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-264
Tabla 3.3.3-86.	Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-267
Tabla 3.3.3-87.	Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-269
Tabla 3.3.3-88.	Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Variante A-97B.....	3.3.3-272
Tabla 3.3.3-89.	Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Variante A97-B.....	3.3.3-274
Tabla 3.3.3-90.	Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.3-278

FIGURAS

Figura 3.3.3-1.	Representación gráfica de la superficie por sector en el área de influencia.	3.3.3-4
-----------------	---	---------

Figura 3.3.3-2.	Representación espacial del área de influencia y sectorización del componente animales silvestres.....	3.3.3-5
Figura 3.3.3-3.	Categorías de conservación de la UICN.....	3.3.3-8
Figura 3.3.3-4.	Diagrama de generación de ambientes y mesoambientes de fauna.	3.3.3-9
Figura 3.3.3-5.	Esquema metodológico de implementado para determinar ambientes singulares por sector en el área de influencia.....	3.3.3-39
Figura 3.3.3-6.	Representación porcentual de la superficie de los ambientes en los sectores del área de influencia.....	3.3.3-44
Figura 3.3.3-7.	Número de especies registradas y potenciales en el área de influencia	3.3.3-45
Figura 3.3.3-8.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes en el área de influencia.	3.3.3-46
Figura 3.3.3-9.	Similitud entre sectores del área de influencia.....	3.3.3-47
Figura 3.3.3-10.	Similitud entre ambientes del área de influencia.....	3.3.3-48
Figura 3.3.3-11.	Riqueza de vertebrados en los ambientes y mesoambientes del área de influencia.....	3.3.3-49
Figura 3.3.3-12.	Índice de Diversidad: Reptiles. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).	3.3.3-53
Figura 3.3.3-13.	Índice de Diversidad: Aves. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).	3.3.3-56
Figura 3.3.3-14	Índice de Diversidad: Micromamíferos no fosoriales trapeados. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).....	3.3.3-59
Figura 3.3.3-15.	Superficie y porcentaje de singularidad de sectores en el área de influencia.	3.3.3-83
Figura 3.3.3-16.	Superficie y porcentaje de singularidad de ambientes en el área de influencia.....	3.3.3-85
Figura 3.3.3-17.	Ambientes de fauna del sector Desierto Costero.....	3.3.3-86
Figura 3.3.3-18.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes en el sector Desierto Costero.....	3.3.3-90
Figura 3.3.3-19.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Desierto Costero. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-93

Figura 3.3.3-20.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Desierto Costero. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-96
Figura 3.3.3-21.	Sonograma de la llamada de ecolocación de <i>Desmodus rotundus</i> (murciélago vampiro común) obtenido en el sector Desierto Costero, en la campaña de otoño 2016.....	3.3.3-102
Figura 3.3.3-22.	Similitud entre ambientes para el sector Desierto Costero.	3.3.3-103
Figura 3.3.3-23.	Ambientes de fauna del sector Desierto Interior.	3.3.3-109
Figura 3.3.3-24.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes, para el sector Desierto Interior.	3.3.3-114
Figura 3.3.3-25.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Desierto Interior. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-117
Figura 3.3.3-26.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Desierto Interior. (Las barras indican Desviación Estándar). 3.3.3-120	
Figura 3.3.3-27.	Similitud entre ambientes para el sector Desierto Interior.....	3.3.3-126
Figura 3.3.3-28.	Ambientes de fauna del sector Cordón Occidental.....	3.3.3-133
Figura 3.3.3-29.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Cordón occidental.....	3.3.3-139
Figura 3.3.3-30.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Cordón Occidental. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-141
Figura 3.3.3-31.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Cordón Occidental. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-144
Figura 3.3.3-32.	Similitud entre ambientes para el sector Cordón Occidental.....	3.3.3-150
Figura 3.3.3-33.	Ambientes de fauna del sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.3-158
Figura 3.3.3-34.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.3-162
Figura 3.3.3-35.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Quebrada Choja - Ramucho. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-167
Figura 3.3.3-36.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Quebrada Choja - Ramucho. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-170

Figura 3.3.3-37.	Similitud entre ambientes para el sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.3-176
Figura 3.3.3-38.	Ambientes de fauna del sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno..	3.3.3-184
Figura 3.3.3-39.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambiente para el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.	3.3.3-190
Figura 3.3.3-40.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-195
Figura 3.3.3-41.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-198
Figura 3.3.3-42.	Similitud entre ambientes para el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.	3.3.3-204
Figura 3.3.3-43.	Ambientes de fauna del sector Altiplano Mina - Planta.....	3.3.3-214
Figura 3.3.3-44.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo para el sector Altiplano Mina - Planta.	3.3.3-220
Figura 3.3.3-45.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Mina -Planta. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-223
Figura 3.3.3-46.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Mina – Planta. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-226
Figura 3.3.3-47.	Sonograma de la especie <i>Lasiurus cinereus</i> (murciélago ceniciento) registrado en el sector Mina-Planta.	3.3.3-231
Figura 3.3.3-48.	Similitud entre ambientes para el sector Altiplano Mina - Planta...	3.3.3-232
Figura 3.3.3-49.	Ambientes de fauna de sector Altiplano Cerro Quitala.	3.3.3-241
Figura 3.3.3-50.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Altiplano Cerro Quitala.....	3.3.3-245
Figura 3.3.3-51.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Cerro Quitala. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-246
Figura 3.3.3-52.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Cerro Quitala. (Las barras indican Desviación Estándar).	3.3.3-248

Figura 3.3.3-53.	Similitud entre ambientes para el sector Altiplano – Cerro Quitala. 3.3.3-251
Figura 3.3.3-54.	Ambientes de fauna de sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.3-256
Figura 3.3.3-55.	Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambiente para el sector Altiplano Variante A-97B..... 3.3.3-260
Figura 3.3.3-56.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Variante A-97B. (Las barras indican Desviación Estándar). 3.3.3-262
Figura 3.3.3-57.	Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Variante A-97. (Las barras indican Desviación Estándar). 3.3.3-265
Figura 3.3.3-58.	Similitud entre ambientes para el sector Altiplano Variante A-97B. 3.3.3-271

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.3.3-1.	Implementación de la metodología Playback de Anfibios en el sector Altiplano Mina – Planta..... 3.3.3-23
Fotografía 3.3.3-2.	Cámara monocular digital de visión nocturna, utilizada durante el Playback de Anfibios en el área de influencia. 3.3.3-24
Fotografía 3.3.3-3.	Implementación de la metodología Playback de Aves nocturnas en el sector Desierto interior. 3.3.3-24
Fotografía 3.3.3-4.	Implementación de la metodología Bat detector en el sector Altiplano Mina – Planta. 3.3.3-25
Fotografía 3.3.3-5.	Red de niebla instalada para la captura de quirópteros en el sector Quebrada Choja - Ramucho..... 3.3.3-25
Fotografía 3.3.3-6.	Trampa arpa instalada para la captura de quirópteros en el sector Desierto interior. 3.3.3-27
Fotografía 3.3.3-7.	Trampa tipo Sherman cebadas y etiquetada. 3.3.3-27
Fotografía 3.3.3-8.	Trampa tipo tubo para roedores fosoriales. 3.3.3-28
Fotografía 3.3.3-9.	Análisis en gabinete de muestras recolectadas. 3.3.3-28
Fotografía 3.3.3-10.	Cámara trampa con atrayente olfativo. 3.3.3-29
Fotografía 3.3.3-11.	Especies de anfibios registradas en el área de influencia del proyecto; <i>Rhinella spinulosa</i> detectada durante transecto nocturno mediante visor

- nocturno (a), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, b), y *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza, c).3.3.3-67
- Fotografía 3.3.3-12. Especies de reptiles registradas en el área de influencia del proyecto; *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a), *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, b), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, c), *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, d), *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, e), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera, f), *Liolaemus puna* (lagartija, g), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, h).3.3.3-68
- Fotografía 3.3.3-13. Especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto; *Phalcoboenus megalopterus* (carancho cordillerano, a), *Vultur gryphus* (cóndor, b), *Arenaria interpres* (playero vuelvepiedras, c), *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra, d), *Mimus triurus* (tenca de alas blancas, e), *Bartramia longicauda* (batitú, f), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, g), *Phalacrocorax gaimardi* (lile, h), *Rhea pennata* (suri, i) y *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano, j).3.3.3-76
- Fotografía 3.3.3-14. Especies de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto; *Vicugna vicugna* (vicuña, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Puma concolor* (puma, c), *Leopardus colocolo* (gato colo-colo, d), *Thylamys pallidior* (yaca del norte, e), *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, f), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, g), *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna, h), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso, i).....3.3.3-82
- Fotografía 3.3.3-15. Mesosmbientes de fauna en sector Desierto Costero: humedal costero (a), área industrial (b), área desprovista de vegetación (c) herbazal (d). ..3.3.3-88
- Fotografía 3.3.3-16. Ejemplar de *Desmodus rotundus* (vampiro) capturada en el sector Desierto Costero.3.3.3-101
- Fotografía 3.3.3-17. Especies endémicas detectadas en el sector Desierto Costero; *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, a), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b), *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, c) y *Cinclodes nigrofumusus* (churrete costero, d).3.3.3-104
- Fotografía 3.3.3-18. Especies en categorías bajo amenaza en el sector Desierto Costero; *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, a), *Larus modestus* (gaviota garuma, b) y restos óseos de *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay, c).3.3.3-107
- Fotografía 3.3.3-19. Mesosmbientes de fauna del sector Desierto Interior: área desprovista de vegetación (a), quebrada con vegetación arbórea (b), quebrada con vegetación (c), roquerío desprovisto de vegetación (d) y herbazal (e).3.3.3-111

- Fotografía 3.3.3-20. Especie en categoría de conservación con grado de amenaza Vulnerable detectada en sector Desierto Interior: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande). 3.3.3-130
- Fotografía 3.3.3-21. Especies en categoría de conservación sin grado de amenaza detectadas en sector Desierto Interior: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) en cámara trampa (a), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, b), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, c) y *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, d). 3.3.3-130
- Fotografía 3.3.3-22. Mesoambientes de fauna en el sector Cordón Occidental: matorral (a), área desprovista de vegetación (b), herbazal (c), pajonal (d), quebrada con vegetación (e), roquerío con vegetación (f) y roquerío desprovisto de vegetación (g). 3.3.3-135
- Fotografía 3.3.3-23. Especies endémicas detectadas en sector Cordón occidental: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b)..... 3.3.3-152
- Fotografía 3.3.3-24. Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Cordón Occidental: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, c), *Rhea pennata* (suri, d), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, e), *Vicugna vicugna* (vicuña, f), *Ctenomys fulvus* (Tuco tuco de Atacama, g)..... 3.3.3-155
- Fotografía 3.3.3-25. Ambientes de fauna en sector Quebrada Choja - Ramucho: matorral (a), roquerío con vegetación (b), herbazal (c), quebrada con vegetación (d), humedal matorral (e), humedal altoandino (f). 3.3.3-160
- Fotografía 3.3.3-26. Ejemplar de *Histiopus montanus* (murciélago orejudo) capturado en redes de niebla. 3.3.3-175
- Fotografía 3.3.3-27. Especies endémicas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b) y *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chuzmisa, c). .. 3.3.3-177
- Fotografía 3.3.3-28. Especies en categoría de conservación en grado de amenaza detectadas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Vicugna vicugna* (vicuña, a), *Galictis cuja* (quique, b), *Lama guanicoe* (guanaco, c), *Vultur gryphus* (cóndor, d), *Leopardus colocolo* (gato colo-colo, e) y *Puma concolor* (puma, f)..... 3.3.3-180
- Fotografía 3.3.3-29. Especies en categoría de conservación con menor grado de amenaza detectadas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo, a), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, b), *Abrothrix andinus* (ratón andino, c), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, d), *Phyllotis*

- xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, e) y *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, f).....3.3.3-181
- Fotografía 3.3.3-30. Mesoambientes de fauna en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: matorral (a), pajonal (b), roquerío con vegetación (c), quebrada con vegetación (d), humedal matorral (e), humedal altoandino (f), humedal con vegetación degradada (g), roquerío desprovisto de vegetación (h), área industrial (i)..... 3.3.3-186
- Fotografía 3.3.3-31. Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Lagidium peruanum*, (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), huella de *Rhea pennata* (suri, c), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, d), *Vicugna vicugna* (vicuña, e) y *Vultur gryphus* (cóndor, f)..... 3.3.3-208
- Fotografía 3.3.3-32. Especies en categoría de conservación con menor grado de amenaza detectadas en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Abrothrix andinus* (ratón andino, a), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, b), *Liolaemus puna* (lagartija, c), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, d), *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo, e) y *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, f)..... 3.3.3-209
- Fotografía 3.3.3-33. Especies especialistas de hábitat detectadas Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Anas flavirostris* (pato jergón chico, a), *Cinclodes albiventris* (churrete de alas crema, b), *Cinclodes atacamensis* (churrete de alas blancas, c) y *Lophonetta specularioides* (pato juarjual, d). 3.3.3-211
- Fotografía 3.3.3-34. Mesoambientes de fauna en sector Altiplano Mina – Planta: matorral (a), área industrial (b), pajonal (c), roquerío con vegetación (d), área desprovista de vegetación (e), quebrada con vegetación (f), herbazal (g), roquerío desprovisto de vegetación (h), humedal matorral (i), humedal altoandino (j), humedal con vegetación degradada (k)..... 3.3.3-216
- Fotografía 3.3.3-35. Especie endémica en sector Altiplano Mina - Planta: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James). 3.3.3-234
- Fotografía 3.3.3-36. Especies en categoría de conservación en grado de amenaza detectadas en el sector Altiplano Mina - Planta: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Larus serranus* (gaviota andina, c), *Rhea pennata* (suri, d), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, e) y *Vicugna vicugna* (vicuña, f). 3.3.3-238
- Fotografía 3.3.3-37. Ambientes y mesoambientes del sector Altiplano Cerro Quitala; roquerío desprovisto de vegetación (a), roquerío con vegetación (b), matorral (c), pajonal (d), área industrial (e)..... 3.3.3-243

Fotografía 3.3.3-38.	Especies en categoría de amenaza detectadas en sector Altiplano Cerro Quitala: <i>Lagidium peruanum</i> (vizcacha peruana, a), <i>Lama guanicoe</i> (guanaco, b) y <i>Vicugna vicugna</i> (vicuña, c).	3.3.3-253
Fotografía 3.3.3-39.	Especie endémica en sector Altiplano Variante A-97B: <i>Liolaemus jamesi</i> (jararanco de James).	3.3.3-272
Fotografía 3.3.3-40.	Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Altiplano Variante A-97B: <i>Vicugna vicugna</i> (vicuña, a), <i>Larus serranus</i> (gaviota andina, b), <i>Tinamotis pentlandii</i> (perdiz de la puna, c), <i>Ctenomys fulvus</i> (tuco tuco de Atacama, d).	3.3.3-275
Fotografía 3.3.3-41.	Especies en categoría de conservación sin grado de amenaza detectadas en sector Altiplano Variante A-97B: <i>Liolaemus pantherinus</i> (lagartija pantera, a), <i>Eligmodontia puerulus</i> (lauchita de pie sedoso, b).....	3.3.3-276

PLANOS

Plano 3.3.3-00	Plano General
Plano 3.3.3-01	Área Mina – Sector Altiplano Mina – Planta (Mina)
Plano 3.3.3-02	Área Mina – Sector Altiplano Mina – Planta (Depósito de Relaves)
Plano 3.3.3-03	Área Mina – Sector Quebradas Choja - Ramucho
Plano 3.3.3-04	Área Mina – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (Huinquentipa)
Plano 3.3.3-05	Áreas Mina y Obras Lineales – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (Ornajuno)
Plano 3.3.3-06	Áreas Mina y Obras Lineales – Sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno y Sector Cordón Occidental (Copaquiri)
Plano 3.3.3-07	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Salar de Coposa)
Plano 3.3.3-08	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Cerro Coposa)
Plano 3.3.3-09	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Quebrada Chora)
Plano 3.3.3-10	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Altiplano)
Plano 3.3.3-11	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B (Enlace Camino Pintados)
Plano 3.3.3-12	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Cerro Quitala (Cerro Quitala)
Plano 3.3.3-13	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Cordón Paguana)
Plano 3.3.3-14	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Cerro Guatacondo)
Plano 3.3.3-15	Área Obras Lineales – Sector Cordón Occidental (Amincha)

Plano 3.3.3-16	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Pre-cordillera)
Plano 3.3.3-17	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Challacollo)
Plano 3.3.3-18	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Chipana)
Plano 3.3.3-19	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior y Sector Desierto Costero (Salar Bellavista)
Plano 3.3.3-20	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero y Sector Desierto Interior (Lagunas)
Plano 3.3.3-21	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero
Plano 3.3.3-22	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero (Salar Grande)
Plano 3.3.3-23	Área Obras Lineales – Sector Desierto Interior (Maní)
Plano 3.3.3-24	Área Pampa – Sector Desierto Interior (Pampa)
Plano 3.3.3-25	Área Puerto – Sector Desierto Costero (Puerto)

ANEXOS

Anexo 3.3.3-1	Sitios de interés para la fauna
Anexo 3.3.3-2	Comparación entre Recubrimiento/Ambientes de Fauna y COT
Anexo 3.3.3-3	Tipo de evidencias (Archivo Digital)
Anexo 3.3.3-4	Puntos de muestreo (Archivo Digital)
Anexo 3.3.3-5	Permiso de Captura
Anexo 3.3.3-6	Fauna potencial, caracterización y presencia (Archivo Digital)
Anexo 3.3.3-7	Composición de Especies por Ambiente (Archivo Digital)
Anexo 3.3.3-8	Abundancia (Archivo Digital)
Anexo 3.3.3-9	Índice de antropización
Anexo 3.3.3-10	Singularidad
Anexo 3.3.3-11	Similitud
Anexo 3.3.3-12	Especialistas en hábitat y movilidad de las especies
Anexo 3.3.3-13	Esfuerzo de muestreo



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2

CAPÍTULO 3.3.3 “LÍNEA DE BASE ANIMALES SILVESTRES”

TQB14016-REP-MA-0255

3 LÍNEA BASE

3.3 ECOSISTEMAS TERRESTRES

3.3.3 Animales Silvestres

3.3.3.1 Introducción

Esta sección presenta la caracterización de la Línea de Base del componente Animales Silvestres, en el marco del Estudio de Impacto Ambiental **Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2** (en adelante el Proyecto).

Se entiende por animales silvestres (en adelante fauna silvestre) todo ejemplar de cualquier especie de vertebrado, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cuál sea su fase de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven, estos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (Servicio Agrícola y Ganadero, [SAG], 2011).

El área de emplazamiento del Proyecto se ubica en la Provincia de Iquique, Región de Tarapacá. 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. El área de influencia se caracteriza por la presencia de diversos ambientes, tales como humedales, quebradas y roqueríos, los que permiten el desarrollo de grupos de vertebrados de baja movilidad y/o especialistas de hábitat. En específico, las condiciones climáticas altiplánicas permiten particulares mecanismos adaptativos en las especies que allí habitan (Centro de Información de Recursos Naturales [CIREN], 2013).

En el presente estudio la caracterización de la fauna silvestre se realiza a nivel pormenorizado, considerando la identificación y descripción taxonómica de las especies registradas, indicando su ubicación en el área de influencia del Proyecto, la que comprende los sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huinquentipa -

Ornajuno, Altiplano Mina – Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B. Adicionalmente, se realiza la descripción del componente para cada sector, en términos de su distribución según ambientes delimitados cartográficamente, y al interior de estos, de su riqueza, diversidad y abundancia, destacándose además la presencia de especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.

Este documento incluye, primero, una contextualización sobre los recursos de fauna potencialmente presentes en la región, la cual fue obtenida en base a antecedentes en la zona. Seguidamente, se realiza la descripción y análisis de la fauna silvestre en el área de influencia, en base a catastros obtenidos durante campañas estacionales de terreno realizadas en el área de influencia (SAG, 2016), que para el caso de este proyecto fueron realizadas entre otoño de 2014 y otoño de 2016 (nueve campañas estacionales).

3.3.3.2 Objetivos

El objetivo general de este estudio es describir el componente ambiental animales silvestres presente en el área de influencia del Proyecto durante las campañas estacionales realizadas entre otoño de 2014 y otoño 2016, incluyendo la identificación, ubicación, distribución, diversidad (definida a nivel de riqueza de especies) y abundancia de las especies que componen los ambientes existentes en el área de influencia, identificando aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ministerio Secretaría General de la Presidencia [MINSEGPRES], 1994), y su reglamento (MINSEGPRES, 2002)

Con este propósito se consideran los siguientes objetivos específicos:

- Generar un listado taxonómico de las especies potenciales en el área de influencia del proyecto.
- Definir y delimitar cartográficamente los ambientes de fauna presentes en el área de influencia.
- Caracterizar la fauna presente y su distribución en el área de influencia, a escala general y en los distintos sectores definidos, en cuanto a su riqueza, abundancia, similitud, origen geográfico e índice de antropización de fauna, estado de conservación, movilidad y condición de especialista de hábitat.

3.3.3.3 Determinación y justificación del Área de Influencia

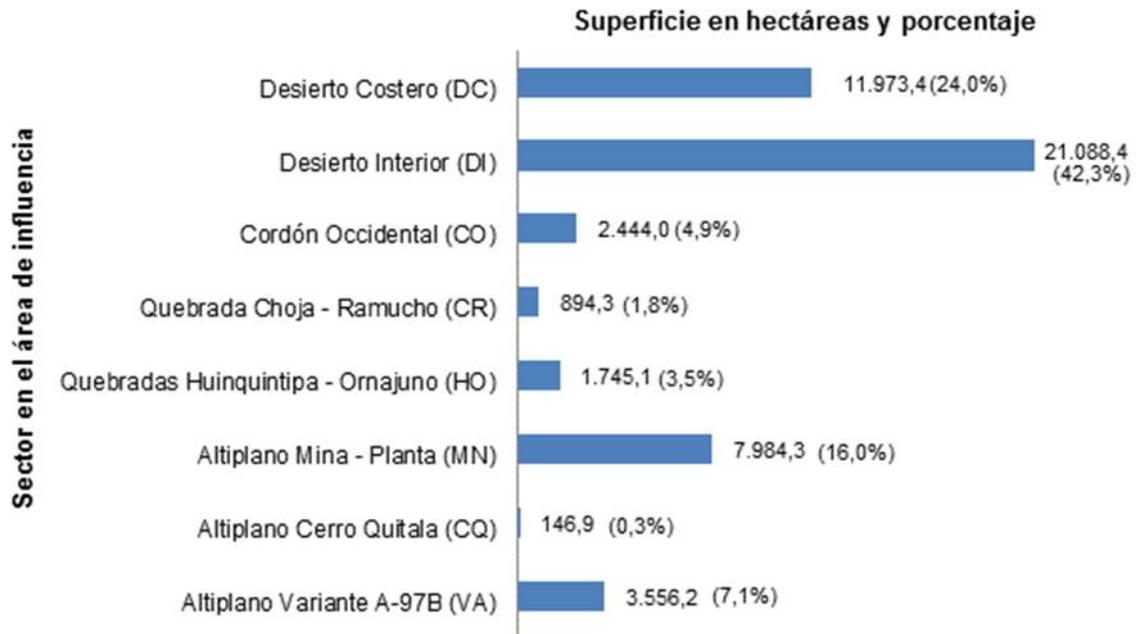
De igual forma que para los anteriores componentes terrestres, el Área de Influencia de los animales silvestres fue establecida considerando los potenciales impactos ambientales sobre ellos, así como el espacio biogeográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del proyecto. No obstante aquello del límite está dado por el límite "natural" de los ambientes afectados. El área de influencia abarca una superficie de 49.832,5 hectáreas, y se encuentra dividida en ocho sectores, que fueron denominados de la siguiente manera:

- *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.s.n.m, con una altitud máxima de 1.100 m.s.n.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 los 3.000 y los 3.700 m.s.n.m.
- *Quebradas Huinquintipa - Ornajuno (HO)*: quebradas 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.

La distribución porcentual de cada uno de los sectores se muestra en la Figura 3.3.3-1, mientras que la distribución espacial de los mismos se muestra en la Figura 3.3.3-2.

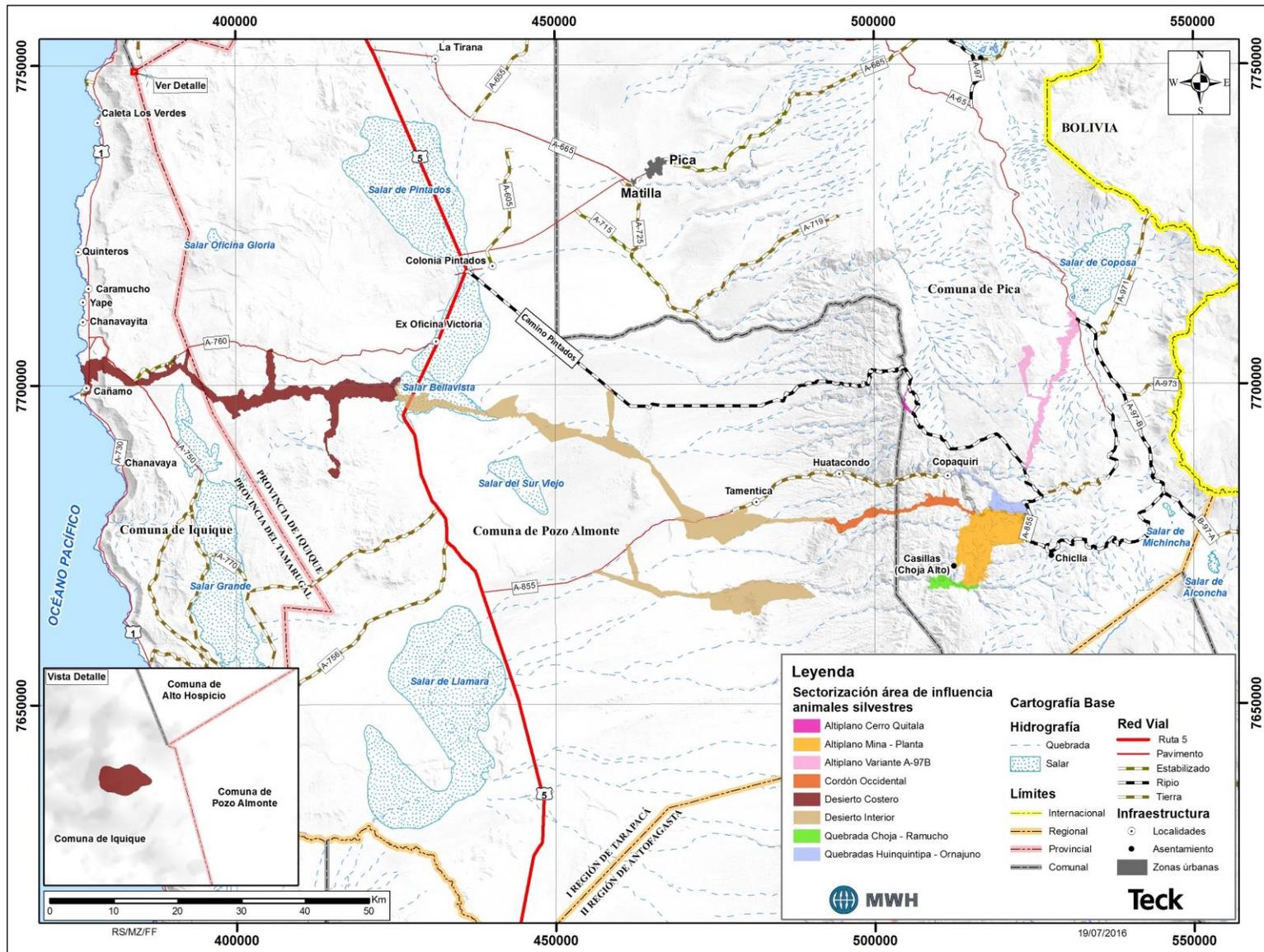
El detalle y justificación de esta delimitación se presenta en el acápite 2.3.2 del **Capítulo 2 Determinación y Justificación del Área de Influencia** del presente EIA “**Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2**”.

Figura 3.3.3-1. Representación gráfica de la superficie por sector en el área de influencia.



Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.3-2. Representación espacial del área de influencia y sectorización del componente animales silvestres.



Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.3.4 Metodología

La caracterización del componente se desarrolló en tres fases durante cada una de las campañas estacionales: la primera, en gabinete, orientada a la revisión bibliográfica, planificación y preparación del terreno; la segunda fase, en terreno que correspondió a la prospección del área; y una última fase de análisis de los datos, elaboración de informe, elaboración del sistema de información geográfico de fauna y cartografía de ambientes.

A continuación se describen los procesos metodológicos empleados en el estudio.

3.3.3.4.1 Procedimiento de trabajo en gabinete

Durante esta fase se realizó el proceso de revisión bibliográfica y el diseño del muestreo a implementar en terreno. Éstos son los principales elementos para la descripción de la fauna a escala regional y la planificación del trabajo en terreno, respectivamente.

a) *Revisión bibliográfica*

Se realizó una recopilación y revisión de antecedentes bibliográficos con el objeto de obtener una descripción regional de la fauna silvestre, considerando los sitios de interés para la fauna y la fauna potencial junto a la descripción de ésta. A continuación se detallan los antecedentes bibliográficos revisados:

a.i) *Sitios de interés para la fauna*

En el Anexo 3.3.3-1 se encuentra la revisión de las áreas protegidas o de interés para la conservación de la biodiversidad cercanas al área de influencia del Proyecto, asociado directamente a la fauna silvestre.

a.ii) *Fauna potencial*

Con la finalidad de generar un listado de especies de fauna potenciales para el área de influencia, se realizó una revisión bibliográfica de la literatura especializada, la cual incluyó: taxonomía; origen geográfico, grado de movilidad, estatus de residencia para la aves, estado de conservación, y cuando corresponda, condición de monumento natural de las especies; además de sus criterios de protección en relación a condiciones de densidades poblacionales reducidas, condición beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria y/o beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas.

Las principales fuentes bibliográficas utilizadas, por grupo taxonómico, fueron:

- Herpetofauna: Cei (1962); Donoso-Barros (1966); Pincheira-Donoso y Núñez (2005); Pincheira-Donoso, D., Scolaro, J.A. y Sura, P. (2008); Mella (2005); Rabanal y Núñez

(2008); Lobos et al. (2010); Vidal y Labra (2008); Núñez, H., Maldonado, V. y Pérez, R. (1997).

- Aves: Johnson y Goodall (1965); Araya y Millie (1998); Martínez y González (2005); Jaramillo (2005).
- Mamíferos: Mann (1978); Iriarte (2008); Iriarte, A., Lagos, N. y Villalobos, R. (2011); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); Iriarte y Jaksic (2012).

Utilizando los antecedentes anteriores, se generó un listado de fauna potencial del área de influencia, con el objeto de compararla con la fauna real obtenida de los muestreos. Para ello, se utilizó además el listado faunístico de las campañas previas de Teck Quebrada Blanca para el Proyecto Fase 1 y campañas previas realizadas para el Proyecto Fase 2 (CMTQB 2014).

a.iii) Estados de conservación y otros criterios de protección

El proceso de revisión de antecedentes incluyó para cada una de las especies, la determinación de las categorías de conservación, los criterios de protección nacionales y otras categorías de protección internacionales, tal como el estatus de migración de aves según la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres [CMS] (1979).

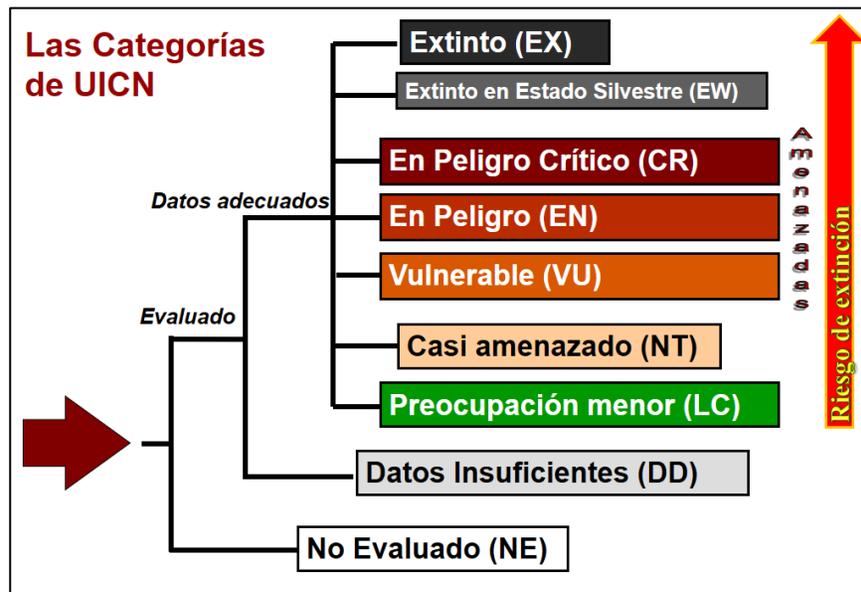
Las categorías de conservación de cada una de las especies, fueron determinadas según los criterios de clasificación definidos en el MINSEGPRES (2005) y sus decretos supremos asociados posteriores, donde se listan las especies clasificadas y su categoría de conservación. Estos corresponden a: D.S. N°151/2007, D.S. N°50-51/2008, D.S. N°23/2009 del MINSEGPRES; y D.S. N°33/2011, D.S. N°41-42/2011, D.S. N°19/2012, D.S. N°13/2013, D.S. N°52/2014 y D.S. N° 38/2015 Ministerio del Medio Ambiente [MMA].

Las categorías de conservación dictadas en los Decretos Supremos antes mencionados, se basan en las 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, se clasifican como “*bajo amenaza*” las especies clasificadas en las siguientes categorías de conservación: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (V), incluyéndose, además, las especies clasificadas Casi Amenazada (NT)¹. El resto de las categorías, se consideran de menor riesgo de extinción o como “*sin amenaza*”.

En la Figura 3.3.3-3 se muestra la estructura de las categorías de conservación de la UICN usadas en el presente estudio, señalando cuáles tienen mayor y menor riesgo de extinción, y destacando las categorías amenazadas.

¹ Para efecto del presente EIA, se incluye como categoría de amenaza en base a la Guía para la descripción del área de influencia (Servicio de Evaluación Ambiental [SEA], 2015).

Figura 3.3.3-3. Categorías de conservación de la UICN.



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

Las categorías de aquellas especies que no se incluyen en los citados Decretos Supremos, fueron definidas según los estados consignados en la Ley de Caza N° 19.473 y su Reglamento (SAG, 2012a). Ambos cuerpos legales definen los estados de conservación con sustento legal para la fauna silvestre, y que corresponden a: Peligro de extinción; considerada homóloga a la categoría En Peligro (EN) de la UICN (2012), Vulnerable (V, ambas “bajo amenaza”), y Rara (R), Escasamente o Inadecuadamente Conocida (I) y Fuera de Peligro (F, estas tres últimas se consideran “sin amenaza”).

Para el caso de especies que no se encuentran definidas en los documentos anteriores, su estado de conservación se determinó según prelación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente [CONAMA] (2009), mediante Núñez et al. (1997); Corporación Nacional Forestal [CONAF] (1988); Glade (1993), Díaz-Páez y Ortiz (2003), Rottmann y López-Callejas (1992); y Cofré y Marquet, (1999). Las categorías utilizadas en estos documentos fueron usadas tal y como se presentan en ellos, sin embargo fueron consideradas categorías “bajo amenaza” todas las que fueron naturalmente homologables a las dictadas como tal por la UICN, de lo contrario fueron consideradas sin amenaza. Según lo anterior, se incluyen especies cuyas categorías no están estandarizadas, como las de Amenaza Indeterminada (A, Glade, 1993), Frágil (FR) y Sin Prioridad inmediata (NP; Cofré y Marquet, 1999)².

² Para efectos de las tablas de resultados, se utiliza la siguiente nomenclatura de abreviación: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (2) D.S. N°151/2007 MINSEGPRES; (3) D.S. N°50/2008; (4) D.S. N°50/2008; (5) D.S. N°23/2009 del MINSEGPRES; (6) D.S. N°33/2011 MMA; (7) D.S. N°41/2011 MMA; (8) D.S. N°42/2011 MMA; (9) D.S. N°19/2012 MMA; (10) D.S. N°13/2013 MMA; (11) D.S. N°51/2014 MMA; (12) Cofré y Marquet, 1999; (13) Rottmann y López-Callejas, 1993; (14) Glade, 1993. Para el listado sistemático, se sigue a Vidal y Labra (2008) para anfibios y reptiles; Martínez y González (2005) para aves e Iriarte (2008) para mamíferos (los que en su mayoría coinciden con los listados aceptados por la autoridad).

Por otra parte, los criterios de protección de las especies se determinaron siguiendo los criterios señalados en el D.S. N°5/1998 MINAGRI (SAG, 2012a), correspondientes a: densidades poblacionales reducidas (S), beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria (B) o benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas (E). Al igual que las especies en estado de conservación, todas las especies bajo estos criterios de protección, tienen prohibida su caza y/o captura en todo el territorio nacional (Ministerio de Agricultura [MINAGRI], 1998; SAG, 2012a,b; SAG, 2016).

En relación a la determinación de las especies consideradas como monumentos naturales de Chile, se sigue lo establecido en el D.S. N° 2/2006 del MINAGRI.

Finalmente, para determinar las especies migratorias potenciales bajo protección, se consideró lo establecido en la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres [CMS] (1979), ratificado por Chile el año 1981 (Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile [MINREL], 1981).

Cabe mencionar, que el listado sistemático de especies, sigue a Vidal y Labra (2008) para anfibios y reptiles; Martínez y González (2005) para aves e Iriarte (2008) para mamíferos (los que en su mayoría coinciden con los listados aceptados por la autoridad).

b) *Delimitación de ambientes de fauna en el área de influencia*

En el presente estudio se entiende por ambiente de fauna a la asociación vegetal, cuerpo de agua o área bajo uso, ubicado en determinado paisaje y piso altitudinal, que alberga una comunidad de vertebrados (Utrera, 2004).

En el área de influencia se delimitaron los ambientes de fauna, los cuales son definidos evaluando la predominancia entre dos elementos, que corresponden al recubrimiento del suelo y a la topografía. Para fines operativos, la unidad de delimitación y análisis de los ambientes se suscribió a un conjunto de subcategorías denominadas *mesoambientes*, que corresponden a la superposición de los componentes predichos y alguna particularidad el ambiente en caso de presentarla (ej. dentro del ambiente humedales, se separaron cuatro mesoambientes por su particularidad: humedal costero, humedal altoandino, humedal matorral y humedal con vegetación degradada; Figura 3.3.3-4).

Figura 3.3.3-4. Diagrama de generación de ambientes y mesoambientes de fauna.



Fuente: Cedrem Consultores.

El proceso de delimitación requirió, inicialmente, la recopilación de toda la información de los elementos necesarios para la definición de ambientes (formatos *shape* o ráster). Seguidamente, se realizó la fotointerpretación en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La fotointerpretación, o también conocido como clasificación supervisada de imágenes satelitales o fotografías aéreas, puede entenderse como la interpretación en una escena de los distintos objetos de interés, con el propósito de identificar esos elementos, definir sus límites, su categoría y sus relaciones con el medio donde se inserta.

En este proceso, siguiendo las características de la imagen, el equipo de especialistas inicialmente delimitó unidades cartográficas (polígonos) con atributos homogéneos que posteriormente fueron clasificados como distintos tipos de recubrimientos del suelo. Luego, se fotointerpretaron los roqueríos y quebradas, y al integrar estos dos elementos, se delimitaron los distintos ambientes y mesoambientes de fauna en el área de influencia. Este constituye el principal insumo de la cartografía que se validó en terreno.

A continuación se describen los componentes a partir de los cuáles se generaron los ambientes y mesoambientes de fauna.

b.i) Recubrimiento de suelo

El recubrimiento de suelo corresponde a una zonificación de los tipos de formaciones vegetales y otras coberturas de la superficie terrestre, orientada a describir la planificación, el estado y las regulaciones del uso de la tierra en Chile (CONAF, 1999).

Las categorías de recubrimiento de suelo del área de influencia, fueron determinadas a partir de las unidades homogéneas de recubrimiento y de tipos de formaciones vegetales que fueron fotointerpretados y validados por el equipo de flora y vegetación (para detalles ver sección 3.3.1.4.2 b del componente Plantas Vasculares). Esta cartografía, fue adaptada por el equipo de fauna, para obtener las categorías de recubrimiento de suelo de este componente, que corresponden a: áreas desprovistas de vegetación (ADV), área industrial (AI), herbazal (HB), pajonal (P), matorral (M), vegetación arbórea (A) y humedales (H).

El Anexo 3.3.3-2a detalla la homologación de las categorías de recubrimiento de suelo en fauna, las cuales fueron determinadas a partir de la cartografía de recubrimientos y tipos de formaciones vegetales del componente plantas vasculares. Además, se señalan las especificidades aplicadas para la determinación del caso de los humedales (Anexo 3.3.3-2b), dentro de los cuales se pudieron determinar a partir del insumo de vegetación, los siguientes mesoambientes de humedales: *humedal matorral*, *humedal altoandino* y *humedal con vegetación degradada* (a los que se agrega el humedal costero, que no está determinado por el tipo de vegetación).

Cabe mencionar, que la definición de humedales utilizada es la entregada por la convención Ramsar (Ramsar, 1971) que los define como: “extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o

temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

b.ii) Topografía

Este elemento se obtuvo a partir de un proceso de fotointerpretación y posterior validación en terreno de la materialidad y geomorfología predominante en la unidad cartográfica.

La relevancia de este componente, se debe a que puede determinar hábitats específicos por disponibilidad de refugios y alimentos, entre otros.

En este estudio, los elementos de topografía usados para determinar los ambientes de fauna, fueron los afloramientos rocosos ó roqueríos y las quebradas.

En términos prácticos, cuando al interior de la unidad cartográfica, alguno de los elementos topográficos era dominante por sobre el recubrimiento de suelo, entonces quedó determinado como ambiente de roqueríos (R) o quebradas (Q) y el tipo de recubrimiento pasó a definir el mesoambiente, dependiendo si corresponde a superficie con vegetación o desprovista de ésta (Tabla 3.3.3-1).

b.iii) Particularidad de ambientes: Ecotono

La particularidad de ambientes, corresponde a aquellos elementos del paisaje que son de interés para la caracterización de la fauna vertebrada, dado que pueden definir hábitats particulares para determinadas especies.

En este estudio, se consideró a los *ecotonos* como elemento de particularidad de los ambientes de fauna. Estos corresponden estructuralmente a zonas de transición, o borde, entre dos comunidades distintas pero que en su conjunto forman un área de gran importancia ecológica (Clements, 1905). La amplitud de estas zonas o fajas de interacción entre dos ambientes, se refiere al borde o zona de cambio gradual de un ambiente a otro (Van der Maarel, 1990; Risser, 1995).

Los tipos de ecotono incorporados en este estudio, corresponden a aquellas formaciones vegetales o recubrimientos terrestres que rodean e influyen a los ambientes de fauna y que en conjunto definen un mesoambiente particular. Estos se pudieron obtener a partir del proceso de fotointerpretación del recubrimiento de suelo y de datos de terreno. De esta manera, los ambientes con mesoambientes de *ecotono*, corresponden a:

- Los humedales: humedal costero, humedal altoandino, humedal con vegetación degradada y humedal matorral.
- Las áreas desprovistas de vegetación: área desprovista de vegetación costera y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo.

La Tabla 3.3.3-1 presenta la descripción de cada uno de estos mesoambientes y por tanto del tipo ecotono que los define.

b.iv) Ambientes de fauna

En base al recubrimiento de suelo, la topografía dominante y los elementos de particularidad del ambiente, para el área de influencia se detectaron un total de ocho ambientes y 12 mesoambientes de fauna, los cuales fueron validados por los especialistas, durante las campañas de terreno. El detalle es presentado en la Tabla 3.3.3-1.

Es relevante destacar que no todos los ambientes poseen particularidades, por lo tanto algunos ambientes de fauna mantuvieron como nombre el del recubrimiento de suelo original.

En algunos análisis, aquellos mesoambientes más particulares se consideraron independientes (ej. el humedal costero se analiza separado de los otros tres mesoambientes de humedales).

Tabla 3.3.3-1. Ambientes y mesoambientes de fauna con sus definiciones.

AMBIENTES DE FAUNA <i>Mesoambientes</i>	DEFINICIÓN Y USO DE FAUNA
Áreas desprovistas de vegetación (ADV)	Sectores donde la cubierta vegetal es nula o con la presencia de individuos de flora aislados. La presencia de fauna en este ambiente es baja, debido a la escasez de recursos y refugios. De registrarse, la fauna presente debiera ser esporádica, no residente, de alta movilidad (aves y macro mamíferos) y/o poco abundante.
<i>Mesoambiente</i> Área desprovista de vegetación	Área amplia sin vegetación, con influencia dominante de aves y macromamíferos generalistas.
<i>Mesoambiente</i> Área desprovista de vegetación costera	Zona aledaña a humedal costero, con influencia de avifauna costera.
<i>Mesoambiente</i> Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	Zona de borde de plantación arbórea colindante, con influencia de aves y quirópteros.
Área industrial (AI)	Sectores ocupados por instalaciones industriales. Ambiente propicio para aquellas especies adaptadas a la presencia humana (aves generalistas).
Herbazal (HB)	Formación vegetal donde la cobertura herbácea es dominante. Condicionado a la estacionalidad presenta gran número de insectos, lo que atrae la presencia de reptiles y aves. Este ambiente se compone del herbazal de estepa y el herbazal de Tillandsial, el cual tiene la particularidad de estar dominado exclusivamente por la hierba perenne <i>Tillandsia landbeckii</i> , "calachunca", constituyendo una formación vegetal monoespecífica, que proporciona mayores recursos alimenticios y de refugio para la fauna vertebrada.
Humedales (H)	Zona con agua, permanente o esporádica, salada o dulce, asociada a media o alta cobertura vegetal. Generalmente concentra alta riqueza faunística.

AMBIENTES DE FAUNA <i>Mesoambientes</i>	DEFINICIÓN Y USO DE FAUNA
<i>Mesoambiente Humedal altoandino</i>	Ambiente de humedal de gran altitud, sobre los 3.000 m.s.n.m. Corresponde a un depósito de agua dulce, salada o salobre, que puede tener variadas dimensiones. Este ambiente puede corresponder a formaciones de vega, bofedal o pajonal hídrico (y sus combinaciones), y constituyen recursos (refugio, alimento) para la fauna vertebrada terrestre. Dependiendo de la riqueza vegetal del lugar y de la presencia de microhábitats apropiados, puede llegar a ser un potencial hábitat reproductivo para aves y anfibios.
<i>Mesoambiente Humedal costero</i>	Ambiente de humedal, de agua salada, y de borde con el mar (con sustrato arenoso y/o rocoso). Se considera como humedal cuando su profundidad en marea baja no excede los seis metros. De especial importancia para las aves costeras como sitio de alimentación, además de otras taxa que habitan áreas costeras (como reptiles). Por otro lado, aves migratorias utilizan este ambiente de humedal como estación de descanso, alimentación y/o nidificación.
<i>Mesoambiente Humedal matorral</i>	Formación vegetal con predominancia arbustiva, asociada a disponibilidad superficial de agua de manera permanente o estacional. Este ambiente puede corresponder a formaciones con dominancia de matorral o matorral hídrico, siempre y cuando se halla detectado en algún muestreo estacional un cuerpo de agua. Además, puede albergar gran diversidad de especies de fauna, otorgando refugio para mamíferos y reptiles. Dependiendo de la disponibilidad hídrica, va a proporcionar hábitat a distintas especies de aves y anfibios. Potencial fuente hídrica para cualquier vertebrado terrestre.
<i>Mesoambiente Humedal con vegetación degradada</i>	Formación vegetal de humedal con pérdida de cobertura, o bien, con sectores donde la cubierta vegetal está muerta ³ . En este ambiente, la presencia de fauna en general es baja, debido a la escasez de recursos, sin embargo se pueden detectar especies de reptiles, aves y mamíferos.
Matorral (M)	Formación vegetal con predominancia arbustiva. Este ambiente puede corresponder a matorral, matorral con suculentas o matorral mixto; y puede albergar gran diversidad de especies de fauna, otorgando refugio para mamíferos y reptiles. Además es propicio para el anidamiento y alimentación de aves, reptiles y mamíferos.
Pajonal (P)	Formación vegetal dominada por especies de gramíneas dispuestas en champas. Este ambiente puede albergar a especies de fauna de baja movilidad, como micromamíferos y reptiles, ya que pueden encontrar refugio bajo estas formaciones vegetales. Además es propicio para el anidamiento y alimentación de aves, reptiles y mamíferos.
Roquerío (R)	Área con presencia de afloramientos rocosos y/o rocas de gran tamaño, que pueden proporcionar refugios para vertebrados como reptiles, aves y mamíferos.
<i>Mesoambiente roquerío con vegetación</i>	Afloramiento rocoso provisto de vegetación (matorral, pajonal o mixto). Refugio y hábitat para reptiles, aves, micro y mesomamíferos.

³ Para el componente Plantas Vasculares se denomina Formación azonal muerta. * En el sector Desierto Interior, algunos ambientes de quebradas incluyen campos de cultivos abandonados en diversos grado de recolonización.

AMBIENTES DE FAUNA <i>Mesoambientes</i>	DEFINICIÓN Y USO DE FAUNA
<i>Mesoambiente roquerío desprovisto de vegetación</i>	Cobertura rocosa sin vegetación. Refugio de micro y mesomamíferos.
Quebrada (Q)	Fondos de cauces, generalmente sin agua, con afloramientos rocosos, con o sin vegetación, donde en teoría se pueden concentrar varias especies de vertebrados, principalmente aves, reptiles y mamíferos.
<i>Mesoambiente Quebrada con vegetación</i>	Quebrada con formación vegetal que puede corresponder a matorral, matorral mixto o pajonal. La particularidad de estos ambientes es que se encuentran en quebradas, por lo que son, generalmente, de alta diversidad de especies, principalmente mamíferos pequeños, aves y reptiles, debido a que las condiciones particulares de este ambiente sirven de refugio y/o corredor biológico para las especies de fauna.
<i>Mesoambiente Quebrada con vegetación arbórea</i>	Quebrada con parche de vegetación arbórea de muy escasa superficie. Posible presencia de aves y mamíferos.
<i>Mesoambiente Quebrada desprovista de vegetación</i>	Quebrada sin vegetación, potencial hábitat para mamíferos.

Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.3.4.2 Tipos y diseños de muestreo

a) *Tipos de muestreo*

El presente estudio consideró cuatro tipos de muestreo para relevar la fauna vertebrada terrestre. El principal tipo corresponde al transecto y a éste se sumaron muestreos complementarios, los cuales están dirigidos a maximizar la detección de determinadas taxa de fauna silvestre vertebrada. Estos muestreos adicionales corresponden a: trampeo de roedores y marsupiales, muestreo nocturno y cámara trampa con atrayente olfativo.

Las definiciones de los tipos de muestreo son las siguientes:

- Transecto (T): Caminata a partir de un punto, para detectar evidencias directas e indirectas de fauna vertebrada terrestre.
- Trampeo de roedores y marsupiales (TR): Captura viva de especies de pequeños mamíferos (incluyendo roedores fosoriales, como *Ctenomys*).
- Muestreos Nocturnos (MN): Muestreo de quirópteros, mediante detección de vocalizaciones o captura viva de individuos, playback de aves nocturnas y anfibios.
- Cámara trampa con atrayente olfativo (CT): Se instalan cámaras trampa con atrayente olfativo para detectar visualmente especies de carnívoros.

Por último, se consideraron en el presente estudio los denominados Registros Únicos (RU) correspondientes al registro puntual de una evidencia directa o indirecta de una especie de fauna de interés ambiental y/o de rara presencia en el área de influencia.⁴

b) *Diseño de muestreo*

El diseño de muestreo consiste en la georreferenciación, en gabinete, de las unidades de muestreo que fueron posteriormente muestreados en terreno (puntos de muestreo). Una vez que se obtiene la cobertura digital de fotointerpretación inicial de ambientes, y tras definir las taxa a muestrear por campaña de terreno (por ende los tipos de muestreo a implementar), se eligen las unidades de muestreo por tipo de ambiente y para cada uno de los sectores en el área de influencia.

El diseño de muestreo utilizado fue del tipo estratificado-dirigido, los estratos correspondieron a los tipos de ambientes de fauna definidos (previamente fotointerpretados); y dirigido, dado que el equipo de especialistas encargado, utilizó los criterios de experto para localizar de manera efectiva los puntos de muestreo por taxón y/o tipo de muestreo.

Los criterios de experto usados para localizar/dirigir los transectos de muestreo, son:

- Representatividad y homogeneidad espacial del ambiente a caracterizar, muestreando un promedio del ambiente.
- Accesibilidad y condiciones de seguridad.
- Minimización de sobreposición de puntos de muestreo.

En el caso de muestreos complementarios (ver acápite anterior), los criterios para establecer los puntos de muestreo son específicos según la especie a detectar:

- Trampeo de roedores y marsupiales: Según la disponibilidad de refugios y rastros (huellas y fecas).
- Muestreo de quirópteros: Según el hábitat o morfología del ambiente, como es el caso de quebradas y roqueríos.
- Playback de aves: Según la disponibilidad de recursos para las aves.
- Playback de anfibios: Según el tipo de hábitat (cursos de agua o humedales).
- Cámaras trampa con atrayente olfativo: Según la presencia de rastros (huellas o fecas) y/o según morfología del hábitat como puede ser la detección de cuevas (refugios) o quebradas (corredores).

En el caso del Registro Único, éste se detectó directamente en terreno, en caso de hallazgo de una especie de interés ya fuese por ser nueva para el catálogo del ambiente y/o sector, o por ser

⁴ En vista que los RU, están fuera del diseño de muestreo implementado, los resultados asociados a estos registros, sólo se consideran en los análisis de riqueza, no así en los relacionados con los parámetros de abundancia.

difícil de detectar o sensible (por ejemplo: especies en categoría de conservación y a la vez de rara presencia en el área).

3.3.3.4.3 Trabajo de terreno

A fin de caracterizar el componente, describir su riqueza y su abundancia en el área de influencia y los sectores que la conforman, se ha consultado la Guía para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre (SAG, 2012; SAG, 2016), complementado con la Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA (2015).

En terreno, cada punto de muestreo fue georreferenciado utilizando GPS navegador en sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), Datum WGS 84 y Huso 19 sur.

Seguidamente, el equipo de especialistas procedió a la validación de los límites y descripción del ambiente de fauna. Este proceso consistió en validar, corregir y/o detallar el ambiente de la unidad cartográfica de muestreo. Inicialmente, se registraron los componentes que definen el ambiente, los cuales corresponden al recubrimiento de suelo, la topografía y alguna particularidad de ecotono en caso esta existiera. Luego, se realizó el registro fotográfico en los cuatro puntos cardinales en el ambiente.

Tras describir el ambiente en cada punto de muestreo, el equipo de especialistas procedió a implementar las metodologías de muestreo pertinentes a cada taxón objetivo, caracterizando la fauna mediante evidencias directas (visuales y/o auditivas) e indirectas (fecas, huellas, plumas, egagrópilas, cuevas, pelos, etc.). De ser posible, se fotografiaron los individuos avistados, además de las evidencias indirectas de especial interés, como: restos óseos, egagrópilas, fecas y huellas. La descripción del tipo de muestreo por taxón se puede ver en el acápite (b) de esta sección.

Para la recolección de datos en terreno y su correcta sistematización en gabinete, se utilizaron formularios de datos específicos para cada tipo de muestreo.

El Anexo 3.3.3-3 indica detalle de los tipos de evidencias registrados para cada especie, por sector, ambiente y tipo de evidencias (directas y/o indirectas).

a) *Esfuerzo de muestreo*

a.i) *Campañas de terreno*

Para la toma de datos se realizaron un total de nueve campañas estacionales en terreno, entre otoño 2014 y otoño 2016. El área de influencia, en términos de los límites de los sectores, presentó modificaciones conforme lo hicieron las obras del proyecto. Durante la campaña de otoño 2014, fueron muestreados seis sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja - Ramucho, Quebradas Huiniquintipa-Ornajuno, Altiplano Mina – Planta; luego a partir de invierno 2014 se agregó el sector Altiplano Variante A-97B. A partir de primavera 2014 se completó el muestreo de los ocho sectores del área de influencia adicionando

Altiplano Cerro Quitala. La Tabla 3.3.3-2 muestra en detalle los terrenos realizados y sus fechas respectivas.

Tabla 3.3.3-2. Fechas de terrenos realizados para cada campaña estacional.

ESTACIONALIDAD	NÚMERO DE CAMPAÑAS DE TERRENO POR ESTACIONALIDAD				
	I	II	III	IV	V
Otoño 2014	22/03 - 31/03	11/04 - 20/04	26/04 - 30/04	06/06 - 13/06	
Invierno 2014	04/08 - 11/08	20/08 - 29/08	05/09 - 14/09	05/09 - 11/09	
Primavera 2014	05/11 - 12/11	17/11 - 24/11	01/12 - 10/12	03/12 - 11/12	12/12 - 18/12
Verano 2015	15/01 - 24/01	02/03 - 11/03	20/03 - 21/03	22/04 - 28/04	
Otoño 2015	11/05 - 20/05	01/06 - 10/06	15/06 - 19/06		
Invierno 2015	01/07 - 10/07	03/08 - 12/08	01/09 - 07/09		
Primavera 2015	02/09 - 09/09	30/11 - 07/12	14/12 - 19/12		
Verano 2016	13/01 - 22/01	15/01 - 18/01	23/01 - 25/01		
Otoño 2016	28/03 - 30/03	04/04 - 13/04			

Fuente: Cedrem Consultores.

El trabajo en terreno consistió en relevar información con el fin de validar los ambientes de fauna definidos en gabinete, así como coleccionar y estimar el número de individuos, la densidad y la frecuencia de especies por punto de muestreo, en el área de influencia.

a.ii) Puntos de muestreo

A lo largo de las nueve campañas estacionales se realizaron un total de 573 puntos de muestreo, dentro de los cuales se efectuaron 3.205 muestreos que corresponde a la suma del total de muestreos mediante transectos (2.588), trampeos de roedores y marsupiales (373) y muestreos complementarios (244, incluyendo muestreos nocturnos e instalación de cámaras trampa con atrayente olfativo; Tabla 3.3.3-3). Se debe entender que dentro del esfuerzo total de 3.205 muestreos se incluyen puntos de muestreo que se repitieron en las distintas campañas del monitoreo temporal, de modo de considerar las variaciones estacionales de la fauna. El esfuerzo de muestreo aplicado estacionalmente y por sector se detalla en la Tabla 3.3.3-4 diferenciando los distintos tipos de muestreo.

Como los sectores variaron en número y superficie durante la realización del muestreo, las campañas tuvieron modificaciones en su esfuerzo de muestreo, siendo la campaña de invierno 2015 la que presenta mayor esfuerzo de muestreo (con 539 muestreos), seguido de otoño 2015 (con 500 muestreos), mientras que el menor esfuerzo de muestreo se efectuó en la campaña de otoño 2016 (con 138 muestreos), seguido de verano 2016, con 163 muestreos (Tabla 3.3.3-4).

Tabla 3.3.3-3. Resumen de esfuerzo de muestreo en el área de influencia.

TIPO DE MUESTREO	PUNTOS (PM)	N° MUESTREOS
Transectos (T)	564	2.588
Trampeo Roedores y Marsupiales (TR)	106	373
Muestreos Complementarios (MC)*	79	244
Total puntos de muestreo**	573	3.205

* Corresponde a muestreos nocturnos y cámara trampa con atrayente olfativo

** Difiere de la suma de puntos dado que en ocasiones se realizó más de un tipo de muestreo en un mismo punto.

Fuente: Cedrem consultores.

El Anexo 3.3.3-4 presenta una lista de los puntos de muestreo por campaña y por ambiente para cada uno de los sectores.

De los puntos de muestreo, la metodología de transectos es la principal fuente de muestreos en todas las campañas, seguida por los trampeos y los muestreos complementarios. En relación a los ocho sectores, el del Altiplano Variante A-97B se monitoreó a partir de invierno 2014 (con siete campañas), y el Altiplano Cerro Quitala se incluyó a contar de primavera 2014 (incluyendo cinco campañas), mientras que el resto de los sectores incluyeron las nueve campañas (Tabla 3.3.3-4). Los sectores de mayor superficie y que poseen mayor variedad de ambientes son los que poseen mayor esfuerzo de muestreo, como el Altiplano Mina - Planta, con 191 puntos de muestreo totales, mientras que el Altiplano Cerro Quitala, con menor superficie y poca variedad de ambientes, tiene el menor esfuerzo de muestreo, con sólo nueve puntos muestrales (Tabla 3.3.3-4).

Tabla 3.3.3-4. Esfuerzo de muestreo implementado estacionalmente entre otoño 2014 y otoño 2016 en los distintos sectores que conforman el área de influencia.

CAMPAÑA	TIPO MUESTREO	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (No. Muestreos)								TOTAL
		DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	
OTOÑO 2014	T	33	48	30	1	23	86	-	-	221
	TR	6	5	1	-	5	11	-	-	28
	MC	4	3	-	1	-	1	-	-	9
	TOTAL	43	56	31	2	28	98	-	-	258
	RU	-	-	1	-	1	4	-	-	6
INVIERNO 2014	T	37	54	42	5	24	96	-	29	287
	TR	6	6	8	1	5	14	-	-	40
	MC	6	6	-	12	8	7	-	-	39
	TOTAL	49	66	50	18	37	117	-	29	366
	RU	-	1	5	1	-	3	-	-	10

CAMPAÑA	TIPO MUESTREO	SECTOR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA (No. Muestras)								TOTAL
		DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	
PRIMAVERA 2014	T	47	63	46	11	46	112	5	39	369
	TR	6	6	8	1	7	17	-	4	49
	MC	6	2	-	7	12	1	-	2	30
	TOTAL	59	71	54	19	65	130	5	45	448
	RU	2	-	7	2	7	11	-	8	37
VERANO 2015	T	48	69	48	13	45	115	5	45	388
	TR	6	10	7	2	7	17	1	7	57
	MC	3	3	-	11	4	2	-	7	30
	TOTAL	57	82	55	26	56	134	6	59	475
	RU	2	1	12	3	3	18	-	5	44
OTOÑO 2015	T	47	69	46	14	53	136	5	45	415
	TR	6	10	10	2	6	23	1	7	65
	MC	-	3	1	7	3	4	-	2	20
	TOTAL	53	82	57	23	62	163	6	54	500
	RU	1	4	11	8	4	14	-	7	49
INVIERNO 2015	T	47	70	51	16	57	162	5	47	455
	TR	6	8	9	1	8	22	1	8	63
	MC	-	2	1	3	2	9	-	4	21
	TOTAL	53	80	61	20	67	193	6	59	539
	RU	1	-	4	2	3	12	-	3	25
PRIMAVERA 2015	T	25	44	51	12	21	74	-	17	244
	TR	6	1	7	1	4	16	-	6	41
	MC	2	2	8	4	7	5	-	5	33
	TOTAL	33	47	66	17	32	95	-	28	318
	RU	1	-	-	4	3	5	-	1	14
VERANO 2016	T	7	4	13	4	20	52	3	10	113
	TR	1	2	-	-	2	10	-	3	18
	MC	4	2	5	3	5	8	-	5	32
	TOTAL	12	8	18	7	27	70	3	18	163
	RU	-	-	-	1	-	5	-	-	6
OTOÑO 2016	T	10	10	10	13	10	30	4	9	96
	TR	1	-	1	-	2	5	-	3	12
	MC	2	2	3	2	5	8	2	6	30
	TOTAL	13	12	14	15	17	43	6	18	38
	RU	-	-	-	-	1	-	-	-	1
TOTAL PUNTOS DE MUESTREO (PM)		60	88	64	27	73	191	9	61	573

Sector: **DC**: Desierto costero; **DI**: Desierto interior; **CO**: Cordón occidental; **CR**: Quebrada Choja - Ramucho; **HO**: Quebradas Huiniquinta – Ormajuno; **MN**: Altiplano Mina – Planta; **CQ**: Altiplano Cerro Quitala; **VA**: Altiplano Variante A-97B. Tipo de muestreo: **T**: transecto; **TR**: trampeo de roedores y marsupiales; **RU**: registro único; **MC**: muestreo complementario (incluye muestreo nocturno y cámara trampa con atrayente olfativo).

Fuente: Cedrem Consultores.

b) Procedimiento de muestreo por taxón

Para las cuatro taxa muestreadas, la información recopilada fue registrada en formularios diseñados para la actividad.

La captura de micromamíferos fue autorizada por el Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero, a través de Resolución Exenta N°179 del 24 de abril de 2014, su modificación por Resolución exenta N° 048 del 11 de noviembre de 2014 y su posterior modificación por Resolución exenta N°042 del 20 de enero de 2015, que se adjuntan en el Anexo 3.3.3-5.

Con respecto al muestreo de anfibios, es relevante mencionar que en el área de influencia, los ambientes que presentan cuerpos de agua fueron: humedal altoandino, humedal costero y humedal matorral.

Con respecto a los micromamíferos presentes en Chile corresponden a: marsupiales, quirópteros (murciélagos) y roedores (excepto familia Chinchillidae). Para este estudio se consideró a los lagomorfos, edentados⁵ y a la familia chinchillidae del orden de los roedores como una categoría intermedia (mesomamíferos).

En este estudio se consideraron como macromamíferos a los carnívoros, artiodáctilos (camélidos y venados⁴) y perisodáctilos (equinos).

A continuación, se describe la metodología utilizada para cada taxón en las Tabla 3.3.3-5 a la Tabla 3.3.3-9.

Tabla 3.3.3-5. Métodos de muestreo en Anfibios.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTOS
En ambientes que presentan cuerpos de agua. Observación y búsqueda intensiva en transectos (200 m x 20 m ^{1,2}). Transectos más cortos en unidades ambientales pequeñas o expuestas a riesgo. La intensidad de búsqueda intermedia ³ .	Directas: Registro auditivo, Registro visual. Registro de larvas. Indirectas: Cuevas, tipos de posturas.	Playback: Reproducción por un minuto máximo con espera de respuesta (auditiva y/o visual) por cinco minutos. Orden de reproducción de menor a mayor tamaño de especie. Cantos de apareamiento anteriores a los cantos territoriales. Playback media hora después del crepúsculo o durante la noche. Se utilizó una cámara monocular digital de visión nocturna (Bushnell Equinox Z), para fotografiar las especies registradas. En Fotografía 3.3.3-1 y Fotografía 3.3.3-2, se muestra la implementación en terreno.

1.- De la Maza & Bonacic (2013); 2.- Jaeger (1994); 3.- Crump & Scott (1994).

Fuente: Cedrem Consultores.

⁵ Si bien no han sido registrados dentro del área de influencia son parte del listado potencial.

Tabla 3.3.3-6. Métodos de muestreo en Reptiles.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTO
Observación y búsqueda activa en transectos (200 m x 20 m) ^{1,2} . Transectos más cortos en unidades ambientales pequeñas o expuestas a riesgo.	Directas: Registro visual. Indirectas: Cuevas, huellas, fecas, mudas.	No hay.

1.-Rudran, et al. (1996); 2.-Wemmer, et al. (1996).
Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.3-7. Métodos de muestreo en Aves.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTO
Observación y búsqueda activa en transectos de 4,0 hectáreas (200 m x 200 m) ^{1,2} . Observación con binoculares durante 20 a 30 min. Transectos más cortos en unidades ambientales pequeñas o expuestas a riesgo.	Directas: Registro visual. Registro auditivo (para recuento de riqueza y abundancia de especies). Indirectas: Nidos, cuevas, plumas, fecas, restos óseos, egagrópilas.	Playback: Para rapaces nocturnas, y para complementar registro de presencia de alguna especie no avistada. Reproducción por 30 segundos con espera de respuesta por 30 a 60 segundos. Repeticiones sucesivas por cinco minutos. En Fotografía 3.3.3-3, se muestra la implementación en terreno.

1.-Rudran et al. (1996); 2.-Wemmer et al. (1996).
Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.3-8. Métodos de muestreo en Micromamíferos.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTO
General: Observación y búsqueda activa en transectos de 0,4 hectáreas (200 m x 20 m) ^{1,2} . Transectos más cortos en unidades ambientales pequeñas o expuestas a riesgo. Quiropteros: <i>Redes de niebla</i> de 2,5 metros de alto y 9,0 metros de ancho en ambientes propicios para su paso ³ , Fotografía 3.3.3-5. Instalación aprox. 20 minutos antes de la puesta de sol, monitoreo cada 20 minutos por dos a tres horas. <i>Trampa arpa</i> , instalada antes del atardecer, y monitoreada cada 20 minutos durante dos a tres horas, Fotografía 3.3.3-6. Roedores y Marsupiales: Trampas tipo Sherman ³ en dos o tres líneas paralelas distanciadas entre 5 y 15 m, por dos noches consecutivas por punto. Entre 10 a 20 trampas por punto (en las tablas detalladas de los resultados se indica el esfuerzo específico por punto de muestreo). Las	Directas: Capturas, Registro visual, Registro auditivo. Actividad de excavación en el caso de fosoriales, indicando grado de actividad (cueva activa, cueva inactiva). Se utiliza la técnica de verificación de actividad de las colonias registradas en la línea de base de animales silvestres, la cual consiste en evaluar cada colonia, tapando con tierra las aperturas y marcarlas con cal para no confundir con aperturas nuevas. Al día siguiente se verifica el estado de las aperturas, considerándose activa la colonia si se encuentran las aperturas destapadas o se identifican nuevas aperturas, de lo contrario solo corresponden a colonias abandonadas y sin actividad. Indirectas: Cuevas, fecas, restos óseos, pelos.	Quirópteros: <i>Bat detector</i> Pettersson d240x con una grabadora digital Zoom H2n ^{6,7,8,9} con registro durante 20 a 30 minutos por punto. En Fotografía 3.3.3-4, se muestra la implementación en terreno.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTO
<p>Trampas fueron cebadas con avena y esencia de vainilla y fueron activadas al final del día y revisadas a primera hora del día siguiente.</p> <p>En Fotografía 3.3.3-7, se muestra la instalación de trampas en terreno.</p> <p>Roedores fosoriales (<i>Ctenomys sp.</i>): Se instalaron trampas de “captura en vivo” tipo tubo, cebadas con frutas y avena, en las áreas donde se hayan detectado colonias activas.</p> <p>Las capturas fueron durante todo el día, y fueron monitoreadas a distancia de manera constante, siendo revisadas en forma presencial cada 30-60 min. El esfuerzo de captura fue de un máximo de 15 trampas tubo por colonia, por tres días consecutivos. Todo individuo capturado fue evaluado y liberado <i>in situ</i>.</p> <p>En Fotografía 3.3.3-8 se muestra un ejemplo de trampeo de roedores fosoriales.</p> <p>Chinchilla chinchilla: Para esta especie de roedor⁶, se realizaron tres tipos de muestreos específicos: a) uso de cámaras trampas; b) uso de trampas Tomahawk y Bigsherman para captura, y c) uso de tarjetas ahumadas (huelleros), para registro de improntas (huellas) de patas y manos.</p>	<p>Análisis de egagrópilas y fecas de carnívoro con especies presas identificadas por claves de molares o restos óseos ^{4,5,6,10}. En Fotografía 3.3.3-9, se muestra detalle del análisis en gabinete.</p>	

1.-Rudran et al. (1996); 2.-Wemmer et al. (1996); 3.-Jones et al. (1996); 4.- Mann (1978); 5.- Muñoz-Pedrerros (2010); 6.- Núñez & Bozzolo (2006); 7.- Rodríguez-San Pedro & Simonetti (2013); 8.- Kunz et al. (1996b); 9.- Barboza et al. (2006); 10.- Reise (1973).

Fuente: Cedrem Consultores.

Tabla 3.3.3-9. Métodos de muestreo en Meso-macromamíferos.

CARACTERÍSTICAS	EVIDENCIAS	COMPLEMENTO
<p>Observación y búsqueda activa en transectos de 4,0 hectáreas (200 m x 200 m) ^{1,2}.</p> <p>Observación con binoculares durante 20 a 30 min.</p> <p>Transectos más cortos en unidades ambientales pequeñas o expuestas a riesgo.</p>	<p>Directas: Registro visual. Registro auditivo solo para recuento de riqueza de especies.</p> <p>Indirectas: cuevas, fecas, restos óseos, huellas (Analizadas en gabinete).</p>	<p>Cámara trampa Bushnell Trophy Cam más atrayente Bobcat urine.^{3,4}</p> <p>Ubicación en ambientes donde se sospechó la presencia de macromamíferos. Ej. Felinos; y donde no fue posible observación directa.</p> <p>Cámaras trampa instaladas lejos de trampeo de roedores y marsupiales, o posteriormente.</p> <p>Permanencia de cámara trampa, tiempo mínimo una noche, y como máximo entre una estacionalidad y otra.</p> <p>En Fotografía 3.3.3-10 se muestra cámara instalada en terreno.</p>

1.-Rudran et al. (1996); 2.-Wemmer et al. (1996); 3.- Wemmer et al. (1996); 4.- Espartosa et al. (2011).

Fuente: Cedrem Consultores.

⁶ Especie registrada sólo por evidencias indirectas en fecas de *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), y para la cual se desarrolló un muestreo dirigido, detallado en el Plan de Acción respectivo, cuyo resultado no permitió adscribir la presencia de la especie en el área de Influencia del Proyecto. Por lo mismo, estas evidencias fueron excluidas de los análisis.

Cabe destacar que el área de los transectos detallados en las tablas 3.3.3-5 a 3.3.3-9 para cada clase es la teórica a realizar. No obstante, en algunos casos, por restricciones de muestreo, la longitud y/o ancho de los transectos efectivamente recorridos fue menor. En todo caso, para la cuantificación detallada de datos (como en la densidad), ésta se calcula con el dato real (longitud y/o ancho) tomado de terreno (y que está detallado en los anexos respectivos).

Además de aquellos muestreos presentados en la Tabla 3.3.3-5 a la Tabla 3.3.3-9, se realizaron registros únicos, los cuales correspondieron al registro de evidencias de presencia (directos o indirectos) de alguna especie, aun cuando estas no se encuentren asociadas a algún punto de muestreo en particular. Estos registros fueron considerados para efectos de riqueza del ambiente y del sector, pero no fueron incluidos para el cálculo de abundancia, frecuencia y densidad estimadas.

Para el caso de evidencias indirectas obtenidas mediante análisis de muestras fecales de especies presa (RoAm), así como evidencias indirectas de plumas de aves rapaces, y evidencias directas de estas aves, sobrevolando el sector; se consideró que estas se encuentran dentro del mismo sector donde fue detectada la evidencia. Esto con el fin de no subestimar la presencia de las especies así detectadas, debido a que, frecuentemente, son especies de difícil avistamiento. Este dato fue considerado para la riqueza del sector pero no para la abundancia ni la densidad de los ambientes.

Fotografía 3.3.3-1. Implementación de la metodología Playback de Anfibios en el sector Altiplano Mina – Planta.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-2. Cámara monocular digital de visión nocturna, utilizada durante el Playback de Anfibios en el área de influencia.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-3. Implementación de la metodología Playback de Aves nocturnas en el sector Desierto interior.



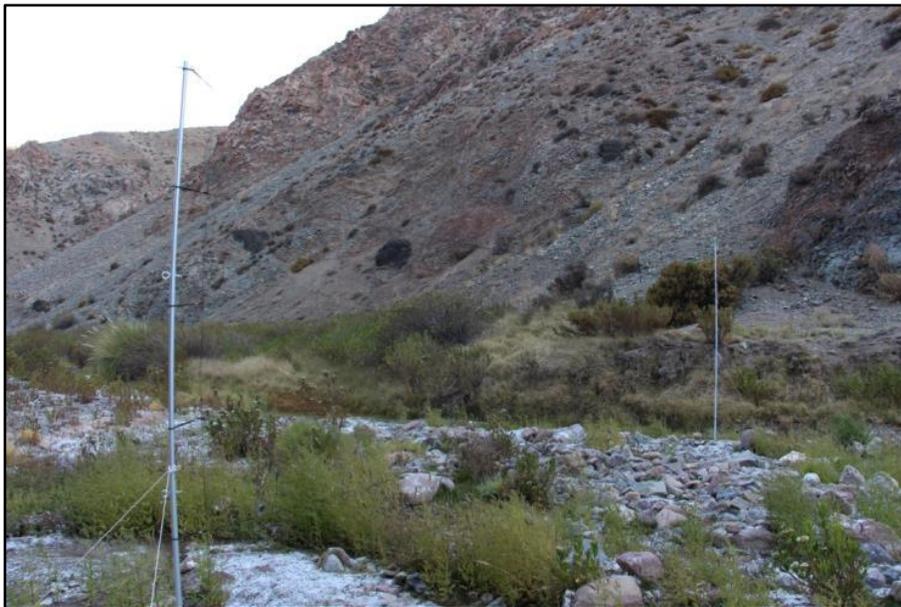
Fuente: Cedrem Consultores.

**Fotografía 3.3.3-4. Implementación de la metodología Bat detector en el sector Altiplano
Mina – Planta.**



Fuente: Cedrem Consultores.

**Fotografía 3.3.3-5. Red de niebla instalada para la captura de quirópteros en el sector
Quebrada Choja - Ramucho.**



Fuente: Cedrem Consultores.

En el caso de muestreos nocturnos y trapeo de micromamíferos, se cumplieron los siguientes protocolos específicos en terreno:

Playback: No se debe repetir el playback en el mismo punto, puesto que esto modifica la conducta natural de los individuos y puede afectar las conductas reproductivas y/o territoriales. En el caso de repetir esta operación en otro punto de muestreo, la distancia entre puntos deberá ser la mínima necesaria para que la reproducción del sonido no sea audible.

En el caso de los anfibios, se reproducen dos especies potenciales: *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius marmoratus*⁷. Para las aves rapaces nocturnas, se reproducen seis especies potenciales: *Glaucidium peruanum* (chuncho del norte), *Caprimulgus longirostris* (gallina ciega), *Chordeiles acutipennis* (gallina ciega peruana), *Tyto alba* (lechuza blanca), *Athene cunicularia* (pequén) y *Bubo magellanicus* (tucúquere).

Micromamíferos:

Quirópteros:

A) Redes de niebla: Fueron instaladas aproximadamente 20 minutos antes de la puesta de sol para evitar capturas accidentales de aves.

B) Registros con bat detector: El análisis de las vocalizaciones de ecolocación de quirópteros fue realizado con el programa Avisoft SAS-Lab Lite (Avisoft Bioacoustics. Berlín, Alemania). Las grabaciones fueron procesadas utilizando una frecuencia de muestreo de 44,1 KHz, visualización tipo Hamming, transformación de Fourier FFT 256 con 75% de sobreposición y tiempo de resolución igual a 0,1 ms. Cada espectrograma fue evaluado junto a los oscilogramas de tiempo y frecuencia.

La identificación de las especies de quirópteros fue realizada comparando los parámetros característicos de frecuencia y tiempo de las llamadas obtenidas en terreno con descripciones previamente publicadas (Rodríguez-San Pedro et al., 2016; Ossa et al., 2015; Rodríguez-San Pedro et al., 2013) y con la base de datos del Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh, 2016). Las variables acústicas consideradas fueron: frecuencia inicial, frecuencia final, frecuencia de mayor intensidad, frecuencia máxima y frecuencia mínima, tiempo de duración e intervalo entre pulsos.

Roedores y marsupiales: Las trampas Sherman se dejaron cerradas durante el día para evitar la captura de algún reptil o ave.

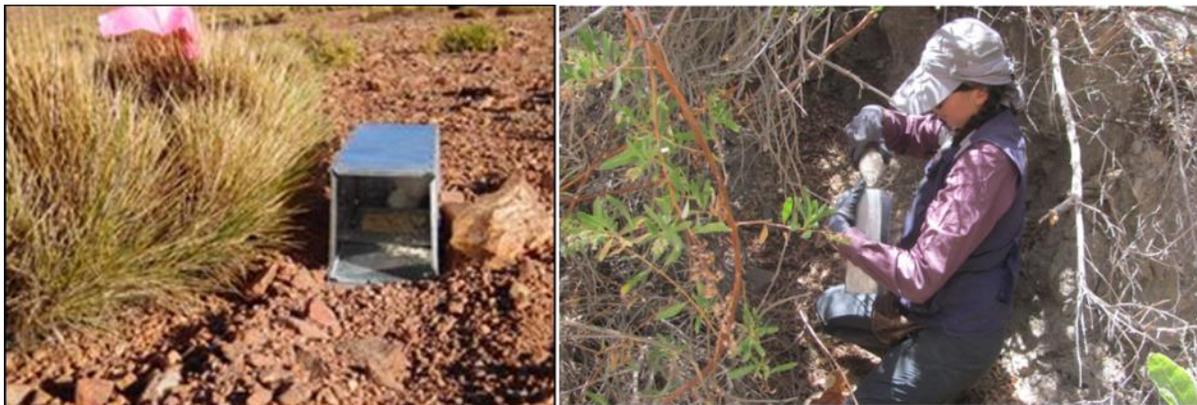
⁷ especie potencial no registrada en línea base, pero que ya que no hay grabaciones disponibles de *Telmatobius chusmisensis* (especie si registrada), se asume un canto similar.

Fotografía 3.3.3-6. Trampa arpa instalada para la captura de quirópteros en el sector Desierto interior.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-7. Trampa tipo Sherman cebadas y etiquetada.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-8. Trampa tipo tubo para roedores fosoriales.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-9. Análisis en gabinete de muestras recolectadas.



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-10. Cámara trampa con atrayente olfativo.

Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.3.4.4 Análisis de datos

A continuación, se detalla la metodología del análisis de datos realizada en gabinete, *a posteriori* del trabajo de terreno en las campañas de otoño, invierno, primavera 2014; verano, otoño, invierno, primavera 2015, además de verano y otoño 2016 de Cedrem Consultores.

a) *Riqueza*

La riqueza se estimó en base al número total de especies detectadas, ya sea por evidencias directas e indirectas, en cada transecto (incluyendo muestreos complementarios) ejecutado para un mismo ambiente por sector. Así:

$$Riqueza\ de\ especies = \sum_{i=1}^n sp_i$$

En los distintos sectores del área de influencia, se detectaron algunos registros sólo a nivel de orden, familia o género, sin llegar al nivel de especie. Estos registros se consideraron dentro de la riqueza del sector como un representante más, excepto cuando se registraron especímenes en un nivel taxonómico inferior. Esta metodología se empleó para no sobreestimar la riqueza total del área de influencia, sector y/o ambiente.

En algunos casos, se estimó la riqueza media, en función del esfuerzo de muestreo de transectos, de modo de estandarizar los datos y hacerlos más comparables.

Las especies detectadas a partir de restos óseos hallados en fecas de carnívoros y egagrópilas (RoAm), las aves rapaces sobrevolando, además de sus plumas, fueron incluidas en el conteo de la riqueza general del área de influencia del proyecto y sectores. Sin embargo, dada la imposibilidad de determinar el origen exacto de estos registros, se excluyeron del conteo de la riqueza por ambiente dentro de cada sector. Estas evidencias se catalogaron dentro de cada sector, como registros de especies “*sin ambiente*”.

b) *Caracterización de los taxa*

Las especies detectadas en terreno fueron descritas considerando su clasificación taxonómica, origen geográfico, grado de movilidad, estatus de residencia, estado de conservación y, de corresponder, su condición de especialista de hábitat, condición de monumento natural, o bien si cumple con algún criterio de protección (BSE). Esta información fue extraída del listado de fauna potencial (Anexo 3.3.3-6) realizado previo al terreno y complementada, cuando fuese necesario, mediante la misma metodología.

Adicionalmente, las especies detectadas fueron clasificadas según el índice de riesgo basado en el libro “Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre” (SAG & CEDREM, 2004) pero actualizado según bibliografía en cuanto a nombre científico, distribución, endemismo y categoría de conservación de las especies.

El índice de riesgo (IR) refleja el grado de prioridad para la conservación de las especies y considera la suma ponderada de los siguientes criterios: estado de conservación (40%), grado de agregación (15%), movilidad (15%), especialista de hábitat (15%), endemismo (10%) y BSE⁸ (5%). Los rangos de valores para la categorización en base al índice de riesgo son: 76-100: máximo; 50-75: alto; 25-49: medio y 0-24: bajo. Este índice se calculó para todos los registros de fauna nativa identificados a nivel de especies. Las especies introducidas y/o domésticas se excluyeron de este cálculo por no ser aplicable a ellas, ya que no son naturales de los ambientes estudiados. El índice de riesgo se observa en Anexo 3.3.3-6.

c) *Abundancia*

Existen diferentes aproximaciones para obtener información sobre la presencia y abundancia de las poblaciones de fauna silvestre. La forma más directa consiste en contar todos los individuos de una población mediante un censo, con lo cual se podría obtener la abundancia absoluta de una especie en un área determinada. En general, es imposible detectar a todos los individuos de una población, es por esto que se han desarrollado diversos métodos que consideran el conteo de sólo una parte de los individuos presentes (muestra).

La abundancia de las especies fue evaluada para cada sector y ambiente/mesoambiente, según grupo taxonómico y método de detección empleado (transecto, trampeo, cámara trampa, etc.).

⁸ Criterios de protección de especies: B: especie beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S: especie con densidades poblacionales reducidas; E: especie catalogada benéfica para el equilibrio de los ecosistemas naturales (SAG, 1998).

Para ello, en primer lugar, se determinó el número de individuos por especie para cada ambiente (N).

A partir del cálculo de abundancia, se determinó la densidad (D) de cada especie por ambiente, dividiendo N por la superficie prospectada de dicho ambiente (N/ha; aunque hay que considerar con la debida cautela a las extrapolaciones que se hagan de este concepto). La densidad se considera equivalente a la abundancia absoluta puesto que permite estimar dicho valor.

Finalmente, se determinó la frecuencia (F) de las especies. Este parámetro correspondió al número de unidades de muestreo en los que se encuentra una especie. Calcular la frecuencia relativa por sobre otras medidas, como abundancia relativa, posee la ventaja de utilizar sólo las presencias o ausencias de las especies en las unidades de muestreo, por tanto permite utilizar tanto las evidencias directas como indirectas.

En algunos casos específicos, por el tipo de evidencia con el que fueron registradas algunas especies, sólo se determinó el parámetro de frecuencia en relación al tipo de muestreo por el cual fueron detectadas. Estos casos corresponden a: micromamíferos registrados sólo por evidencia indirecta en transectos y/o que no fueron capturados en trampeo (ej. *Abrocoma cinerea*); también, corresponde a las especies de aves registradas sólo mediante muestreos distintos a transectos. El Anexo 3.3.3-8.e presenta los resultados asociados a estos casos.

La Tabla 3.3.3-10 presenta las especificaciones del cálculo de los parámetros de abundancia, que fueron consideradas para cada especie, según grupo taxonómico y tipo de muestreo⁹. A continuación se explica en detalle los parámetros estimados.

c.i) Número de individuos

Corresponde al número de individuos (N) registrados para cada estación, por especie, y por ambiente. Este parámetro se calcula como la sumatoria del número total de individuos (n) evidenciados directamente en cada muestreo (i), para cada ambiente. Su expresión matemática es la siguiente:

$$N = \sum_{i=0}^{\infty} n_i$$

En la Tabla 3.3.3-10 se indican los tipos de muestreo considerados en el cálculo de este parámetro por grupo taxonómico.

⁹ Del análisis de abundancia comparando entre las distintas especies, se omiten aquellas identificadas (ej. *Liolaemus* sp.) a nivel de género o aquellos registros a nivel de familia u orden. Vale decir, a pesar que están consideradas en los cálculos de riqueza y abundancia, se excluyen de la comparación por especies.

Tabla 3.3.3-10. Descripción del cálculo de parámetros de abundancia según grupo taxonómico y tipos de muestreo usados en el estudio

GRUPO TAXONÓMICO/TAMAÑO	PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE ABUNDANCIA		
	ABUNDANCIA (N)	DENSIDAD (D)	FRECUENCIA (F)
Aves Reptiles Anfibios	NT: Nº Individuos en Transectos	NT / AT: Individuos por superficie de muestreo en transectos	FT: Nº Transectos con presencia de la especie / Transectos totales
Mamíferos Micro-mamíferos		IDR: Nº Individuos capturados por trampas-noche instaladas	
Macro y meso mamíferos	N': Nº Individuos en transectos y/o muestreos complementarios	NT / AT	F': Nº Transectos y/o muestreos complementarios con presencia de la especie / Puntos de muestreo totales

OBSERVACIONES:

- Evidencias indirectas por punto de muestreo, se consideraron como N =1.
- Los Registros Únicos se excluyeron del análisis de los parámetros de abundancia.
- Muestreos complementarios: muestreos nocturnos y cámara trampa con atrayente olfativo.
- En el caso de N y D se realizó a nivel de ambiente, por lo mismo se descartan especies cuyas evidencias no pudieron ser asociadas a ambiente (i.e. RoAm, plumas de rapaz y/o sobrevolando).

Fuente: Cedrem Consultores.

En los resultados, aparte de la abundancia absoluta (N), se detalla la Abundancia Relativa (AR) de cada especie, que se obtiene como el cociente (expresado en porcentaje) entre el número de individuos de la especie y el número de individuos totales (en cada clase independiente: anfibios, reptiles, aves, mamíferos), calculado para cada ambiente y campaña.

En el caso de los meso-macromamíferos identificados mediante cámaras trampa, el número total de individuos fue el máximo identificado en una misma fotografía. De este modo, se evita la sobreestimación de individuos de una especie que pudieran haber sido fotografiados en diversas ocasiones durante un mismo día y/o durante el tiempo total en que permanece instalada la cámara trampa. En el caso de que la especie ya hubiera sido identificada mediante observación directa en el mismo punto (mediante transecto), la cantidad de individuos a utilizar para determinar la abundancia corresponde al número máximo detectado entre el observador versus la cámara trampa, sin sumar ambas observaciones.

En la presentación de los resultados, aparte de la entrega de datos por especie (en anexos), se muestra la abundancia promedio por ambiente, dividiendo la abundancia total acumulada (por clase), en relación al total de puntos de muestreo en ese ambiente, de modo de estandarizar por el esfuerzo de muestreo diferencial.

c.i) *Densidad*

La densidad (D) corresponde al número de individuos observados de una especie, por una unidad de superficie (ha y m²). Se calculó en base al número de individuos evidenciados (N_T) por ambiente, divididos por la superficie prospectada (A_T) en ese ambiente, asociada a muestreos por transectos. En el caso de anfibios y reptiles se expresa en ind/100 m², y para aves y mamíferos en ind/ha (Anexo 3.3.3-8). El cálculo de la densidad se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$D = \frac{N_T}{\sum_{i=0}^{\infty} A_T}$$

Para el caso de los roedores y/o marsupiales capturados mediante trampeo, no fue posible el cálculo de su densidad debido a que el muestreo no se encuentra asociado a una superficie, sino a un número de trampas. En estos casos se calculó el Índice de Densidad Relativa (IDR), como:

$$IDR (\%) = (\text{Número de individuos capturados} / \text{Esfuerzo de muestreo}) * 100$$

Siendo el esfuerzo de muestreo el producto entre el número de trampas y el número de noches de trapeo (trampas-noche). Cabe destacar que para este cálculo, no se consideraron especies registradas por evidencia indirecta, además se omitieron aquellos registros de especies que sólo pudieron ser descritos a nivel de género (ej. *Abrothrix* sp.), de familia, u orden.

c.ii) *Frecuencia*

La frecuencia (F) puede ser expresada de forma relativa como una razón o un porcentaje, se calcula como el cociente entre el número de puntos de muestreo en los cuales se detectó la especie (PM_{sp}), dividido por el número total de puntos muestreados (PM_{total}), y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{PM_{sp}}{PM_{total}}$$

En esta medida de abundancia se consideraron todos los tipos de muestreo salvo los registros únicos, debido que al no estar dirigido a todas las especies de un taxón, se puede sobreestimar la frecuencia de solo algunas de las especies registradas. En este caso, se estimó la frecuencia agrupando todos los ambientes dentro de cada sector, por lo que se tiene un valor de frecuencia por especie y por campaña.

d) *Índices de Diversidad y Equidad*

En el cálculo de estos índices, la abundancia de individuos descritos a nivel de orden, familia o género, sin llegar al nivel de especie, se consideraron dentro de éste análisis como un

representante más, excepto cuando se registraron especímenes en un nivel taxonómico inferior. Esta metodología coincidió con la empleada en el cálculo de la riqueza.

d.i) *Índice de Diversidad de Shannon-Wiener*

El índice de Shannon-Wiener (H) se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la diversidad a nivel de comunidad (Begon et al. 1996), y que en nuestro caso, lo calcularemos a nivel de ambiente. Este índice se expresa con un número positivo, varía entre 0 y sin límite superior. El índice de Shannon-Wiener se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Donde, para cada campaña, S corresponde a la riqueza acumulada en ese ambiente y P_i corresponde a la abundancia relativa, entendida como la razón entre el número total de individuos de una especie observada (en todos los transectos), y el número total de todos los individuos de todas las especies observadas (en todos los transectos). De este modo, el cálculo de P_i se estandarizó por el número de transectos, por lo que los índices son comparables, a pesar que exista un esfuerzo de muestreo diferencial (ej. número de transectos) en las diferentes campañas.

Para su validez y relativa utilidad, este índice se calculó a nivel del área de influencia, en cada uno de los ambientes, por cada estación (campaña) e independiente para cada clase: reptiles (en transectos solamente), aves (en transectos solamente) y micromamíferos no fosoriales trampeados (en número de trampas-noche solamente). De esta forma, se excluyen los anfibios (sólo dos especies), los micromamíferos fosoriales (sólo una especie), los quirópteros y los macromamíferos, debido a la heterogeneidad del muestreo (directo e indirecto), lo que determina que para estos grupos, el cálculo del Índice no es aplicable.

d.ii) *Índice de Equidad de Pielou*

Los índices de equidad hacen referencia a qué tan similares son las distintas especies de un ambiente, en términos del número de individuos (abundancia). En particular el índice de Equidad de Pielou cuantifica la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (comunidad homogénea) y valores cercanos a 0 indican comunidades compuestas por especies con abundancias relativas muy desiguales (muy heterogéneas; Magurran, 1988). La fórmula del índice de Equidad (Homogeneidad) de Pielou (J' o E) es:

$$J' = \frac{H'}{H' \max}$$

Donde $H' \max = \ln(S)$

Al igual que el Índice de diversidad comunitaria, éste índice se aplicó independiente para reptiles, aves y micromamíferos no fosoriales trampeados, en cada ambiente y para cada campaña, a nivel de área de influencia.

e) *Índice de similitud de Kulczynski*

Para evaluar el grado de similitud faunística entre ambientes, se utilizó el índice de Kulczynski, basado en los registros de presencia/ausencia de las especies dentro de cada sector del área de influencia. Se utilizó el total acumulado de presencia para todas las campañas.

Este índice corresponde a una medida de similitud para datos binarios (presencia-ausencia). Entrega un valor de distancia entre pares de ambientes. De acuerdo a Podani (2000) el índice de Kulczynski (d_{jk}) trata de la media aritmética de dos probabilidades condicionales con respecto al número de datos coincidentes entre los ambientes. Este índice tiene un límite inferior de 0 y carece de límite superior. Se expresa a partir de la siguiente formula.

$$d_{jk} = \frac{\frac{M}{M + N_1} + \frac{M}{M + N_2}}{2}$$

Donde: d_{jk} corresponde al valor de distancia entre los ambientes j y k ; M corresponde al número de especies presentes simultáneamente en ambos ambientes; N_1 corresponde al número de especies presentes en el ambiente j que se encuentran ausentes en el ambiente k ; N_2 corresponde al número de especies presentes en el ambiente k que se encuentran ausentes en el ambiente j .

Para visualizar esquemáticamente el grado de similitud entre distintos ambientes de fauna, se realizó un análisis de clúster, el que agrupa las unidades de comparación según los valores del índice de Kulczynski, 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.

Se utilizó la similitud de fauna en dos escalas: a) entre sectores y ambientes, para toda el área de influencia y b) entre mesoambientes para un mismo sector.

f) *Origen geográfico e Índice de antropización*

La asignación del origen geográfico se basó principalmente en lo descrito por el Ministerio de Medio Ambiente, el que incluye las siguientes categorías:

- Nativas: son aquellas originarias del lugar en donde habitan (MMA, 2016).
- 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).

- Introducidas o exóticas: son aquellas especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural, de igual modo, una especie exótica es aquella, aunque sea nativa del mismo país, ha sido introducida en una zona del país donde no tiene distribución natural (MMA, 2016).

En base a las sugerencias de la autoridad ambiental, y para considerar no sólo la presencia de especies exóticas, se creó un nuevo Índice de Antropización (IA), aplicable a tres escalas (ambiente, sector, área de influencia) en función de cuatro parámetros ponderados:

- Porcentaje de riqueza exótica (R), medido como el cociente entre la riqueza de especies introducidas en relación a la riqueza total (ponderado en 25%).
- Porcentaje de abundancia exótica (A), medido como el cociente entre las abundancias totales de todas las especies exóticas en relación a la abundancia total de todas las especies (ponderado en 50%).
- Categoría trófica combinada (CT) de las especies exóticas (15%)¹⁰.
- Tamaño corporal combinado (TC) de las especies exóticas (10%).

Finalmente, combinando los cuatro parámetros (ver detalle en Anexo 3.3.3-9), el valor del Índice de Antropización (IA) se obtiene como:

$$IA = 0,25Rx + 0,50Ax + 0,15CT + 0,10TC$$

De este modo, el valor del IA varía desde 0 a 100, con valores crecientes asociados a mayor grado de antropización, en base a las especies exóticas presentes.

g) *Estados de conservación y otros criterios de protección*

Revisar sección Estados de conservación y otros criterios de protección, página 3.3.3-7.

h) *Movilidad y especialistas de hábitat*

La *movilidad* de una especie, se entiende como la capacidad de escape natural de un individuo ante cambios en su hábitat. Ya que mientras menor es la movilidad de las especies, menor es la probabilidad de migración o escape natural ante perturbaciones. Se clasifican de la siguiente forma según SAG (2004):

- Movilidad alta: Individuos que tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias en poco tiempo por sus propios medios.
- Movilidad media: Individuos que tienen la capacidad de desplazarse distancias intermedias o bajas, por sus propios medios.

¹⁰ siguiendo la sugerencia de la autoridad ambiental, que solicita incluir si por ej. la especie exótica es depredador (con mayor impacto).

- Movilidad baja: Individuos que poseen rangos de desplazamiento muy reducidos, generalmente lo hacen sólo a unos pocos metros de sus cuevas o madrigueras.

La movilidad se definió para todos los registros a nivel de especie. Además, esta característica se precisó a nivel de género cuando todas las especies representantes del género compartían la misma capacidad de movimiento.

Por último, las especies *especialistas de hábitat* corresponden a las especies con distribución restringida a ambientes específicos (ej.: humedales) escasos (ej.: bosques o ambientes de mayor productividad), por lo tanto son más sensibles que las especies generalistas o de amplia distribución frente a alteraciones de estos ambientes particulares (SAG, 2014).

i) *Singularidad ambiental*

El análisis de singularidad ambiental se realizó tomando en consideración tres niveles de información: i) El contexto legal tanto de las especies de fauna como del territorio en que se emplaza el proyecto, ii) las características ecológicas de las especies y iii) los ambientes que sirven de soporte para la fauna terrestre.

Estos tres niveles a su vez consideraron los siguientes componentes: el *Nivel I* consideró la denominación de especies “*bajo riesgo*”, entendida ésta como especies *bajo amenaza* según el marco regulatorio incluyendo además las casi amenazadas por RCE, y otras categorías en el marco de la Ley de caza y su consecuente prelación. El *Nivel II* considera como componentes singulares de ecología de las especies, a aquellas de movilidad restringida, especialista de hábitat, endemismo nacional o regional y distribución restringida dentro del área de influencia. Finalmente, en el *Nivel III* se consideraron aquellos ambientes que sirven de soporte para la fauna terrestre son los humedales, quebradas y roqueríos con vegetación.

De manera complementaria, se utilizó el *criterio experto* para denominar áreas singulares que pudieron quedar fuera del análisis tras la combinación de los niveles señalados anteriormente (ej. contexto de distribución geográfica, característica propia de la especie).

Cabe señalar que los Sitios de Importancia para la Conservación (SIC) en el área de influencia, fueron singulares por si solos (no dependen ni de las especies ni de los ambientes contenidos en ellos) y no requirieron del análisis de los niveles de singularidad.

En términos operativos, el análisis de singularidad se realizó a partir de la cobertura digital de ambientes y la base de datos de especies por punto de muestreo. El proceso empleado fue una superposición de las capas de información en una herramienta SIG. Inicialmente, se realizó el cruce de los SIC con el área de influencia y estos fueron asignados como singulares (campo SIC en shape). Seguidamente, se obtuvieron las capas de los distintos niveles de singularidad, mediante atribución a las unidades cartográficas de ambientes con los datos relevados de especies. Una vez que fue definida la presencia/ausencia del Nivel I, II y III por unidad cartográfica, se consideraron singulares aquellas que cumplieran con los tres niveles. Por último,

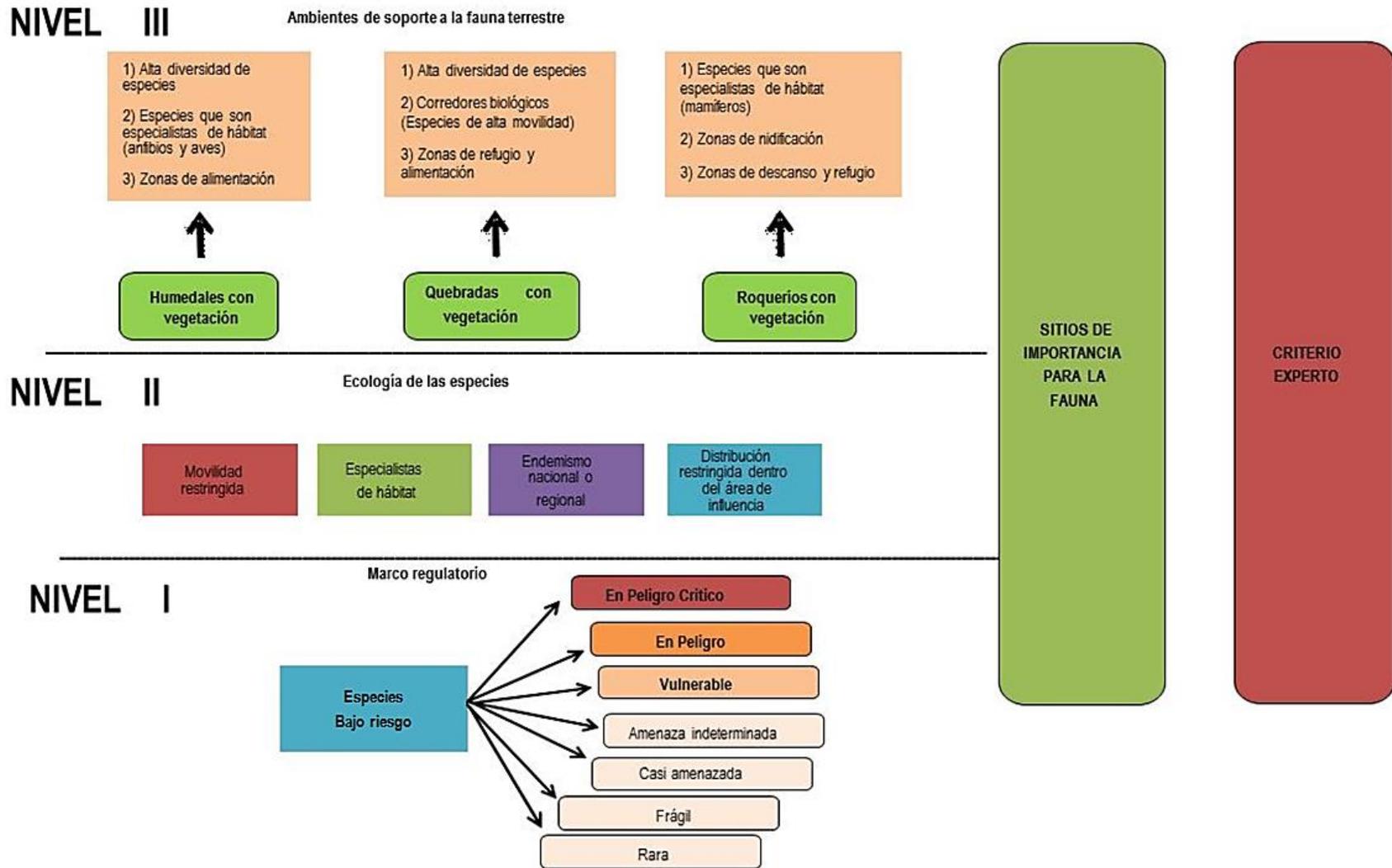
se evaluó en las distintas unidades cartográficas la clasificación a singular por algún criterio experto.

En particular se consideraron singulares bajo el Criterio de Experto (campo CE en shape), los ambientes de humedales, las áreas desprovistas de vegetación costeras o con ecotono arbóreo y las quebradas con vegetación arbórea, así como las unidades cartográficas con presencia de *Ctenomys fulvus*, sitios de nidificación o herbazal de *Tillandsial*.

La Figura 3.3.3-5 muestra de manera esquemática los distintos niveles y los componentes del análisis de singularidad, los cuales se detallan a continuación:

- *Nivel I (Marco Regulatorio)*: Aquella unidad cartográfica con presencia de al menos una especie “*bajo riesgo*”, es decir, las que se encuentran en categoría de conservación En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Rara, Frágil, Amenaza indeterminada y Casi Amenazada.
- *Nivel II (Ecología de las especies)*: Aquella unidad cartográfica con presencia de alguna especie con al menos una de estas características que otorgan sensibilidad/fragilidad, correspondientes a especie nativa (incluidas las endémicas), de movilidad baja, especialista de hábitat o de distribución restringida dentro del área de influencia (considerando un registro máximo de dos puntos de muestreo dentro del área de influencia).
- *Nivel III (Ambientes soporte a la fauna terrestre)*: Aquellos ambientes de mayor relevancia para la fauna al albergar una mayor diversidad de especies, ser corredores biológicos y ofrecer refugio, entre otras características. Los ambientes considerados dentro de este nivel fueron humedales, quebradas y roqueríos con algún tipo de vegetación.

Figura 3.3.3-5. Esquema metodológico de implementado para determinar ambientes singulares por sector en el área de influencia.



Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.3.5 Resultados

3.3.3.5.1 Descripción de fauna en base a revisión bibliográfica

La Región de Tarapacá tiene una superficie de 42.225,8 km², lo que representa el 5,6% de Chile continental e insular. Su relieve se conforma de planicies litorales, farellón costero, cordillera de la costa, depresión intermedia y cordillera de los andes. Esta última se presenta maciza, alta y volcánica, la vertiente oriental del sector andino siendo ocupada por el altiplano chileno donde se encuentran el salar del Huasco y el salar de Coposa (Alvarado & Moya, 2008).

La Región de Tarapacá se caracteriza por un predominio del clima desértico, con algunas variaciones de mar a cordillera, destacando cuatro subclimas: clima desértico costero con alta nubosidad, clima desértico normal, clima desértico marginal de altura y clima de estepa de altura. Este último se presenta sobre los 3.500 metros de altitud. Las temperaturas medias no sobrepasan los 5°C, produciéndose gran amplitud térmica entre el día y la noche. En esta Región sucede el llamado "Invierno Boliviano", fenómeno climático que se caracteriza por intensas precipitaciones estivales que afectan la zona intertropical (Alvarado & Moya, 2008).

Con respecto a la vegetación, la región de Tarapacá comprende la región del desierto y la región de la estepa alto andina (Gajardo, 1994).

a) *Sitios de interés para la fauna*

En el Anexo 3.3.3-1 se presenta la revisión de los sitios de interés para la conservación de la biodiversidad, cercanas al área de influencia del proyecto, asociado directamente a la fauna silvestre, en la cual se considera la caracterización de corredores biológicos presentes en el área de influencia.

Dentro de las áreas oficialmente protegidas por el SNASPE, en la Región se encuentran ocho áreas: Parque Nacional Salar de Huasco, Parque Nacional Volcán Isluga, Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, los Santuarios de la Naturaleza Cerro Dragón y Quebrada de Chacarillas, y los Bienes Nacionales protegidos: Oasis de Niebla Alto Patache, Caserones y Desembocadura del río Loa. Además, se incluyen 38 acuíferos que alimentan vegas y bofedales, ocho de los cuales están cercanos al área de influencia, y dos sitios prioritarios oficiales para el SEIA: Bahía Chipana y Punta Patache. Por otra parte, dentro de los sitios prioritarios no oficiales se encuentran los salares de Coposa y Michincha (detalles en Anexo 3.3.3-1).

b) *Fauna potencial*

En el Anexo 3.3.3-6 del presente informe se adjunta una lista de especies de fauna que potencialmente se pueden encontrar en el área de influencia según distribución, incluyendo su taxonomía, origen geográfico, movilidad, condición de especialista de hábitat y estado de conservación.

Según la información recopilada, la riqueza potencial del área de influencia está compuesta por un total de 266 especies, de las cuales 5 (1,8%) corresponden a anfibios; 12 especies (4,5%) a reptiles; 192 (72,2%) a aves; y 57 especies (21,4%) a mamíferos.

En relación al endemismo, se identifican 11 especies de vertebrados terrestres con distribución exclusiva en nuestro país, lo que corresponde al 4,1% de las especies descritas para la zona.

En relación al estado de conservación, 85 especies de las potenciales (31,9%) se encuentran en alguna categoría, de las cuales 40 se consideran bajo amenaza.

Cabe destacar que el listado de especies potenciales (Anexo 3.3.3-6), fue generado en base a la distribución latitudinal y altitudinal de las especies, sin considerar el hábitat específico que éstas utilizan en relación al área de influencia. En consecuencia, tanto los números como las identidades específicas entregadas en este listado, deben ser considerados sólo a modo de referencia, dado que es muy posible que la riqueza potencial del área de influencia esté sobrestimada, lo que podría afectar el porcentaje de especies detectadas *versus* las especies potenciales.

3.3.3.5.2 Descripción del área de influencia

De acuerdo a lo mencionado en el numeral 3.3.3.3 de la presente sección, el área de influencia abarca una superficie de 49.832,5 hectáreas, dentro de la cual fueron delimitados ocho sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja – Ramucho, Quebradas Huiniquinta – Ornajuno, Altiplano Mina – Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B.

a) *Ambientes de fauna*

En la Tabla 3.3.3-11 se detalla la superficie representada por cada ambiente en el área de influencia del proyecto, y su distribución en los distintos sectores. La Figura 3.3.3-6, muestra la representación porcentual de los principales ambientes que componen cada sector del área de influencia.

El ambiente área industrial se encuentra representado en los ocho sectores, seguido por área desprovista de vegetación, quebradas y roqueríos presentes en siete sectores, y por los ambientes de matorral y herbazal presentes en seis sectores, mientras que los ambientes pajonal y humedales son los de menor representación, ya que se presentan en cinco sectores (Tabla 3.3.3-11). En nivel de mesoambiente (como subdivisiones particulares dentro de los ambientes), cabe mencionar:

- i. El área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (dentro del ambiente área desprovista de vegetación), tiene escasa superficie en dos sectores (Desierto Costero y Desierto Interior);

- ii. El área desprovista de vegetación costera, está presente únicamente en el sector Desierto Costero;
- iii. El humedal costero, humedal matorral, humedal altoandino y humedal con vegetación degradada (dentro del ambiente de humedales), están presentes entre uno y cuatro sectores;
- iv. La quebrada con vegetación arbórea (dentro de las quebradas), está presente sólo en un sector (Tabla 3.3.3-11).

En términos de la superficie ocupada por cada sector, el Desierto Interior es el sector de mayor superficie dentro del área de influencia, con 21.088,4 hectáreas, seguido por el Desierto Costero, con 11.973,4 hectáreas, y el Altiplano Mina – Planta con 7.984,3 hectáreas, mientras que los sectores de menor superficie son el Altiplano - Cerro Quitala, con 146,9 hectáreas y la Quebrada Choja - Ramucho, con 894,3 hectáreas (Tabla 3.3.3-11).

En cuanto a la superficie ocupada por cada ambiente, el área desprovista de vegetación, con 32.407,5 hectáreas, es el ambiente más extendido en el área de influencia del proyecto, con 65,0%, seguido por el matorral, con 8.600,6 hectáreas, lo que corresponde a un 17,3%, mientras que en el otro extremo, los ambientes de humedales y herbazal (con 0,5% y 0,5%, respectivamente) son los que ocupan la menor superficie (Tabla 3.3.3-11).

El área desprovista de vegetación se encuentra fuertemente representado en los sectores Desierto Costero (sobre el 96%) y Desierto Interior (sobre el 94%) y está escasamente representado en otros sectores (Figura 3.3.3-6).

Por su parte, el matorral se encuentra mayormente representado y es dominante en casi todos los sectores, excepto en el Desierto Costero y el Desierto Interior, donde no se encuentra presente (Figura 3.3.3-6).

El ambiente de roqueríos es dominante en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (sobre un 30%), y tiene una representación destacada en Quebrada Choja – Ramucho (casi un 17%) y Altiplano Mina - Planta (sobre el 13%), y el Pajonal es dominante en el sector Altiplano Cerro – Quitala (41%), mientras que los humedales tienen escasa representación porcentual en los sectores, siendo un poco mayor en Quebrada Choja – Ramucho (5,5%) y Quebrada Huinquentipa – Ornajuno (4,6%; humedal matorral), pero en el resto de los sectores no supera el 1%, como el humedal costero dentro del Desierto Costero (0,5%; Figura 3.3.3-6).

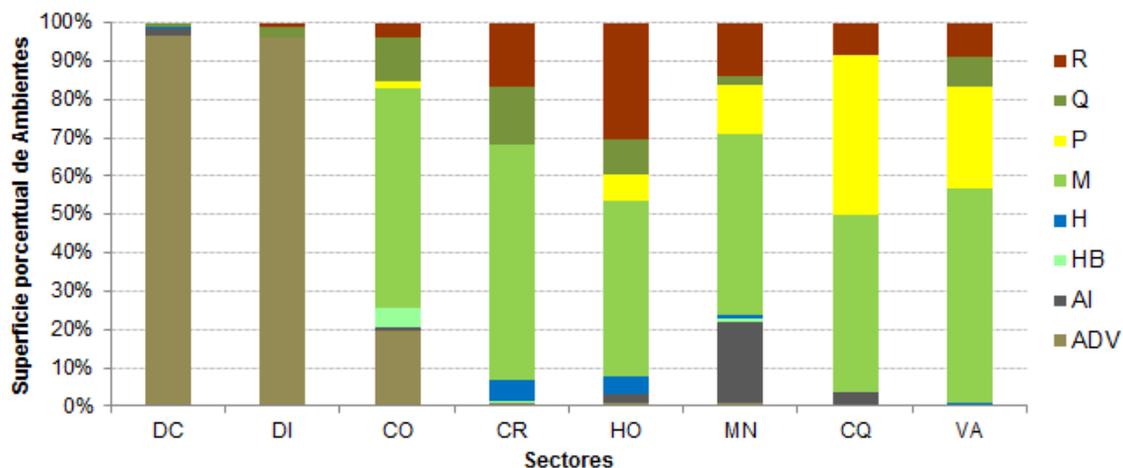
Tabla 3.3.3-11. Superficies de los ambientes del área de influencia y sus porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE POR SECTOR (ha)								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	11.573,7	20.258,9	476,2	7,3	15,0	72,2		4,2	32.407,5	65,05
Área desprovista de vegetación	(11.303,1)	(20.256,1)	(476,2)	(7,3)	(15,0)	(72,2)		(4,2)	(32.134,1)	(64,50)
Área desprovista de vegetación costera	(268,2)								(268,2)	(0,54)
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	(2,4)	(2,8)							(5,2)	(0,01)
Área industrial	202,8	34,8	24,6	1,8	40,6	1.682,0	5,6	11,6	2.003,8	4,02
Herbazal	15,2	24,4	130,8	3,6		88,5		5,1	267,6	0,54
Humedales	59,3			49,2	77,4	40,0		3,0	228,9	0,47
Humedal costero	(59,3)								(59,3)	(0,12)
Humedal matorral				(48,9)	(37,7)	(31,9)			(118,5)	(0,24)
Humedal altoandino				(0,3)	(37,4)	(6,7)		(3,0)	(47,4)	(0,10)
Humedal con vegetación degradada					(2,3)	(1,4)			(3,7)	(0,01)
Matorral			1.389,3	548,0	803,3	3.796,0	67,7	1.996,4	8.600,5	17,26
Pajonal			45,7		116,7	995,7	61,0	946,7	2.165,8	4,35
Quebradas	122,4	585,8	284,7	133,8	158,9	215,0		277,7	1.778,5	3,56
Quebrada con vegetación		(114,5)	(264,3)	(133,3)	(155,0)	(198,7)		(277,7)	(1.143,5)	(2,29)
Quebrada con vegetación arbórea		(0,6)							(0,6)	(0,001)
Quebrada desprovista de vegetación	(122,4)	(470,7)	(20,4)	(0,5)	(3,9)	(16,3)			(634,2)	(1,27)
Roqueríos		184,4	92,8	150,6	532,2	1.094,9	12,6	311,5	2.380,0	4,78
Roquerío con vegetación		(0,4)	(72,0)	(137,8)	(500,9)	(980,4)	(3,5)	(311,5)	(2.006,5)	(4,03)
Roquerío desprovisto de vegetación		(184,0)	(20,8)	(12,8)	(32,3)	(114,5)	(9,1)		(373,5)	(0,75)
Total superficie por 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
Porcentaje de superficie del sector en relación al área de influencia	24,03%	42,32%	4,90%	1,79%	3,50%	16,02%	0,29%	7,14%	100,0%	

Sector: DC: Desierto costero; DI: Desierto interior; CO: Cordón occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huiniquinta – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; CQ: Altiplano - Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B. En paréntesis, valores para mesoambientes.
ha: hectáreas.

Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 3.3.3-6. Representación porcentual de la superficie de los ambientes en los sectores del área de influencia.



Sector: 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.

Ambientes: ADV: área desprovista de vegetación; AI: área industrial; HB: herbazal; H: humedal; M: matorral; P: pajonal; Q: quebrada; R: roquerío.

Fuente: Cedrem Consultores.

b) *Riqueza general del área de influencia*

La riqueza de especies para el área de influencia del proyecto, considerando las nueve campañas de terreno, es de 125 especies. El taxón con el mayor número de especies registradas corresponde a las aves, con 82 especies (65,6%), seguido de los mamíferos con 33 especies (26,4%), los reptiles con 8 especies (6,4%) y, finalmente, los anfibios con 2 especies (1,6%; ver detalles en Tabla 3.3.3-12).

Tabla 3.3.3-12. Riqueza de especies de fauna por sector en el área de influencia del proyecto.

CLASE	SECTOR								TOTAL	
	DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA	N	%
AMPHIBIA				2	2				2	1,6
REPTILIA	4	3	4	3	3	3	1	3	8	6,4
AVES	25	11	33	34	42	47	8	28	82	65,6
MAMMALIA	10	11	17	14	16	16	7	14	33	26,4
RIQUEZA TOTAL	39	25	54	53	63	66	16	45	125	100
RIQUEZA (%)	31,2	20,0	43,2	42,4	50,4	52,8	12,8	36,0	100,0	-

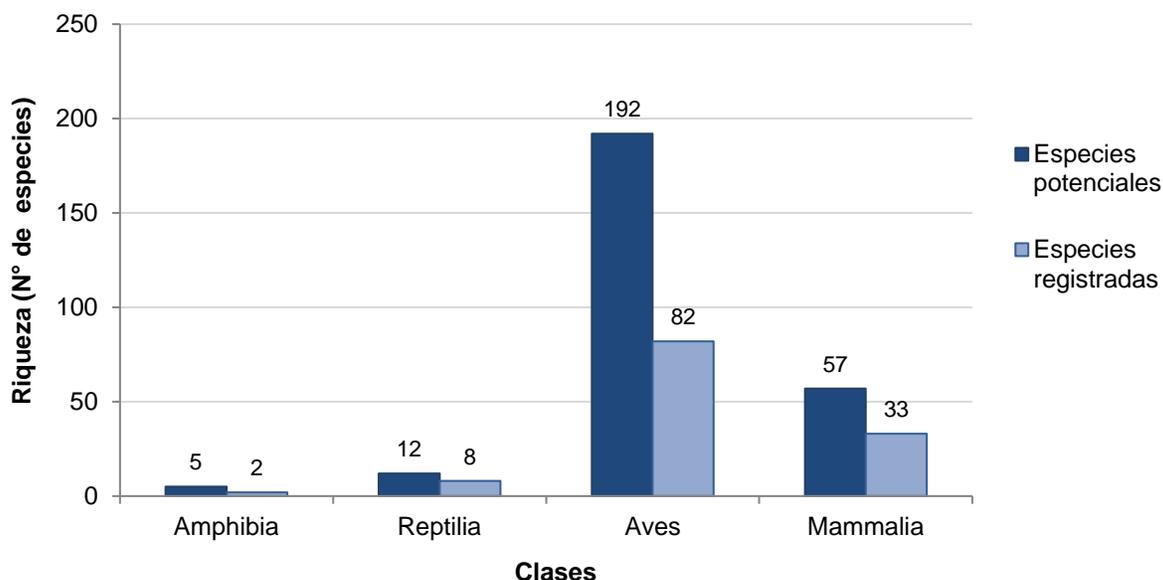
Sector: DC: Desierto costero; DI: Desierto interior; CO: Cordón occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huinquentipa – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; CQ: Altiplano - Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B.

Fuente: Cedrem Consultores.

La Figura 3.3.3-7, presenta una comparación entre las especies con presencia potencial y las especies con presencia durante las campañas de terreno en el área de influencia. De ésta se desprende que las clases con una mayor proporción de especies potenciales registradas en terreno fueron mammalia y reptilia, con un registro del 57,9% (33 de 57) y 66,6% (8 de 12), respectivamente, seguido por los anfibios (2 de 5; 40%) y aves (82 de 192; 42,7%).

En total, se registra en terreno el 47,0% (125 de 266) de las especies potenciales considerando toda el área de influencia.

Figura 3.3.3-7. Número de especies registradas y potenciales en el área de influencia

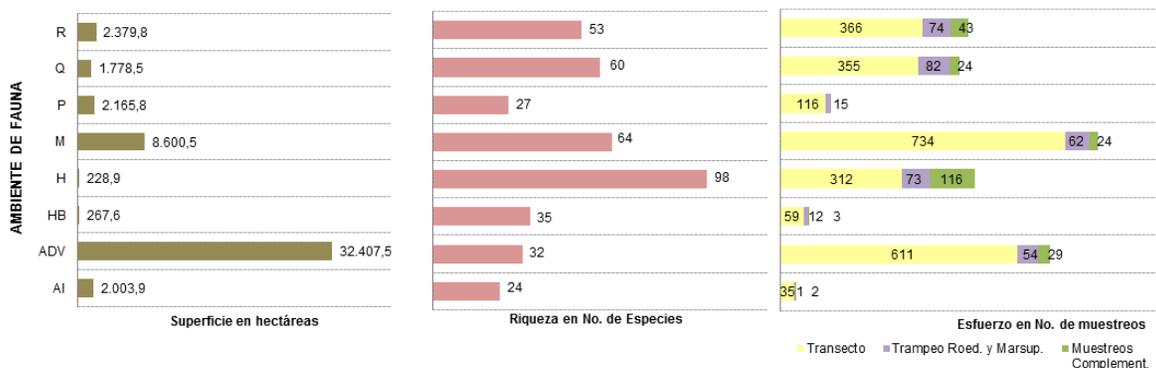


Fuente: Cedrem Consultores.

Del análisis por sector, la mayor riqueza se encuentra en el sector Altiplano Mina-Planta, con 66 especies, seguido de los sectores de Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (con 63 especies), Cordón Occidental (con 54 especies) y Quebrada Chojá - Ramucho (con 53 especies). En el otro extremo, los sectores con la menor riqueza de especies son Altiplano Cerro Quitala, con 16 especies, seguido del sector Desierto Interior, con 25 especies. Los otros sectores presentan una riqueza intermedia, variando entre 39 y 45 especies (Tabla 3.3.3-12).

En términos de superficie, el ambiente de área desprovista de vegetación presenta la mayor área (con 32.407,5 hectáreas), sin embargo su riqueza es relativamente baja, con 32 especies (en comparación a los otros ambientes), considerando que su esfuerzo de muestreo fue el segundo de mayor intensidad (611 transectos, 54 trampes y 29 muestreos complementarios). El segundo ambiente con mayor superficie, el matorral (8.500,5 hectáreas), presenta la tercera mayor riqueza (64 especies), con el mayor esfuerzo de muestreo (734 transectos, 62 trampes y 24 muestreos complementarios). En contraste, el ambiente humedales, presenta la mayor riqueza, con 98 especies, siendo el de menor superficie (228,9 hectáreas) y con un esfuerzo de muestreo intermedio (312 transectos, 73 trampes y 116 muestreos complementarios; Figura 3.3.3-8).

Figura 3.3.3-8. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes en el área de influencia.



AI: área industrial; ADV: área desprovista de vegetación; HB: herbazal; H: humedales; M: matorral; P: pajonal Q: quebradas; R: roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

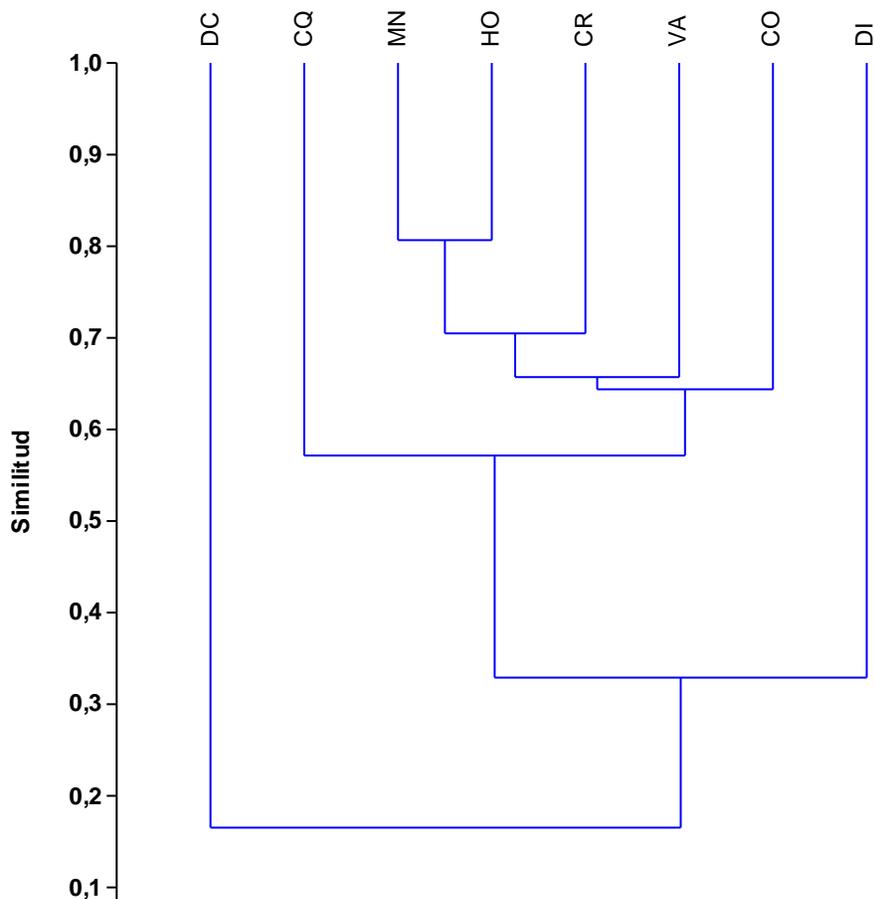
c) *Similitud de fauna*

Comparando la composición de especies en cada uno de los sectores, se obtiene la similitud entre ellos. Como se observa en la Figura 3.3.3-9, existe una gran agrupación anidada, cuyos sectores con mayor similitud son Altiplano Mina - Planta y Quebradas Huinquentipa – Ornajuno (81% de similitud), a estos se une Quebrada Choja – Ramucho (71%), luego Altiplano Variante A-97B (un poco mayor al 65%) y Cordón occidental (65%).

En el otro extremo, el sector de Desierto Costero es el de menor similitud, ya que se une a todo el resto a una similitud menor al 20%, seguido por el sector Desierto interior, también con un valor bajo de similitud (alrededor de 35%), mientras que Altiplano Cerro Quitala se une a la agrupación con un valor cercano al 60%.

La similitud registrada entre sectores debiera ser reflejo de los ambientes presentes en ellos, por lo que se realiza también un análisis de similitud entre los distintos ambientes (Figura 3.3.3-10).

Figura 3.3.3-9. Similitud entre sectores del área de influencia.

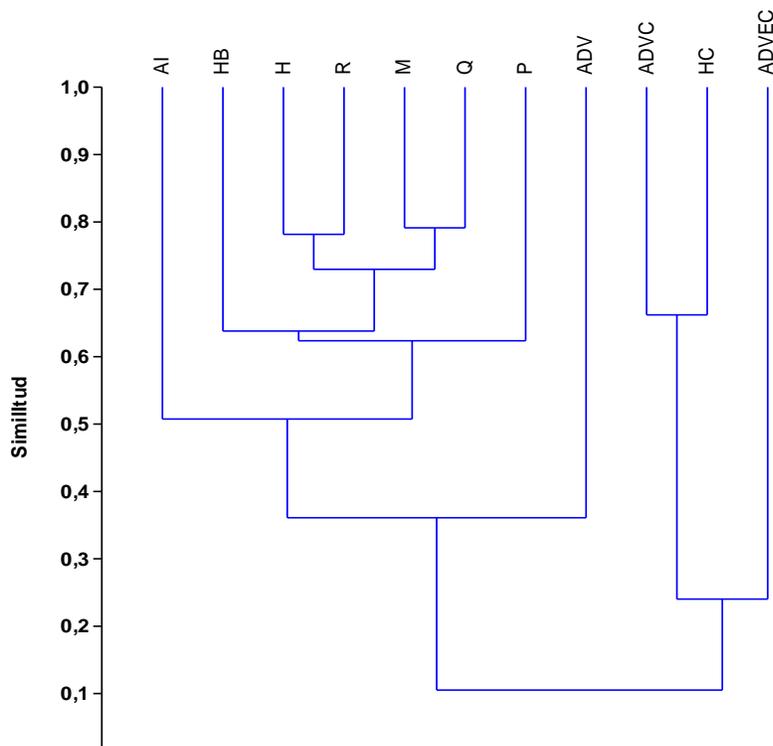


DI: Desierto Interior; **DC:** Desierto Costero; **CO:** Cordón Occidental; **CR:** Quebrada Choja - Ramucho; **HO:** Quebradas Huiniquitipa – Ormajuno; **MN:** Altiplano Mina – Planta; **VA:** Altiplano Variante A97-B; **CQ:** Altiplano Cerro Quitala.
 Fuente: Cedrem Consultores.

A nivel de similitud entre ambientes (Figura 3.3.3-10), existen dos grupos principales: un trío formado por los ambientes de humedal costero, unido primero al área desprovista de vegetación costera (66% de similitud) y luego al área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con una similitud cercana al 25%. Por otra parte existe un segundo grupo con ocho ambientes, el que se encuentra formado primero por el par matorral y quebradas, con cerca de un 79% de similitud, al que se unen el par formado por los humedales y los roqueríos (con un 78% de similitud), y luego gradualmente el herbazal (cerca de 63%), pajonal (cerca de 62%), el área industrial (cerca del 50%) y finalmente el área desprovista de vegetación (cerca de 37%). Los dos grandes grupos son muy diferentes, ya que se unen entre sí a una similitud de 10% (valor muy bajo).

La similitud de los distintos ambientes y mesoambientes (16 en total) deriva de la riqueza y composición de las especies en cada uno de ellos, lo que se detalla en el siguiente acápite y en el Anexo 3.3.3-11.

Figura 3.3.3-10. Similitud entre ambientes del área de influencia.



ADV: Área desprovista de vegetación; **ADVC:** área desprovista de vegetación costera; **ADVEC:** área desprovista de vegetación ecotono arbóreo; **HC:** humedal costero; **AI:** Área Industrial; **H:** Humedales; **HB:** Herbazal; **R:** Roqueríos; **M:** Matorral; **P:** Pajonal; **Q:** Quebradas.

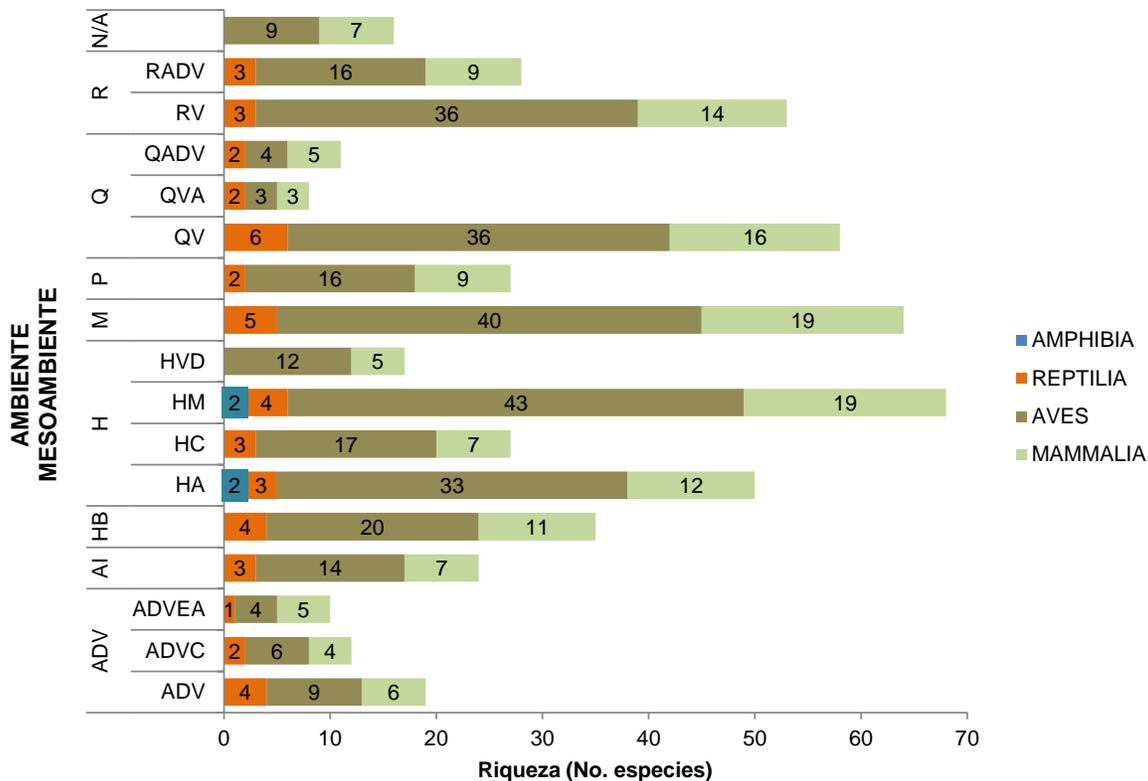
Fuente: Cedrem Consultores.

d) Composición de fauna en ambientes

En el caso de los anfibios, obviamente se registran sólo en los ambientes de humedales, específicamente en el humedal altoandino y en el humedal matorral, ambos con dos especies, mientras que en el humedal costero y humedal con vegetación degradada no se registran especies (Figura 3.3.3-11 y Anexo 3.3.3-7). Obviamente, desde el punto de vista de los anfibios, estos ambientes de humedal matorral y humedal altoandino son únicos.

Para los reptiles, la mayor riqueza de especies se encuentra en la quebrada con vegetación, con seis especies, seguida por matorral, con cinco especies, y herbazal, área desprovista de vegetación y humedal matorral, con cuatro especies, mientras que el ambiente con menor riqueza es el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (con sólo una especie), seguida por área desprovista de vegetación costera, pajonal, quebrada con vegetación arbórea y quebrada desprovista de vegetación, con dos especies (Figura 3.3.3-11 y Anexo 3.3.3-7).

Figura 3.3.3-11. Riqueza de vertebrados en los ambientes y mesoambientes del área de influencia.



ADV: Área desprovista de vegetación; **ADVC:** área desprovista de vegetación costera; **ADVEC:** área desprovista de vegetación ecotono arbóreo; **AI:** Área Industrial; **HB:** Herbazal; **H:** Humedales; **HM:** Humedal matorral; **HC:** humedal costero; **HA:** Humedal altoandino; **HVD:** Humedal con vegetación degradada; **M:** Matorral; **P:** Pajonal; **Q:** Quebradas; **QV:** Quebrada con vegetación; **QVA:** Quebrada con vegetación arbórea; **QADV:** Quebrada desprovista de vegetación, **R:** Roqueríos; **RV:** Roquerío con vegetación; **RADV:** Roquerío desprovisto de vegetación; **N/A:** No asociado a ambiente.

Nota: se incluyen especies adscritas a géneros no identificadas (como sp.) y a familias (por lo que no necesariamente el valor coincide con la descripción del texto).

Fuente: Cedrem Consultores.

En términos de composición de reptiles, el ambiente que presenta especies únicas (especialistas) es el humedal costero, dada la presencia de *Microlophus quadrivittatus* (especie que sólo se encuentra ahí), seguido por las especies *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) presente en sólo dos ambientes (pajonal y quebrada con vegetación) y *Liolaemus stolzmanni* (Lagartija de Stolzmann), presente sólo en área desprovista de vegetación y herbazal (Anexo 3.3.3-7). En contraparte, aquellos reptiles presentes en la mayoría de ambientes (y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes), son *Microlophus theresioides* (Corredor de Teresa), presente en 13 de los 16 ambientes/mesoambientes, seguido por *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), presente en 11 ambientes (Anexo 3.3.3-7).

En el caso de las aves la mayor riqueza se encuentra en el humedal matorral, con 43 especies, seguido por el matorral (con 40 especies), la quebrada con vegetación y el roquerío con vegetación (con 36 especies), y el humedal altoandino (con 33 especies; Figura 3.3.3-11 y Anexo

3.3.3-7). Por otra parte, los ambientes con menor riqueza de avifauna son la quebrada con vegetación arbórea con sólo tres especies, seguido por el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo y la quebrada desprovista de vegetación, con cuatro especies, y el área desprovista de vegetación costera (con seis especies).

En el caso de especies de aves presentes en sólo un ambiente, destaca el humedal costero, con diez especies que se encuentran sólo en dicho ambiente, y que por lo tanto, son especialistas (aves costeras como: *Larus dominicanus* (gaviota dominicana), *Larus belcheri* (gaviota peruana) *Phalacrocorax brasilianus* (yeco), *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay), *Phalacrocorax gaimardi* (lile), *Pelecanus thagus* (pelicano), *Aphriza virgata* (playero de las rompientes), *Arenaria interpres* (playero vuelvepedras), *Numenius phaeopus* (zarapito) y *Sula variegata* (piquero). A este mesoambiente le siguen el humedal altoandino y el humedal matorral con presencia de especies dulceacuícolas, como *Anas flavirostris* (pato jergón chico), *Anas puna* (pato puna) y *Lophonetta specularioides* (pato juarjual; Anexo 3.3.3-7).

Finalmente, aquellas aves presentes en la mayoría de ambientes y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes, son *Phrygilus atriceps* (cometocino del norte), *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo), *Ochetorhynchus ruficaudus* (bandurrilla de pico recto) y *Muscisaxicola rufivertex* (dormilona de nuca rojiza), presentes en 11 de los 16 ambientes/mesoambientes, seguido por *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), *Sporagra atrata* (jilguero negro), *Asthenes modesta* (canastero chico) y *Tinamotis pentlandi* (perdiz de la puna), presentes en nueve ambientes/mesoambientes (Anexo 3.3.3-7).

Para los mamíferos la mayor riqueza se encuentra en el humedal matorral y matorral, con 19 especies, seguido por la quebrada con vegetación (con 16 especies) y el roquerío con vegetación, con 14 especies (Figura 3.3.3-11 y Anexo 3.3.3-7). Por otra parte, los ambientes con menor riqueza de mamíferos son la quebrada con vegetación arbórea (con tres especies), seguido el área desprovista de vegetación costera (con cuatro especies) y por el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, la quebrada desprovista de vegetación y el humedal con vegetación degradada (con cinco especies).

En el caso de especies de mamíferos presentes en sólo un ambiente, destaca el humedal costero, con la mayor proporción de mamíferos que se encuentran sólo en dicho ambiente, y que por lo tanto, son especialistas (mamíferos costeros como: *Lontra felina* (chungungo), *Otaria flavescens* (lobo marino común) y *Desmodus rotundus* (piuchén; Anexo 3.3.3-7). En contraparte, aquellos mamíferos presentes en la mayoría de ambientes (y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes), son *Lama guanicoe* (guanaco), *Vicugna vicugna* (vicuña), *Lycalopex culpaeus*¹¹ (zorro culpeo) y *Equus asinus* (burro), presentes en 12 de los 16

¹¹ Sinónimo de *Pseudalopex culpaeus* (como aparece en el Quinto Proceso del RCE). En la actualidad, se acepta mayoritariamente el nombre genérico *Lycalopex*, para las tres especies de zorros presentes en Chile (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009).

ambientes/mesoambientes, seguido por *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana), presente en nueve ambientes (Anexo 3.3.3-7).

Agrupando las cuatro clases de vertebrados, el ambiente con la mayor riqueza es el humedal matorral, con 68 especies (dos anfibios, cuatro reptiles, 43 aves y 19 mamíferos), lo que representa un 54,4% de toda la fauna registrada, seguido por el matorral, con 64 especies (cinco reptiles, 40 aves y 19 mamíferos).

En contraparte, los ambientes con menor riqueza son la quebrada con vegetación arbórea, con ocho especies (dos reptiles, tres aves y tres mamíferos), seguido por el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con diez especies (un reptil, cuatro aves y cinco mamíferos) y quebrada desprovista de vegetación, con 11 especies (dos reptiles, cuatro aves y cinco mamíferos; Figura 3.3.3-11). Estos ambientes de menor riqueza son en su mayoría, un subconjunto de las especies presentes en el resto de los ambientes, ya que, por una parte, también se encuentran en dichos ambientes, y por otra, no poseen especies únicas.

e) *Índices de diversidad y equidad*

En relación a la diversidad y equidad comunitaria de los grupos comparables (reptiles, aves y micromamíferos no fosoriales trampeados) en los distintos ambientes, se obtiene:

e.i) *Índice de diversidad de reptiles*

Considerando los 11 ambientes y mesoambientes particulares¹², la mayor diversidad de reptiles se encuentra en los ambientes de quebradas, humedales y área desprovista de vegetación. Los dos primeros con hasta tres campañas con valores del Índice sobre 1,0 y con los máximos valores de 1,4 en humedales (en primavera 2015), seguido por 1,3 en el mismo ambiente (en verano 2016) y 1,2 en también en humedales (en otoño 2015) y en quebradas (en otoño 2015; Figura 3.3.3-12).

En la mayor parte de los casos de índice de diversidad altos, la riqueza de reptiles también tiene los mayores valores, variando entre una y cinco especies, mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto, con más de 40 transectos en casi todas las campañas (Figura 3.3.3-12).

Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como matorral y roqueríos), no poseen mucha riqueza (una a tres especies de reptiles) y poseen un índice de diversidad intermedio (variando por ejemplo, entre 0,2 a 1,1 en roqueríos) a bajo (oscilando entre 0,1 a 0,4 en matorral; Figura 3.3.3-12). Esto indicaría que en estos últimos casos, el índice de diversidad

¹² Se refieren a los 8 ambientes descritos en el área de influencia del Proyecto y por sus características particulares, se separaron de éstos, los siguientes tres mesoambientes: área desprovista de vegetación costera, área desprovista de vegetación ecotono arbóreo y humedal costero.

efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo.

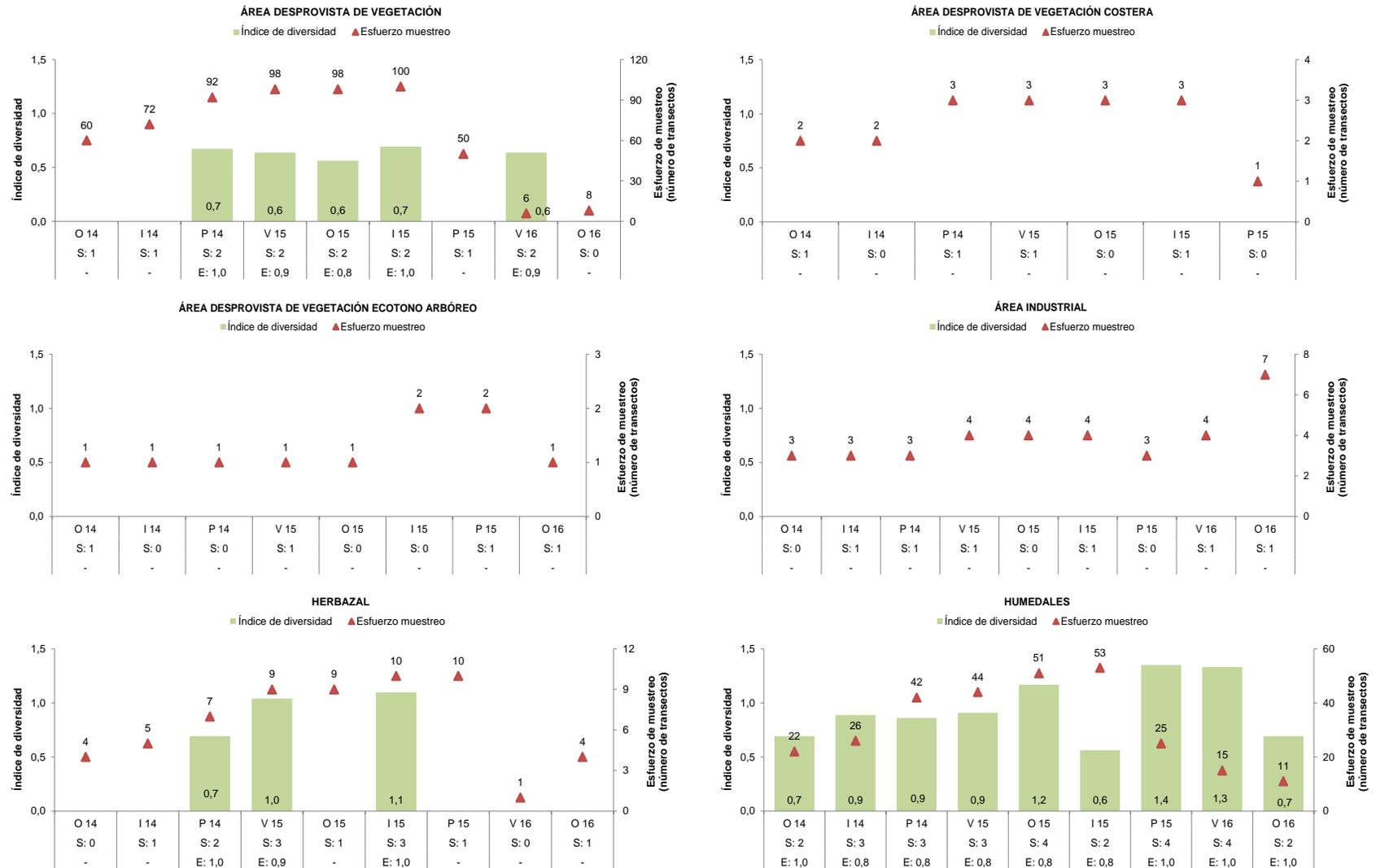
En relación a la variación estacional del índice de diversidad, en algunos ambientes se observa mayor variabilidad anual o estacional. En el caso de la variabilidad anual, en algunos ambientes se observa una mayor diversidad en el periodo 2015 que en 2014 (principalmente en otoño e invierno), como es el caso del área desprovista de vegetación, humedales, quebradas y sobre todo, roqueríos (Figura 3.3.3-12).

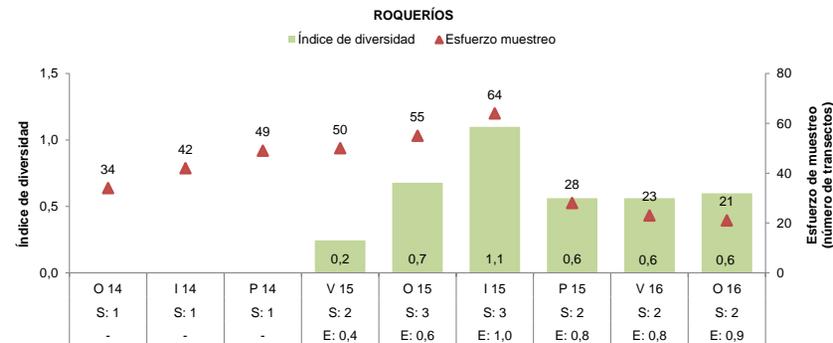
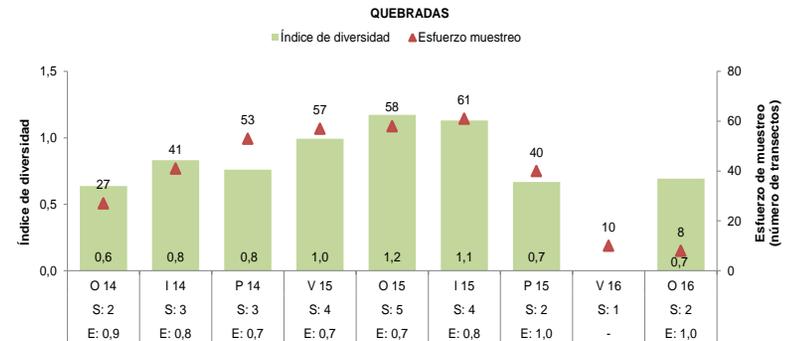
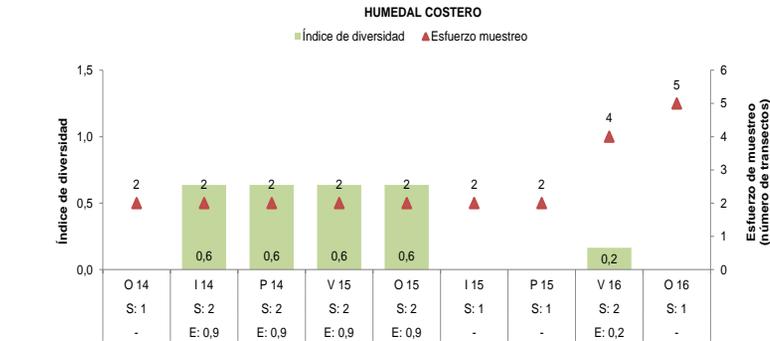
Para la variabilidad estacional (y contrario a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de otoño 2015 (para la mayor parte de los ambientes), mientras que en invierno (tanto de 2014 como 2015), y de acuerdo a lo esperado, generalmente se presentan los menores valores de diversidad. Uno de los pocos ambientes que presentan mayor estabilidad es el de humedal costero, sin mayores cambios estacionales (aunque la riqueza es baja, con sólo dos especies; Figura 3.3.3-12).

En relación a los valores del índice de equidad, la mayoría de los ambientes presentan valores altos (entre 0,7 a 1,0), lo que implica una alta homogeneidad en las abundancias relativas. Sólo el ambiente de matorral presenta varios valores bajos de equidad (entre 0,2 a 0,6), lo que se relaciona con una alta heterogeneidad, con especies muy abundantes y otras muy escasas, lo que redundando finalmente en que para ese ambiente, la diversidad es más bien baja (unido a una baja riqueza, entre una a tres especies; Figura 3.3.3-12).

Cabe mencionar que para varios ambientes/mesoambientes (como área industrial, área desprovista de vegetación costera y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo) y para varias campañas estacionales (generalmente con menor esfuerzo de muestreo), cuando la riqueza de especies es nula o muy baja (sólo una especie), no es posible calcular el índice de diversidad (Figura 3.3.3-12).

Figura 3.3.3-12. Índice de Diversidad: Reptiles. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).





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.

e.ii) Índice de Diversidad de Aves

Considerando los 11 ambientes y mesoambientes particulares, la mayor diversidad de aves se encuentra en los ambientes de humedales, matorrales, quebradas y roqueríos, con varias campañas con valores del Índice sobre 2,0 y con los máximos valores de 2,8 en quebradas (en primavera 2014 y 2015), seguido por 2,7 en humedales (en primavera 2014) y 2,6 en humedales (invierno 2014 y verano y primavera 2015) y roqueríos (en primavera 2014; Figura 3.3.3-13).

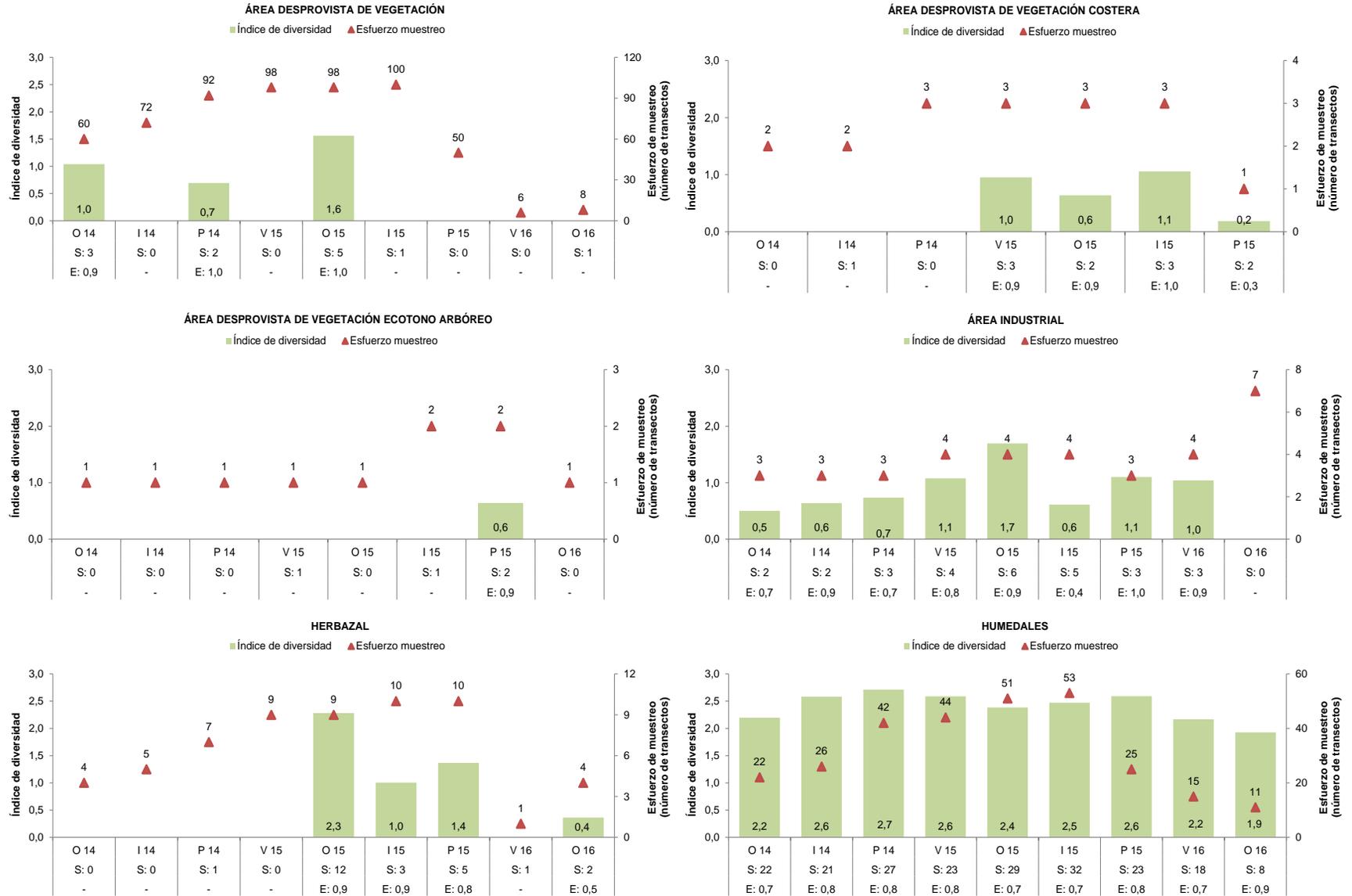
En la mayor parte de los casos de índice de diversidad altos (Figura 3.3.3-13), la riqueza de aves también tiene los mayores valores, variando entre cuatro a 32 especies, mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto, con más de 40 transectos en casi todas las campañas. Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como área desprovista de vegetación, con más de 50 transectos, salvo en verano y otoño 2016), no poseen mucha riqueza (ninguna a cinco especies de aves) y poseen un índice de diversidad intermedio (variando entre 0,7 a 1,6). Otros ambientes con baja riqueza (como área desprovista de vegetación costera, herbazal, pajonal y área industrial) tienen valores intermedios a bajos de diversidad, lo que indicaría que en estos casos, el índice de diversidad efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo. Lo mismo ocurre en el humedal costero, que a pesar de tener bajo esfuerzo de muestreo, posee un valor medio de diversidad avifaunística (entre 0,7 y 2,0), probablemente debido a la media riqueza de aves (entre cuatro a 15 especies).

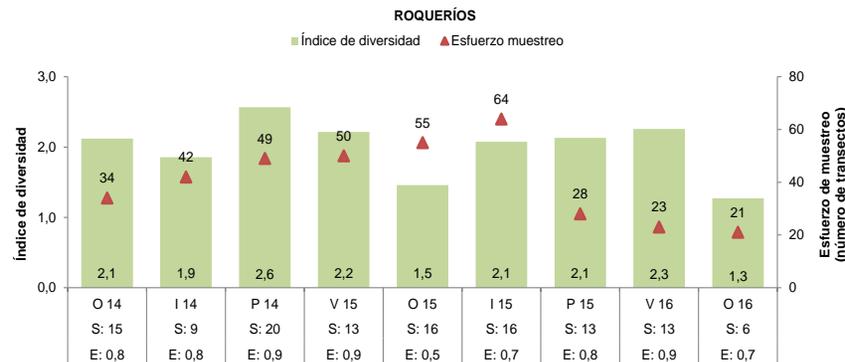
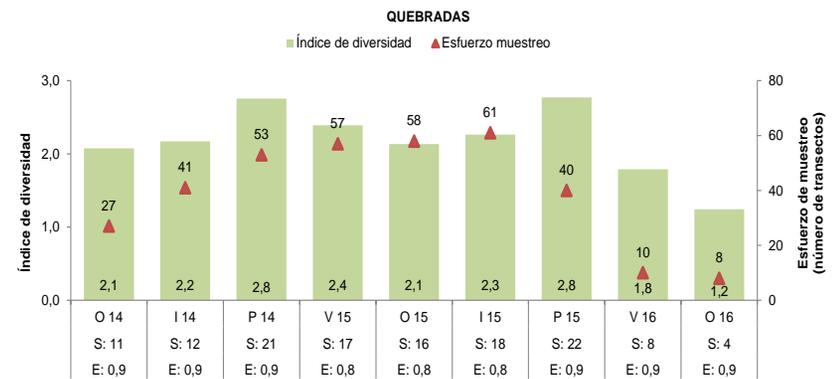
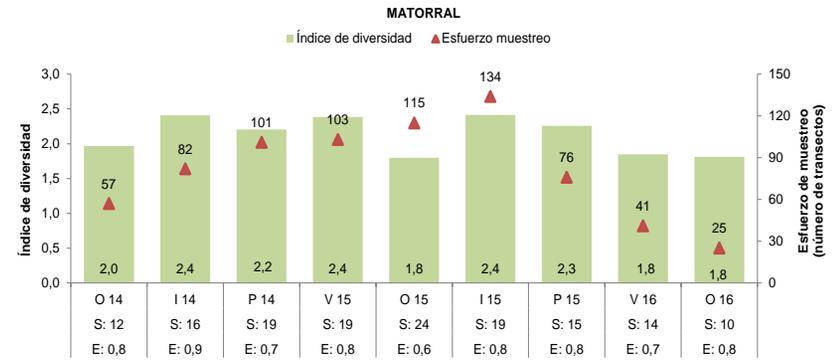
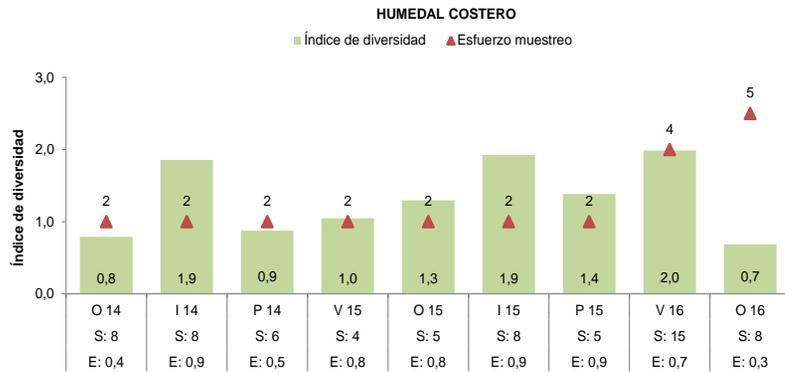
En relación a la variación temporal del índice de diversidad, y a diferencia de los reptiles, no se observa mayor variación anual comparando 2014 y 2015 (Figura 3.3.3-13). Para la variabilidad estacional (y de acuerdo a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de primavera (aunque no para la mayor parte de los ambientes), mientras que en otoño e invierno, generalmente se presentan los menores valores de diversidad. Uno de los pocos ambientes que presentan mayor estabilidad es el de humedales, sin mayores cambios estacionales (con una riqueza alta, entre ocho a 32 especies).

En relación a los valores del índice de equidad, la mayoría de los ambientes presentan valores medios a altos (entre 0,7 a 1,0), lo que implica una alta homogeneidad en las abundancias relativas. Sólo en algunas campañas se presentan valores bajos de equidad (entre 0,3 a 0,5), lo que se relaciona con una alta heterogeneidad, con especies muy abundantes y otras muy escasas, lo que redundaría finalmente en que para esa estación, la diversidad es más bien baja (Figura 3.3.3-13).

Cabe mencionar que para varios ambientes (como área desprovista de vegetación costera, herbazal, pajonal y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo) y para varias campañas estacionales (generalmente con menor esfuerzo de muestreo), cuando la riqueza de especies es nula o muy baja (sólo una especie), no es posible calcular el índice de diversidad (Figura 3.3.3-13).

Figura 3.3.3-13. Índice de Diversidad: Aves. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).





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.

e.iii) Índice de Diversidad de Micromamíferos

Considerando 10 ambientes y mesoambientes particulares, la mayor diversidad de micromamíferos trapeados se encuentra en los ambientes de humedales y matorrales, con varias campañas con valores del Índice sobre 0,8 y con los máximos valores de 1,4 en matorral (en invierno 2015), seguido por 1,3 en humedales (en otoño 2015) y 1,2 también en humedales (en invierno 2015; Figura 3.3.3-14).

En la mayor parte de los casos de índice de diversidad más altos (aunque menores con los máximos de reptiles y aves), la riqueza de micromamíferos también tiene los mayores valores, variando entre dos a cinco especies (en humedales), mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto, con más de 120 trampas-noche en casi todas las campañas (Figura 3.3.3-14).

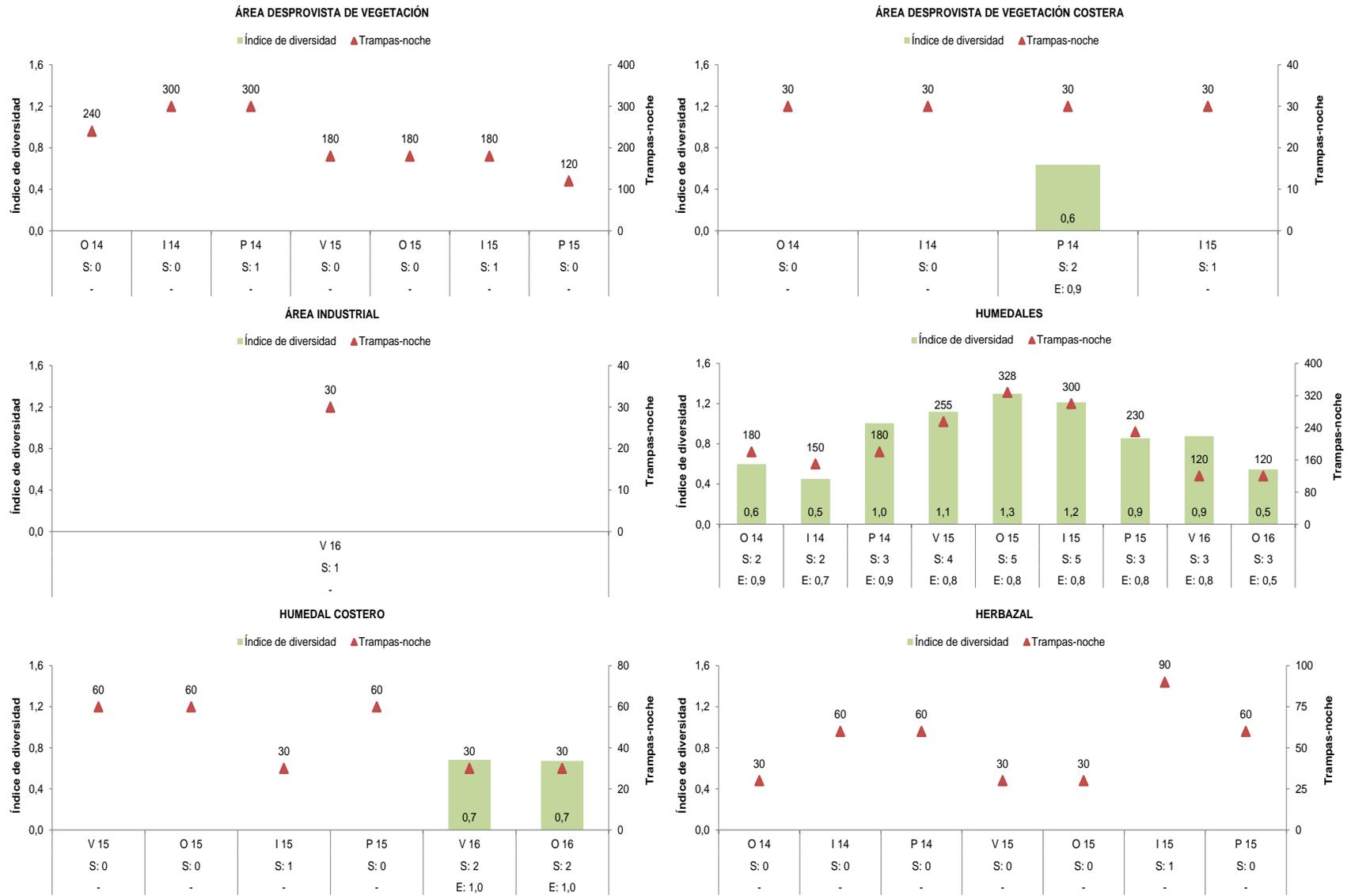
Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como roqueríos, entre 40 a 420 trampas-noche, y quebradas, entre 50 a 540 trampas-noche), no poseen mucha riqueza (ninguna a cuatro especies) y poseen un índice de diversidad intermedio (variando entre 0,3 a 1,0), lo que indicaría que en estos casos, el índice de diversidad efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo. Otros ambientes con baja riqueza (como área desprovista de vegetación costera, pajonal y humedal costero) tiene valores bajos de diversidad (entre 0,6 a 0,7), probablemente debido a la baja riqueza (dos especies; Figura 3.3.3-14).

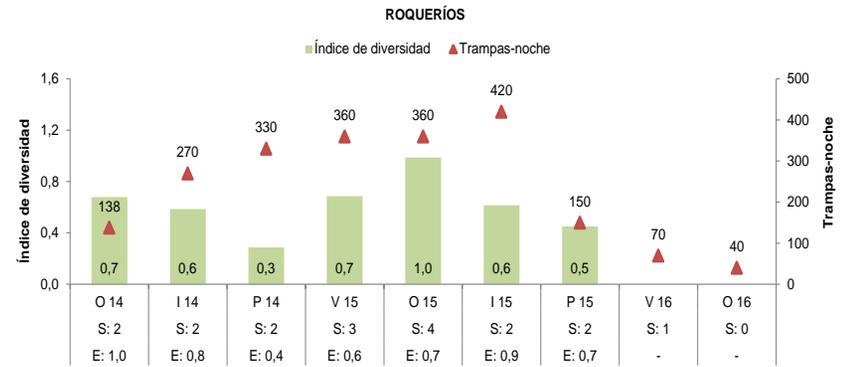
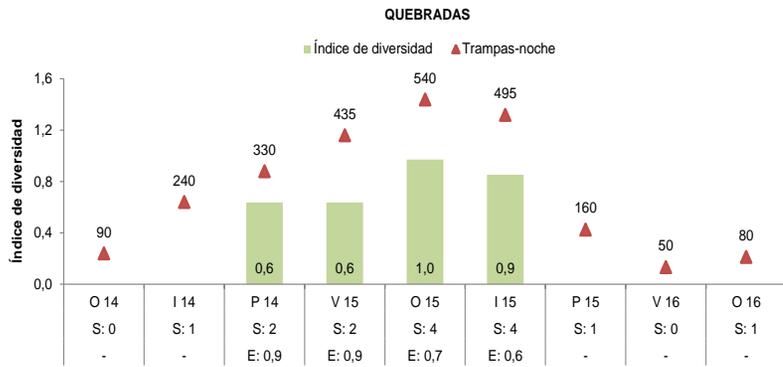
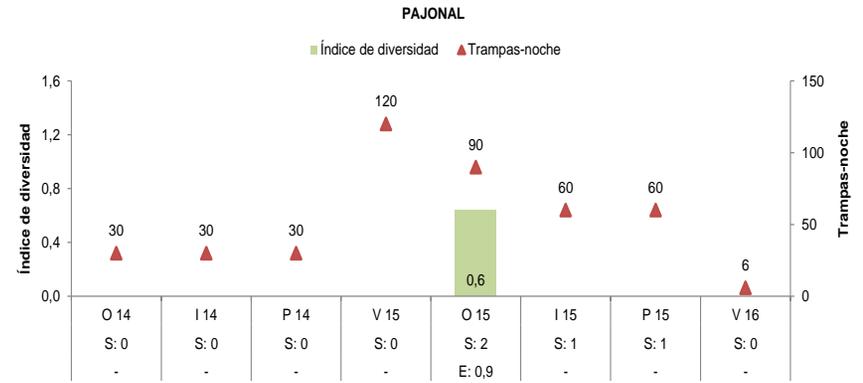
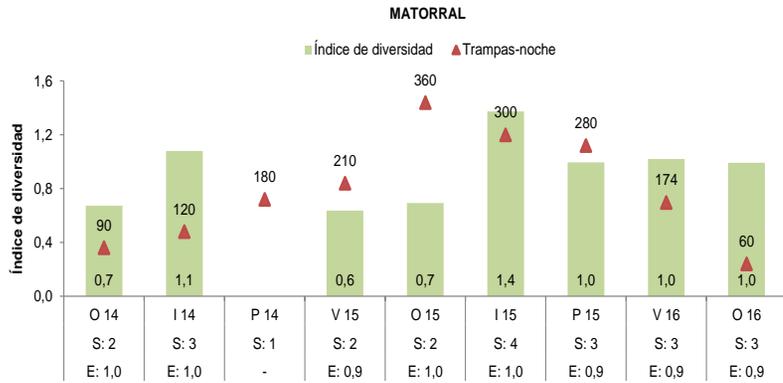
En relación a la variación temporal del índice de diversidad, no se observa mayor variación anual comparando 2014 y 2015. Para la variabilidad estacional (y contrario a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de otoño (aunque no para la mayor parte de los ambientes), mientras que en primavera y verano, generalmente se presentan los menores valores de diversidad (Figura 3.3.3-14).

En relación a los valores del índice de equidad, la mayoría de los ambientes presentan valores medios a altos (entre 0,6 a 1,0), lo que implica una alta homogeneidad en las abundancias relativas, aunque irregulares estacionalmente (Figura 3.3.3-14).

Cabe mencionar que para varios ambientes (como área desprovista de vegetación, herbazal, humedal costero, matorral, pajonal y quebradas) y para varias campañas estacionales (generalmente con menor esfuerzo de muestreo), cuando la riqueza de especies es nula o muy baja (sólo una especie), no es posible calcular el índice de diversidad (Figura 3.3.3-14).

Figura 3.3.3-14 Índice de Diversidad: Micromamíferos no fosoriales trampeados. Se indica además de la Diversidad, para cada ambiente (y mesoambiente) y para cada campaña, el esfuerzo de muestreo, la riqueza (S) y el índice de equidad (E).





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.

f) *Caracterización de la fauna*

De las 125 especies de fauna detectadas, 44 se encuentran clasificadas en categoría de conservación, correspondientes a dos anfibios, ocho reptiles, 13 aves y 21 mamíferos (Tabla 3.3.3-13). El Reglamento de Clasificación de Especies del MINSEGPRES (D.S. N° 75/2005, que fue remplazado por el D.S. N° 29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, y decretos posteriores) asigna a 13 de estas especies alguna categoría de conservación; otras 22 especies se encuentran en categoría de conservación listadas en el reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98 MINAGRI); y las nueve especies restantes se encuentran clasificadas en alguna de las categorías de conservación no oficiales definidas por Rottmann & López-Callejas (1992), Cofré & Marquet, (1999) y Glade, (1993).

Del total de 44 especies en categoría de conservación, 18 se consideran bajo amenaza (16 oficiales, 2 no oficiales), es decir, en las categorías En Peligro crítico, En Peligro, Vulnerable y Casi amenazada. Por otra parte, 26 especies se catalogan sin amenaza (precautorias), con 19 oficiales y 7 no oficiales (Tabla 3.3.3-13).

Los sectores Altiplano Mina – Planta y Cordón Occidental tienen la mayor cantidad de especies en categoría (22 y 21 especies, respectivamente), mientras que en el sector Desierto Interior y Altiplano – Cerro Quitala se registra el menor número de especies en categoría, ambas con nueve especies, respectivamente (Tabla 3.3.3-13).

Por otro lado, considerando las especies y su presencia en cada sector, las especies más frecuentes son *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), presente en los ocho sectores, seguido por *Phyllotis xanthopygus* (lauchón orejudo amarillo) y *Lama guanicoe* (guanaco), registrados en siete sectores, y *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Vicugna* (vicuña) y *Puma concolor* (puma), presentes en seis sectores. En el otro extremo, las especies en categoría menos frecuentes en los sectores, son 19 especies que se encuentran restringidas a un solo sector, como *Telmatobius chusmisensis* (sapo de chuzmisa), *Lontra felina* (chungungo), y varias especies de aves costeras (Tabla 3.3.3-13).

Por su parte, bajo los criterios de protección establecidos por el reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98 MINAGRI), 106 de las 125 especies detectadas en el área de influencia se encuentran en condición de densidades poblacionales reducidas, beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria y/o beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas (categorías no excluyentes, ya que una especie puede incluirse en uno, dos o los tres criterios).

Además, considerando el D.S. N° 02/2006 MINAGRI, una de las especies detectadas se encuentran catalogadas como Monumento Natural, *Vultur gryphus* (cóndor).

Tabla 3.3.3-13. Especies en categoría de conservación registradas en el área de influencia.

CLASE Nombre científico	O	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN	SECTOR							TOTAL SECTORES	
			DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ		VA
<i>En Categoría Oficial</i>											
AMPHIBIA											
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	E	En Peligro Crítico ⁸				X	X ⁺				2
REPTILIA											
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	N	Vulnerable ¹	X	X	X						3
AVES											
<i>Larus modestus</i>	N	Vulnerable ¹	X								1
<i>Larus serranus</i>	N	Vulnerable ¹						X		X	2
<i>Vultur gryphus</i>	N	Vulnerable ¹			X	X	X	X		X	5
<i>Falco peregrinus</i>	N	Vulnerable ¹	X								1
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	N	Vulnerable ¹	X								1
<i>Rhea pennata</i>	N	Vulnerable ⁸			X		X	X	X	X	5
<i>Tinamotis pentlandii</i>	N	Vulnerable ¹			X		X	X	X	X	5
MAMMALIA											
<i>Vicugna</i>	N	En Peligro ¹			X	X	X	X	X	X	6
<i>Lama guanicoe</i>	N	Vulnerable ⁶		X	X	X	X	X	X	X	7
<i>Galictis cuja</i>	N	Vulnerable ¹			X	X					2
<i>Lontra felina</i>	N	Vulnerable ⁸	X								1
<i>Ctenomys fulvus</i>	N	Vulnerable ¹			X					X	2
<i>Leopardus colocolo</i>	N	Casi Amenazada ⁸				X					1
<i>Puma concolor</i>	N	Casi Amenazada ⁸		X	X	X	X	X		X	6
AMPHIBIA											
<i>Rhinella spinulosa</i>	N	Preocupación Menor ⁷				X	X				2
REPTILIA											
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	E	Preocupación Menor ¹¹	X								1
<i>Tachymenis peruviana</i>	N	Rara ¹				X		X		X	3
<i>Liolaemus jamesi</i>	E	Rara ¹			X	X	X	X	X	X	6
<i>Liolaemus pantherinus</i>	N	Rara ¹					X			X	2
<i>Liolaemus puna</i>	N	Rara ¹			X		X	X			3
<i>Microlophus theresioides</i>	E	Rara ¹	X	X	X	X					4
<i>Liolaemus stolzmanni</i>	E	Insuficientemente conocida ¹	X	X							2
AVES											
<i>Attagis gayi</i>	N	Rara ¹						X			1
<i>Buteo poecilochrous</i>	N	Insuficientemente conocida ¹						X			1

CLASE Nombre científico	O	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN	SECTOR							TOTAL SECTORES	
			DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ		VA
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	N	Insuficientemente conocida 1	X								1
<i>Sula variegata</i>	N	Insuficientemente conocida 1	X								1
<i>Oceanodroma markhami</i>	N	Insuficientemente conocida 1	X								1
MAMMALIA											
<i>Lycalopex culpaeus</i>	N	Preocupación Menor 6	X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Otaria flavescens</i>	N	Preocupación Menor 10	X								1
<i>Abrocoma cinerea</i>	N	Preocupación Menor 9		X	X		X	X			4
<i>Auliscomys sublimis</i>	N	Preocupación Menor 9			X			X	X		3
<i>Eligmodontia puerulus</i>	N	Preocupación Menor 10								X	1
<i>Desmodus rotundus</i>	N	Rara 1	X								1
En Categoría No Oficial											
MAMMALIA											
<i>Lagidium peruanum</i>	N	Bajo amenaza En Peligro 12			X		X	X	X	X	5
<i>Calomys lepidus</i>	N	Bajo amenaza Frágil 12			X						1
AVES											
<i>Falco femoralis</i>	N	Insuficientemente conocida 13			X		X	X			3
MAMMALIA											
<i>Thylamys pallidior</i>	N	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata 12				X		X			2
<i>Abrothrix andinus</i>	N	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata 12			X	X	X	X		X	5
<i>Abrothrix sp.</i>	N*	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata* 12		X							1
<i>Akodon albiventer</i>	N	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata 12				X	X	X	X	X	5
<i>Phyllotis magister</i>	N	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata 12						X			1
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	N	Sin amenaza Sin Prioridad Inmediata 12	X	X	X	X	X	X		X	7
<i>Conepatus rex</i>	N	Sin amenaza Amenaza Indeterminada 12			X						1
TOTAL			15	9	21	16	18	22	9	17	-

+ En este sector, se registra *Telmatobius* sp., no obstante las dos especies potenciales de este género se encuentran en categorías con grado de amenaza: *Telmatobius chusmisensis* (En Peligro crítico) y *Telmatobius marmoratus* (Vulnerable).

* Todas las especies potenciales tienen este origen y/o categoría.

O (origen geográfico): E: endémico; I: introducido; N: nativo.

(1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (2) D.S. N°151/2007 MINSEGRES; (3) D.S. N°50/2008; (4) D.S. N°23/2009 del MINSEGPRES; (5) D.S. N°33/2011 MMA; (6) D.S. N°41/2011 MMA; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (8) D.S. N°19/2012 MMA; (9) D.S. N°13/2013 MMA; (10) D.S. N°51/2014 MMA; (11) D.S. N°52/2014 MMA; (12) Cofré & Marquet, 1999; (13) Rottmann & López-Callejas 1993; (14) Glade 1993.

Sector: DC: Desierto costero; DI: Desierto interior; CO: Cordón occidental; CR: Quebrada Choja – Ramucho; HO: Quebradas Huiniquinta – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; CQ: Altiplano - Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B;
Fuente: Cedrem Consultores.

De acuerdo a su origen geográfico, 119 especies de las 125 detectadas (95,2%) se clasifican como nativas (seis de ellas son especies endémicas de Chile) y seis especies son introducidas, las que corresponden a *Canis familiaris* (perro), *Equus asinus* (burro), *Lepus europaeus* (liebre europea), *Mus musculus* (laucha doméstica), *Rattus rattus* (rata negra) y *Rattus norvegicus* (guarén), lo que representa un 21,4% de las especies introducidas a nivel nacional (con un total de 28 especies; CONAMA, 2008). En base a estas especies introducidas se obtuvo un índice de antropización (IA) de fauna para el total del área de influencia bajo a medio, con un valor de 56,3%.

En cuanto a la Convención sobre Especies Migratorias (CMS), 16 de las especies detectadas se encuentran incluidas en su apéndice II. En tanto, una de las especies detectadas se encuentra incluida en ambos apéndices (I y II), y corresponde a *Vicugna* (vicuña).

Por otro lado, la movilidad de las especies detectadas se desglosa de la siguiente forma: 11 especies son de baja movilidad, 17 especies son clasificadas con movilidad media, y por último 97 especies son clasificadas como de alta movilidad.

En relación a las especies especialistas de hábitat, 24 especies se consideran especialistas, como los dos anfibios (dulceacuícolas), 13 aves (acuáticas y costeras) y nueve mamíferos (especialistas de ambientes altiplánicos y costeras).

Finalmente, en cuanto al Índice de Riesgo, destaca la presencia de una especie clasificada con un índice de riesgo máximo (*Telmatobius chusmisensis*, sapo de Chusmiza), cinco se encuentran clasificadas con índice de riesgo alto, otras 29 se encuentran clasificadas con un índice de riesgo medio, y por último 82 se encuentran clasificadas con un índice de riesgo bajo. Para las especies introducidas (n = 6) y/o domésticas (n = 1) no les fue asignado un índice de riesgo, además de un ave tienen índice de riesgo nulo.

A continuación se caracterizan los animales silvestres observados en el área de influencia del proyecto por taxa.

f.i) Anfibios

Del total de 125 especies de fauna detectadas en el área de influencia del proyecto, dos (1,6%) corresponden a anfibios: *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza). La especie de anfibio con la distribución más amplia en el área de influencia del proyecto es *R. spinulosa* (Fotografía 3.3.3-11 a y b), la que se detectó en dos de los ocho sectores (Tabla 3.3.3-14); mientras que *T. chusmisensis* (sapo de Chusmiza, Fotografía 3.3.3-11 c) se detectó sólo en el sector Quebrada Choja – Ramucho. Probablemente esta segunda especie también esté presente en el sector Huiniquinta – Ornajuno, donde sólo se pudo determinar a nivel de género como *Telmatobius* sp.

Por otra parte, comparando los sectores, los sectores de Quebrada Choja – Ramucho y Huiniquintipa – Ornajuno son los de mayor riqueza, presentan las dos especies, mientras que los otros sectores no presentan ninguna especie (Tabla 3.3.3-14). Por lo anterior, los sectores de Quebrada Choja – Ramucho y Huiniquintipa – Ornajuno son los más singulares, por presentar *Telmatobius chusmisensis* (incluyendo la asignación de *Telmatobius* sp. ya señalada; Tabla 3.3.3-14).

Ambas especies se encuentran en categoría de conservación, de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies del MINSEGPRES (D.S. N° 75/2005, y decretos posteriores). *R. spinulosa* (sapo espinoso) se encuentra clasificada en categoría de Preocupación menor (D.S. N°41/2011 MMA), mientras que *T. chusmisensis* (sapo de Chusmiza) se encuentra clasificada En peligro crítico (D.S. N°42/2011 MMA) (Tabla 3.3.3-14). Además, *Rhinella spinulosa* se clasifica como especie beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria y benéfica para la mantención del equilibrio ecosistémicos.

Ambas especies son consideradas especialistas de hábitat, al requerir cuerpos de agua durante todo su ciclo de vida; tanto para su reproducción, como para el desarrollo larval y su supervivencia en estado adulto, y presentan baja movilidad. *R. spinulosa* es una especie nativa que presenta además, un índice de riesgo alto (50,4). Por su parte, *T. chusmisensis* es una especie endémica que presenta una distribución muy restringida, encontrándose sólo en la Región de Tarapacá (endémica regional), y presenta un índice de riesgo máximo (95,0; Anexo 3.3.3-6).

Tabla 3.3.3-14. Caracterización de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) detectados por sector en el área de influencia del proyecto.

CLASE ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	SECTOR							
						DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
AMPHIBIA													
ANURA													
BUFONIDAE													
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC ⁶	BE	n.d.	N				X	X			
CERATOPHRYIDAE													
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	Sapo de Chusmiza	CR ⁷	n.d.	n.d.	E				X				
<i>Telmatobius sp.*</i>	Sapo	CR,V ⁷	n.d.	n.d.	N					X			
RIQUEZA TOTAL DE ANFIBIOS						-	-	-	2	2	-	-	
REPTILIA													
SQUAMATA													
DIPSADIDAE													
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana	R ¹	BSE	n.d.	N				X		X	X	
PHYLLODACTYLIDAE													
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Salamanqueja del Norte Grande	V ¹	SE	n.d.	N	X	X	X					
TROPIDURIDAE													
<i>Liolaemus puna</i>	Lagartija	R ¹	SE	n.d.	N			X		X	X		
<i>Liolaemus pantherinus</i>	Lagartija pantera	R ¹	SE	n.d.	N					X		X	
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R ¹	SE	n.d.	E			X	X	X	X	X	
<i>Liolaemus stolzmanni</i>	Dragón de Stolzmann	I ¹	SE	n.d.	E	X	X						
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	LC ¹¹	SE	n.d.	E	X							
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Teresa	R ¹	SE	n.d.	E	X	X	X	X				
RIQUEZA TOTAL DE REPTILES						4	3	4	3	3	3	1	3

EC (estado de conservación): CR: en peligro crítico; LC: preocupación menor; R: rara; V: vulnerable; I: Inadecuadamente conocida. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (6) D.S. N°41/2011 MMA; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (11) D.S. N°52/2014 MMA.

BSE (Criterios de protección): B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. MN: Monumento natural. O (origen geográfico): E: endémico; I: introducido; N: nativo.

Sector: 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;

*Las dos especies potenciales de este género se encuentran en categorías con grado de amenaza: *Telmatobius chusmisensis* (CR) y *Telmatobius marmoratus* (V).

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-11. Especies de anfibios registradas en el área de influencia del proyecto; *Rhinella spinulosa* detectada durante transecto nocturno mediante visor nocturno (a), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, b), y *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza, c).



Fuente: Cedrem Consultores.

f.ii) Reptiles

Del total de 125 especies de fauna detectadas en el área de influencia del proyecto, ocho corresponden a reptiles (6,4%), todas del Orden Squamata, y distribuidas en tres familias (Dipsadidae, Phyllodactylidae y Tropicuridae). La especie con la distribución más amplia en el área de influencia es *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, Fotografía 3.3.3-12 a), la que se registra en seis de los ocho sectores. En contraste, las especies con la distribución más restringida son *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, Fotografía 3.3.3-12 b), registrada sólo en el sector Desierto Costero, seguida por *Liolaemus stolzmanni* (lagartija de Stolzmann), presentes en los sectores de Desierto Costero y Desierto Interior (Tabla 3.3.3-14).

Por otra parte, comparando los sectores, el de Cordón Occidental y Desierto Costero son los de mayor riqueza, presentando cuatro especies, seguido de Altiplano Mina – Planta, Altiplano Variante A-97B, Desierto Interior, Quebrada Chojá - Ramucho y Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, con tres especies, mientras que el sector Altiplano Cerro Quitala presenta la menor riqueza de reptiles, con sólo una especie. Además, el sector de Desierto Costero pareciera ser el más singular, pues es el único donde se encuentra *Microlophus quadrivittatus* (Tabla 3.3.3-14).

Todas las especies de reptiles se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación. Una especie (la Salamaneja del norte grande), se clasifica como Vulnerable, cinco se encuentran en la categoría Rara (D.S. N°5/1998 MINAGRI), una se encuentra clasificada como Preocupación menor (D.S. N°52/2014 MMA), y una se encuentra clasificada en la categoría Inadecuadamente conocida (D.S. N°5/1998 MINAGRI).

Todos los reptiles registrados presentan baja movilidad, densidades poblacionales reducidas y se encuentran catalogadas como benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, Fotografía 3.3.3-12 c) es, además,

considerada una especie beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria. De las ocho especies de reptiles detectadas, cuatro (50%) corresponden a especies endémicas. En cuanto al índice de riesgo de las especies de reptiles registradas, siete presentan un índice de riesgo medio; y una especie, *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, Fotografía 3.3.3-12 d), presenta un índice de riesgo alto (50,4; Anexo 3.3.3-6).

Fotografía 3.3.3-12. Especies de reptiles registradas en el área de influencia del proyecto; *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a), *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, b), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, c), *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, d), *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, e), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera, f), *Liolaemus puna* (lagartija, g), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, h).



Fuente: Cedrem Consultores.

f.iii) Aves

Del total de 125 especies de fauna detectadas en el área de influencia del proyecto, 82 corresponden a aves (65,6%), las que se distribuyen en 15 órdenes y 29 familias (Tabla 3.3.3-15). Las especies con la distribución más amplia en el área de influencia son *Phalacrocorax macrorhynchos* (carancho cordillerano, Fotografía 3.3.3-13 a), *Geranoaetus polyosoma* (aguilucho) y *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo), que se observan en siete de los ocho sectores. Otras especies frecuentes, registradas en seis sectores son: *Asthenes modesta* (canastero chico), *Ochetorhynchus ruficaudus* (bandurrilla de pico recto), *Leptasthenura striata* (tijeral listado), *Metriopelia melanoptera* (tortolita cordillerana) y *Agriornis montanus* (mero gaucho), *Muscisaxicola rufivertex* (dormilona nuca rojiza). En el otro extremo, algunas de las especies con distribución más restringida (y que pudieran considerarse más exclusivas de un tipo de ambiente), son las especies de patos *Anas flavirostris* (pato jergón chico), *Anas puna* (pato puna), *Lophonetta specularioides* (pato juarjual), presentes sólo en el sector Huinquintipa – Ornajuno; y las especies costeras de pilpilenes, gaviotas, zarapito, churrete costero, pelícanos, cormoranes, piquero, golondrina de mar negra y playeros, presentes sólo en el sector Desierto Costero.

Por otra parte, comparando los sectores, el sector de Altiplano Mina - Planta es el de mayor riqueza, presentando 47 especies, seguido de Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, con 42 especies, mientras que el sector Altiplano – Cerro Quitala presenta la menor riqueza de aves, con ocho especies, seguido del sector Desierto Interior, con 11. Además, el sector Desierto Costero pareciera ser el más singular, pues es donde se encuentra la mayoría de las aves acuáticas (Tabla 3.3.3-15).

En relación a las aves más sensibles (ej. especies en estados de conservación), algunas especies (suri, cóndor, perdiz de la puna) se encuentran en varios sectores (al menos cinco), mientras que otras se restringen al Desierto Costero (como guanay, lile, piquero, gaviota garuma y golondrina de mar) y al Altiplano Mina - Planta (como perdicitita cordillerana; Tabla 3.3.3-15).

En relación al origen, sólo una especie es endémica de Chile, *Cinclodes nigrofumosus* (churrete costero), mientras que el resto de las especies son nativas (Tabla 3.3.3-15).

Del total de aves registradas en el área de influencia, 13 (15,8%) se encuentran en categoría de conservación (Tabla 3.3.3-15). Cinco especies se encuentran clasificadas como Inadecuadamente conocidas (D.S. N°5/1998 MINAGRI; Rottmann & López-Callejas 1992), siete especies se encuentran clasificadas como Vulnerable (D.S. N°5/1998 MINAGRI y D.S. N°42/2011 MMA) y una especie se encuentra clasificada como Rara (D.S. N°5/1998 MINAGRI; Tabla 3.3.3-13). Además, una especie, *Vultur gryphus* (cóndor, Fotografía 3.3.3-13, b), es considerada Monumento Natural.

En relación a la clasificación de las especies de aves en las categorías BSE, de las 82 especies, 74 se encuentran en categoría B, S y/o E; mientras que las ocho restantes no tienen ninguna categoría. Con mayor detalle podemos señalar que 48 especies se consideran beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, 34 especies presentan densidades poblacionales reducidas y 31

especies son benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Tabla 3.3.3-15).

Con respecto al estatus, 76 son consideradas residentes, cuatro visitantes: *Numenius phaeopus* (zarapito), *Arenaria interpres* (playero vuelvepedras, Fotografía 3.3.3-13 c), *Aphriza virgata* (playero de las rompientes) y *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra, Fotografía 3.3.3-13 d); y dos accidentales, *Mimus triurus* (tenca de alas blancas, Fotografía 3.3.3-13 e) y *Bartramia longicauda* (batitú, Fotografía 3.3.3-13 f). Además, 10 especies se encuentran en el apéndice II de la Convención sobre especies migratorias.

Por otro lado, 13 especies se consideran especialistas de hábitat. De las 82 especies de aves registradas, 80 presentan una movilidad alta y dos, una movilidad media, *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, Fotografía 3.3.3-13 g) y *Nothoprocta ornata* (perdiz cordillerana). En cuanto al riesgo que presentan las especies, 14 especies presentan un índice de riesgo medio y todo el resto poseen bajo riesgo (Anexo 3.3.3-6).

Tabla 3.3.3-15. Caracterización de especies de aves detectadas por sector en el área de influencia del proyecto.

Nombres comunes según Martínez & González (2005).

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	E	CMS	SECTOR							
								DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
ANSERIFORMES															
ANATIDAE															
-	-	-	-	-	N	n.d.						X			
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	n.d.	n.d.	n.d.	N	R						X			
<i>Anas puna</i>	Pato puna	n.d.	n.d.	n.d.	N	R						X			
<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato juarjual	n.d.	n.d.	n.d.	N	R	II					X			
APODIFORMES															
TROCHILIDAE															
<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna	n.d.	BE	n.d.	N	R			X	X	X	X			
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	n.d.	BE	n.d.	N	R				X					
<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	n.d.	BSE	n.d.	N	R			X						
CAPRIMULGIFORMES															
CAPRIMULGIDAE															
<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina ciega	n.d.	BE	n.d.	N	R					X				
CHARADRIIFORMES															
CHARADRIIDAE															
<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	n.d.	BS	n.d.	N	R			X		X	X			
HAEMATOPODIDAE															
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	n.d.	SE	n.d.	N	R		X							
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	n.d.	E	n.d.	N	R		X							
LARIDAE															
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	n.d.	S	n.d.	N	R		X							
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	n.d.	E	n.d.	N	R		X							
<i>Larus modestus</i>	Gaviota Garuma	V ¹	S	n.d.	N	R		X							
<i>Larus serranus</i>	Gaviota Andina	V ¹	S	n.d.	N	R					X	X			
SCOLOPACIDAE															
<i>Bartramia longicauda</i>	Batitú	n.d.	BS	n.d.	N	A		X							
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	n.d.	B	n.d.	N	V	II	X							
<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	n.d.	BS	n.d.	N	V	II	X							

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	E	CMS	SECTOR									
								DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA		
<i>Aphriza virgata</i>	Playero de las rompientes	n.d.	BS	n.d.	N	V		X									
THINOCORIDAE																	
<i>Attagis gayi</i>	Perdicita cordillerana	R ¹	S	n.d.	N	R									X		
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón	n.d.	S	n.d.	N	R							X	X			X
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita	n.d.	S	n.d.	N	R											X
CICONIIFORMES																	
CATHARTIDAE																	
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	n.d.	B	n.d.	N	R	II	X	X								
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	V ¹	BE	MN	N	R	II			X	X	X	X				X
ARDEIDAE																	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	n.d.	E	n.d.	N	R		X									
COLUMBIFORMES																	
COLUMBIDAE																	
<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X	X	X				X
<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita boliviana	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X	X					X
<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana	n.d.	n.d.	n.d.	N	R				X	X	X	X	X			X
<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	n.d.	n.d.	n.d.	N	R		X	X								
FALCONIFORMES																	
ACCIPITRIDAE																	
<i>Buteo poecilochrous</i>	Aguilucho de la puna	I ¹	BE	n.d.	N	R	II										X
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	n.d.	BE	n.d.	N	R	II			X							X
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho	n.d.	BE	n.d.	N	R	II	X	X	X	X	X	X	X			X
FALCONIDAE																	
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	I ¹³	BE	n.d.	N	R	II			X		X	X				
<i>Phalcooenus megalopterus</i>	Carancho cordillerano	n.d.	BE	n.d.	N	R		X	X	X	X	X	X				X
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	V ¹	BSE	n.d.	N	R	II	X									
PASSERIFORMES																	
EMBERIZIDAE																	
<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte	n.d.	E	n.d.	N	R				X	X	X	X				X
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	n.d.	n.d.	n.d.	N	R					X	X	X				

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	E	CMS	SECTOR							
								DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X	X	X		X
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	n.d.	S	n.d.	N	R			X	X	X	X	X	X	X
<i>Sicalis auriventris</i>	Chirihue dorado	n.d.	n.d.	n.d.	N	R				X	X	X	X		X
<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X	X	X		X
<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirihue cordillerano	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X	X	X		X
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	n.d.	B	n.d.	N	R		X		X	X	X			
<i>Phrygilus dorsalis</i>	Cometocino de dorso castaño	n.d.	S	n.d.	N	R								X	
FRINGILLIDAE															
<i>Carduelis magellanica</i>	Jilguero peruano	n.d.	S	n.d.	N	R				X	X				
<i>Carduelis uropygialis</i>	Jilguero cordillerano	n.d.	S	n.d.	N	R			X		X	X	X		
<i>Sporagra atrata</i>	Jilguero negro	n.d.	S	n.d.	N	R					X	X	X		
FURNARIIDAE															
<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero del norte	n.d.	B	n.d.	N	R					X				
<i>Asthenes pudibunda</i>	Canastero peruano	n.d.	BS	n.d.	N	R					X				
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	n.d.	B	n.d.	N	R				X	X	X	X	X	X
<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de alas crema	n.d.	B	n.d.	N	R					X	X	X		
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	n.d.	B	n.d.	N	R					X	X	X		
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas	n.d.	B	n.d.	N	R					X	X	X		
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	n.d.	B	n.d.	E	R		X							
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	n.d.	B	n.d.	N	R				X		X	X		X
<i>Geositta maritima</i>	Minero chico	n.d.	B	n.d.	N	R			X	X					
<i>Geositta punensis</i>	Minero de la Puna	n.d.	B	n.d.	N	R		X			X	X			X
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	n.d.	B	n.d.	N	R				X	X	X	X		
<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado	n.d.	B	n.d.	N	R			X	X	X	X	X		X
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurrilla de pico recto	n.d.	BS	n.d.	N	R				X	X	X	X	X	X
HIRUNDINIDAE															
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	n.d.	BE	n.d.	N	R				X		X	X		
MIMIDAE															
<i>Mimus triurus</i>	Tenca de alas blancas	n.d.	BS	n.d.	N	A				X					
TYRANNIDAE															

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	E	CMS	SECTOR									
								DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA		
<i>Lessonia oreas</i>	Colegial del norte	n.d.	BE	n.d.	N	R								X			
<i>Muscisaxicola cinereus</i>	Dormilona cenicienta	n.d.	BE	n.d.	N	R						X	X	X	X	X	X
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	n.d.	BE	n.d.	N	R							X	X			
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormilona de la puna	n.d.	BE	n.d.	N	R					X		X	X			X
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	n.d.	BE	n.d.	N	R						X	X	X			
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	n.d.	BE	n.d.	N	R						X	X	X	X	X	X
<i>Muscisaxicola sp.</i>	Dormilona	n.d.	BE	n.d.	N	R					X						
<i>Agriornis montanus</i>	Mero gaucho	n.d.	BE	n.d.	N	R				X		X	X	X	X	X	
<i>Agriornis micropterus</i>	Mero de Tarapacá	n.d.	BSE	n.d.	N	R						X					
PELECANIFORMES																	
PELECANIDAE																	
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	n.d.	BE	n.d.	N	R						X					
PHALACROCORACIDAE																	
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	V ¹	B	n.d.	N	R						X					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	n.d.	n.d.	n.d.	N	R						X					
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	I ¹	BS	n.d.	N	R						X					
SULIDAE																	
<i>Sula variegata</i>	Piquero	I ¹	BE	n.d.	N	R						X					
PICIFORMES																	
PICIDAE																	
<i>Colaptes rupicola</i>	Pitío del norte	n.d.	BS	n.d.	N	R								X			
PROCELLARIIFORMES																	
HYDROBATIDAE																	
<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra	I ¹	S	n.d.	N	V						X					
PSITTACIFORMES																	
PSITTACIDAE																	
<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico cordillerano	n.d.	SE	n.d.	N	R						X	X	X			X
STRIGIFORMES																	
STRIGIDAE																	
<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere	n.d.	BE	n.d.	N	R						X		X			X

ORDEN FAMILIA <i>Nombre científico</i>	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	E	CMS	SECTOR														
								DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA							
TYTONIDAE																						
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	n.d.	BE	n.d.	N	R							X									
STRUTHIONIFORMES																						
RHEIDAE																						
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V ⁷	S	n.d.	N	R							X	X	X	X	X					
TINAMIFORMES																						
TINAMIDAE																						
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V ¹	S	n.d.	N	R							X	X	X	X	X					
<i>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz cordillerana	n.d.	S	n.d.	N	R											X					
RIQUEZA TOTAL DE AVES								25	11	33	34	42	47	8	28							

EC (estado de conservación): V: vulnerable; I: Inadecuadamente conocida; n.d.: no definido; NT: Casi Amenazada; R: Rara. **Dónde:** (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (9) D.S. N°13/2013 MMA; (13) Rottmann & López-Callejas (1992).

BSE (Criterios de protección): B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

MN: Monumento natural.

O (origen biogeográfico): E: endémico; I: introducido; N: nativo.

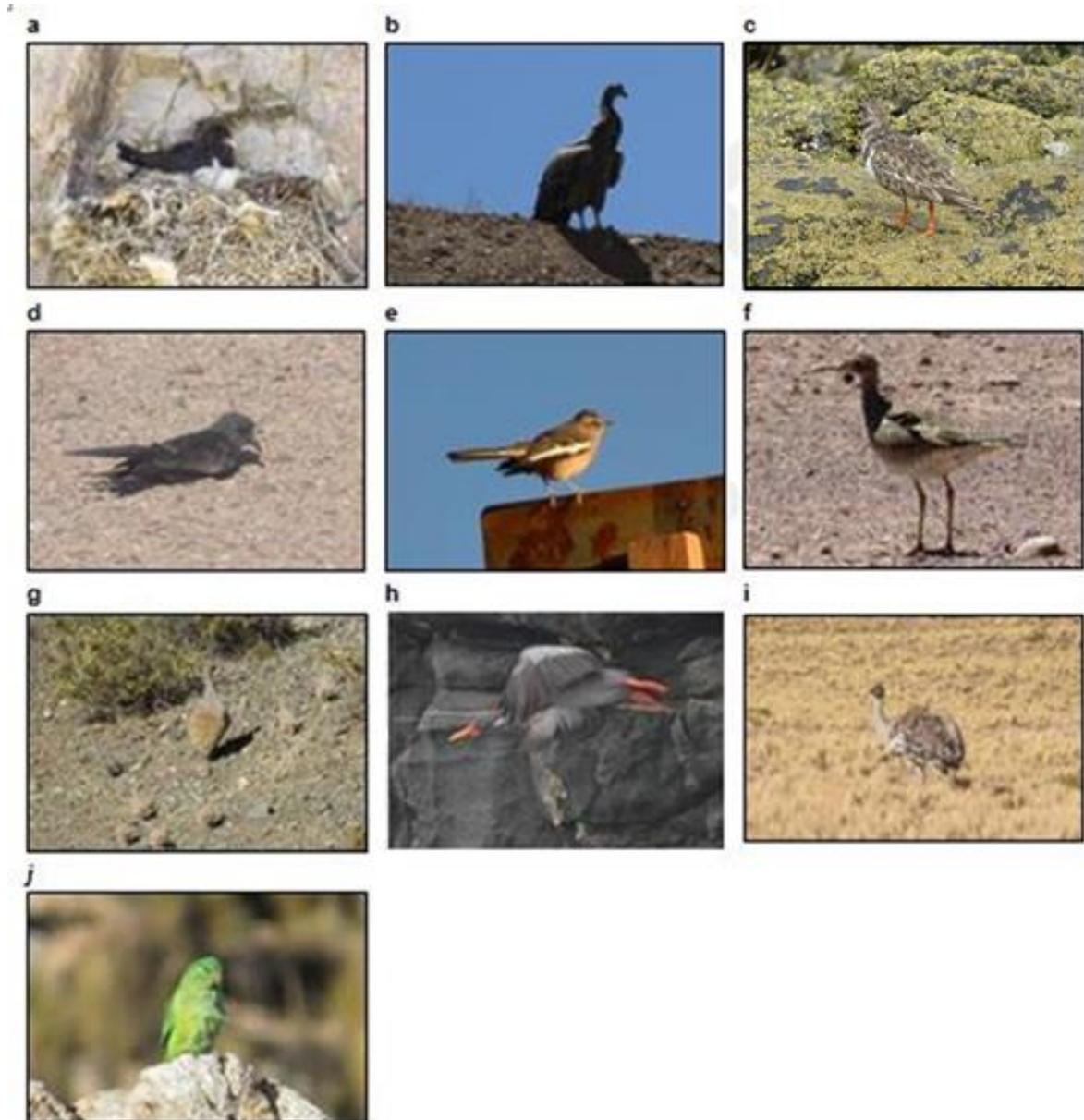
E (estatus): A: accidental; R: residente; V: visitante.

CMS (Convención sobre especies migratorias): I: apéndice I; II: apéndice II.

Sector: DC: Desierto costero; DI: Desierto interior; CO: Cordón occidental; CR: Quebrada Choja - Ramucho; HO: Quebradas Huiniquinta – Ornajuno; MN: Altiplano Mina – Planta; CQ: Altiplano - Cerro Quitala; VA: Altiplano Variante A-97B; n.d.: no determinado.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-13. Especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto; *Phalcoboenus megalopterus* (carancho cordillerano, a), *Vultur gryphus* (cóndor, b), *Arenaria interpres* (playero vuelvepedras, c), *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra, d), *Mimus triurus* (tenca de alas blancas, e), *Bartramia longicauda* (batitú, f), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, g), *Phalacrocorax gaimardi* (lile, h), *Rhea pennata* (suri, i) y *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano, j).



Fuente: Cedrem consultores.

f.iv) Mamíferos

De las 125 especies de fauna detectadas en el área de influencia del proyecto, 33 corresponden a mamíferos (26,4%), distribuidos en siete órdenes y 16 familias. La especie con la distribución más amplia en el área de influencia es *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) observada en los ocho sectores, seguido por *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento), *Lama guanicoe* (guanaco) y *Equus asinus* (burro) presentes en siete sectores; y *Vicugna vicugna* (vicuña) y *Puma concolor* (puma) presentes en seis sectores (ver detalles en Tabla 3.3.3-16). Por el contrario, las especies de distribución más restringida (y que pudieran considerarse más especialistas), son por ejemplo: *Lontra felina* (chungungo), *Otaria flavescens* (lobo de mar común) y *Desmodus rotundus* (piuchén), presentes solo en el Desierto Costero, *Conepatus rex* (chingue real), presente sólo en Cordón Occidental, y *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso), presente sólo en Altiplano Variante A-97B.

Por otra parte, los sectores de Cordón Occidental presenta la mayor riqueza, con 17 especies, seguido de Altiplano Mina- Planta y Quebradas Huiniquinta - Ornajuno, con 16 especies. En el otro extremo, el sector Altiplano – Cerro Quitala presenta la menor riqueza de mamíferos, con siete especies, seguido del Desierto Costero, con 10 especies. Además, los sectores ya mencionados de mayor riqueza parecieran ser los más singulares, pues es donde se encuentran la mayoría de los mamíferos sensibles (Tabla 3.3.3-16).

En relación a las especies más sensibles (ej. especies en estados de conservación), algunas especies (vizcacha, vicuña, guanaco) se encuentran en varios sectores (entre cinco a siete), mientras que otras se restringen entre uno a dos sectores (como el gato colocolo, tuco tuco, el chingue real, la yaca del norte y el quique), los que se encuentran en Cordón Occidental, Quebrada Choja – Ramucho y Altiplano Variante A-97B, mientras que el chungungo y el piuchén se presentan sólo en el Desierto Costero (Tabla 3.3.3-16).

Del total de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto, 21 se encuentran en categoría de conservación (Tabla 3.3.3-16). Cinco especies se encuentran clasificadas Sin prioridad inmediata (Cofré & Marquet 1999); cinco como Preocupación menor (D.S. N°33/2011 MMA, D.S. N°19/2012 MMA y D.S. N°13/2013 MMA); dos especies como Casi amenazadas (D.S. N°42/2011 MMA); cuatro especies como Vulnerables (D.S. N°5/1998 MINAGRI y D.S. N°33/2011 MMA); una especie como Frágil (Cofré & Marquet 1999); una especie como Amenaza Indeterminada (Glade, 1993); una especie rara y dos especies como En peligro (D.S. N°5/1998 MINAGRI y Cofré & Marquet 1999). Las especies clasificadas como En Peligro son las con mayor grado de amenaza y corresponden a *Vicugna vicugna* (vicuña, Fotografía 3.3.3-13 a) y *Lagidium peruanum*¹³ (vizcacha peruana, Fotografía 3.3.3-13 f).

¹³ Recientemente, Spotorno & Patton (2015) consideran a *L. peruanum* como sinónimo de *L. viscacia*, la que sería la especie formalmente aceptada, pero que igual se considera En peligro (SAG, 2012).

En relación a la clasificación de las especies de mamíferos en las categorías BSE, de las 33 especies registradas, 23 se encuentran en categoría B, S y/o E; mientras que las diez restantes no tienen ninguna categoría. Con mayor detalle podemos señalar que ocho especies se consideran beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, 17 especies presentan densidades poblacionales reducidas y seis especies son benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (detalle en Tabla 3.3.3-16).

Con respecto al origen se registraron seis especies de mamíferos introducidos, siendo los restantes nativos. Una especie, *Vicugna vicugna* (vicuña), se encuentra en los apéndices I y II de la Convención sobre especies migratorias y cinco especies se encuentran en el apéndice II (Tabla 3.3.3-16).

Nueve especies son especialistas de hábitat, y en cuanto a la movilidad de los mamíferos registrados, se detectaron una especie de baja movilidad (*Ctenomys fulvus*), 15 especies son de movilidad media y 17 son de alta movilidad. Con respecto al índice de riesgo, 14 especies presentaron un índice de riesgo bajo, siete especies un índice de riesgo medio y cuatro especies un índice de riesgo alto, que corresponden a: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana), *Lama guanicoe* (guanaco), *Vicugna vicugna* (vicuña) y *Ctenomys fulvus* (tucu-tuco de Atacama; ver Anexo 3.3.3-6). Para siete especies no fue determinado el índice de riesgo, lo que incluye a las especies introducidas (n = 6) y/o domésticas (n = 1) para las cuales no aplica.¹⁴

¹⁴ Nota: Dentro de las especies contadas en la riqueza general del área de influencia, así como de cada sector, se incluyen las especies detectadas mediante restos óseos contenidos en fecas de carnívoros (Canidae, Felidae). Estos restos óseos no se contabilizaron por ambiente, debido a que no se puede tener certeza si el individuo presa fue consumido en el mismo ambiente donde se detectó la feca.

Tabla 3.3.3-16. Caracterización de especies de mamíferos detectados por sector en el área de influencia del proyecto.

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	CMS	SECTOR							
							DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
ARTIODACTYLA														
CAMELIDAE														
<i>Lama glama</i>	Llama	n.d.	n.d.	n.d.	N						X			X
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V	⁵	S	n.d.	N	II		X	X	X	X	X	X
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN	¹	S	n.d.	N	I y II			X	X	X	X	X
CARNIVORA														
CANIDAE														
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	⁵	E	n.d.	N	II	X	X	X	X	X	X	X
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro doméstico	N.A		n.d.	n.d.	I		X			X			
FELIDAE														
<i>Leopardus colocolo</i>	Colo-colo	NT	⁷	BSE	n.d.	N	II				X			
<i>Leopardus sp.</i>	-	n.d.		-	n.d.	N					X			
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT	⁷	E	n.d.	N	II		X	X	X	X	X	X
MUSTELIDAE														
<i>Galictis cuja</i>	Quique	V	¹	BE	n.d.	N				X	X			
<i>Lontra felina</i>	Chungungo	V	⁷	n.d.	n.d.	N		X						
MEPHITIDAE														
<i>Conepatus rex</i>	Chingue real	A	¹⁴	BSE	n.d.	N				X				
OTARIIDAE														
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino de un pelo	LC	⁹	n.d.	n.d.	N	II	X						
CHIROPTERA	-	-		B	-	N								X
VESPRTLIONIDAE														
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago orejas de ratón	n.d.		B	n.d.	N			X					
<i>Myotis atacamensis</i>	Murciélago de atacama	n.d.		BS	n.d.	N			X		X			
<i>Histiotus sp.</i>	Murciélago	n.d.		B	n.d.	N			X					
<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo	n.d.		B	n.d.	N				X	X	X		

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	CMS	SECTOR							
							DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago ceniciento	n.d.	B	n.d.	N				X	X	X	X		
PHYLLOSTOMIDAE														
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro o Piuchén	R	¹	S	n.d.	N	X							
DIDELPHIMORPHIA														
DIDELPHIDAE														
<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca del norte	NP	¹²	BSE	n.d.	N				X		X		
LAGOMORPHA														
LEPORIDAE														
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea	N.A		n.d.	n.d.	I			X					X
PERISSODACTYLA														
EQUIDAE														
<i>Equus asinus</i>	Burro	N.A		n.d.	n.d.	I	X							
RODENTIA														
ABROCOMIDAE														
<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla cenicienta	LC	⁸	S	n.d.	N		X	X		X	X		
CHINCHILLIDAE														
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN	¹²	S	n.d.	N			X		X	X	X	X
CRICETIDAE														
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP	¹²	n.d.	n.d.	N			X	X	X	X		X
<i>Abrothrix sp.</i>	Ratón	NP*	¹²	-	n.d.	N*		X						
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP	¹²	S	n.d.	N				X	X	X	X	X
<i>Akodon berlepschii</i>	Ratón de Berlepschi	n.d.		S	n.d.	N			X		X	X		
<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón de la puna	LC	⁸	S	n.d.	N			X			X	X	
<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita peruana	FR	¹²	S	n.d.	N			X					
<i>Eligmodontia puerulus</i>	Lauchita de pie sedoso	LC	⁹	S	n.d.	N								X
<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejudo grande	NP	¹²	S	n.d.	N							X	
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP	¹²	S	n.d.	N	X	X	X	X	X	X		X

ORDEN FAMILIA Nombre científico	NOMBRE COMÚN	EC	BSE	MN	O	CMS	SECTOR							
							DC	DI	CO	CR	HO	MN	CQ	VA
CTENOMYIDAE														
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco-tuco de Atacama	V	¹	S	n.d.	N			X					X
MURIDAE														
<i>Mus musculus</i>	Laucha doméstica	N.A		n.d.	n.d.	I		X	X					
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	N.A		n.d.	n.d.	I		X						
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	N.A		n.d.	n.d.	I		X						
RIQUEZA TOTAL DE MAMÍFEROS							10	11	17	14	16	16	14	7

EC (estado de conservación): CR: en peligro crítico; EN: en peligro; FR: frágil; A: Amenaza indeterminada; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; NT: casi amenazada; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S. N°33/2011 MMA; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (8) D.S. N°19/2012 MMA; (9) D.S. N°13/2013 MMA; (12) Cofré & Marquet 1999; (14) Glade 1993.

BSE: B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; **S:** especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

MN: Monumento natural.

O (origen geográfico): E: endémico; I: introducido; N: nativo.

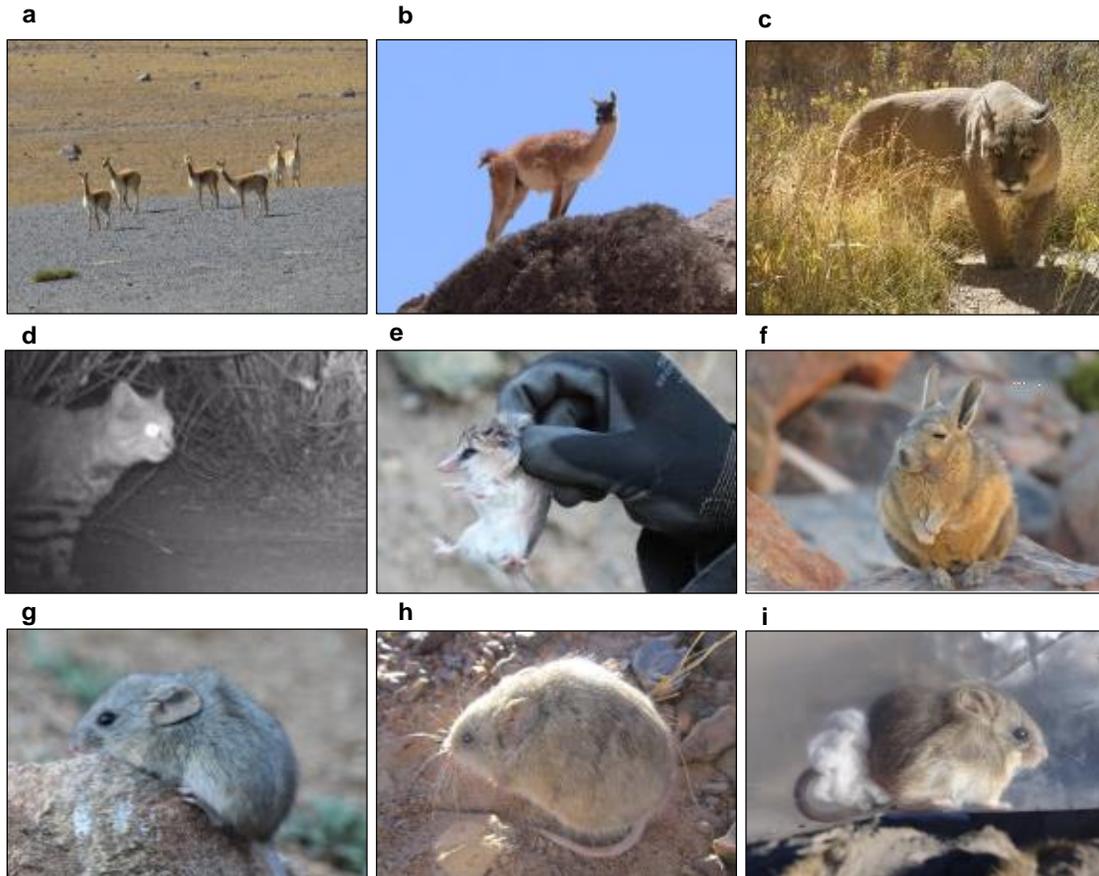
CMS (Convención sobre especies migratorias): I: apéndice I; II: apéndice II.

ND: no determinado.

Sector: 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.

Fotografía 3.3.3-14. Especies de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto; *Vicugna vicugna* (vicuña, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Puma concolor* (puma, c), *Leopardus colocolo* (gato colo-colo, d), *Thylamys pallidior* (yaca del norte, e), *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, f), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, g), *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna, h), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso, i).



Fuente: Cedrem Consultores.

g) Singularidad ambiental para el área de influencia

Para el área de influencia del proyecto, se han definido que 7.249,6 hectáreas corresponden a áreas de singularidad ambiental, lo que representa el 14,5% del total.

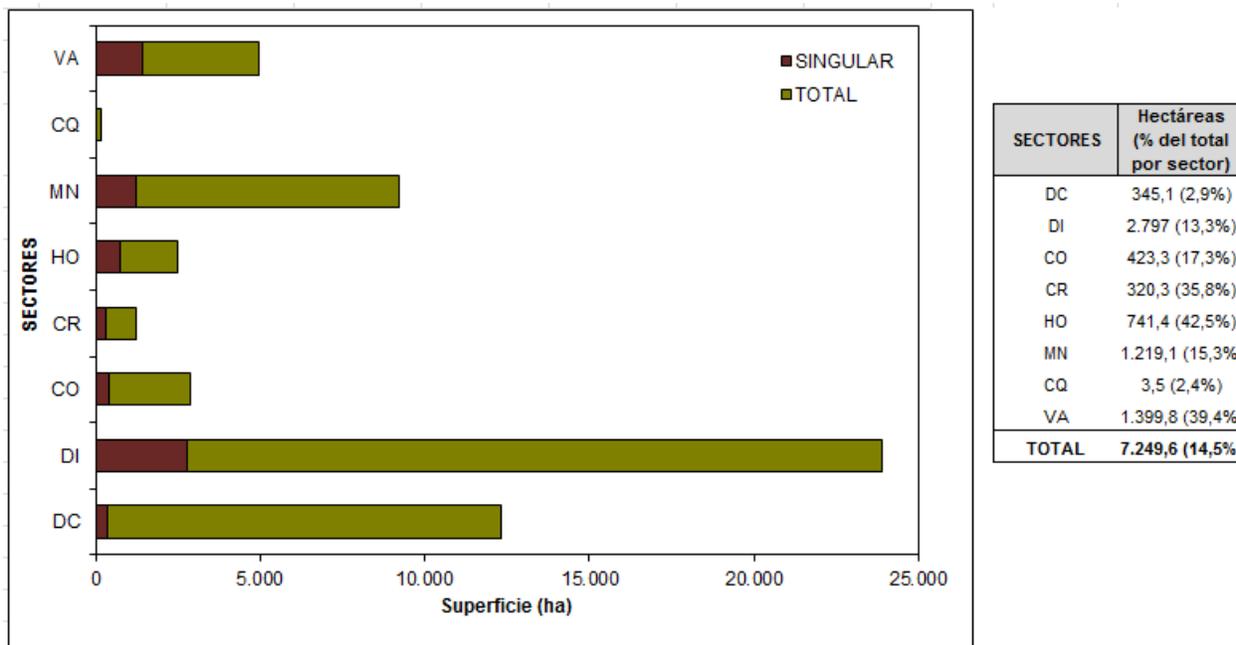
En cuanto a los sectores y su singularidad, en el área de influencia el mayor aporte de singularidad lo hace el Desierto Interior, con 2.797 hectáreas (5,6% del área de influencia y 13,3% del total del sector; Figura 3.3.3-15). De esta superficie, 95,5% de la singularidad del sector (2.681,9 hectáreas) corresponden a la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal (sitio de interés para la conservación); otra parte es el aporte de nivel I y II donde destacan dos especies que aportan a ambos niveles: *Microlophus theresioides* y *Phyllodactylus gerrhopygus*, y por último, la presencia de mesoambientes que cumplen el nivel III (quebrada con vegetación y quebrada con vegetación arbórea).

Los siguientes sectores con mayor aporte a la singularidad son Altiplano Mina-Planta y Altiplano Variante A-97B con 1.219,2 hectáreas (2,4% del área de influencia y 15,3% del sector) y 1.399,8 hectáreas (2,8% del área de influencia y 39,4% del sector), respectivamente (Figura 3.3.3-15), donde son factor común algunas especies que cumplen con el nivel I y II, como: *Lagidium peruanum*, *Liolaemus puna* y *Tachymenis peruviana*. Particularmente, para el sector Altiplano Variante A-97B destaca *Ctenomys fulvus* como criterio experto.

El resto de los sectores aportan con menos del 30% de la singularidad total en el área de influencia. El menor aporte corresponde al sector Altiplano Cerro Quitala (0,01% del área de influencia y 2,4% del sector, Figura 3.3.3-15). Los detalles de la distribución espacial de la singularidad por sector se puede observar en las figuras del Anexo 3.3.3-10.

Cabe destacar el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno con la mayor proporción de superficie singular en relación al total del mismo, con 42,5% (741,4 hectáreas). Este resultado se atribuye principalmente a una superficie de 733,4 hectáreas (99,5% del singular del sector), la cual cubre ambientes de soporte para la fauna y a su vez cumple con la presencia de especies de los niveles I y II. Entre estas especies, destaca el registro de *Liolaemus pantherinus* con distribución restringida dentro del área de influencia. La superficie singular restante del sector, la aporta un sitio de nidificación de *Phalcoboenus megalopterus*.

Figura 3.3.3-15. Superficie y porcentaje de singularidad de sectores en el área de influencia.



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

Fuente: Cedrem Consultores.

En relación al análisis de singularidad por los ambientes, contrario a lo esperado, el mayor aporte a la singularidad lo hace el área desprovista de vegetación con 2.669,2 hectáreas (8,3% del ambiente; Figura 3.3.3-16). Sin embargo, una gran parte corresponden a áreas que se encuentran dentro de sitios de importancia oficial para la conservación en el sector Desierto Interior y no necesariamente son de importancia puntual para la fauna.

Además, se han considerado por criterio experto como singulares a dos mesoambientes del ambiente áreas desprovistas de vegetación: área desprovista de vegetación costera (en desierto costero, con el 100% de dicho mesoambiente) y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (en desierto costero e interior, también con el total de su superficie). En el primer caso, debido a su baja representación en el área de influencia y por constituir un tipo de hábitat singular para fauna marina (en parte solamente, para aquellas aves costeras que se internan algunos kilómetros hacia el continente), y en el segundo caso, debido a especies que dependen de los árboles como los quirópteros. Sin embargo, considerando el análisis de composición y similitud de especies detallado antes, este ambiente no albergaría una gran riqueza de especies especialistas.

El segundo ambiente con mayor superficie en singularidad es el de los roqueríos, con 2.010,6 hectáreas (4,0% del área de influencia y 84,5% del ambiente; Figura 3.3.3-16) donde destacan cinco especies que aportan tanto al nivel I y como al nivel II en la singularidad: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus puna* (lagartija), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Larus serranus* (gaviota andina, en parte, ya que no es una ave específica de roqueríos).

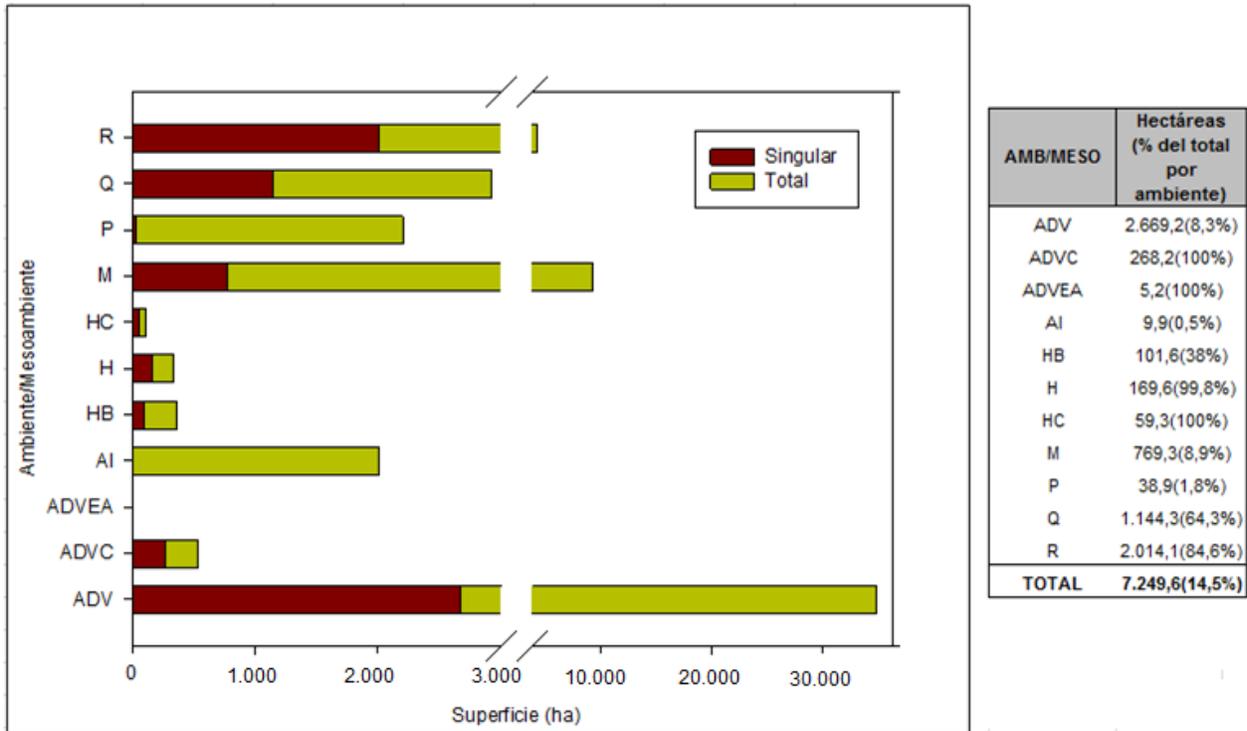
El siguiente ambiente con mayor representación en la singularidad, es el de quebradas, con 1.144,3 hectáreas (2,3% del área de influencia y 64,3% del ambiente; Figura 3.3.3-16), y donde siete especies aportan al nivel I y II en la singularidad: *Liolaemus jamesi*, *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera), *Liolaemus puna*, *Microlophus theresioides*, *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del norte grande), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana), *Lagidium peruanum* y *Ctenomys fulvus* (chululo).

Es importante destacar al ambiente de humedales, cuya totalidad de superficie es singular, con 228,9 hectáreas en conjunto (incluyendo el humedal costero, 0,5% del área de influencia; Figura 3.3.3-16). En este caso, considerando el análisis de composición y similitud, los mesoambientes de humedal cobijan tanto una alta riqueza, como una gran proporción de especies protegidas y especialistas (aves dulceacuícolas y anfibios en los humedales del altiplano y aves y mamíferos costeros en el humedal costero). De esta manera, sobresale la presencia de especies en la zona media-alta de: *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza) y *Galictis cuja* (quique); mientras que para la zona costera de: *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Larus modestus* (gaviota garuma), *Phalacrocorax gaimardi* (lile), *Lontra felina* (chungungo) y *Desmodus rotundus* (vampiro o piuchén).

Los ambientes con menor superficie de singularidad son: (a) el área industrial, con 9,9 hectáreas (0,02% del área de influencia y 0,5% del ambiente), donde la totalidad de esta superficie singular

corresponde a áreas que se encuentran dentro de sitios de importancia oficial para la conservación en el sector Desierto Interior y no necesariamente son de importancia puntual para la fauna; y (b) pajonal, con 38,9 hectáreas (0,1% del área de influencia y 1,8% del ambiente; Figura 3.3.3-16), también determinado mediante criterio experto por la presencia de la especie *Ctenomys fulvus* (aunque no es una especie exclusiva de pajonales).

Figura 3.3.3-16. Superficie y porcentaje de singularidad de ambientes en el área de influencia.



ADV: área desprovista de vegetación; **ADVC:** área desprovista de vegetación costera.

ADVEA: área desprovista de vegetación ecotono arbóreo; **AI:** área industrial; **HB:** herbazal; **H:** humedales; **HC:** humedal costero; **M:** Matorral; **P:** Pajonal; **Q:** quebradas; **R:** Roqueríos.

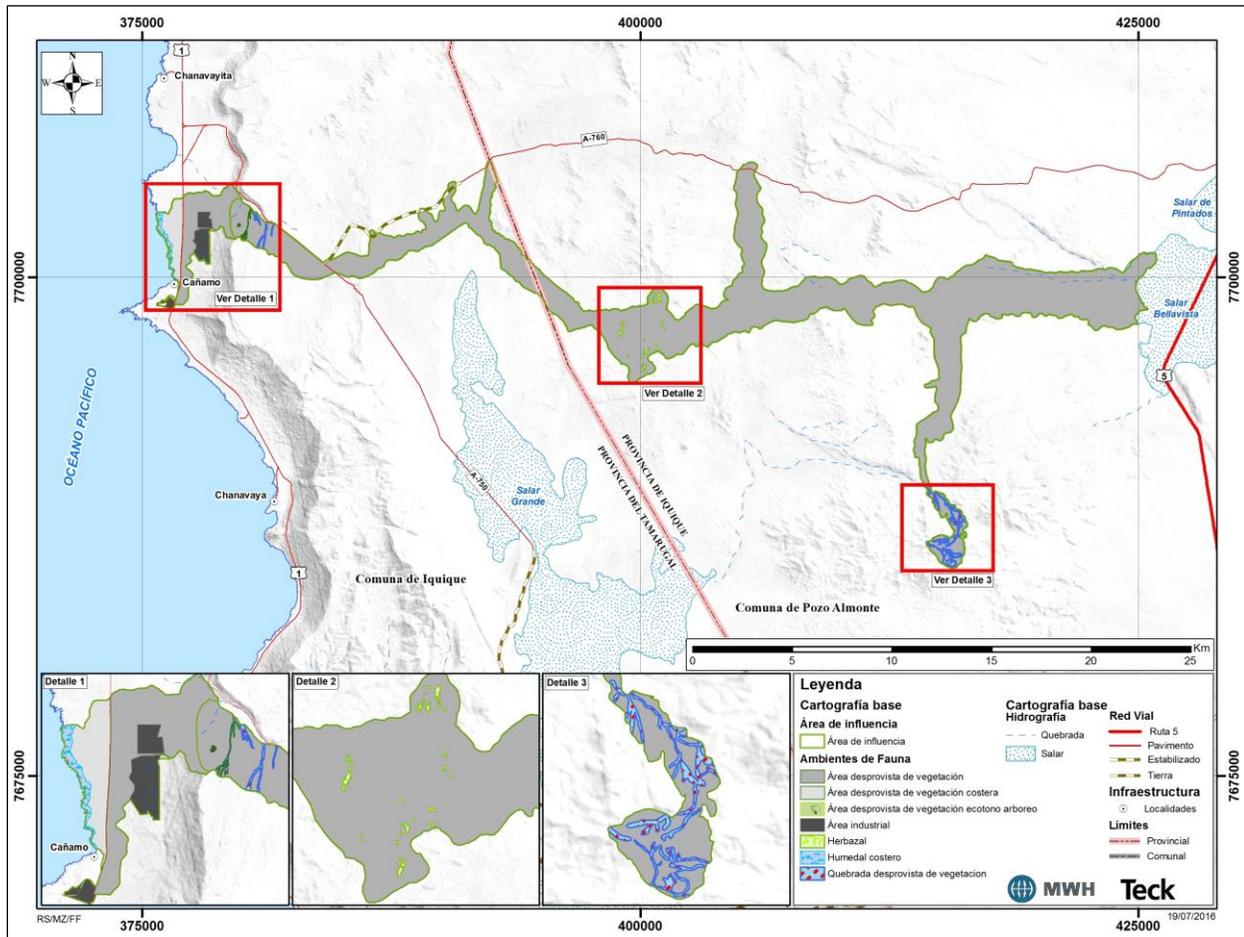
Fuente: Cedrem Consultores.

3.3.3.5.3 Descripción por sector

a) Sector Desierto Costero

El sector Desierto Costero representa un 24% del área de influencia del proyecto, lo que corresponde a una superficie total de 11.973,4 hectáreas (Figura 3.3.3-17 y Planos 3.3.3-19, -20, -21, -22 y -25).

Figura 3.3.3-17. Ambientes de fauna del sector Desierto Costero.



Fuente: Cedrem Consultores

a.i) *Ambientes de fauna*

En la Figura 3.3.3-17 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Desierto Costero, los que se detallan en la Tabla 3.3.3-17. El ambiente más representativo del sector es el área desprovista de vegetación (Fotografía 3.3.3-15 c), correspondiente al 96,7% de la superficie total del sector (11.573,7 hectáreas). Le siguen el área industrial (Fotografía 3.3.3-15 b), correspondiente al 1,7% del sector (202,8 hectáreas), y las quebradas, con 1,0% y que en este caso corresponden al mesoambiente de quebradas desprovistas de vegetación. Los

ambientes restantes se encuentran escasamente representados en el sector: humedal costero (0,5%; Fotografía 3.3.3-15 a) y herbazal (0,1%; Fotografía 3.3.3-15 d).

Tabla 3.3.3-17. Ambientes de fauna del sector Desierto Costero, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	11.573,7	96,7
Área desprovista de vegetación	(11.303,1)	
Área desprovista de vegetación costera	(268,2)	
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	(2,4)	
Área industrial	202,8	1,7
Herbazal	15,2	0,1
Humedales	59,3	0,5
Humedal costero	(59,3)	
Quebradas	122,4	1,0
Quebrada desprovista de vegetación	(122,4)	
Total superficie del sector	11.973,4	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

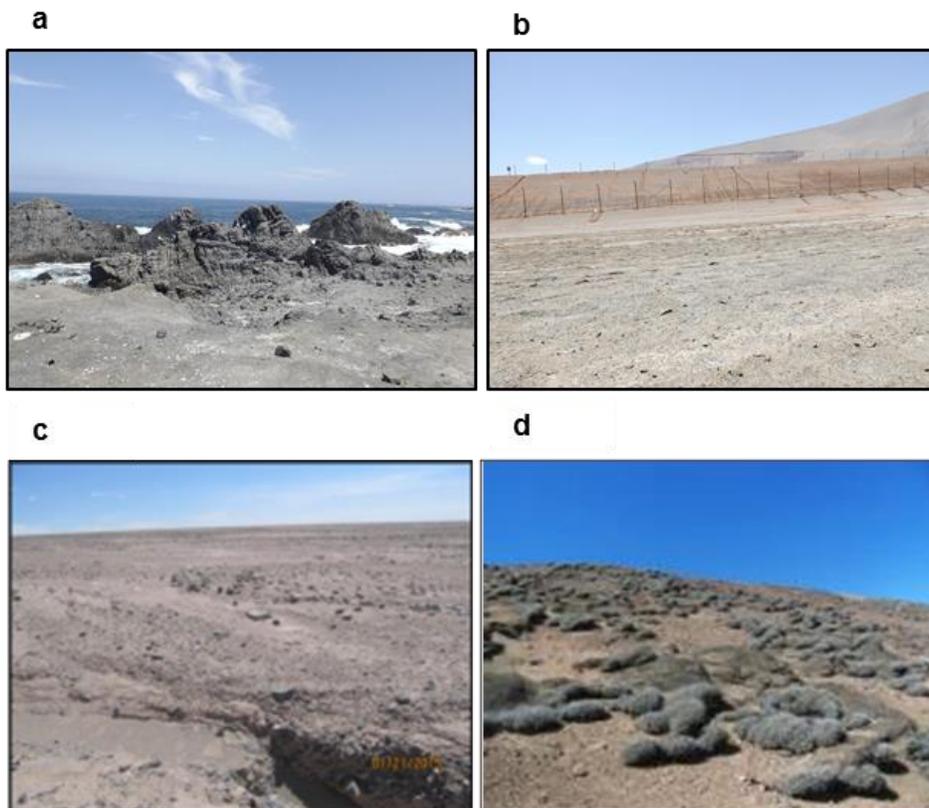
Fuente: Cedrem Consultores.

a.ii) Riqueza de especies por ambiente y por estación

La riqueza de especies para el sector Desierto Costero, considerando las nueve campañas de terreno realizadas hasta otoño 2016 es de 39 especies, lo cual corresponde al 31,2% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza de especies detectadas en el sector se distribuye en cuatro reptiles, 10 mamíferos y 25 aves (Tabla 3.3.3-12).

La mayor riqueza por ambiente se observa en el humedal (específicamente, en el mesoambiente humedal costero), con 27 especies (con rango entre seis a 22 especies por campaña), seguido del área desprovista de vegetación costera, con 12 especies (rango entre dos a cinco especies), y del área desprovista de vegetación, con 11 especies (rango entre una siete especies), mientras que en el ambiente de quebrada (específicamente, en la quebrada desprovista de vegetación) se registra la menor riqueza, con una especie, seguida del área industrial, con dos especies (Tabla 3.3.3-18).

Fotografía 3.3.3-15. Mesosmbientes de fauna en sector Desierto Costero: humedal costero (a), área industrial (b), área desprovista de vegetación (c) herbazal (d).



Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional muestra que para el humedal costero, las campañas de otoño e invierno presentan menor variación de riqueza, oscilando entre ocho a 14 especies, en relación al período primavera y verano, con un rango entre seis a 22 especies (Tabla 3.3.3-18).

En el área desprovista de vegetación, la tendencia es la opuesta: en otoño e invierno hay mayor variación en riqueza (una a siete especies) que en primavera a verano (rango entre uno a tres especies, Tabla 3.3.3-18). Cabe mencionar el mesoambiente de área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, que tiene una riqueza acumulada baja (con seis especies) y sin una tendencia estacional clara y con poca variación, entre ninguna a tres especies.

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, en el humedal costero se registran las mayores riquezas de reptiles (entre una a dos especies) y mamíferos (máximo de cinco especies). También en aves, la mayor riqueza se registra claramente en el ambiente humedal costero, variando entre cuatro a 15 especies por campaña, mientras que en los otros ambientes sólo se observa hasta un máximo de tres especies (Tabla 3.3.3-18).

Tabla 3.3.3-18. Riqueza de especies de fauna en el sector Desierto Costero, por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Otoño 2014	1	2	2	5	11
		Invierno 2014	-	-	2	2	
		Primavera 2014	1	1	1	3	
		Verano 2015	2	-	-	2	
		Otoño 2015	1	3	3	7	
		Invierno 2015	1	1	1	3	
		Primavera 2015	-	1	-	1	
		Verano 2016	1	-	-	1	
		Otoño 2016	-	1	-	1	
	Área desprovista de vegetación costera	Otoño 2014	1	-	1	2	12
		Invierno 2014	-	1	1	2	
		Primavera 2014	1	-	3	4	
		Verano 2015	1	3	-	4	
		Otoño 2015	-	2	1	3	
		Invierno 2015	1	2	2	5	
		Primavera 2015	-	2	-	2	
	Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	Otoño 2014	1	-	-	1	6
		Invierno 2014	-	-	-	-	
		Primavera 2014	-	-	-	-	
		Verano 2015	1	1	-	2	
		Otoño 2015	-	-	-	-	
		Invierno 2015	-	1	2	3	
		Primavera 2015	1	1	-	2	
	Área industrial	-	Otoño 2014	-	-	-	-
Invierno 2014			-	-	-	-	
Primavera 2014			-	-	-	-	
Verano 2015			-	-	-	-	
Otoño 2015			-	-	-	-	
Verano 2016			-	2	-	2	
Otoño 2016			-	-	-	-	
Herbazal			-	Otoño 2014	-	-	1
	Invierno 2014	-		-	-	-	
	Primavera 2014	2		-	-	2	
	Verano 2015	1		-	1	2	
	Otoño 2015	-		-	2	2	
	Invierno 2015	1		-	1	2	
	Primavera 2015	1		-	1	2	
Humedales	Humedal costero	Otoño 2014	1	8	1	10	27
		Invierno 2014	2	8	1	11	
		Primavera 2014	2	6	1	9	
		Verano 2015	2	4	1	7	
		Otoño 2015	2	5	1	8	
		Invierno 2015	1	8	2	11	

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
		Primavera 2015	1	5	-	6	
		Verano 2016	2	15	5	22	
		Otoño 2016	1	8	5	14	
Quebradas	Quebrada desprovista de vegetación	Otoño 2016	-	1	-	1	1

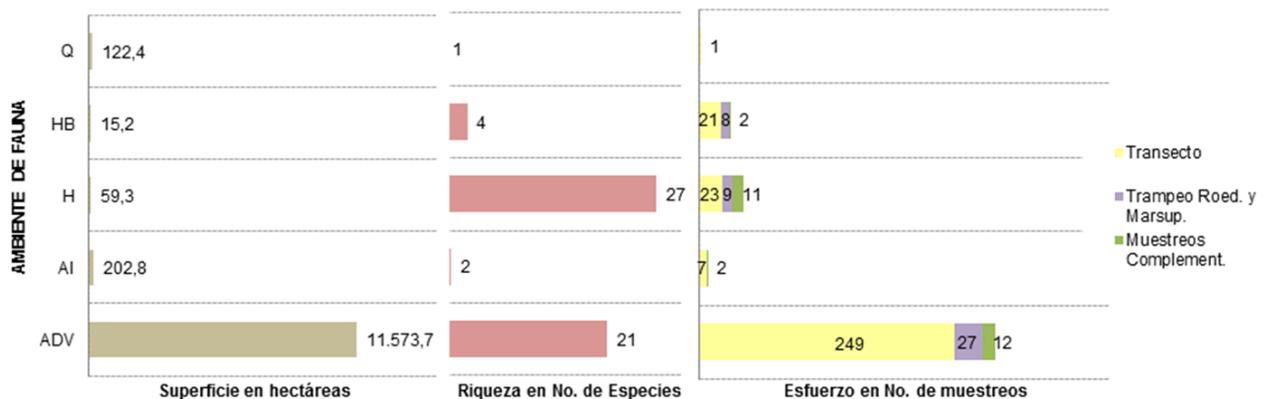
Nota: se excluyen de este análisis las especies de aves *Geranoaetus polyosoma* (sobrevolando) y *Phalacrocorax maculatus* (plumas de rapaz), con registros no asociados a ambiente.

Fuente: Cedrem Consultores.

Si bien en términos de superficie, el humedal costero (con 59,3 hectáreas) representa el 0,5% del total del sector Desierto Costero, posee la mayor riqueza de fauna vertebrada del sector, con 27 especies (69,2% del total del sector); siendo superior a la encontrada en el área desprovista de vegetación (21 especies), cuya superficie alcanza el 96,3% (Figura 3.3.3-18).

El esfuerzo de muestreo es concordante con la superficie de cada ambiente, el área desprovista de vegetación posee un notable y significativo esfuerzo, con 249 transectos, 27 trampeos y 12 muestreos complementarios, seguido por el humedal (Figura 3.3.3-18).

Figura 3.3.3-18. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes en el sector Desierto Costero.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **H:** humedales; **HB:** herbazal; **Q:** quebradas.

El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

a.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Desierto Costero por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el ambiente de humedal, y más específicamente en el mesoambiente de humedal costero, con un mínimo de tres individuos (en varias campañas) y un máximo de 26 ejemplares (en verano 2016), mientras que los otros ambientes presentan muy baja abundancia, variando entre ninguno a tres ejemplares (Tabla 3.3.3-19).

Cabe destacar el área desprovista de vegetación, que presenta entre ninguno y tres ejemplares, a pesar que tiene un alto esfuerzo de muestreo (entre dos y 38 transectos; Tabla 3.3.3-19).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es sustancialmente mayor en el humedal costero, variando entre 1,5 y 6,5 individuos/transecto, mientras que en el resto de los ambientes es muy bajo, oscilando entre 0,0 ind/transecto (en quebradas y área industrial) y 1,0 ind/transecto (Tabla 3.3.3-19).

Tabla 3.3.3-19. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación	<0,1	1 / 24	0,0	0 / 28	<0,1	1 / 37	0,1	3 / 38	0,1	3 / 37	<0,1	1 / 38	0,0	0 / 18	0,5	1 / 2	0,0	0 / 3
Área desprovista de vegetación costera	0,5	1 / 2	0,0	0 / 2	0,7	2 / 3	0,3	1 / 3	0,0	0 / 3	0,3	1 / 3	0,0	0 / 1				
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1				
Área industrial	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					0,0	0 / 1	0,0	0 / 1
Herbazal	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,7	2 / 3	0,3	1 / 3	0,0	0 / 3	0,3	1 / 3	0,3	1 / 3				
Humedales																		
Humedal costero	5,5	11 / 2	1,5	3 / 2	1,5	3 / 2	1,5	3 / 2	3,0	6 / 2	5,0	10 / 2	3,5	7 / 2	6,5	26 / 4	3,8	19 / 5
Quebradas																		
Quebrada desprovista de vegetación																		0,0 0 / 1

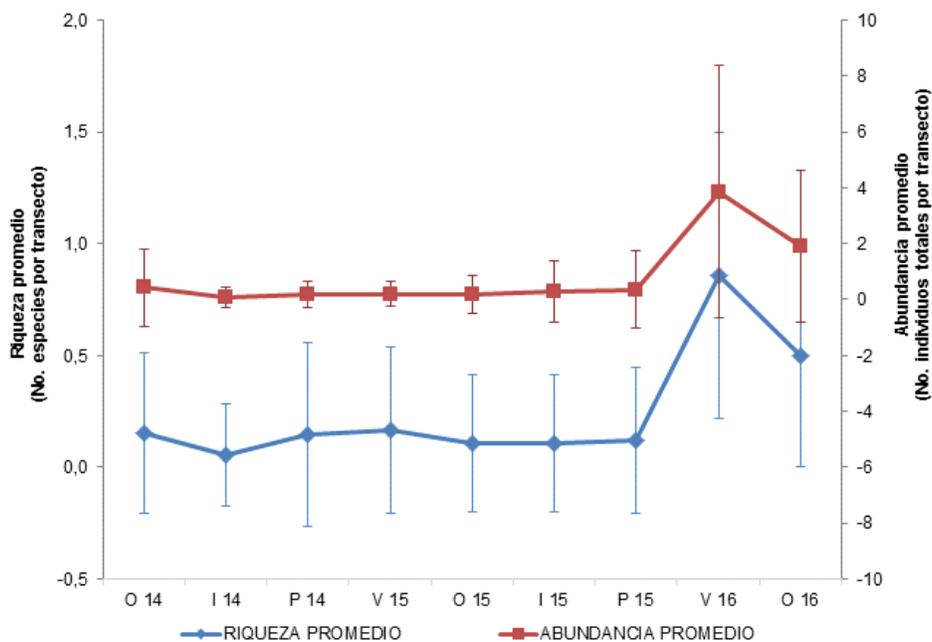
Donde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N/T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles detectados por medio de transectos, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-19. La riqueza promedio no muestra diferencias notorias entre las distintas estaciones (variando entre 0,0 y 0,5 especies/transecto), a excepción del verano 2016, con un valor máximo de 0,7 especies/transecto (y con una alta variación), mientras que la campaña de invierno 2014 tiende a ser la de menor riqueza (y también muestra menor variación).

Por parte de la abundancia media (con valores entre 0,0 y 4,0 individuos/transecto), tiene un valor máximo de cerca de cuatro ejemplares/transecto en verano 2016 (con una alta variación), seguido por otoño 2016 (con 2 ejemplares/transecto; Figura 3.3.3-19).

Figura 3.3.3-19. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Desierto Costero. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Microlophus quadrivittatus (corredor de cuatro bandas), es la especie de reptil que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, específicamente en el humedal costero, variando entre un ejemplar (en dos transectos, con una media de 0,5 ind/transecto, en invierno 2014) a 25 individuos avistados (con una media de 6,3 ind/transecto, durante la estación de verano 2016 (Anexo 3.3.3-8).

La especie de reptil con el menor número de individuos avistados es *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann), desde ningún registro (en ambientes como área desprovista de vegetación, con hasta 56 transectos) hasta un individuo en herbazal, durante las estaciones de

primavera 2014 e invierno 2015 (con tres transectos, con una media de 0,3 ind/transecto) y otro ejemplar en área desprovista de vegetación (en primavera 2014 e invierno 2015, con un esfuerzo entre 37 y 38 transectos; respectivamente; Anexo 3.3.3-8). Las otras dos especies de reptiles Corredor de Teresa y Salamanqueja del norte grande, presentan también una baja abundancia, oscilando entre ausencia de registros hasta dos o tres ejemplares observados (entre uno y 38 transectos; Anexo 3.3.3-8).

En relación a la abundancia relativa, *Microlophus quadrivittatus* es la especie con mayor abundancia relativa en humedal costero, variando entre 33,3% (en invierno 2014) a 100,0%, en varias campañas (Anexo 3.3.3-8), seguido por *Phyllodactylus gerrhopygus*, que oscila entre 3,8% (en verano 2016) a 100,0% (en otoño 2015 y verano 2016; Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de reptiles en el sector Desierto costero, la mayor corresponde a *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) en humedal costero, variando desde 0,013 ind/100 m² (en invierno 2014) hasta 0,250 ind/100 m², durante la estación de invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8). La menor densidad de reptiles la registra *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann) en el ambiente herbazal, con un máximo de 0,015 ind/100 m² en invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, respecto a la frecuencia de las especies de reptiles detectadas mediante transectos, la mayor corresponde a *Microlophus quadrivittatus*, con un valor mínimo de 2,1% de frecuencia (en varias campañas) y máximo de 50,0% (en otoño 2016), seguido por *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del norte grande) con un valor mínimo de 2,1% (en invierno 2015), y un máximo de 8,5% en primavera 2014 (Anexo 3.3.3-8). La menor frecuencia la registra *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann) en invierno 2015 y primavera 2014, con un máximo de 4,3% (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registra en el ambiente de humedal, y más específicamente en el mesoambiente de humedal costero, con un mínimo de 14 individuos (en otoño 2015) y un máximo de 333 ejemplares (en otoño 2016). Le sigue el área desprovista de vegetación costera, con un máximo de 22 ejemplares en primavera 2015. Los otros ambientes presentan muy baja abundancia, variando entre ninguno y cinco ejemplares. Cabe destacar el área desprovista de vegetación, que presenta entre ninguno y tres ejemplares, a pesar que tiene un alto esfuerzo de muestreo (entre dos a 38 transectos; Tabla 3.3.3-20).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es sustancialmente mayor en el humedal costero, variando entre 7,0 a 68,0 individuos/transecto, mientras que en el resto de los ambientes es muy bajo, oscilando entre 0,0 y 3,0 ind/transecto (salvo por el valor 22,0 ind/transecto, en área desprovista de vegetación costera, en primavera 2015; Tabla 3.3.3-20).

Tabla 3.3.3-20. Abundancia de aves avistadas, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación*	0,1	3 / 24	0,0	0 / 28	<0,1	1 / 37	0,0	0 / 38	0,1	3 / 37	<0,1	1 / 38	0,0	0 / 18	0,0	0 / 2	0,3	1 / 3	
Área desprovista de vegetación costera	0,0	0 / 2	0,5	1 / 2	0,0	0 / 3	1,7	5 / 3	1,0	3 / 3	1,7	5 / 3	22,0	22 / 1					
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1					
Área industrial	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					3,0	3 / 1	0,0	0 / 1	
Herbazal	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3					
Humedales																			
Humedal costero	68,0	136 / 2	14,0	28 / 2	23,5	47 / 2	17,0	34 / 2	7,0	14 / 2	15,0	30 / 2	9,5	19 / 2	44,0	179 / 4	66,6	333 / 5	
Quebradas																			
Quebrada desprovista de vegetación																		1,0 1 / 1	

Donde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N/T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

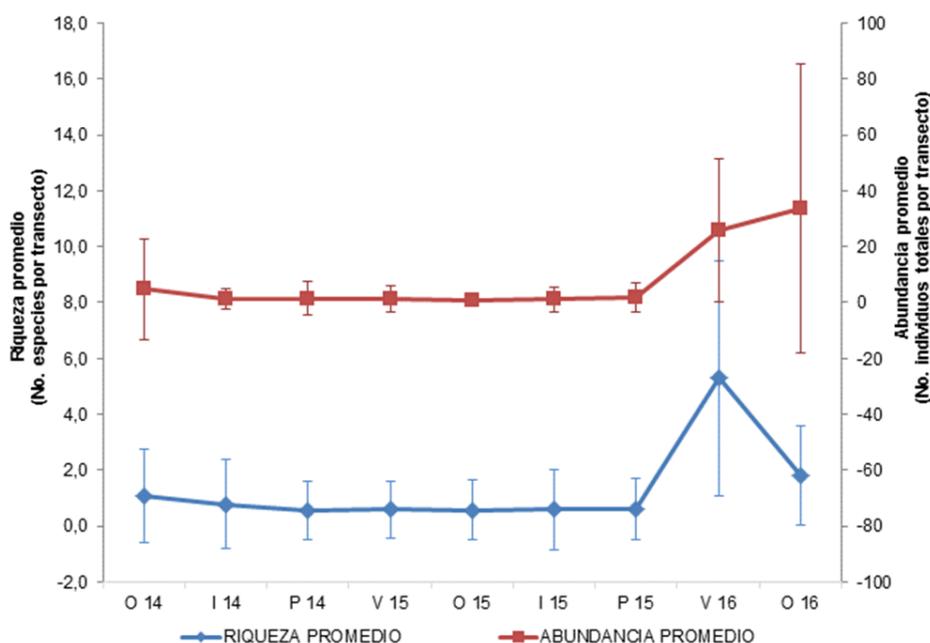
*Se excluye de este análisis a la especie *Agriornis montanus* detectada en este ambiente mediante Registro Único en primavera 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-20. La riqueza promedio no muestra diferencias notorias entre las distintas estaciones (con valores cercanos a 1,0 especie/transecto), salvo por el aumento a 5 especies/transecto en el verano 2016 (y también muestra mayor variación); Figura 3.3.3-20).

Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 0 y 7,0 individuos/transecto), se eleva sustancialmente a cerca de 25 ejemplares/transecto en la campaña de verano 2016 (con muy alta variación) y más aún, hasta más de 30 ejemplares/transecto, en otoño 2016 (con la máxima variación), mientras que es menor en otoño 2015 (con la menor variación; Figura 3.3.3-20).

Figura 3.3.3-20. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Desierto Costero. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

La especie de ave que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente en el sector Desierto Costero es *Pelecanus thagus* (pelicano), con un máximo de 276 individuos avistados en el humedal costero, durante la estación de otoño 2016 (en cinco transectos, con una media de 55,2 ind/transecto), seguido de la misma especie, con 110 ejemplares (en dos transectos, media de 55,0 ind/transecto, en otoño 2014) y de *Phalacrocorax gaimardi* (lile), con

30 ejemplares (en verano 2016, humedal costero, en cuatro transectos, con una media de 7,5 ind/transecto).¹⁵

Las especies de aves con el menor número de individuos avistados, son *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra) con un individuo durante la estación de otoño 2015 (en área desprovista de vegetación, en 37 transectos, con una media menor a 0,1 ind/transecto) y *Bartramia longicauda* (Batitú), con dos ejemplares (en 24 transectos, con una media de 0,1 ind/transecto), en otoño 2014, en el área desprovista de vegetación; Anexo 3.3.3-8).

La especie con mayor abundancia relativa es *Pelecanus thagus* (pelicano), la que varía en humedal costero entre 10,0% (en invierno 2015) a un 82,9% (en otoño 2016), seguida por *Larus belcheri* (gaviota peruana), la que oscila entre 0,7% (otoño 2014) a 47,4% (en primavera 2015; Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de aves en el sector Desierto costero, la mayor corresponde a *Pelecanus thagus* (pelicano), con 13,8 ind/ha, en el humedal costero (durante otoño 2014 y otoño 2016; Anexo 3.3.3-8), mientras que la menor densidad la registra *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra), con un valor menor de 0,01 ind/ha, detectada en el ambiente área desprovista de vegetación (durante otoño 2015), y *Larus modestus* (gaviota garuma) con 0,13 ind/ha, en humedal costero, en otoño 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la frecuencia de las especies de aves detectadas mediante transectos, la especie más frecuente es *Cathartes aura* (jote de cabeza colorada) con un mínimo de 27,7% en invierno 2015 y un máximo de 50,0% en otoño 2016 (Anexo 3.3.3-8). Por otra parte, la menor frecuencia la registran varias especies, con un máximo de 2,1% (Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la mayor abundancia se registra en el humedal costero, variando entre ninguno y tres individuos, mientras que en el área industrial y quebrada es nula, sin registro de especies. Cabe destacar el área desprovista de vegetación, que presenta entre ninguno y tres ejemplares, a pesar que tiene un alto esfuerzo de muestreo (entre dos a 38 puntos de muestreo; Tabla 3.3.3-21).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), hay un máximo puntual en el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con 2,0 individuos/punto (en invierno 2015), seguido por el humedal costero y el área desprovista de vegetación costera, los que varían entre 0,0 y 1,0 individuo/punto, mientras que en el resto de los ambientes es muy bajo, oscilando entre 0,0 y 0,1 ind/punto (Tabla 3.3.3-21).

¹⁵ Se excluyen de este análisis las especies de aves que sólo fueron determinadas por evidencias no asociadas a ambiente: *Geranoaetus polyosoma* (sobrevolando) y *Phalcoboenus megalopterus* (plumas de rapaz).

Tabla 3.3.3-21. Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación	0,2	3 / 24	0,1	2 / 28	<0,1	1 / 37	0,0	0 / 38	0,1	3 / 37	<0,1	1 / 38	0,0	0 / 18	0,0	0 / 2	0,0	0 / 3
Área desprovista de vegetación costera	1,0	2 / 2	0,5	1 / 2	0,3	1 / 3	0,0	0 / 3	0,3	1 / 3	1,0	3 / 3	0,0	0 / 1				
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	2,0	2 / 1	0,0	0 / 1				
Área industrial	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					0,0	0 / 1	0,0	0 / 1
Herbazal	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,3	1 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3				
Humedales																		
Humedal costero	1,0	2 / 2	0,5	1 / 2	0,5	1 / 2	0,5	1 / 2	0,5	1 / 2	1,0	2 / 2	0,0	0 / 2	0,8	3 / 4	0,6	3 / 5
Quebradas																		
Quebrada desprovista de vegetación																	0,0	0 / 1

Donde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.

Fuente: Cedrem Consultores.

De las especies de meso-macro mamíferos descritas en el sector, *Canis familiaris* (perro) es la que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, con tres individuos en el área desprovista de vegetación costera, durante la estación de invierno 2015 (en tres puntos de muestreo, media de 1,0 ind/punto). En contraparte, la especie de mamífero con el menor número de individuos avistados es *Lycalopex culpaeus*, con un ejemplar registrado en el área desprovista de vegetación, en la estación de otoño 2015 (en 37 puntos de muestreo, con una media menor a 0,1 ind/punto; Anexo 3.3.3-8).

La especie con mayor abundancia relativa corresponde a *Canis familiaris* (perro), con valores máximos de 50,0% (invierno 2015, en área desprovista de vegetación ecotono arbóreo) a 100,0% (la mayoría de las campañas; Anexo 3.3.3-8).

Respecto a las densidades de meso-macro mamíferos en el sector, son principalmente bajas (variando entre 0,01 a 0,08 ind/ha), salvo para *Canis familiaris*, con 0,25 ind/ha, en tres ambientes y dos campañas (Anexo 3.3.3-8).

La especie de meso-macro mamífero, que presenta la mayor frecuencia corresponde a *Canis familiaris* (perro) con un valor mínimo de 2,1% (en verano 2015 y verano 2016) y un máximo de 12,8% (en invierno 2015), mientras que la menor frecuencia, la registra *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), con un valor máximo de 2,1% en otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados, en general las abundancias son bajas con promedio general de IDR equivalente a 2,4%. La mayor cantidad de capturas se registra en el humedal costero, con un máximo puntual de siete ejemplares, con un esfuerzo de muestreo 30 trampas-noche (verano de 2016); seguido por cinco individuos con el mismo esfuerzo (en otoño 2016). De estos valores se obtiene en el humedal costero, un máximo IDR de 23,4%, seguido por 16,7% en otoño 2016 para el mismo ambiente. A estos valores, le sigue un IDR de 10,0% en el área desprovista de vegetación costera (primavera 2014), mientras que el resto varía entre valores de 0,0% y 3,4% (Tabla 3.3.3-22).

Tabla 3.3.3-22. Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Costero.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación	0,0	0 / 120	0,0	0 / 120	0,0	0 / 120	0,0	0 / 90	0,0	0 / 90	0,0	0 / 60	0,0	0 / 90					
Área desprovista de vegetación costera	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	10,0	3 / 30					3,4	1 / 30							
Herbazal	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	1,7	1 / 60	0,0	0 / 30					
Humedales																			
Humedal costero							0,0	0 / 60	0,0	0 / 60	3,4	1 / 30	0,0	0 / 60	23,4	7 / 30	16,7	5 / 30	

Donde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trampeados / N° Trampas instaladas.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente bajas), es *Mus musculus* (laucha), con un máximo de cuatro ejemplares en verano 2016, en el humedal costero (en 30 trampas, con un IDR de 13,4%), mientras que la otras especies muestran un de uno a dos ejemplares como máximo de captura (Anexo 3.3.3-8).

En relación al muestreo de quirópteros, en este sector se registra la especie *Desmodus rotundus* (vampiro, Fotografía 3.3.3-16), con dos ejemplares capturados en el ambiente humedal costero durante verano 2016. El esfuerzo de muestreo aplicado corresponde, entre uno y dos muestreos acústicos por ambiente (Anexo 3.3.3-8).

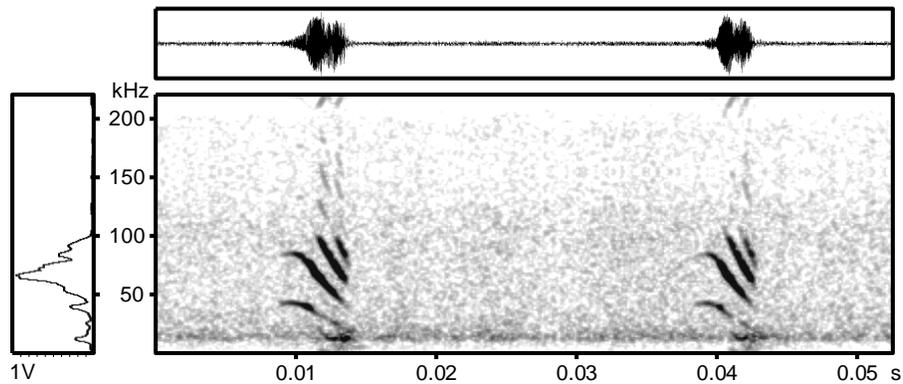
Fotografía 3.3.3-16. Ejemplar de *Desmodus rotundus* (vampiro) capturada en el sector Desierto Costero.



Fuente: Cedrem Consultores.

Además, en la campaña de otoño 2016 se obtuvieron grabaciones de esta misma especie de quiróptero en la zona costera (Figura 3.3.3-21). Las grabaciones de ecolocación del murciélago vampiro común que se describen en este informe son las primeras obtenidas para la especie en el norte de Chile, por lo que son un aporte al conocimiento de la especie en general.

Figura 3.3.3-21. Sonograma de la llamada de ecolocación de *Desmodus rotundus* (murciélago vampiro común) obtenido en el sector Desierto Costero, en la campaña de otoño 2016.

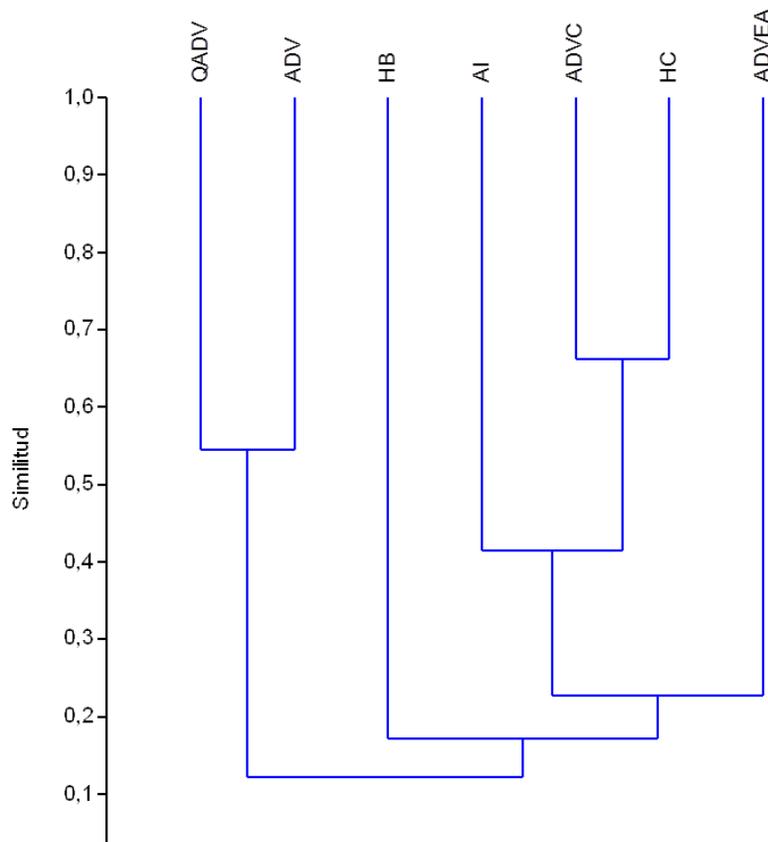


Fuente: Cedrem Consultores.

a.iv) Similitud entre ambientes

Comparando la composición de especies entre los ambientes, se obtiene una similitud en un rango de 0 a 66% (Anexo 3.3.3-11 y Figura 3.3.3-22). La mayor similitud se encuentra entre los mesoambientes humedal costero y área desprovista de vegetación costera. Seguida por el par formado entre quebrada desprovista de vegetación y área desprovista de vegetación, con un 55% de similitud entre ellos. El ambiente área industrial tiene una similitud de un 40% en relación al primer grupo (de mayor similitud). El resto de los ambientes presentan valores de similitud inferiores al 25% (Figura 3.3.3-22).

Figura 3.3.3-22. Similitud entre ambientes para el sector Desierto Costero.



ADV: área desprovista de vegetación; **QADV:** quebrada desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **ADVEA:** área desprovista de vegetación ecotono arbóreo; **HC:** humedal costero; **HB:** herbazal; **ADVC:** área desprovista de vegetación costera.
 Fuente: Cedrem Consultores.

a.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 39 especies detectadas en el sector Desierto Costero, cuatro corresponden a especies endémicas de Chile, 30 a especies nativas y cinco a especies introducidas, por lo que el índice de antropización de fauna para el sector Desierto costero es de 20,3% (Tabla 3.3.3-23).

El mayor número de especies endémicas se registra en el humedal costero con tres especies: los reptiles *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas; Fotografía 3.3.3-17 a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), Fotografía 3.3.3-17 b) y el ave *Cinclodes nigrofumosus* (churrete costero; Fotografía 3.3.3-17 d), seguido del área desprovista de vegetación con dos especies de reptiles. En cuanto a las especies introducidas, en el humedal costero se registran cuatro, mientras que en el área desprovista de vegetación costera se registran tres especies. Los ambientes de herbazal y área industrial no presentan especies introducidas, por tanto su índice de antropización de fauna es nulo. El área desprovista de vegetación costera es el ambiente con mayor índice de antropización de fauna (19,8%), seguido por el humedal costero (19,6%; Tabla 3.3.3-23).

Tabla 3.3.3-23. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Desierto Costero.

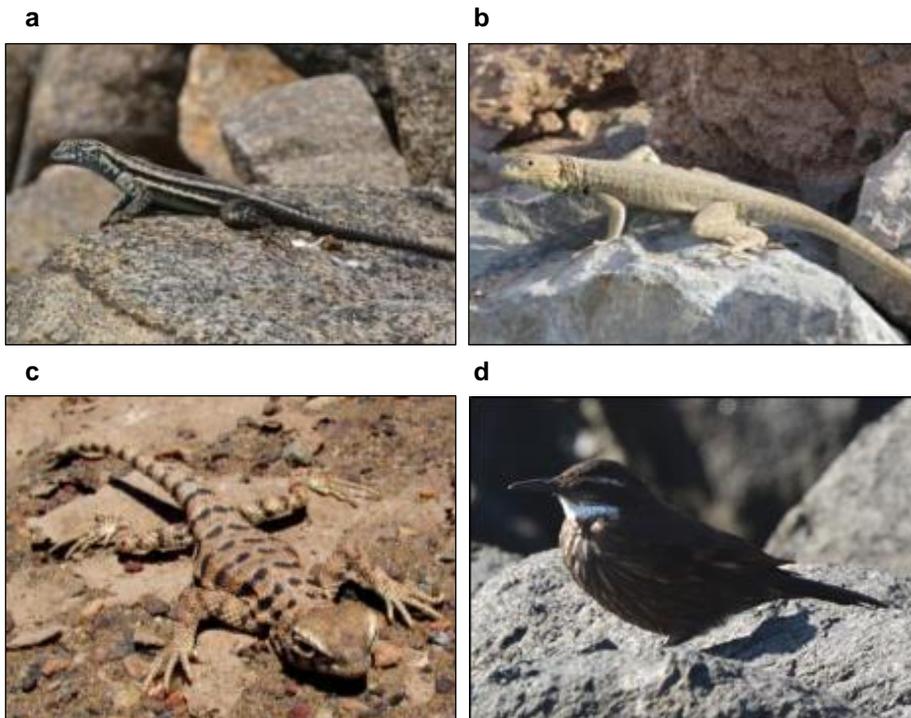
AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				
	E	N	I	ND*	ANTROP.
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	2	7	1	1	11,8
Área desprovista de vegetación costera	1	8	3	0	19,8
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	1	4	1	0	19,3
Área industrial	0	2	0	0	0,0
Herbazal	1	3	0	0	0,0
Humedales					
Humedal costero	3	20	4	0	19,6
Quebradas					
Quebrada desprovista de vegetación	0	1	0	0	0,0
TOTAL	4	30	5	0	20,3

Origen geográfico: E: endémica; N: nativa; I: introducida; ND: no determinada; **ANTROP.:** índice de antropización.

* En el mesoambiente de área desprovista de vegetación la especie ND corresponde al registro de RODENTIA, cuyas especies de este orden fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, ese RODENTIA fue adscrito a alguna especie de este grupo y no suma a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-17. Especies endémicas detectadas en el sector Desierto Costero; *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, a), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b), *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, c) y *Cinclodes nigrofumosus* (churrete costero, d).



Fuente: Cedrem Consultores

a.vi) *Estados de conservación*

En la Tabla 3.3.3-24 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Desierto Costero. De las 39 especies observadas en el sector, 15 (38,5%) se encuentran en categoría de conservación, y corresponden a cuatro reptiles, seis aves y cinco mamíferos.

Cinco de las especies están evaluadas como bajo amenaza, en categoría de Vulnerable: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande; Fotografía 3.3.3-18 a), *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay; Fotografía 3.3.3-18 b), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Larus modestus* (gaviota garuma; Fotografía 3.3.3-18 c) y *Lontra felina* (chungungo).

En categorías evaluadas como sin amenaza se registran 10 especies: en la categoría Preocupación menor a *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Otaria flavescens* (lobo marino común); como Sin prioridad inmediata a *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento); en Rara se clasifican *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) y *Desmodus rotundus* (piuchén o vampiro); además, están clasificadas como Insuficientemente conocida las especies *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann), *Phalacrocorax gaimardi* (lile), *Sula variegata* (piquero) y *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra; Tabla 3.3.3-24). En este sector no se detectan especies catalogadas como Monumento Natural.

El mesoambiente que alberga mayor número de especies en categoría de conservación es el humedal costero, con 11 especies, mientras que, los que registran un menor número son el área industrial y la quebrada desprovista de vegetación, con una especie, seguido por el mesoambiente área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con dos especies. Los ambientes que presentan especies con grado de amenaza, fueron áreas desprovistas de vegetación, área industrial, herbazal y el mesoambiente humedal costero (Tabla 3.3.3-24).

Tabla 3.3.3-24. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Desierto Costero.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación			Área industrial	Herbazal	Humedales	Quebradas	
			Área desprovista de vegetación	Área desprovista de vegetación costera	Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo			Humedal costero	Quebrada desprovista de vegetación	
REPTILIA										
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Salamanqueja del Norte Grande	V	1	X	X		X	X		
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	LC	11					X		
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Teresa	R	1	X	X	X		X		
<i>Liolaemus stolzmanni</i>	Dragón de Stolzmann	I	1	X			X			
AVES										
<i>Larus modestus</i>	Gaviota Garuma	V	1					X		
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	V	1			X		X		
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	V	1		X			X		
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	I	1					X		
<i>Sula variegata</i>	Piquero	I	1					X		
<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra	I	1	X					X	
MAMMALIA										
<i>Lycalopex sp.</i>	Zorro	LC*	5			X	X			
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	5	X						
<i>Lontra felina</i>	Chungungo	V	7					X		
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino de un pelo	LC	9					X		
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro o Piuchén	R	1					X		
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP	12		X		X			
TOTAL AMBIENTE				5	4	2	1	4	11	1

*Todas las especies potenciales de este género se encuentran en esta categoría.

EC (estado de conservación): I: escasamente o inadecuadamente conocida; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; R: rara; V: vulnerable.

Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S.N°33/2011 MMA; (7) D.S.N°42/2011 MMA; (9) D.S.N°19/2012 MMA; (11) D.S. N°51/2014 MMA; (12) Cofré & Marquet (1999).

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-18. Especies en categorías bajo amenaza en el sector Desierto Costero; *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, a), *Larus modestus* (gaviota garuma, b) y restos óseos de *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay, c).



Fuente: Cedrem Consultores.

a.vii) Especialista de hábitat y movilidad

Ocho del total de las especies registradas en el sector, son catalogadas como especialistas de hábitat. Estas especies se encuentran todas en el humedal costero y corresponden a: *Haematopus ater* (pilpilén negro), *Haematopus palliatus* (pilpilén), *Cinclodes nigrofumosus* (churrete costero), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Arenaria interpres* (playero vuelvepedras), *Aphriza virgata* (playero de las rompientes), *Lontra felina* (chungungo) y *Otaria flavescens* (lobo marino común; Anexo 3.3.3-12).

En cuanto a la movilidad, cuatro especies son de baja movilidad, que corresponden en su totalidad a reptiles: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande), *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) y *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann). Los ambientes en donde se registran estas especies se presentan en el Anexo 3.3.3-12.

Respecto a las especies de alta movilidad en el sector se detectan 31 especies, las que se concentran principalmente en el humedal costero (21 especies). Finalmente, cuatro especies registradas son de movilidad media, de las cuales tres se presentan en el área desprovista de vegetación costera y humedal costero (ver detalles en Anexo 3.3.3-12).

a.viii) Singularidad ambiental

En el sector, una superficie de 345,1 hectáreas (2,9% del total del sector, y 4,8% del total singular del área de influencia) se define como singular. Destaca el aporte del ambiente áreas desprovistas de vegetación, con 270,6 hectáreas (78,4% de la singularidad del sector), principalmente por el aporte del mesoambiente área desprovista de vegetación costera (con 268,2 hectáreas). Los humedales en su totalidad son singulares, específicamente el mesoambiente humedal costero con 59,3 hectáreas y aportan un 17,2% (Tabla 3.3.3-25).

Tabla 3.3.3-25. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Desierto Costero

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	270,6	78,4
Área desprovista de vegetación		
Área desprovista de vegetación costera	(268,2)	
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	(2,4)	
Área industrial		
Herbazal	15,2	4,4
Humedales	59,3	17,2
Humedal costero	(59,3)	
Quebradas		
Quebrada desprovista de vegetación		
Total singular del sector (ha)	345,1	100,0
Proporción respecto al total del sector		2,9
Proporción respecto al total singular en área de influencia		4,8

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

En el sector, el humedal costero es el único singular por cumplir con los niveles I, II y III, ver Anexo 3.3.3-10. Dentro de éste, se encuentran siete especies *bajo riesgo* del nivel I presentes en el sector (cinco vulnerables y dos raras) y 17 especies (de un total de 20 en el sector) que cumplen con el nivel II. Este mesoambiente con 9 especies, es el que presenta el mayor número de especies de distribución restringida en el área de influencia. Es importante señalar que además este ambiente cumple con dos criterios de experto para ser singular, al ser un humedal y ser sitio de nidificación (específicamente para *Phalacrocorax gaimardi*).

En el mesoambiente humedal costero, se destaca la presencia de siete especies que cumplen con los niveles I y II simultáneamente: *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, especie rara, endémica y de baja movilidad), *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del norte grande, especie vulnerable y de baja movilidad), *Falco peregrinus* (halcón peregrino, especie vulnerable y de distribución restringida dentro del área de influencia), *Phalacrocorax gaimardi* (lile, especie vulnerable de distribución restringida dentro del área de influencia y que nidifica en el sector), *Larus modestus* (gaviota garuma, especie vulnerable y de distribución restringida dentro del área de influencia), *Lontra felina* (chungungo, especie vulnerable y especialista en hábitat), y *Desmodus rotundus* (vampiro o piuchén, especie rara y de distribución restringida dentro del área de influencia).

Además, otras 10 especies cumplen con nivel II, entre las que destacan: *Cinclodes nigrofumosus* (churrete costero, especie endémica nacional y especialista en hábitat) y *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas, especie endémica y de baja movilidad).

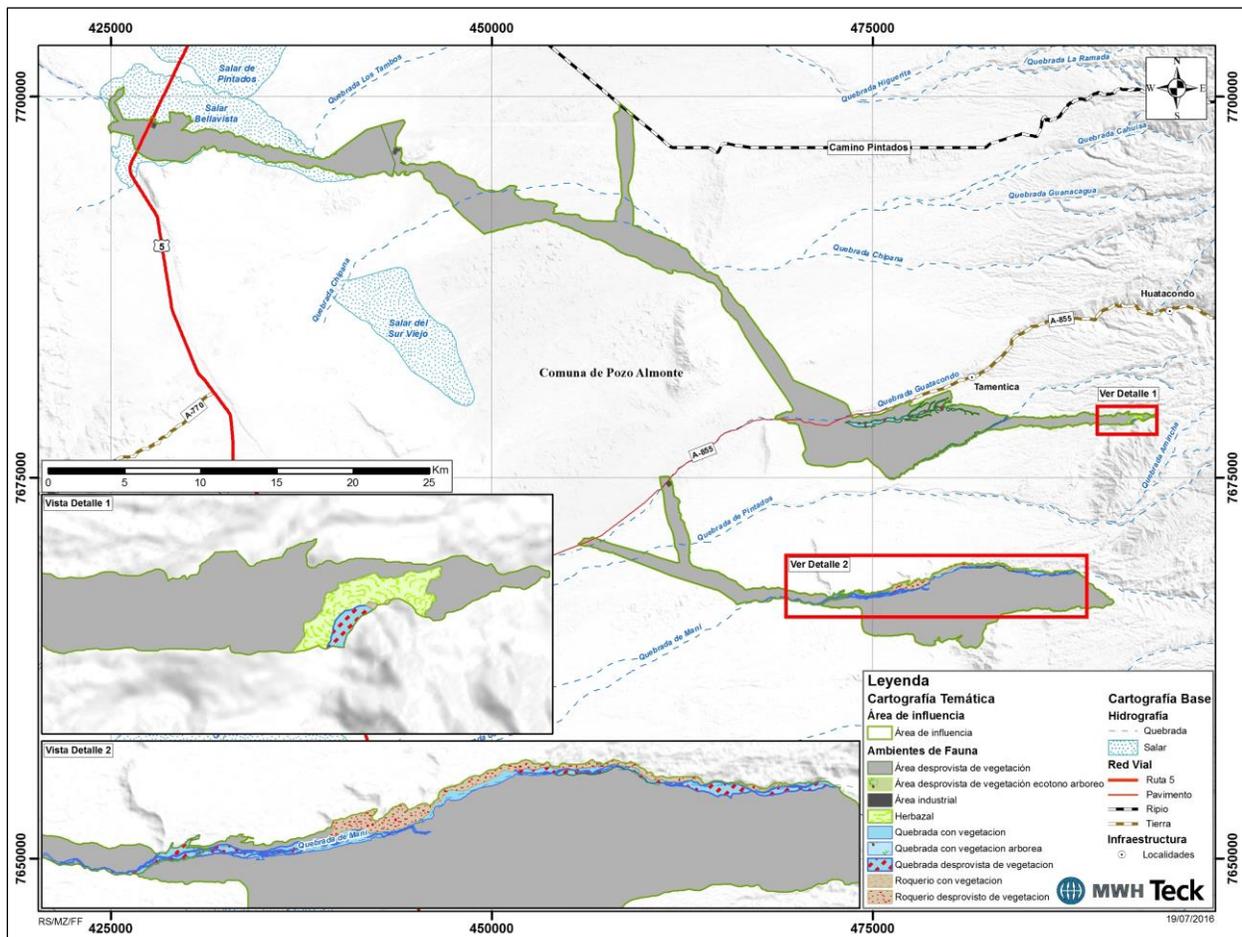
Los demás ambientes en el sector con superficie singular, están catalogados por criterio de experto. Específicamente, el área desprovista de vegetación costera, constituye hábitat particular por tener una baja representación en el área de influencia y albergar especies propias de la costa y, el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, por tener especies que buscan refugio y alimento en zonas arbóreas, como por ejemplo los quirópteros. El ambiente herbazal (*Tillandsiales*) constituye un hábitat particular dentro del desierto costero al ofrecer refugio, principalmente a reptiles.

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y la distribución espacial de las unidades singulares se indican en el Anexo 3.3.3-10.

b) Sector Desierto Interior

El sector Desierto Interior representa un 42,3% del área de influencia del proyecto, lo que corresponde a una superficie total de 21.088,4 hectáreas (Figura 3.3.3-23 y Planos 3.3.3-15, -16, -17, -18, -19, -20, -23 y -24).

Figura 3.3.3-23. Ambientes de fauna del sector Desierto Interior.



Fuente: Cedrem Consultores.

b.i) Ambientes de fauna

En la Figura 3.3.3-23 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Desierto Interior, los que se detallan en la Tabla 3.3.3-26. El ambiente más representativo del sector es el área desprovista de vegetación (Fotografía 3.3.3-19-a), con 96,1% de la superficie total del sector (20.258,9 hectáreas), seguido por el sector quebradas (Fotografía 3.3.3-19-b y c) correspondiente al 2,8% (585,9 hectáreas). Los ambientes restantes se encuentran escasamente representados en el sector en términos de superficie, y corresponden a roquerío (0,9%; Fotografía 3.3.3-19-d), herbazal (0,1%; Fotografía 3.3.3-19-e) y área industrial (0,2%). Este último ambiente (área industrial) no fue muestreado, debido a que corresponde a un recinto privado al cual no se pudo ingresar (Tabla 3.3.3-26).

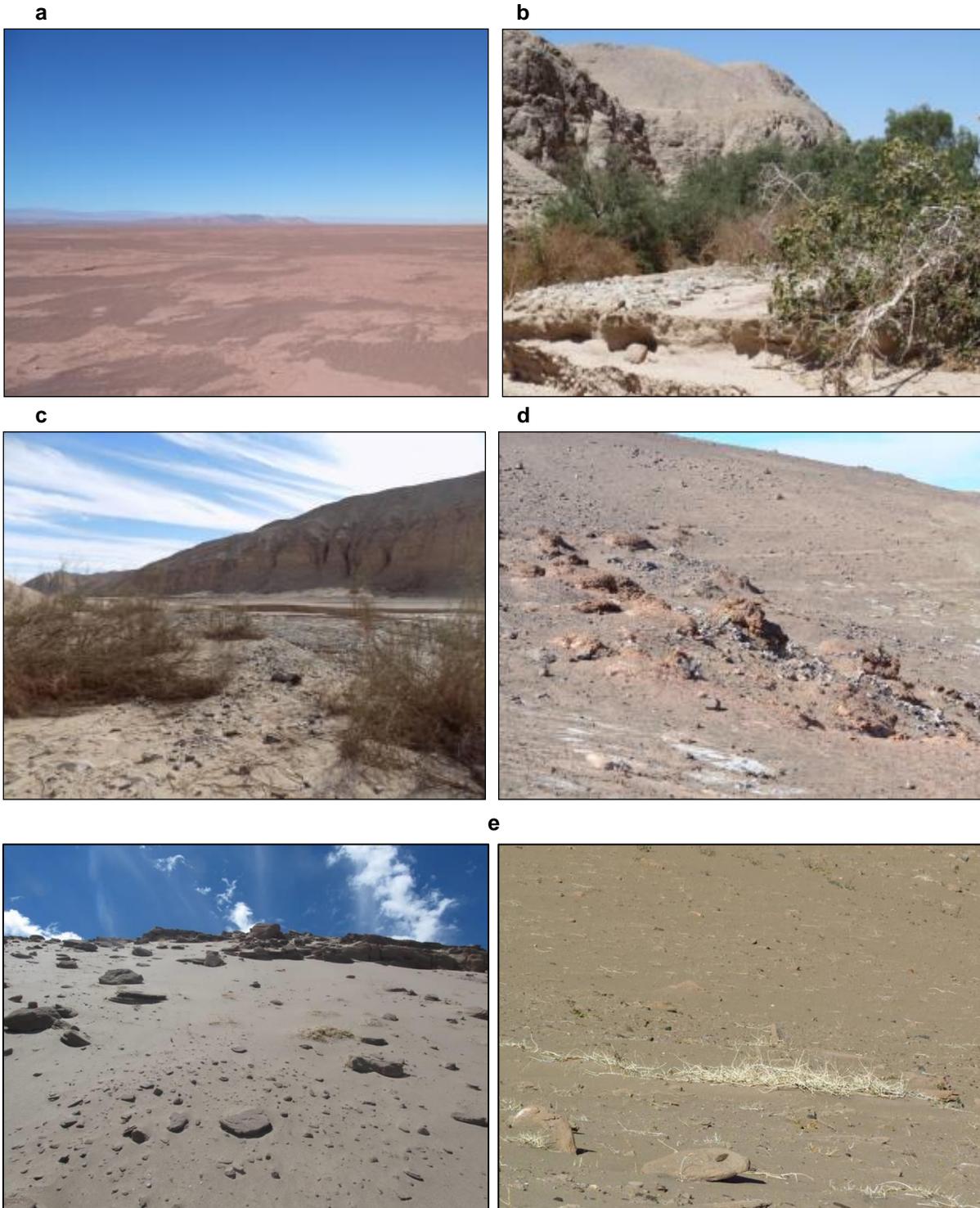
Tabla 3.3.3-26. Ambientes de fauna del sector Desierto Interior con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	20.258,9	96,1
Área desprovista de vegetación	(20.256,1)	
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	(2,8)	
Área industrial	34,8	0,2
Herbazal	24,4	0,1
Quebradas	585,9	2,8
Quebrada con vegetación	(114,5)	
Quebrada con vegetación arbórea	(0,6)	
Quebrada desprovista de vegetación	(470,7)	
Roqueríos	184,4	0,9
Roquerío con vegetación	(0,4)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(184,0)	
Total superficie por sector (ha)	21.088,4	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-19. Mesosmbientes de fauna del sector Desierto Interior: área desprovista de vegetación (a), quebrada con vegetación arbórea (b), quebrada con vegetación (c), roquerío desprovisto de vegetación (d) y herbazal (e).



Fuente: Cedrem Consultores.

b.ii) Riqueza de especies por ambiente y por estación

La riqueza de especies detectada para el sector Desierto Interior, considerando las nueve campañas de terreno realizadas (hasta otoño 2016), es de 25 especies¹⁶, lo cual corresponde al 20,0% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza de especies detectadas se distribuye en tres especies de reptiles, 11 especies de aves y 11 especies de mamíferos (Tabla 3.3.3-12).

La mayor riqueza se observa en el mesoambiente de quebrada con vegetación con 11 especies (rango entre tres y cinco especies por campaña), seguida por el área desprovista de vegetación con 10 especies (con rango de ninguna a cinco especies), y quebrada con vegetación arbórea, con ocho especies (entre dos y cuatro especies). Por otro lado, en el ambiente de roquerío con vegetación se registra la menor riqueza, sin especies, seguida de la quebrada desprovista de vegetación, con una especie (Tabla 3.3.3-27).

En el sector, la comparación estacional en ambientes de mayor riqueza muestra que para la quebrada con vegetación, las campañas de otoño e invierno presentan similar variación de riqueza, oscilando entre cuatro a cinco especies, en comparación al período primavera y verano, con un rango entre tres a cinco especies. En el área desprovista de vegetación, en otoño e invierno hay igual variación en la riqueza de primavera y verano con rango entre ninguna a cinco especies (Tabla 3.3.3-27).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, la mayor riqueza de reptiles se registra en los mesoambientes área desprovista de vegetación y quebrada con vegetación y quebrada con vegetación arbórea (con máximo de dos especies). En mamíferos, la mayor riqueza se observa en los mesoambientes de área desprovista de vegetación y quebrada con vegetación (con máximo de cuatro especies). En aves, la mayor riqueza se registra también en el mesoambiente quebrada con vegetación, variando entre ninguna y dos especies por campaña, mientras que en los otros ambientes sólo se observa un máximo de una especie (Tabla 3.3.3-27).

¹⁶ Nota: En el sector, dos de las especies de mamíferos sólo se registraron mediante restos óseos detectados en el análisis de muestras (RoAm), las cuales son *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla cenicienta) y *Abrothrix sp.* (ratón). Además de esto, tres especies de aves se registraron sólo mediante plumas y/o sobrevolando en el sector, estas son *Cathartes aura* (jote de cabeza colorada), *Geranoaetus polysoma* (aguilucho) y *Phalcoboenus megalopterus* (carancho cordillerano). Dado el tipo de evidencia, estas cinco especies no se asocian a un ambiente en particular y sólo son contabilizadas en la riqueza total del sector.

Tabla 3.3.3-27. Riqueza de especies de fauna en el sector Desierto Interior por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE	
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Otoño 2014	-	1	3	4	10	
		Invierno 2014	-	-	2	2		
		Primavera 2014	1	-	4	5		
		Verano 2015	-	-	1	1		
		Otoño 2015	1	1	3	5		
		Invierno 2015	2	-	3	5		
		Primavera 2015	-	-	-	-		
		Verano 2016	1	-	1	2		
		Otoño 2016	-	-	-	-		
	Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	Invierno 2014	-	-	-	-	5	
		Primavera 2014	-	-	2	2		
		Verano 2015	-	-	1	1		
		Otoño 2015	-	-	1	1		
		Invierno 2015	-	-	-	-		
		Primavera 2015	-	1	1	2		
	Otoño 2016	1	-	-	1			
Área industrial	-	Verano 2016	1	-	1	2	3	
		Otoño 2016	1	-	1	2		
Herbazal	-	Verano 2015	-	-	1	1	2	
		Otoño 2015	-	1	-	1		
		Invierno 2015	-	-	-	-		
		Primavera 2015	-	-	-	-		
Quebradas	Quebrada con vegetación	Otoño 2014	1	2	1	4	11	
		Invierno 2014	1	1	3	5		
		Primavera 2014	1	-	4	5		
		Verano 2015	1	1	1	3		
		Otoño 2015	2	-	2	4		
		Invierno 2015	2	-	3	5		
		Primavera 2015	1	1	2	4		
		Otoño 2016	1	-	3	4		
	Quebrada con vegetación arbórea	Otoño 2014	1	1	1	3	8	
		Invierno 2014	1	1	1	3		
		Primavera 2014	1	-	2	3		
		Verano 2015	2	-	2	4		
		Otoño 2015	-	1	2	3		
		Invierno 2015	1	-	2	3		
	Primavera 2015	1	-	1	2			
	Quebrada desprovista de vegetación	-	Otoño 2014	-	-	-	-	1
			Invierno 2014	-	-	1	1	
			Primavera 2014	-	-	-	-	
			Verano 2015	-	-	-	-	

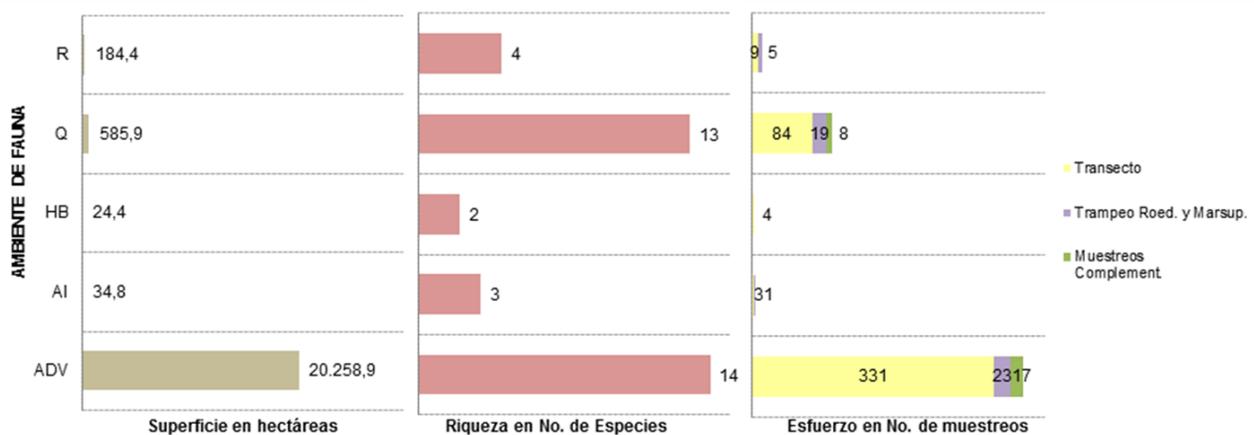
AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
		Otoño 2015	-	-	-	-	
		Invierno 2015	-	-	-	-	
		Primavera 2015	-	-	-	-	
	Roquerío con vegetación	Otoño 2016	-	-	-	-	0
Roqueríos	Roquerío desprovisto de vegetación	Otoño 2014	-	-	1	1	4
		Invierno 2014	-	-	1	1	
		Primavera 2014	-	-	1	1	
		Verano 2015	-	-	1	1	
		Otoño 2015	1	-	1	2	
		Invierno 2015	1	-	2	3	
		Verano 2016	-	-	2	2	
Otoño 2016	-	-	2	2			

Nota: se excluyen de este análisis las siguientes especies con registros no asociados a ambiente: *Abrocoma cinerea* (Restos óseos en el análisis de muestras), *Abrothrix* sp. (Restos óseos), *Cathartes aura* (sobrevolando), *Geranoaetus polyosoma* (pluma de rapaz) y *Phalcooboenus megalopterus* (plumas de rapaz).

Fuente: Cedrem Consultores.

El ambiente de áreas desprovistas de vegetación abarca la mayor superficie del sector con 20.258,9 hectáreas, y a su vez presenta la mayor riqueza, con 14 especies (56% del total del sector). De manera consistente, este ambiente también posee el mayor esfuerzo de muestreo, con 331 transectos, 23 trampeos y 17 muestreos complementarios. Las quebradas, el segundo ambiente dominante en cuanto a su superficie (585,9 hectáreas), presenta concordantemente el segundo esfuerzo de muestreo (con 84 transectos, 19 trampeos y ocho muestreos complementarios) y posee la segunda mayor riqueza, con 13 especies (Figura 3.3.3-24).

Figura 3.3.3-24. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes, para el sector Desierto Interior.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **HB:** herbazal; **Q:** quebradas; **R:** roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Desierto Interior por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el mesoambiente de quebrada con vegetación arbórea, con un mínimo de ningún individuo (en otoño 2015) y un máximo de nueve ejemplares (en invierno 2014), seguido por el mesoambiente de quebrada con vegetación, la que oscila entre uno (invierno 2014) y ocho individuos (invierno 2015), además de un registro puntual en área industrial (con seis ejemplares, en otoño 2016). Los otros ambientes, presentan baja abundancia, variando entre ninguno y tres ejemplares (Tabla 3.3.3-28).

Cabe destacar el área desprovista de vegetación, con bajo registro de reptiles (ninguno a tres ejemplares), a pesar del alto esfuerzo de muestreo (dos a 56 transectos, Tabla 3.3.3-28).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es notoriamente mayor en la quebrada con vegetación arbórea, variando entre cero y 9,0 individuos/transecto. Le sigue un registro puntual de 3,0 individuos/transecto, en el área industrial (otoño 2016). En el resto de los ambientes este parámetro es bajo, oscilando entre 0,0 y 1,1 ind/transecto (Tabla 3.3.3-28).

Tabla 3.3.3-28. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación	0,0	0 / 36	0,0	0 / 42	<0,1	1 / 51	0,0	0 / 56	<0,1	2 / 56	0,1	3 / 56	0,0	0 / 26	0,5	1 / 2	0,0	0 / 3
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo											0,0	0 / 1	0,0	0 / 1			1,0	1 / 1
Área industrial															1,0	1 / 1	3,0	6 / 2
Herbazal							0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	0,4	3 / 7	0,1	1 / 7	0,6	4 / 7	0,9	6 / 7	1,0	7 / 7	1,1	8 / 7	0,5	6 / 13			0,5	1 / 2
Quebrada con vegetación arbórea	7,0	7 / 1	9,0	9 / 1	3,0	3 / 1	4,0	4 / 1	0,0	0 / 1	2,0	2 / 1	6,0	6 / 1				
Quebrada desprovista de vegetación	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 2				
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación																	0,0	0 / 1
Roquerío desprovisto de vegetación	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1			0,0	0 / 1	0,0	0 / 1

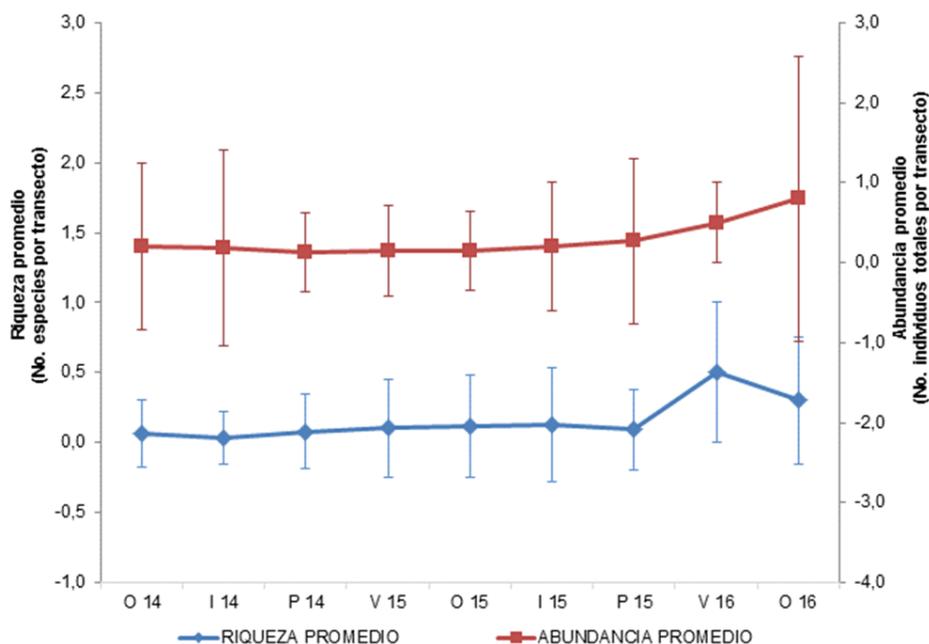
Donde: **N1** = Nº Individuos promedio por transecto; **N/T** = Nº Individuos totales / Nº Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles detectada mediante transectos, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-25. La riqueza promedio no muestra diferencias notorias entre las distintas estaciones (variando entre 0,0 y 0,3 especies/transecto) salvo por un máximo puntual de 0,4 especies/transecto (en verano 2016, con alta variación).

Por parte de la abundancia media (con valores bajos, entre 0,0 y 0,7 individuos/transecto) no muestra mayores diferencias entre campañas, aunque con un aumento en la campaña de otoño 2016, junto con la máxima variación (Figura 3.3.3-25).

Figura 3.3.3-25. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Desierto Interior. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

En el análisis por especie, la que registra mayor número de individuos es *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), con un máximo de nueve individuos avistados en el ambiente quebrada con vegetación arbórea, durante la estación de invierno 2014 (con un transecto, y una media de 9,0 ind/transecto). En el otro extremo, la especie de reptil con menor número de individuos avistados y registrada en un ambiente y estación, es *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann), con un individuo registrado en primavera 2014, en el ambiente quebrada desprovista de vegetación, con 51 transectos y con una media de menos de 0,1 ind/transecto (Anexo 3.3.3-8).

La especie de reptil con la mayor abundancia relativa es *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), con un rango entre 50,0% (invierno 2015, en quebrada con vegetación, y en área desprovista de vegetación, en otoño 2015), hasta 100,0% en varios ambientes y varias campañas, seguido por *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del norte grande), la que varía entre 14,3% (en quebrada con vegetación, en otoño 2015) y 50,0% (invierno 2015, en quebrada con vegetación; Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de reptiles en el sector Desierto interior, la mayor corresponde a *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) con 0,45 ind/100 m² en el ambiente quebrada con vegetación arbórea (en invierno 2014). En contraparte, la especie con menor densidad es *Liolaemus stolzmanni*, con un valor máximo menor a 0,01 ind/100 m², en área desprovista de vegetación (en primavera 2014; Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, respecto a la frecuencia de las especies de reptiles detectadas mediante transectos, la mayor corresponde a *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) con un rango de valores entre 3,7% (en invierno 2014) y 20,0% (en otoño 2016). En sentido contrario, la menor frecuencia la registra *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann) con un valor máximo de 1,6% en primavera 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves (siendo esta baja en relación a otros sectores del área de influencia) se registra en las quebradas, específicamente en las quebradas con vegetación y con vegetación arbórea, con un mínimo de ningún individuo y un máximo de dos ejemplares. Los otros ambientes presentaron menor abundancia, variando entre ninguno a un ejemplar. Cabe destacar el área desprovista de vegetación, con bajo registro de aves (ninguno a un ejemplar), a pesar del alto esfuerzo de muestreo (entre dos a 56 transectos; Tabla 3.3.3-29).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), presenta una estabilidad relativa entre ambientes y estaciones (rango entre 0,0 y 0,3 individuos/transecto), a excepción de dos máximos puntuales de 2,0 ind/transecto ambos, en área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (en primavera 2015), y en quebrada con vegetación arbórea (en otoño 2014). En contraparte, la quebrada desprovista de vegetación y los roqueríos desprovisto de vegetación, no tienen registro de avifauna (Tabla 3.3.3-29).

Tabla 3.3.3-29. Abundancia de aves por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación	<0,1	1 / 36	0,0	0 / 42	0,0	0 / 51	0,0	0 / 56	<0,1	1 / 56	0,0	0 / 56	0,0	0 / 26	0,0	0 / 2	0,0	0 / 3	
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo											0,0	0 / 1	2,0	2 / 1			0,0	0 / 1	
Área industrial															0,0	0 / 1	0,0	0 / 2	
Herbazal							0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					
Quebradas																			
Quebrada con vegetación	0,3	2 / 7	0,3	2 / 7	0,0	0 / 7	0,1	1 / 7	0,0	0 / 7	0,0	0 / 7	0,1	1 / 13			0,0	0 / 2	
Quebrada con vegetación arbórea	2,0	2 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					
Quebrada desprovista de vegetación	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 2					
Roqueríos																			
Roquerío con vegetación																		0,0	0 / 1
Roquerío desprovisto de vegetación	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	

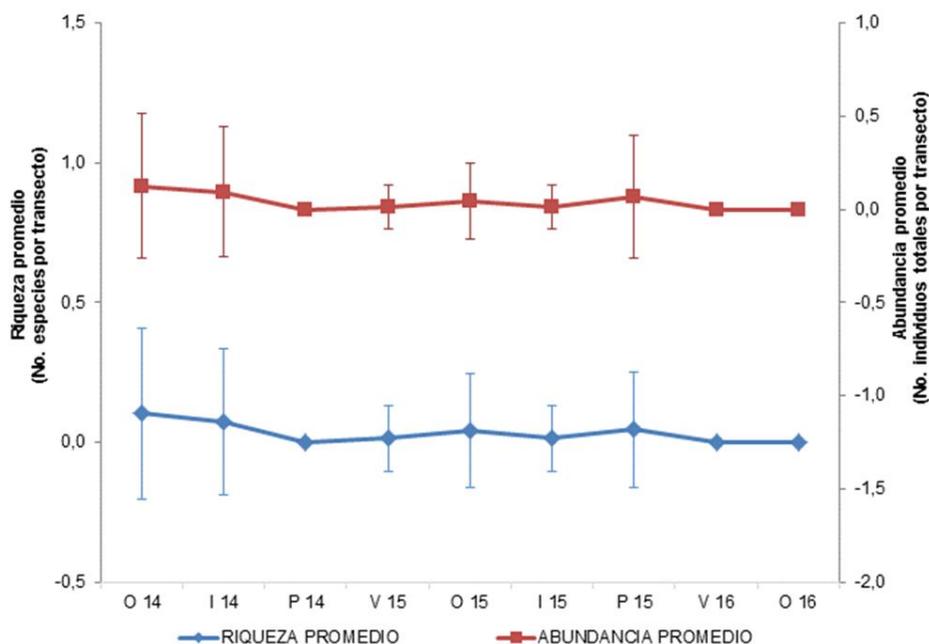
Donde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N / T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves registradas mediante transectos, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-26. La riqueza promedio no muestra diferencias notorias entre las distintas estaciones (con valores entre 0,0 y 0,1 especies/transecto), aunque tiende a ser mayor en otoño 2014 (y también con mayor variación).

Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 0,0 y 0,1 individuos/transecto) es mayor en la campaña de otoño 2014 (con alta variación); los demás valores presentan valor nulo de abundancia promedio (Figura 3.3.3-26).

Figura 3.3.3-26. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Desierto Interior. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

De las especies de aves detectadas directamente, y en relación a la abundancia total por campaña, el máximo número de individuos es de *Geositta maritima* (minero chico), con dos ejemplares en la quebrada con vegetación arbórea, en la campaña de otoño 2014 (en un transecto, con una media de 2,0 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).¹⁷

¹⁷ Se excluyen de este análisis las especies que fueron detectadas sólo por registros no asociados a ambiente: *Cathartes aura* (sobrevolando), *Geranoaetus polyosoma* (pluma de rapaz) y *Phalcooboenus megalopterus* (plumas de rapaz).

La abundancia relativa varía entre 50,0% a 100,0%, considerando la muy baja abundancia absoluta.

Respecto a la densidad de aves en el sector, la mayor corresponde a *Geositta marítima* (minero chico), con 0,5 ind/ha en quebrada con vegetación arbórea, durante la estación de otoño 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la frecuencia de las especies de aves detectadas mediante transectos (en general, muy baja), la mayor corresponde a *Zenaida meloda* (paloma de alas blancas), con un máximo puntual de 4,2% (durante la estación de otoño 2014), mientras que la menor frecuencia, la registran el *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo), el *Carduelis uropygialis* (jilguero cordillerano) y la *Mimus triurus* (tenca de alas blancas), con valores máximos puntuales de 1,5% en verano 2015 y otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es mayor en el mesoambiente de área desprovista de vegetación, con un máximo de 15 individuos (en otoño 2015), seguida por la quebrada con vegetación, con rango entre dos y cinco ejemplares. A la vez, estos mesoambientes tienen el mayor esfuerzo de muestreo, con hasta 56 puntos de muestreo en el área desprovista de vegetación (otoño 2015). En el resto de los ambientes, la abundancia es muy baja, con rango entre ninguno y tres individuos (Tabla 3.3.3-30).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es similar entre ambientes y muy bajo, con rango entre 0,0 y 1,0 individuos/punto, a excepción de la quebrada con vegetación arbórea que tiene valores entre 1,0 y 2,0 ind/punto. Los mesoambientes con mínimos de 0,0 ind/punto son el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo y roquerío con vegetación (Tabla 3.3.3-30).

De cuatro especies de meso-macro mamíferos descritas, la que registra el mayor número de individuos es *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) con tres ejemplares registrados en el mesoambiente área desprovista de vegetación, durante la estación de otoño 2015 (en 56 puntos de muestreo, equivale a una media de 0,1 ind/punto). De las especies de mamíferos más sensibles, el menor registro es de *Puma concolor* (puma) con un registro (en 51 puntos de muestreo, media menor a 0,1 ind/punto) en el área desprovista de vegetación, en primavera 2014 (Anexo 3.3.3-8).

La especie de meso-macro mamífero con la mayor abundancia relativa es *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), con un rango entre 16,7% (en primavera 2014, en área desprovista de vegetación) a 100% en varias campañas, en roquerío desprovisto de vegetación (Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de mamíferos en el sector, la mayor corresponde a *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), con 0,25 ind/ha en el ambiente de roquerío desprovisto de vegetación, en varias campañas. La menor densidad de especies sensibles corresponde a *Puma concolor* (puma),

obtenida durante primavera 2014, en quebrada desprovista de vegetación, con un valor máximo de 0,02 ind/ha (Anexo 3.3.3-8).

Tabla 3.3.3-30. Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en el sector Desierto Interior.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																			
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016			
	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM		
Áreas desprovistas de vegetación																				
Área desprovista de vegetación	0,2	6 / 36	0,1	4 / 42	0,2	12 / 51	<0,1	2 / 56	0,3	15 / 56	0,1	4 / 56	0,0	0 / 26	0,0	0 / 2	0,0	0 / 3		
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo											0,0	0 / 1	0,0	0 / 1			0,0	0 / 1		
Área industrial														0,0	0 / 1	0,5	1 / 2			
Herbazal							1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1						
Quebradas																				
Quebrada con vegetación	0,6	4 / 7	0,6	4 / 7	0,8	5 / 7	0,3	2 / 7	0,5	3 / 7	0,3	2 / 7	0,3	3 / 13			1,5	3 / 2		
Quebrada con vegetación arbórea	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	2,0	2 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1						
Quebrada desprovista de vegetación	0,0	0 / 3	0,7	2 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 2						
Roqueríos																				
Roquerío con vegetación																			0,0	0 / 1
Roquerío desprovisto de vegetación	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1			1,0	1 / 1	1,0	1 / 1

Donde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.
Fuente: Cedrem Consultores.

Respecto a la frecuencia de las especies descritas de meso-macro mamíferos, la mayor corresponde a *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) con un máximo de 8,3% en otoño 2014, mientras que la menor frecuencia, la registra *Puma concolor* (puma), con un rango de 0,0% y 1,9% en invierno 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados, la mayor cantidad de capturas se registra en la quebrada con vegetación arbórea, con cuatro (verano 2015) a nueve ejemplares (invierno de 2015). Los otros ambientes registran entre ninguna y tres capturas (Tabla 3.3.3-31).

Considerando el esfuerzo de muestreo diferencial de trampeo (entre 30 a 150 trampas-noche), no se observan mayores diferencias entre ambientes, salvo el de quebrada con vegetación arbórea, con valores de IDR entre 13,4% a 30,0%, mientras que el resto varía entre IDR = 0,0% a IDR = 6,7% (Tabla 3.3.3-31).

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente medias), es *Phyllotis xanthopygus* (lauchón orejudo amarillo), con un máximo de nueve ejemplares en invierno 2015, en las quebradas con vegetación arbórea (en 30 trampas, con un IDR de 30,0%), mientras que la misma especie muestra un mínimo de un ejemplar capturado, en varias campañas (Anexo 3.3.3-8).¹⁸

En relación a los quirópteros, se registran tres especies: *Myotis atacamensis* (murciélago de atacama), *Myotis chiloensis* (murciélago orejas de ratón) y un representante del género *Histiotus*, con registros acústicos en el mesoambiente de área desprovista de vegetación ecotono arbóreo. Los muestreos de este tipo, se realizaron en los mesoambientes de ecotono arbóreo, quebrada con vegetación arbórea y quebrada desprovista de vegetación, con esfuerzo de acústica y hasta una red por estación y ambiente (Anexo 3.3.3-8).

¹⁸ En relación a los micromamíferos detectados fuera de los trampeos (en transectos) son dos las especies: *Abrocoma cinerea* se encuentra en primavera 2014, en un registro de resto óseo (en 63 transectos), no asociado a ningún ambiente y *Abrothrix* sp. presenta un registro (en 54 transectos) en invierno 2014 (Anexo 3.3.3-7e).

Tabla 3.3.3-31. Abundancia de micromamíferos trapeados, por ambiente y por estación en el sector Desierto Interior.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)																
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	
Áreas desprovistas de vegetación																	
Área desprovista de vegetación	0,0	0 / 120	0,0	0 / 150	0,7	1 / 150	0,0	0 / 90	0,0	0 / 90	1,2	1 / 90					
Área industrial																3,4	1 / 30
Quebradas																	
Quebrada con vegetación							0,0	0 / 150	2,0	3 / 150	3,4	3 / 90					
Quebrada con vegetación arbórea							13,4	4 / 30	20,0	6 / 30	30,0	9 / 30					
Quebrada desprovista de vegetación	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30											
Roqueríos																	
Roquerío desprovisto de vegetación							0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	3,4	1 / 30	0,0	0 / 30	6,7	2 / 30	

Donde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trapeados / N° Trampas instaladas.

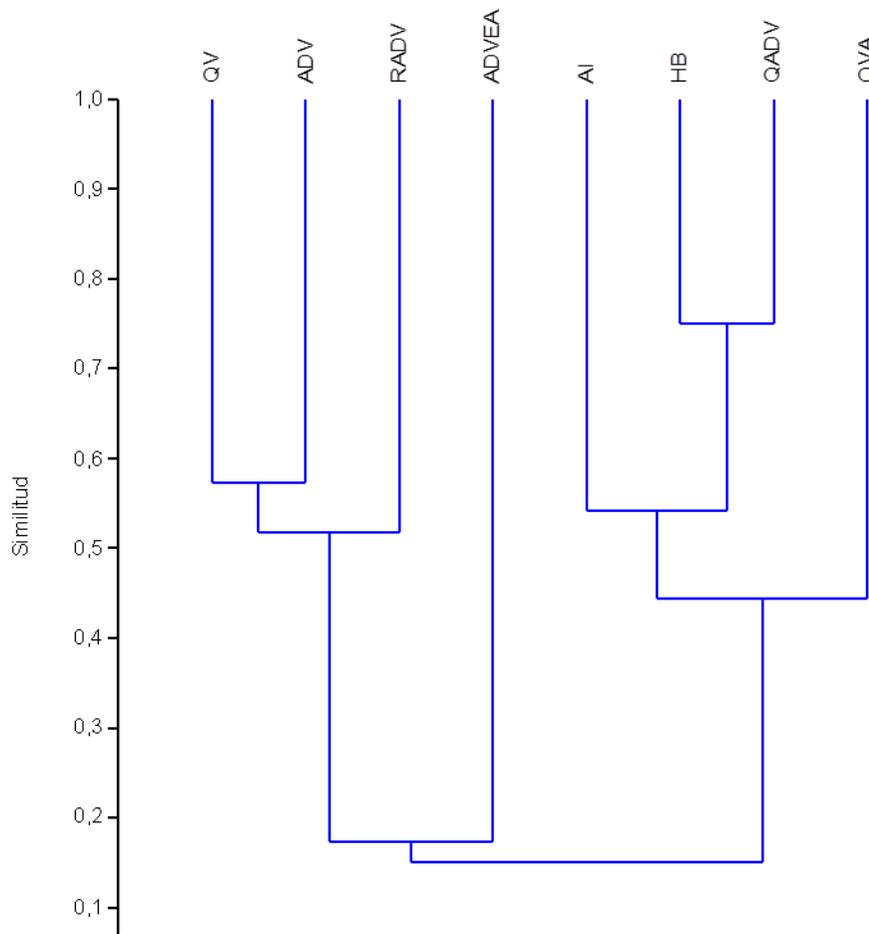
Fuente: Cedrem Consultores.

b.iv) Similitud entre ambientes

Comparando la composición de especies entre los mesoambientes del sector, la mayor similitud se encuentra entre el herbazal y la quebrada desprovista de vegetación, con un 75% de similitud, seguido por el par área desprovista de vegetación y quebrada con vegetación, con cerca de un 56% de similitud (Figura 3.3.3-27). Este último grupo, se caracteriza a su vez por contener la mayor riqueza en relación al sector, con 10 y 11 especies respectivamente.

En el otro extremo, el mesoambiente área desprovista de vegetación ecotono arbóreo es el más disímil del resto en su composición faunística, con un valor de similaridad menor al 20% (Anexo 3.3.3-11 y Figura 3.3.3-27).

Figura 3.3.3-27. Similitud entre ambientes para el sector Desierto Interior.



ADV: área desprovista de vegetación; **ADVEA:** ecotono arbóreo; **QADV:** quebrada desprovista de vegetación; **QV:** quebrada con vegetación; **QVA:** quebrada con vegetación arbórea; **RADV:** roquerío desprovisto de vegetación.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 25 especies detectadas en el sector Desierto Interior, dos corresponden a especies endémicas de Chile, 21 a especies nativas y dos a especies introducidas, por lo que el índice de antropización de fauna es de 12,0% (Tabla 3.3.3-32).

El mayor número de especies endémicas se registra en el área desprovista de vegetación, con dos especies (ambas son reptiles), correspondientes a *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa).

En cuanto a las especies introducidas, en tres ambientes se registra una especie. El ambiente de roqueríos y mesoambientes de área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, herbazal, quebrada con vegetación arbórea y quebradas desprovisto vegetación no presentan especies introducidas, por tanto su índice de antropización de fauna es nulo. La quebrada con vegetación es el ambiente con mayor índice de antropización de fauna (11,5%), junto con el área desprovista de vegetación (11,6%; Tabla 3.3.3-32).

Tabla 3.3.3-32. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Desierto Interior

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				ANTROP.
	E	N	I	ND*	
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	2	7	1	0	11,5
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	1	4	0	0	0,0
Área industrial	1	1	1	0	2,6
Herbazal	0	2	0	0	0,0
Quebradas					
Quebrada con vegetación	1	8	1	1	11,6
Quebrada con vegetación arbórea	1	6	0	1	0,0
Quebrada desprovista de vegetación	0	1	0	0	0,0
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	0	0	0	0	0,0
Roquerío desprovisto de vegetación	1	3	0	0	0,0
TOTAL	2	21	2	0	12,0

Origen geográfico: E: endémica; N: nativa; I: introducida; ND: no determinado; **ANTROP.:** índice de antropización.

*.Las especies ND, en los mesoambientes de quebrada con vegetación y quebrada con vegetación arbórea corresponden a FELIDAE. Ambos registros fueron adscritos a especies de esta familia, las cuales fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, estos registros no suman a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

b.vi) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-33 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Desierto Interior. De las 25 especies observadas en el sector, nueve (36%) se encuentran en categoría de conservación (tres reptiles y seis mamíferos¹⁹).

Tres de las nueve especies se encuentran clasificadas bajo amenaza: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande; Fotografía 3.3.3-20) y *Lama guanicoe* (guanaco), catalogadas como Vulnerables, y *Puma concolor* (puma) catalogado como Casi amenazado (Tabla 3.3.3-33).

Por otra parte, en categorías de conservación evaluadas sin amenaza se encuentran las seis especies restantes: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo; Fotografía 3.3.3-21-b) y *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla ceniciento), en Preocupación menor; *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento; Fotografía 3.3.3-21-c) y *Abrothrix* sp ambos como Sin prioridad inmediata; *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa; Fotografía 3.3.3-21-d), clasificado como Rara y *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann; Fotografía 3.3.3-21-e), en categoría Insuficientemente conocida (Tabla 3.3.3-33).

El ambiente que alberga mayor número de especies en categoría de conservación es el de áreas desprovistas de vegetación con seis especies, mientras que el menor registro es en herbazal y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con una especie. Los mesoambientes que presentan especies con grado de amenaza, son el área desprovista de vegetación, las quebradas con vegetación y con vegetación arbórea, y el roquerío desprovisto de vegetación (Tabla 3.3.3-33).

En este sector no se detectaron especies catalogadas como Monumento Natural.

¹⁹ Cabe destacar que en el caso de las identificaciones a nivel de género, como *Lycalopex* sp. son consideradas en el número de especies en categoría siempre y cuando no se haya detectado a nivel de especie en el mismo ambiente. Por este mismo motivo se considera a *Abrothrix* sp. en la riqueza (porque no fue descrita alguna especie de este género dentro del sector).

Tabla 3.3.3-33. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Desierto Interior.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación		Área industrial	Herbazal	Quebradas			Roqueríos
			Área desprovista de vegetación	Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo			Quebrada desprovista de vegetación	Quebrada con vegetación	Quebrada con vegetación arbórea	Roquerío desprovisto de vegetación
REPTILIA										
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Salamanqueja del Norte Grande	V	1	X				X	X	
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Teresa	R	1	X	X			X	X	X
<i>Liolaemus stolzmanni</i>	Dragón de Stolzmann	I	1	X						
MAMMALIA										
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V	5							X
<i>Lycalopex sp.</i>	Zorro	LC*	5		X	X	X		X	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	5	X				X		X
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT	7	X						
<i>Abrocoma cinérea**</i>	Ratón chinchilla cenicienta	LC	8							
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP	12	X				X	X	X
<i>Abrothrix sp.**</i>	Ratón	NP*	12							
TOTAL AMBIENTE				6	1	2	1	4	4	4

*Todas las especies potenciales de este género se encuentran en esta categoría.

** Registro no asociado a ambiente por ser detectado mediante análisis de restos óseos de muestras (RoAm)

EC (estado de conservación): I: escasamente o inadecuadamente conocida; **LC:** preocupación menor; **NP:** sin prioridad inmediata; **NT:** casi amenazada; **R:** rara; **V:** vulnerable.

Dónde: **(1)** D.S. N°5/1998 MINAGRI; **(5)** D.S.N°33/2011 MMA; **(7)** D.S.N°42/2011 MMA; **(8)** D.S. N°42/2011 MMA; **(12)** Cofré & Marquet (1999).

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-20. Especie en categoría de conservación con grado de amenaza Vulnerable detectada en sector Desierto Interior: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande).



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-21. Especies en categoría de conservación sin grado de amenaza detectadas en sector Desierto Interior: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) en cámara trampa (a), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, b), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, c) y *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann, d).



Fuente: Cedrem Consultores.

b.vii) Especialistas en hábitat y movilidad

Del total de especies registradas en el sector, tan sólo una se cataloga como especialista de hábitat, *Myotis atacamensis* (murciélago de Atacama) registrado únicamente en el mesoambiente área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (Anexo 3.3.3-12).

Se detectan tres especies de baja movilidad en el sector, todas pertenecientes a la clase reptiles. Estas especies son *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) y *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande). Respecto a las especies de movilidad media observadas, estas son cuatro, las cuales pertenecen en su totalidad a la clase mamíferos. Finalmente las especies de alta movilidad detectadas en el sector fueron 18 (aves y macromamíferos), las se concentraron mayormente en los mesoambientes de área desprovista de vegetación y quebrada con vegetación (Anexo 3.3.3-12).

b.viii) Singularidad ambiental

En el sector Desierto Interior, se define como singular una superficie de 2.797,0 hectáreas (13,3% del total del sector), lo cual representa el mayor aporte a la singularidad en el área de influencia (38,6%). Destaca el aporte del ambiente áreas desprovistas de vegetación con 2.672,0 hectáreas (95,1%), principalmente por el aporte del mesoambiente homónimo (con 2.669,2 hectáreas). Los detalles de la superficie que cada ambiente y mesoambiente aporta a la singularidad se muestran en la Tabla 3.3.3-34.

En el sector, dos mesoambientes son singulares debido a que cumple con los niveles I, II y III: quebrada con vegetación y quebrada con vegetación arbórea (Anexo 3.3.3-10). La superficie singular que estos aportan es de 115,1 hectáreas (4,1% del singular del sector). Estos ambientes se caracterizan por presentar la mayor riqueza-abundancia de especies dentro del sector y destaca la presencia de dos especies sensibles que cumplen con el nivel I y II: *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, especie endémica, rara y de baja movilidad) y *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del norte grande, especie vulnerable y de baja movilidad).

En el caso de la superficie singular de los ambientes áreas desprovistas de vegetación y área industrial (2.681,9 hectáreas en conjunto) del sector, esta corresponde a la superposición de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal como sitio de importancia para la conservación, pero no necesariamente para la fauna. El mesoambiente de área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, también es considerado singular mediante criterio experto debido a que es utilizado por especies que buscan refugio y alimento en zonas arbóreas, como por ejemplo los quirópteros.

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se señalan en el Anexo 3.3.3-10.

Tabla 3.3.3-34. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Desierto Interior.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación	2.672,0	95,5
Área desprovista de vegetación	(2669,2)	
Área desprovista de vegetación ecotono arbóreo	(2,8)	
Área industrial	9,9	0,4
Herbazal		
Quebradas	115,1	4,1
Quebrada con vegetación	(114,5)	
Quebrada con vegetación arbórea	(0,6)	
Quebrada desprovista de vegetación		
Roqueríos		
Roquerío con vegetación		
Roquerío desprovisto de vegetación		
Total singular del sector (ha)	2.797,0	100,0
Proporción respecto al total del sector		13,3
Proporción respecto al total singular en área de influencia		38,6

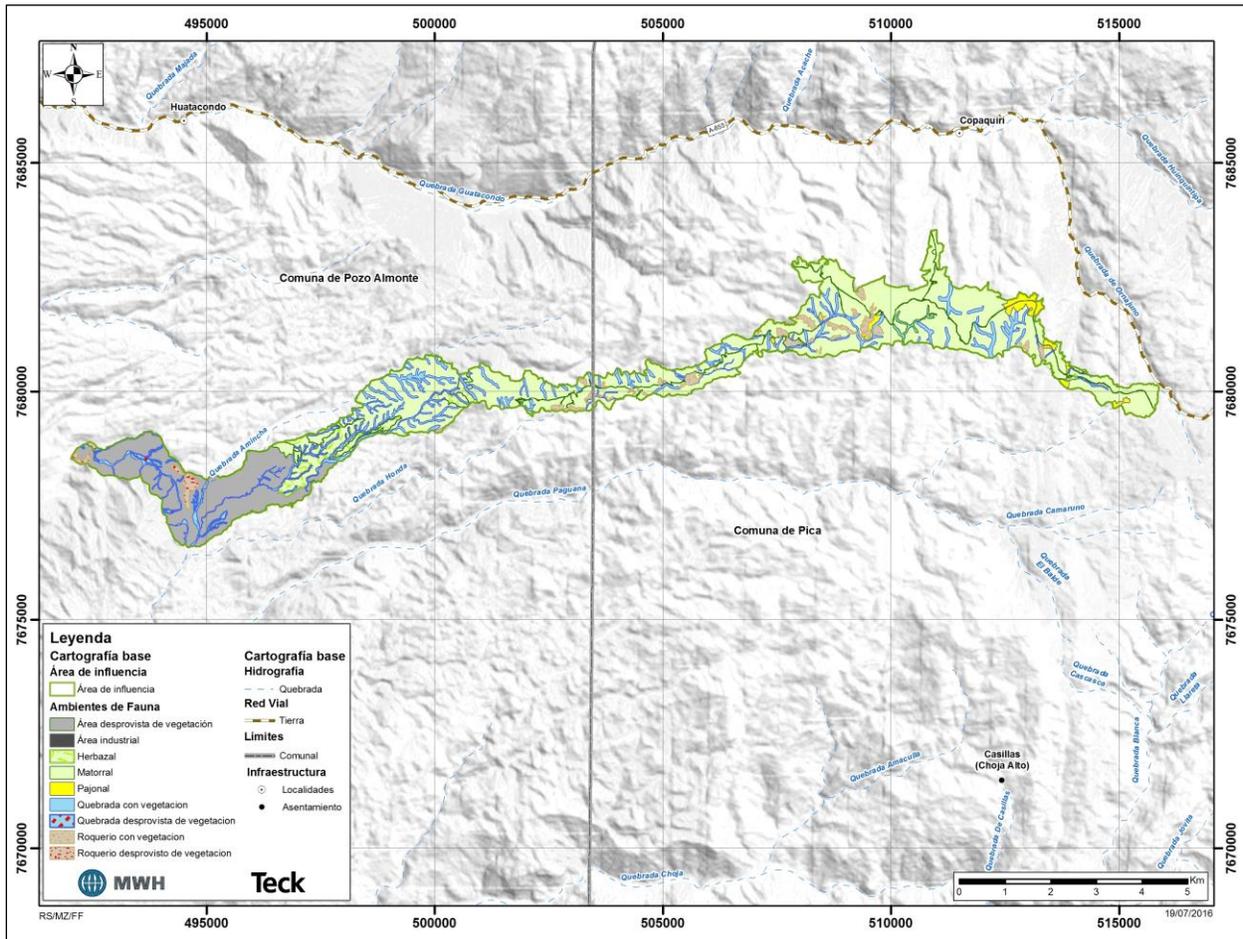
ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

c) Sector Cordón Occidental

El sector Cordón Occidental representa un 4,9% del área de influencia del proyecto, lo que corresponde a una superficie total de 2.444,0 hectáreas (Figura 3.3.3-28 y Planos 3.3.3-01, -05, -06, -13, -14, -15 y -16).

Figura 3.3.3-28. Ambientes de fauna del sector Cordón Occidental.



Fuente: Cedrem Consultores.

c.i) Ambientes de fauna

En la Figura 3.3.3-28 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Cordón Occidental, los que se detallan en la

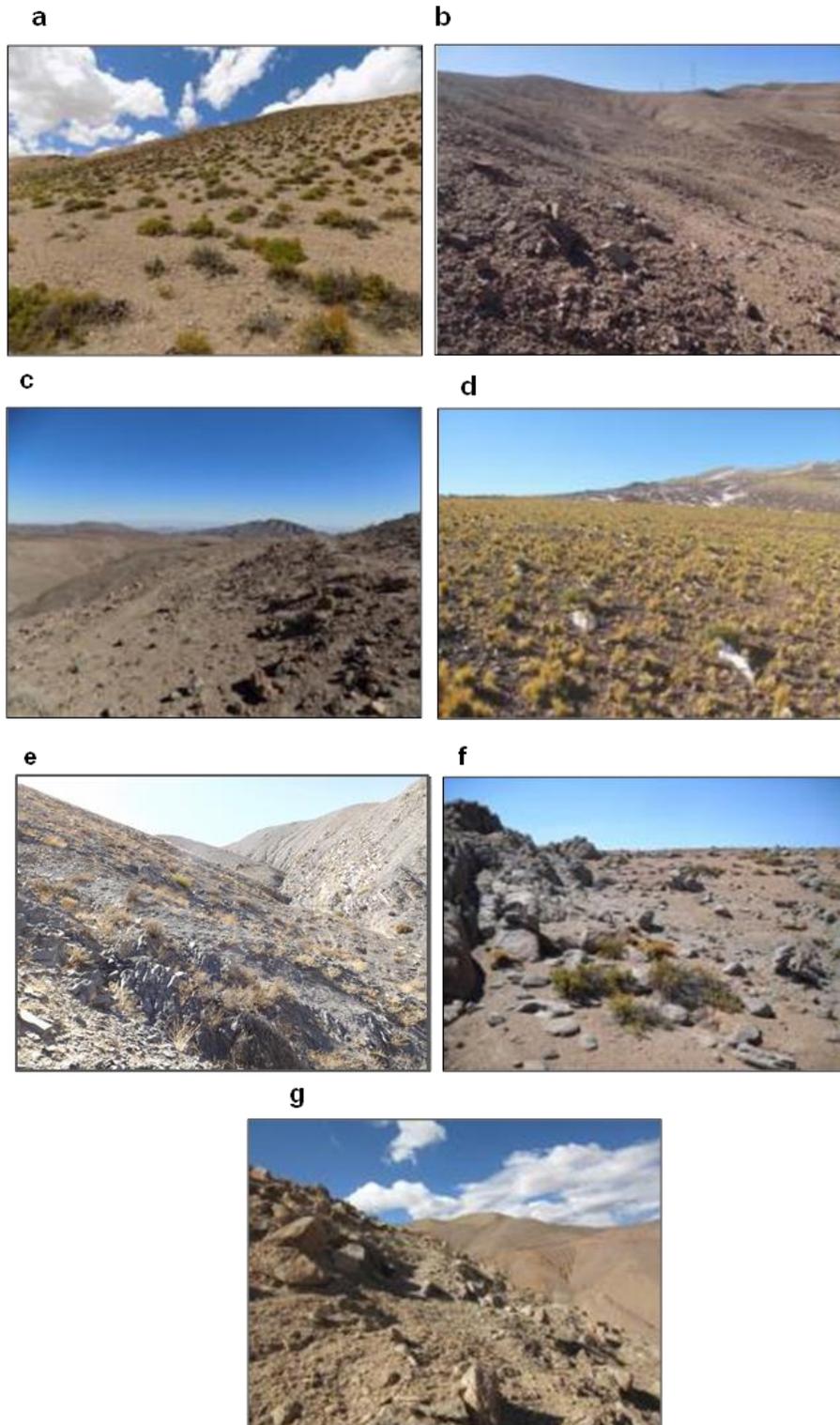
Tabla 3.3.3-35. El ambiente más representativo del sector es el matorral (Fotografía 3.3.3-22 a), con 1.389,2 hectáreas, correspondientes al 56,8% de la superficie total del sector, mientras que el segundo es el ambiente áreas desprovistas de vegetación (Fotografía 3.3.3-22 b), correspondiente al 19,5% (476,2 hectáreas). Los ambientes restantes son: quebradas, con 11,6% (Fotografía 3.3.3-20 e), herbazal (5,4%, Fotografía 3.3.3-22 c), roqueríos, con 3,8%, dentro del cual el mesoambiente dominante es roquerío con vegetación (Fotografía 3.3.3-22 f) y pajonal (1,9%, Fotografía 3.3.3-22 d).

Tabla 3.3.3-35. Ambientes de fauna del sector Cordón Occidental, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	476,2	19,5
Área desprovista de vegetación	(476,2)	
Área industrial*	24,6	1,0
Herbazal	130,8	5,4
Matorral	1.389,2	56,8
Pajonal	45,7	1,9
Quebradas	284,7	11,6
Quebrada con vegetación	(264,3)	
Quebrada desprovista de vegetación	(20,4)	
Roqueríos	92,7	3,8
Roquerío con vegetación	(72,0)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(20,8)	
Total superficie por sector (ha)	2.444,0	100,0

* Ambiente sin muestreo por restricciones de acceso.
 ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.
 Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-22. Mesoambientes de fauna en el sector Cordón Occidental: matorral (a), área desprovista de vegetación (b), herbazal (c), pajonal (d), quebrada con vegetación (e), roquerío con vegetación (f) y roquerío desprovisto de vegetación (g).



Fuente: Cedrem Consultores.

c.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza total de especies detectadas en el sector Cordón Occidental, considerando las nueve campañas realizadas a la fecha (hasta otoño 2016), es de 54 especies, lo cual corresponde al 43,2% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza de especies detectadas en el Cordón Occidental se distribuye en cuatro reptiles, 33 aves y 17 mamíferos (Tabla 3.3.3-12).

La mayor riqueza por ambiente²⁰ se observa en el ambiente de matorral, con 40 especies (con rango entre cinco a 24 especies por campaña), seguido de la quebrada con vegetación, con 27 especies (entre una a 15 especies). En contraparte, en el mesoambiente de roquerío desprovisto de vegetación se registra la menor riqueza, con seis especies, seguida del pajonal y la quebrada desprovista de vegetación, con siete especies (Tabla 3.3.3-36).

La comparación estacional muestra que para el matorral, las campañas de otoño e invierno presentan menores valores de riqueza y mayor variación, oscilando entre cinco a 20 especies, en relación a primavera y verano, con 12 a 24 especies. En la quebrada con vegetación se invierte dicho patrón, en otoño e invierno hay menor variación en riqueza (siete a 15 especies) que en primavera y verano (rango entre una a 11 especies; Tabla 3.3.3-36).

En términos de riqueza de especies por clase, la mayor riqueza de reptiles se registra en la quebrada con vegetación (entre una a tres especies), mientras que en mamíferos, la mayor riqueza se observa en el ambiente de matorral (hasta un máximo de nueve especies). En aves, la mayor riqueza se registra en el ambiente de matorral, con máximo de 13 especies, seguida por la quebrada con vegetación la cual registró hasta ocho especies por campaña (Tabla 3.3.3-36).

²⁰ En el sector dos especies de aves (*Geranoaetus melanoleucus* y *Falco femoralis*) fueron identificadas solamente por evidencia indirecta de plumas o por avistamiento sobrevolando, por lo que éstas sólo están consideradas dentro de la riqueza total del sector y no se asocian a alguno de los ambientes en particular.

Tabla 3.3.3-36. Riqueza de especies de fauna en el sector Cordón Occidental por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Invierno 2014	1	-	4	5	8
		Primavera 2014	1	1	3	5	
		Verano 2015	-	-	2	2	
		Otoño 2015	1	1	4	6	
		Invierno 2015	-	-	3	3	
		Primavera 2015	1	-	2	3	
Herbazal	-	Otoño 2014	-	-	2	2	13
		Invierno 2014	1	-	3	4	
		Primavera 2014	-	1	6	7	
		Verano 2015	2	-	2	4	
		Otoño 2015	-	2	6	8	
		Invierno 2015	1	-	4	5	
		Primavera 2015	1	-	1	2	
Matorral	-	Otoño 2014	1	7	7	15	40
		Invierno 2014	1	6	7	14	
		Primavera 2014	1	9	7	17	
		Verano 2015	2	13	9	24	
		Otoño 2015	2	11	7	20	
		Invierno 2015	1	7	9	17	
		Primavera 2015	1	11	6	18	
		Verano 2016	1	5	6	12	
Otoño 2016	1	3	1	5			
Pajonal	-	Verano 2016	1	2	3	6	7
		Otoño 2016	1	-	3	4	
Quebradas	Quebrada con vegetación	Otoño 2014	1	2	5	8	27
		Invierno 2014	1	1	5	7	
		Primavera 2014	2	4	5	11	
		Verano 2015	2	3	5	10	
		Otoño 2015	3	6	6	15	
		Invierno 2015	1	8	5	14	
		Primavera 2015	2	4	5	11	
		Verano 2016	-	-	1	1	
		Otoño 2016	1	3	3	7	

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
	Quebrada desprovista de vegetación	Invierno 2014	1	-	1	2	7
		Primavera 2014	1	1	1	3	
		Verano 2015	1	-	-	1	
		Otoño 2015	1	1	3	5	
		Invierno 2015	-	-	3	3	
		Primavera 2015	-	-	2	2	
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Otoño 2014	1	2	4	7	22
		Invierno 2014	-	-	6	6	
		Primavera 2014	1	3	6	10	
		Verano 2015	1	2	4	7	
		Otoño 2015	1	4	4	9	
		Invierno 2015	-	3	3	6	
		Primavera 2015	-	5	6	11	
		Verano 2016	1	4	5	10	
	Otoño 2016	1	2	5	8		
		Roquerío desprovisto de vegetación	Verano 2016	1	-	2	3
	Otoño 2016		1	3	1	5	

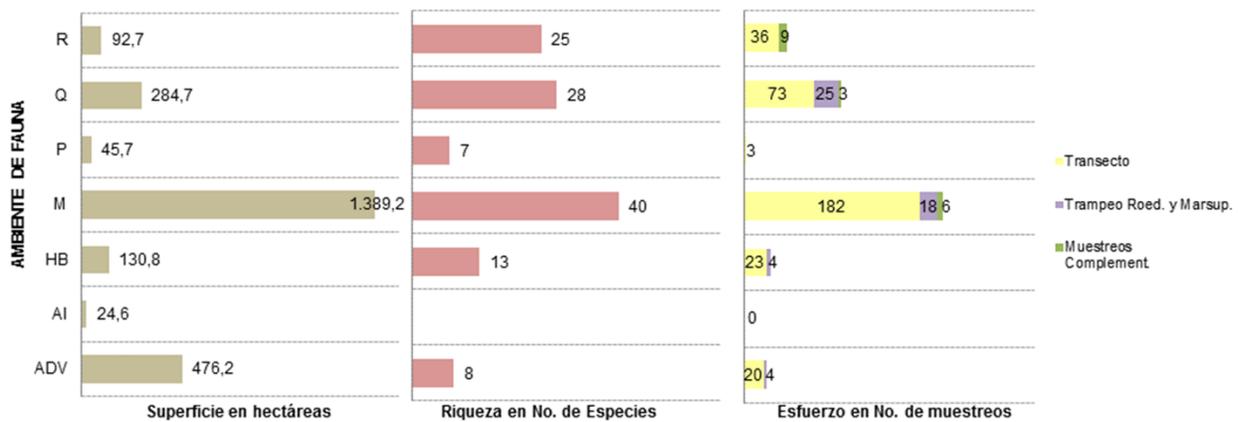
Nota: se excluyen de este análisis las especies: *Geranoaetus melanoleucus* (sobrevolando) y *Falco femoralis* (plumas de rapaz), con registros no asociados a ambiente.

Fuente: Cedrem Consultores.

En términos de superficie, el ambiente de matorral presenta la mayor cobertura (con 1.389,2 hectáreas) y su vez la mayor riqueza, con 40 especies (74,1% del total del sector), pero también es el ambiente que presenta el mayor esfuerzo de muestreo, con 182 transectos, 18 trampeos y seis muestreos complementarios. El segundo ambiente con mayor superficie, el área desprovista de vegetación (476,2 hectáreas), presenta riqueza baja en relación al total del sector, con ocho especies, aunque su esfuerzo de muestreo también es bajo (20 transectos y cuatro trampeos; Figura 3.3.3-29).

Las quebradas, con el segundo mayor esfuerzo de muestreo (73 transectos, 25 trampeos y tres muestreos complementarios), también registra la segunda mayor riqueza, con 28 especies (Figura 3.3.3-29).

Figura 3.3.3-29. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Cordon occidental.



ADV: área desprovista de vegetación; AI: Área industrial; HB: herbazal; M: matorral; P: pajonal; Q: quebradas; R: roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

c.iii) *Abundancia*

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Cordon Occidental por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el ambiente de matorral, con un rango entre dos individuos (en invierno 2015) y 49 ejemplares (en verano 2015), seguido por el mesoambiente de quebrada con vegetación, el que varía entre ninguno a 13 individuos, mientras que los otros ambientes presentan una baja abundancia, variando entre ninguno a seis ejemplares. Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre tres a 27 transectos (Tabla 3.3.3-37).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en la quebrada desprovista de vegetación, con un máximo puntual de 4,0 individuos/transecto (en verano de 2015), mientras que en el resto de los ambientes es menor y relativamente variable (dependiendo de la estación), oscilando entre 0,0 a 2,3 ind/transecto, exceptuando el herbazal, ambiente con la menor abundancia relativa (entre 0,0 a 0,5 ind/transecto; Tabla 3.3.3-37).

Tabla 3.3.3-37. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación			0,5	1 / 2	0,8	3 / 4	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 4	0,3	1 / 4				
Herbazal	0,0	0 / 1	0,5	1 / 2	0,0	0 / 4	0,5	2 / 4	0,0	0 / 4	0,3	1 / 4	0,3	1 / 4				
Matorral	0,9	19 / 21	0,2	4 / 23	0,5	12 / 24	2,0	49 / 25	0,6	16 / 25	0,1	2 / 27	0,9	24 / 27	2,3	16 / 7	1,0	3 / 3
Pajonal													0,5	1 / 2	1,0	1 / 1		
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	0,3	1 / 4	0,2	2 / 10	0,6	5 / 9	0,7	8 / 11	0,8	7 / 9	0,1	1 / 11	1,2	13 / 11			0,0	0 / 2
Quebrada desprovista de vegetación			1,0	1 / 1	2,0	2 / 1	4,0	4 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	0,5	2 / 4	0,0	0 / 4	1,5	6 / 4	0,5	2 / 4	0,3	1 / 4	0,0	0 / 4	0,0	0 / 4	0,3	1 / 3	0,7	2 / 3
Roquerío desprovisto de vegetación													1,0	1 / 1	1,0	1 / 1		

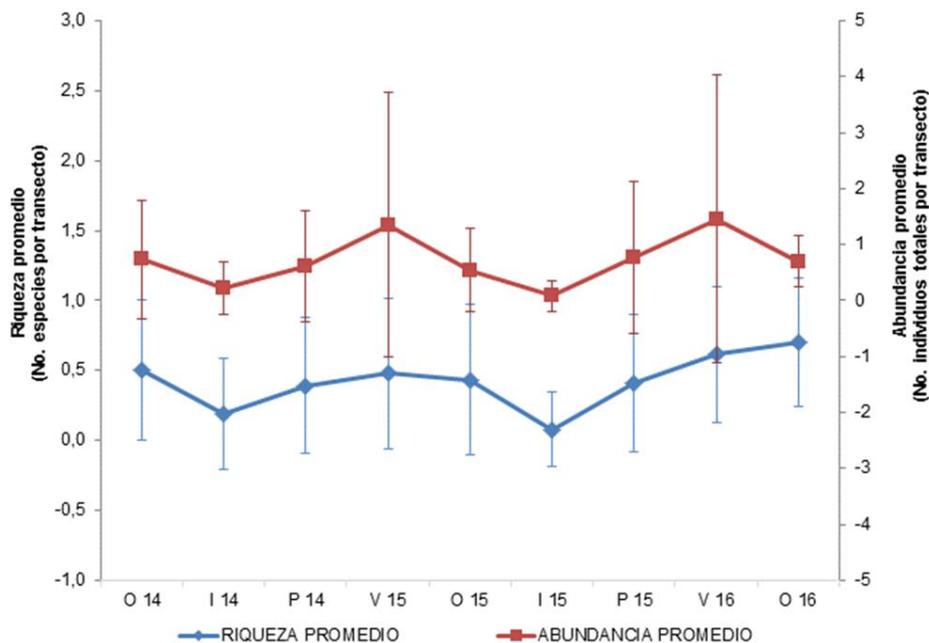
Donde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N / T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-30. La riqueza promedio no muestra diferencias notorias entre las distintas estaciones (variando entre 0,0 y 0,7 especies/transecto), aunque las campañas de invierno 2014 e invierno 2015 son las de menor riqueza (y también muestran menor variación).

Por parte de la abundancia media de reptiles (con valores bajos, entre 0,0 y menor de 2,0 individuos/transecto) es mayor en los veranos de 2015 y 2016 (con alta variación) y menor en los inviernos de 2014 y 2015 (casi sin variación para ésta última; Figura 3.3.3-30).

Figura 3.3.3-30. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Cordón Occidental. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Liolaemus jamesi (jararanco de James) es la especie de reptil que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, con 48 individuos en matorral, durante la estación de verano 2015 (en 25 transectos, y una media de 1,9 ind/transecto). La especie de reptil con el menor número de individuos avistados es *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande), con un individuo en matorral (en 25 transectos, con una media menor a 0,1 ind/transecto), durante la estación de otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

La especie con la mayor abundancia relativa, es de *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), con un rango entre 14,3% (en otoño 2015, en quebrada con vegetación) hasta 100% (en varias campañas y varios ambientes; Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de reptiles en el sector, la mayor corresponde a *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), con 0,06 ind/100 m² en el ambiente matorral (en verano 2016). En contraparte, el reptil con la menor densidad es *Phyllodactylus gerrhopygus*, en el ambiente de matorral (en otoño 2015), con un valor de 0,001 ind/100 m² (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la especie de reptil que presenta la mayor frecuencia es *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) con un mínimo de 3,9% (en invierno 2015) y un máximo de 60,0% (en otoño 2016), mientras que la especie menos frecuente es *Liolaemus puna* (lagartija), con un valor máximo de 2,1% en verano 2015 y verano 2016 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registra en el ambiente de matorral, con un rango entre siete individuos (en otoño 2016) y 89 ejemplares (en primavera 2014), seguida por la quebrada con vegetación (dos en otoño 2014 y otoño 2016, a 32 en invierno 2015) y el roquerío con vegetación (ninguno en invierno 2014 a 32 en otoño 2015). Los otros ambientes presentan baja abundancia, variando entre ninguno a cuatro ejemplares. Cabe destacar que el matorral tiene el mayor esfuerzo de muestreo (entre tres a 27 transectos; Tabla 3.3.3-38).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el matorral (entre 0,5 a 8,4 ind/transecto), seguido por el roquerío con vegetación (entre 0,0 a 8,0 ind/transecto), mientras que el área desprovista de vegetación es el de menor abundancia relativa, variando entre 0,0 a 0,3 ind/transecto (Tabla 3.3.3-38).

Tabla 3.3.3-38. Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación			0,0	0 / 2	0,3	1 / 4	0,0	0 / 3	0,3	1 / 3	0,0	0 / 4	0,0	0 / 4				
Herbazal	0,0	0 / 1	0,0	0 / 2	0,3	1 / 4	0,0	0 / 4	1,0	4 / 4	0,0	0 / 4	0,0	0 / 4				
Matorral*	1,0	20 / 21	0,5	12 / 23	3,7	89 / 24	3,1	78 / 25	2,2	55 / 25	1,4	38 / 27	2,6	70 / 27	8,4	59 / 7	2,3	7 / 3
Pajonal															1,0	2 / 2	0,0	0 / 1
Quebradas																		
Quebrada con vegetación**	0,5	2 / 4	0,3	3 / 10	0,8	7 / 9	0,5	5 / 11	0,9	8 / 9	2,9	32 / 11	0,5	6 / 11			1,0	2 / 2
Quebrada desprovista de vegetación			0,0	0 / 1	2,0	2 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación***	0,5	2 / 4	0,0	0 / 4	1,0	4 / 4	1,3	5 / 4	8,0	32 / 4	4,5	18 / 4	1,5	6 / 4	1,3	4 / 3	0,7	2 / 3
Roquerío desprovisto de vegetación															0,0	0 / 1	4,0	4 / 1

Donde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N / T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Las especies de aves que son registradas en muestreos distintos a los considerados en los análisis de abundancia y frecuencia por ambiente son:

* *Phalcooboenus megalopterus* por registro único en verano 2015

** *Muscisaxicola juninensis* en un trapeo de roedores y marsupiales en otoño 2016 y *Leptasthenura aegithaloides* en dos registros únicos durante otoño 2015

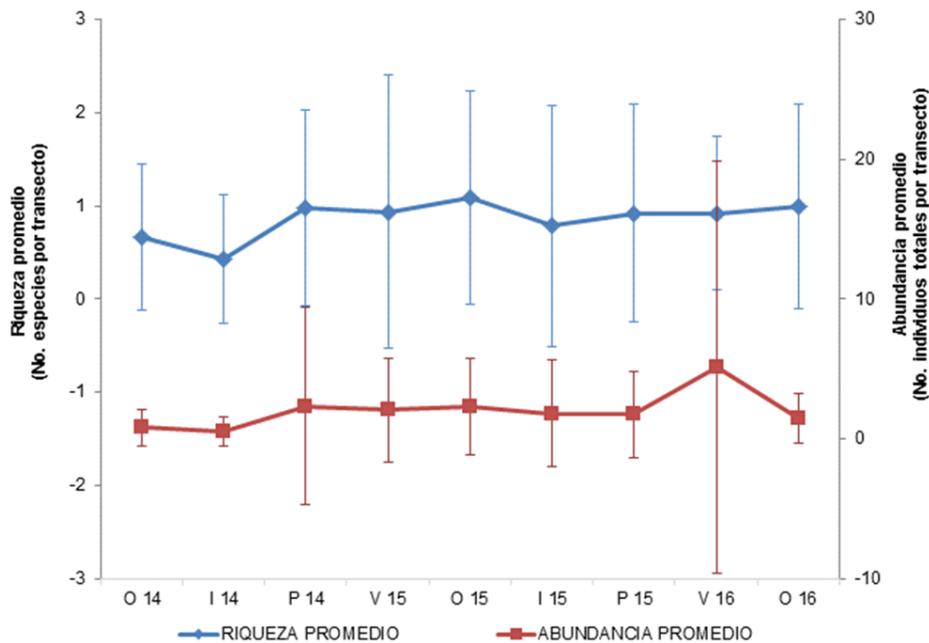
*** *Tyto alba* detectado mediante cámara trampa en verano 2016

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-31. La riqueza promedio con valores entre 0,4 a 1,1 especies/transecto, es menor en invierno 2014 (con menor variación) y mayor en otoño 2015.

Por parte de la abundancia media (con valores bajos, entre 0,6 a 5,2 individuos/transecto) es mayor en la campaña de verano 2016 (con la máxima variación) y menor en otoño 2014 e invierno 2014 (con las mínimas variaciones; Figura 3.3.3-31).

Figura 3.3.3-31. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Cordón Occidental. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

La especie de ave con mayor número de individuos avistados del sector Cordón Occidental es *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), con 55 ejemplares, en verano 2016, en ambiente matorral (en siete transectos, con una media de 7,9 ind/transecto), seguido por *Sicalis olivascens* (chirihue verdoso), especie para la cual se registraron 52 individuos en el ambiente matorral, durante la estación de primavera 2014 (en 24 transectos, con una media de 2,2 ind/transecto). En contraste, de las aves sensibles con el menor número de avistamientos registrada en una sola

oportunidad es *Vultur gryphus* (cóndor) en matorral, en primavera 2014 (en 24 transectos, con una media menor a 0,1 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).²¹

Las especies con la mayor abundancia relativa, son *Sicalis olivascens* (chirihue verdoso), con un rango entre 16,7% (primavera 2015, en quebrada con vegetación) hasta 58,4% (primavera 2014, en matorral), y *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), con un rango entre 3,1% (invierno 2015, en quebrada con vegetación) hasta 93,2% (en matorral, en verano 2016; Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de aves en el sector, la mayor corresponde a *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano) con 2,2 ind/ha en el matorral (en verano 2016), y el menor valor para una especie sensible, es *Vultur gryphus* (cóndor) con un valor de 0,01 ind/ha, en matorral (en primavera 2014; Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, las especies de aves que presentan la mayor frecuencia, son *Muscisaxicola rufivertex* (dormilona de nuca rojiza) con rango de valores entre 2,4% (en invierno 2014) y 28,3% en otoño 2015, seguida de *Ochetorhynchus ruficaudus* (bandurrilla de pico recto), la que varía entre una frecuencia mínima de 4,8% en invierno 2014, a una máxima de 20,0% (en otoño 2016). En contraste, estas cuatro especies presentan menores frecuencias con registro de un individuo y en una sola campaña de las realizadas, estas son: *Geositta cunicularia* (Minero, 2,2% en otoño 2015), *Geositta marítima* (Minero chico, 2,0% en invierno 2015), *Zonotrichia capensis* (Chincol, 2,2% en otoño 2015) y *Rhodopis vesper* (Picaflor del norte, 2,0% en primavera 2015; Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es sustancialmente mayor en el matorral, variando entre tres individuos (otoño 2016) hasta 91 ejemplares (invierno 2015), seguida por la quebrada con vegetación (tres en otoño 2016 a 19 individuos en invierno 2015). El resto de los ambientes presenta una baja abundancia, variando entre ninguno a ocho ejemplares. Cabe destacar el matorral, con más esfuerzo de muestreo (tres a 29 puntos de muestreo), seguida por las quebradas con vegetación (dos a 11 puntos; Tabla 3.3.3-39).

En cuanto al promedio de abundancia de meso y macromamíferos (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el matorral (1,0 a 3,2 ind/punto), lo contrario ocurre en la quebrada desprovista de vegetación y el roquerío desprovisto de vegetación, con mínimos puntuales de 0,0 ind/punto en verano 2015 y otoño 2016, respectivamente (Tabla 3.3.3-39).

²¹ Se excluyen de este análisis dos especies de aves con registros no asociados a ambiente: *Geranoaetus melanoleucus* detectada sobrevolando en dos de 42 transectos en invierno 2014, y en uno de 30 transectos en otoño 2014 y *Falco femoralis* por registro único en invierno 2015 (plumas de rapaz).

Tabla 3.3.3-39. Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Cordón Occidental.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación			2,0	4 / 2	1,3	5 / 4	1,0	3 / 3	1,4	4 / 3	0,8	3 / 4	1,0	4 / 4				
Herbazal	2,0	2 / 1	1,0	2 / 2	1,3	5 / 4	1,3	5 / 4	1,5	6 / 4	1,8	7 / 4	1,0	4 / 4				
Matorral	2,2	46 / 21	1,7	39 / 23	2,0	46 / 24	2,4	59 / 25	3,1	80 / 26	3,2	91 / 28	1,6	46 / 29	2,5	19 / 7	1,0	3 / 3
Pajonal															3,0	6 / 2	3,0	3 / 1
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	1,8	7 / 4	1,4	14 / 10	1,2	10 / 9	0,8	8 / 11	1,3	11 / 9	1,8	19 / 11	1,1	12 / 11			1,5	3 / 2
Quebrada desprovista de vegetación			1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	2,0	2 / 1	2,0	2 / 1	1,0	1 / 1				
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	1,0	4 / 4	1,5	6 / 4	2,0	8 / 4	1,5	6 / 4	1,3	5 / 4	1,3	5 / 4	2,0	8 / 4	1,5	6 / 4	1,4	7 / 5
Roquerío desprovisto de vegetación															1,0	1 / 1	0,0	0 / 1

Dónde: **N'** = N° Individuos promedio por punto de muestreo; **N / PM** = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de mamífero con mayor número de individuos avistados del sector Cordón Occidental es *Lama guanicoe* (guanaco), especie para la cual se registran 63 individuos en el ambiente matorral, durante la estación de otoño 2015 (en 26 puntos de muestreo, con una media de 2,4 ind/punto). En contraste, de los mamíferos sensibles, *Puma concolor* (puma) presenta el valor mínimo, ya que se registra en una sola oportunidad en el ambiente matorral, durante otoño 2015 (en 26 puntos de muestreo, con una media menor a 0,1 ind/punto), seguidos por *Galictis cuja* (quique) y *Conepatus rex* (Chingue real), también con un único registro, ambos en matorral (Anexo 3.3.3-8).

La especie de meso-macro mamífero con mayor abundancia relativa es *Lama guanicoe* (guanaco), con valores entre 12,5% en quebrada con vegetación (en verano 2015), hasta un 100%, en herbazal y matorral (en primavera 2015 y otoño 2016, respectivamente), seguido por *Vicugna vicugna* (vicuña), con rango entre 5,3% (matorral, verano 2016) hasta 66,7%, en área desprovista de vegetación, en invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de mamíferos, la mayor densidad corresponde a *Lama guanicoe* (guanaco) con 2,5 ind/ha en el ambiente de quebrada desprovista de vegetación (en invierno 2015). De las especies de mamíferos más sensibles, la de menor densidad (menor a 0,01 ind/ha) es *Puma concolor* (puma) en matorral, durante otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8)

Finalmente, la especie de mamífero que presenta la mayor frecuencia es *Lama guanicoe* (guanaco), con rango de valores entre 50,0% (en otoño 2016) y un máximo de 77,4% (en primavera 2015). En tanto, las especies de mamíferos sensibles que presenta menores frecuencia es *Conepatus rex* (chingue real), con un valor único de 1,9%, en invierno 2015; le siguen el *Puma Concolor* (Puma), con 2,1% en otoño 2015 y *Galictis cuja* (Quique), con 3,3% en otoño 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados por campaña, la mayor cantidad de capturas se registra en la quebrada con vegetación, con máximo de 10 ejemplares (primavera 2015), mientras que los otros ambientes registran entre ninguna a dos capturas (Tabla 3.3.3-40).

Considerando el esfuerzo de muestreo diferencial (entre 30 a 150 trampas-noche), el ambiente de quebrada con vegetación presenta los mayores valores, con un rango de IDR entre 0,0% hasta 11,2%, seguido por un valor puntual de 6,7% (primavera 2014) en área desprovista de vegetación. Los ambientes de herbazal y quebrada desprovista de vegetación no registran capturas, con un IDR de 0,0% (Tabla 3.3.3-40).²²

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente bajas), es *Phyllotis xanthopygus* (lauchón orejado amarillo), con un máximo de 10 ejemplares en primavera

²² Las especies sensibles de micromamíferos que son registrados en muestreos distintos a los considerados en los análisis de abundancia y frecuencia son: a) *Ctenomys fulvus* (en primavera 2014, en herbazal, por registro único); b) *Abrocoma cinerea* (en verano 2015, en matorral, en registro único, y en verano 2016, en matorral, en uno de 48 transectos). Además, otras cinco especies no sensibles, están fuera del análisis por ambiente debido a que no están detectadas por trampeo, para detalle ver Anexo 3.3.3-7e.

2015, en las quebradas con vegetación (en 90 trampas, con un IDR de 11,2%), mientras que las otras dos especies muestran un máximo de un ejemplar capturado, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los quirópteros en Cordón Occidental, se registró una especie: *Lasiurus cinereus* (murciélago ceniciento), con tres registros acústicos (al menos un ejemplar), en quebrada con vegetación, en verano 2016 (Anexo 3.3.3-8).

Tabla 3.3.3-40. Abundancia de micromamíferos trapeados, por ambiente y por estación en el sector Cordón Occidental.

AMBIENTE MESOAMBIENTE*	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)															
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Otoño 2016	
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR
Áreas desprovistas de vegetación																
Área desprovista de vegetación			0,0	0 / 30	6,7	2 / 30					3,4	1 / 30	0,0	0 / 30		
Herbazal			0,0	0 / 30	0,0	0 / 30					0,0	0 / 30	0,0	0 / 30		
Matorral			1,7	1 / 60	0,0	0 / 60	0,0	0 / 90	0,7	1 / 150	0,0	0 / 90	3,4	2 / 60		
Quebradas																
Quebrada con vegetación	0,0	0 / 30	1,2	1 / 90	1,2	1 / 90	2,3	1 / 45	2,5	3 / 120	2,5	3 / 120	11,2	10 / 90	10,0	3 / 30
Quebrada desprovista de vegetación			0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30						

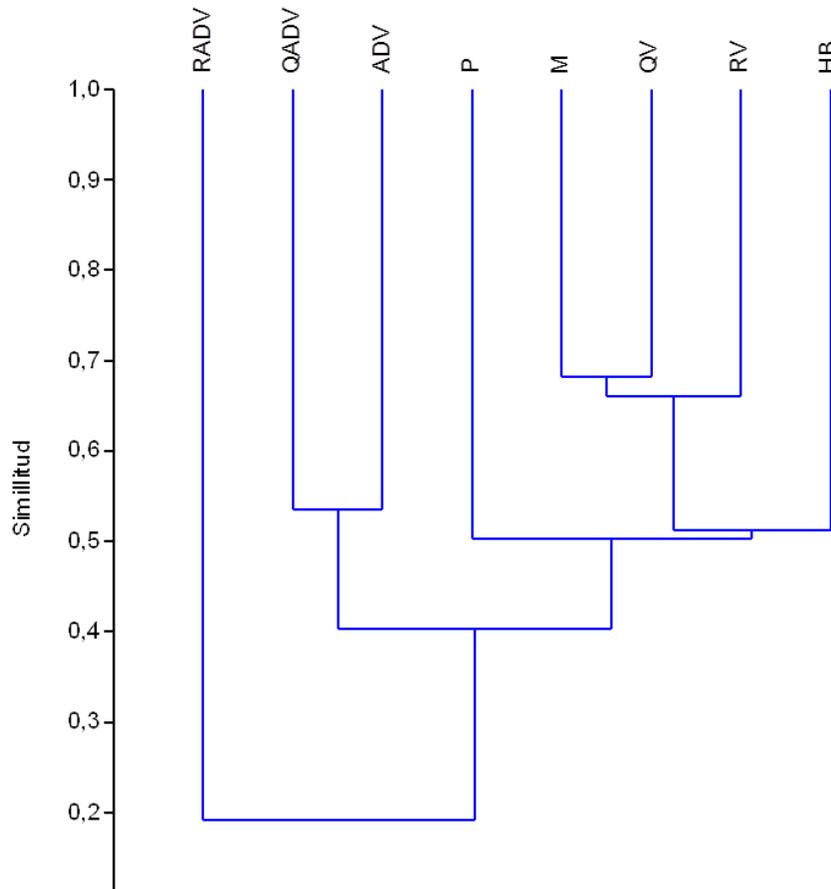
Dónde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trapeados / N° Trampas instaladas.

Fuente: Cedrem Consultores.

c.iv) *Similitud entre ambientes*

Comparando la composición de especies en cada uno de los ambientes, la mayor similitud, de un 65%, se encuentra entre los ambientes de mayor riqueza de especies del sector, correspondientes a quebrada con vegetación, matorral y roquerío con vegetación, de similitud. Le sigue el par entre quebrada desprovista de vegetación y área desprovista de vegetación, con un 53%. En el otro extremo, el ambiente de roquerío desprovisto de vegetación es el más diferente al resto en su composición faunística, uniéndose a ellos en un valor de similaridad del 20% (Figura 3.3.3-32 y Anexo 3.3.3-11).

Figura 3.3.3-32. Similitud entre ambientes para el sector Cordón Occidental.



RADV: Roquerío desprovisto de vegetación; **ADV:** área desprovista de vegetación; **HB:** herbazal; **M:** matorral; **P:** pajonal; **QV:** quebrada con vegetación; **RV:** roquerío con vegetación; **QADV:** Quebrada desprovista de vegetación.

Fuente: Cedrem Consultores.

c.v) *Origen geográfico e índice de antropización*

De las 54 especies detectadas en el sector Cordón Occidental, dos son endémicas de Chile, 50 corresponden a especies nativas y dos son introducidas, por lo que el índice de antropización de fauna es 12,9% (Tabla 3.3.3-41).

Las especies endémicas detectadas en el sector son únicamente reptiles: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James; Fotografía 3.3.3-23 a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa; Fotografía 3.3.3-23 b). Alguna de estas dos especies, se encuentra en los ambientes del sector, a excepción del roquerío desprovisto de vegetación, sin presencia de éstas.

En cuanto a las especies introducidas, en todos los ambientes se presenta entre ninguna a dos especies introducidas. El ambiente de roquerío con vegetación es el con mayor índice de antropización de fauna (13,0%), seguido por pajonal y herbazal (12%), el área desprovista de vegetación (11,7%), quebrada desprovista de vegetación y quebrada con vegetación (11,6%), mientras que el roquerío desprovisto de vegetación posee un índice de antropización nulo (Tabla 3.3.3-41).

Tabla 3.3.3-41. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Cordón Occidental.

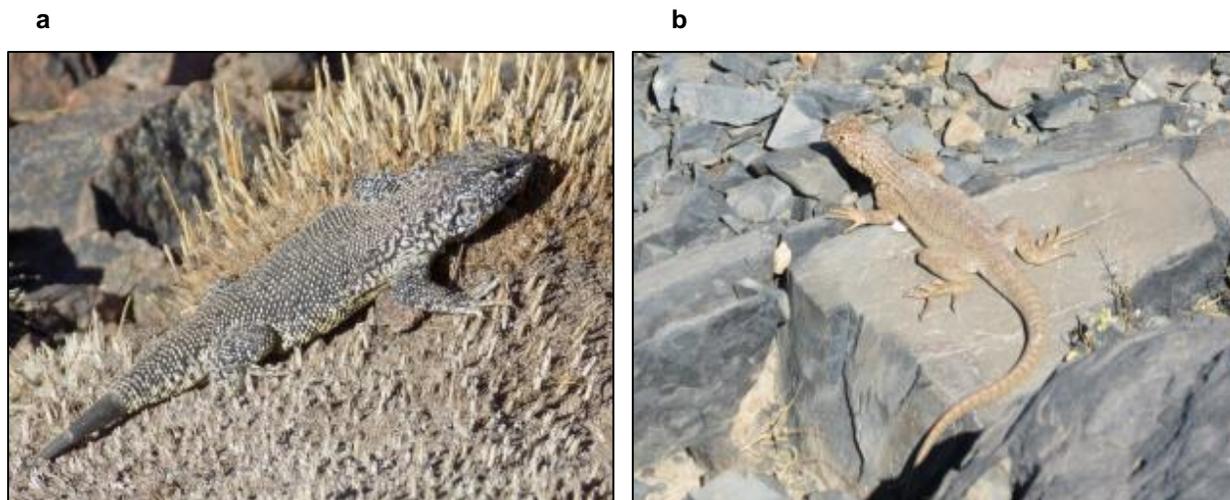
AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				
	E	N	I	ND	ANTROP.
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	1	6	1	0	11,7
Herbazal	2	10	1	0	12,0
Matorral	1	38	1	0	11,0
Pajonal	1	4	1	1	12,0
Quebradas					
Quebrada con vegetación	2	24	1	0	11,6
Quebrada desprovista de vegetación	1	4	1	1	11,6
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	2	16	2	2	13,0
Roquerío desprovisto de vegetación	0	4	0	2	0,0
TOTAL	2	50	2	0	12,9

Origen geográfico: **E**: endémica; **N**: nativa; **I**: introducida; **ND**: no determinado; **ANTROP.**: índice de antropización.

* Las especies ND en los mesoambientes corresponden a registros de CRICETIDAE, FELIDAE y *Phyllotis sp.* Todos estos, fueron determinados en otros ambientes y por lo mismo no aportan a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-23. Especies endémicas detectadas en sector Cordón occidental: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b).



Fuente: Cedrem Consultores

c.vi) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-42 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Cordón Occidental. De las 54 especies observadas en el sector, 21 (38,9%) se encuentran en alguna categoría de conservación (cuatro reptiles, cuatro aves y 13 mamíferos).

Diez de las especies detectadas están clasificadas en categoría evaluada como bajo amenaza: En Peligro las especies *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana; Fotografía 3.3.3-24 a) y *Vicugna vicugna* (vicuña; Fotografía 3.3.3-24 f); y Vulnerables las especies *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte grande; Fotografía 3.3.3-24 c), *Rhea pennata* (Suri; Fotografía 3.3.3-24 d), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna; Fotografía 3.3.3-24 e), *Vultur gryphus* (cóndor), *Lama guanicoe* (guanaco; Fotografía 3.3.3-24 b), *Galictis cuja* (quiique) y *Ctenomys fulvus* (tuco tuco de Atacama; Fotografía 3.3.3-24 g). En este grupo de especies amenazadas se agrega el *Puma concolor* (puma), considerado como Casi amenazado (Tabla 3.3.3-42).

Por otra parte, en categorías de conservación evaluadas como sin amenaza, se registraron 11 especies: Preocupación menor a *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla cenicienta) y *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna); Frágil a *Calomys lepidus* (lauchita peruana); Sin prioridad inmediata las especies *Abrothrix andinus* (ratón andino) y *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento); Amenaza indeterminada la especie *Conepatus rex* (chingue real); Inadecuadamente conocido la especie *Falco femoralis* (halcón perdiguero) y finalmente, en categoría Rara las especies *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus puna* (lagartija) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa; Tabla 3.3.3-42).

Tabla 3.3.3-42. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Cordón Occidental.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación			Quebradas		Roqueríos	
			Área desprovista de vegetación	Herbazal	Matorral	Pajonal	Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación
REPTILIA									
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Salamanqueja del Norte Grande	V	1				X		
<i>Liolaemus puna</i>	Lagartija	R	1				X		
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Teresa	R	1	X	X		X	X	
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R	1		X	X	X	X	
AVES									
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	V	1				X		
<i>Falco femoralis**</i>	Halcón perdiguero	I	13						
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V	8				X	X	
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V	1				X	X	
MAMMALIA									
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V	6	X	X	X	X	X	
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN	1	X	X	X	X	X	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	5		X	X	X	X	
<i>Lycalopex sp.</i>	Zorro	LC*	5	X				X	
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT	7				X		
<i>Conepatus rex</i>	Chingue real	A	14				X		
<i>Galictis cuja</i>	Quique	V	1				X		
<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla cenicienta	LC	8				X		
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN	12				X		X

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación			Quebradas		Roqueríos		
			Área desprovista de vegetación	Herbazal	Matorral	Pajonal	Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP ¹²		X	X					
<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón de la puna	LC ⁸		X	X					
<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita peruana	FR ¹²			X					
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP ¹²	X	X	X		X			
<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo, Tuco-tuco de Atacama	V ¹		X						
TOTAL AMBIENTE			5	9	18	4	9	3	8	1

*Todas las especies potenciales de este género se encuentran en esta categoría.

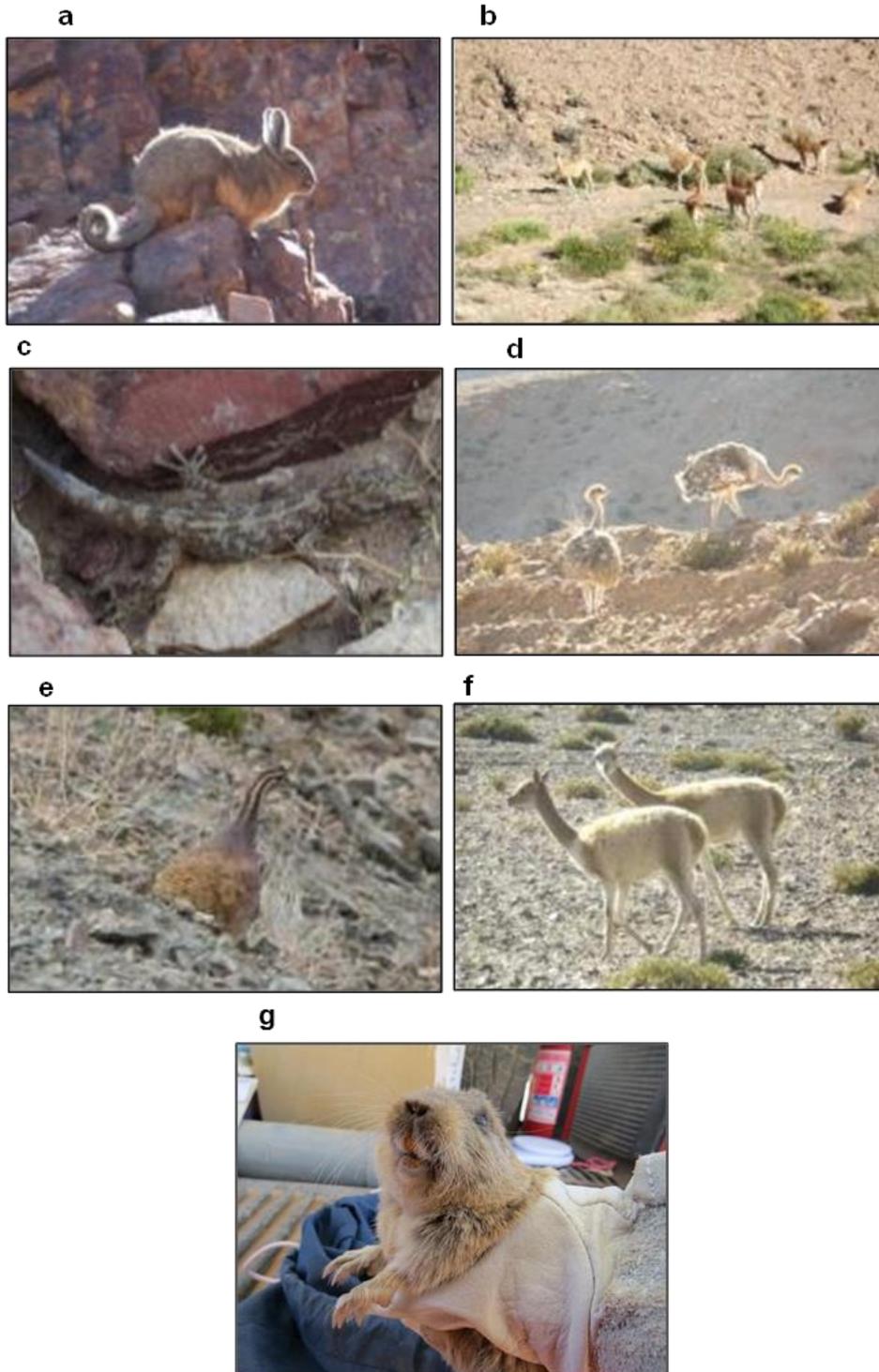
** Especie no asociada a ambiente por ser registrada mediante evidencia indirecta por pluma y/o sobrevolando.

EC (estado de conservación): **I:** escasamente o inadecuadamente conocida; **A:** amenazada indeterminada; **EN:** en peligro; **V:** vulnerable; **NT:** casi amenazada; **R:** rara; **FR:** Frágil; **NP:** sin prioridad inmediata; **LC:** preocupación menor.

Dónde: **(1)** D.S. N°5/1998 MINAGRI; **(5)** D.S.N°33/2011 MMA; **(6)** D.S.N°41/2011 MMA; **(7)** D.S.N°42/2011 MMA; **(8)** D.S.N°19/2012 MMA; **(12)** Cofré & Marquet (1999); **(13)** Rottmann & López-Callejas (1993); **(14)** Glade (1993).

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-24. Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Cordón Occidental: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande, c), *Rhea pennata* (suri, d), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, e), *Vicugna vicugna* (vicuña, f), *Ctenomys fulvus* (Tuco tuco de Atacama, g).



Fuente: Cedrem Consultores.

Cabe destacar que en el sector es detectada una especie catalogada como Monumento Natural: *Vultur gryphus* (cóndor), especie que por lo general se detectó sobrevolando el sector, pero también se avistó perchada en el ambiente matorral.

El ambiente con mayor número de especies en categoría de conservación es el matorral, con 18 especies. Por el contrario, los ambientes con menor número de especies sensibles son el roquerío desprovisto de vegetación y quebrada desprovista de vegetación, con una y tres especies en categoría, respectivamente. Asimismo, el matorral es el ambiente con presencia de mayor cantidad de especies amenazadas (nueve especies; Tabla 3.3.3-42).

c.vii) *Especialistas de hábitat y movilidad*

Cinco de las 54 especies registradas en el sector (9,3%), son catalogadas como especialistas de hábitat. Estas especies corresponden a: *Akodon berlepschii* (ratón de Berlepschi), *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna), *Calomys lepidus* (lauchita peruana), *Conepatus rex* (chingue real) y *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana). Cuatro de estas especies, se encuentran en el ambiente matorral, conllevando a la mayor concentración dentro del sector (Anexo 3.3.3-12).

En cuanto a la movilidad, se detectan cinco especies de baja movilidad, correspondientes a cuatro reptiles: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus puna* (lagartija), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa) y *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande), además de *Ctenomys fulvus* (tuco de Atacama). El matorral, herbazal y la quebrada con vegetación concentraron mayor número de ellos (tres, en todos los casos). Además, se detectaron nueve especies de movilidad media, las que se concentraron principalmente en el matorral (con siete de estas especies). Respecto a las especies de alta movilidad en el sector se detectan 40, las que se concentraron principalmente en los ambientes de matorral (30 especies) y quebradas con vegetación (21 especies; Anexo 3.3.3-12).

c.viii) *Singularidad ambiental*

En el sector de Cordón Occidental, la superficie de singularidad ambiental son 423,3 hectáreas (17,3% del total del sector, 5,8% del total singular del área de influencia). El principal aporte proviene de quebradas con vegetación, con 264,3 hectáreas (62,4% de la singularidad del sector, Tabla 3.3.3-43).

En el sector se caracterizaron dos mesoambientes singulares, debido a que cumplen con los niveles I, II y III. Estos corresponden a quebrada con vegetación y roquerío con vegetación. En ambos, hay siete especies catalogadas *bajo riesgo* (nivel I) y cinco especies de nivel II que otorgan sensibilidad al ambiente (Anexo 3.3.3-10).

En el mesoambiente quebrada con vegetación se destaca la presencia de tres especies que cumplen con el nivel I y II simultáneamente: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, especie rara, endémica regional y una de baja movilidad), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, especie rara, endémica nacional y de baja movilidad) y *Phyllodactylus gerrhopygus*

(salamanqueja del norte grande, especie vulnerable y de baja movilidad); y otras que cumplen con nivel I o II entre las que destacan: *Rhea pennata* (suri, especie vulnerable), *Tinamotis pentlandii* (kiula, especie Vulnerable) y *Vicugna vicugna* (vicuña, especie en peligro).

Tabla 3.3.3-43. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Cordón Occidental.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación		
Área desprovista de vegetación		
Área industrial		
Herbazal	86,4	20,4
Matorral	0,6	0,1
Pajonal		
Quebradas	264,3	62,4
Quebrada con vegetación	(264,3)	
Quebrada desprovista de vegetación		
Roqueríos	72,0	17,0
Roquerío con vegetación	(72)	
Roquerío desprovisto de vegetación		
Total singular del sector (ha)	423,3	100,0
Proporción respecto al total del sector		17,3
Proporción respecto al total singular en área de influencia		5,8

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

Por parte del mesoambiente roquerío con vegetación, destaca la presencia de tres especies que cumplen con el nivel I y II simultáneamente: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, especie en peligro y especialista en hábitat), *Liolaemus jamesi* y *Microlophus theresioides*; y otras que cumplen sólo con el Nivel I o II entre las que destacan: *Tyto alba* (lechuza, especie de distribución restringida dentro del área de influencia), *Lama guanicoe* (guanaco, especie vulnerable), *Rhea pennata* y *Tinamotis pentlandii*.

El resto de los ambientes y mesoambientes del sector con superficie singular fueron catalogados por criterio experto. Específicamente el matorral tiene una unidad cartográfica singular debido a la presencia de sitios de nidificación de *Phalacrocorax megalopterus* (carancho cordillerano), mientras que el herbazal también tiene una unidad cartográfica singular debido a la presencia de la especie *Ctenomys fulvus* (chululo).

En particular sobre el ambiente matorral, este tiene la mayor concentración de especies sensibles que cumplen con los niveles I (con 13 especies) y/o II (con 9 especies) de singularidad. En este aspecto, destaca la presencia de tres especies evaluadas con ambos niveles de singularidad y dentro de estos factores, son de presencia restringida dentro del sector (sólo están en este

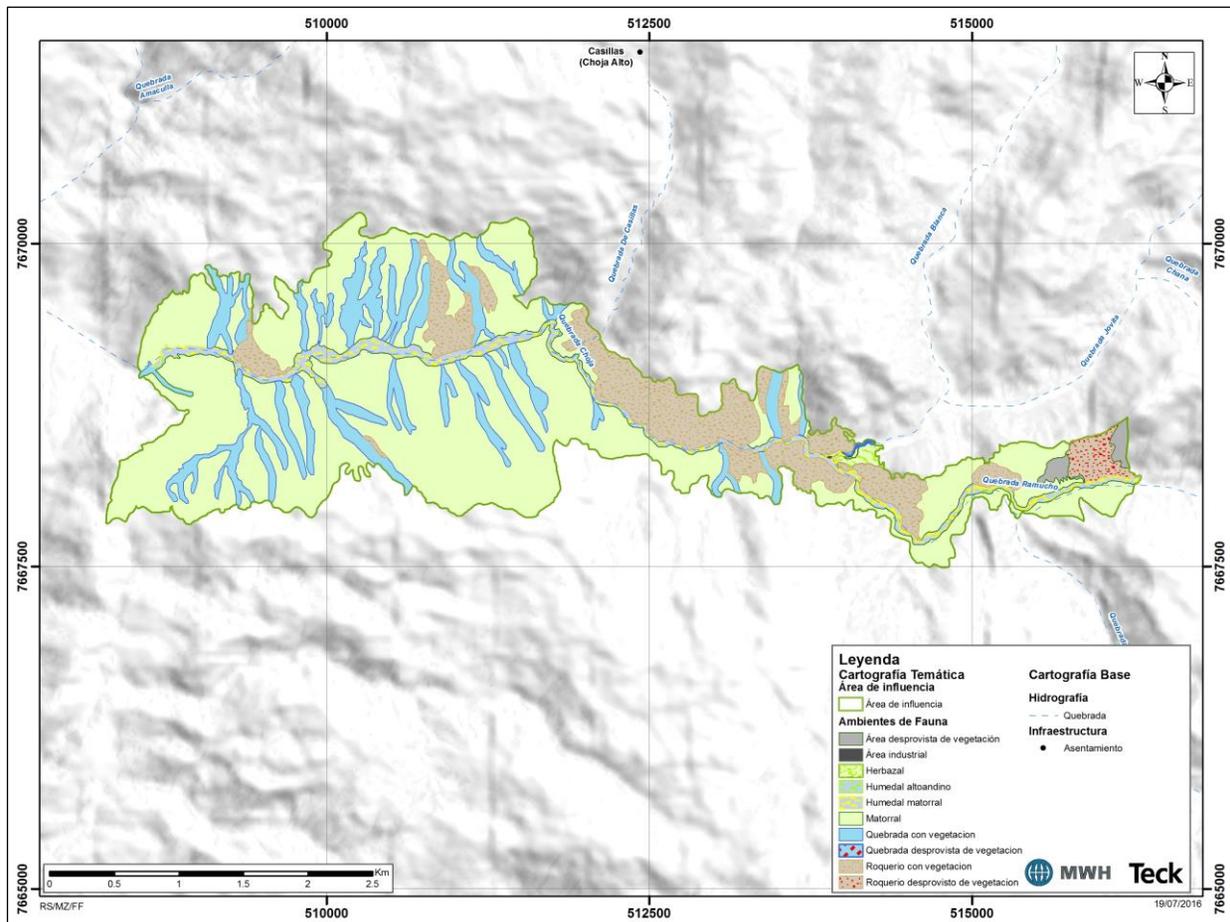
ambiente) y en el área de influencia (con un máximo de dos registros); las especies señaladas son: *Conepatus rex* (Chingue real, en categoría de amenaza indeterminada, especialista de hábitat y con único registro en este ambiente), *Calomys lepidus* (Lauchita peruana, en categoría frágil, especialista de hábitat y con único registro en este ambiente) y *Galictis cuja* (Quique, en categoría vulnerable y con dos registros en toda el área de influencia).

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se muestran en el Anexo 3.3.3-10.

d) **Sector Quebrada Choja - Ramucho**

El sector Quebrada Choja - Ramucho representa un 1,8% del área de influencia total del proyecto, lo cual corresponde a una superficie de 894,3 hectáreas (Figura 3.3.3-33 y Planos 3.3.3-02 y -03).

Figura 3.3.3-33. Ambientes de fauna del sector Quebrada Choja - Ramucho.



Fuente: Cedrem Consultores.

d.i) *Ambientes de fauna*

En la Figura 3.3.3-33 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Quebrada Choja - Ramucho, y el detalle de la superficie y porcentaje representado por cada ambiente se detalla en la Tabla 3.3.3-44. El ambiente más representado en este sector es matorral (Fotografía 3.3.3-25 a), el cual abarca el 61,3% de la superficie total del sector (con 548,0 hectáreas); seguido por el ambiente de roqueríos, con 16,8% (dentro del cual destaca el mesoambiente de roquerío con vegetación de 137,8 hectáreas; Fotografía 3.3.3-25 b) y quebradas con 15,0% (dentro del cual domina el mesoambiente quebrada con vegetación de 133,3 hectáreas, Fotografía 3.3.3-25 d). Dentro del ambiente de humedales (5,5% del sector), el mesoambiente menos representado es humedal altoandino, con 0,3 hectáreas (Fotografía 3.3.3-25 f). El ambiente herbazal también tiene baja representación, con 0,4% (3,6 hectáreas, Fotografía 3.3.3-25 c).

Tabla 3.3.3-44. Ambientes de fauna del sector Quebrada Choja - Ramucho, con sus superficies y porcentajes.

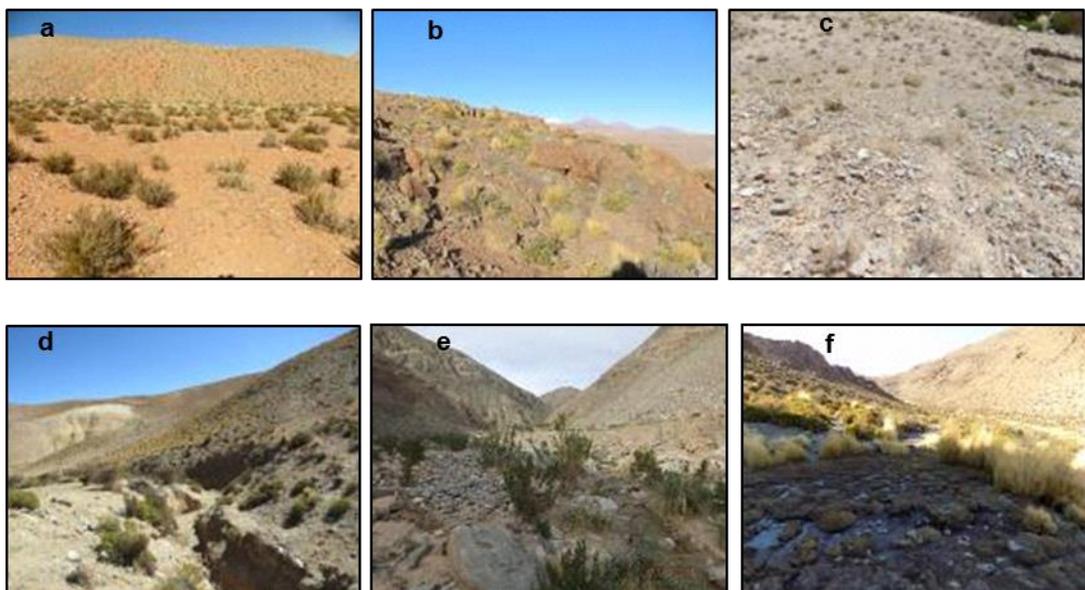
AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	7,3	0,8
Área desprovista de vegetación	(7,3)	
Área industrial*	1,8	0,2
Herbazal	3,6	0,4
Humedales	49,2	5,5
Humedal altoandino	(0,3)	
Humedal matorral	(48,9)	
Matorral	548,0	61,3
Quebradas	133,9	15,0
Quebrada con vegetación	(133,3)	
Quebrada desprovista de vegetación	(0,5)	
Roqueríos	150,6	16,8
Roquerío con vegetación	(137,8)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(12,7)	
Total superficie por sector (ha)	894,3	100,0

* El ambiente área industrial no fue muestreado ya que sólo corresponde a caminos existentes.

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-25. Ambientes de fauna en sector Quebrada Choja - Ramucho: matorral (a), roquerío con vegetación (b), herbazal (c), quebrada con vegetación (d), humedal matorral (e), humedal altoandino (f).



Fuente: Cedrem Consultores.

d.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza de especies en el sector Quebrada Choja - Ramucho, considerando las nueve campañas realizadas a la fecha (hasta otoño 2016), es de 53 especies, lo cual corresponde al 42,4% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza total de especies se distribuye en dos especies de anfibios, tres especies de reptiles, 34 especies de aves y 14 especies de mamíferos (Tabla 3.3.3-12, Tabla 3.3.3-45).

La mayor riqueza por ambiente se observa en el mesoambiente de humedal matorral, con 52 especies (con rango entre nueve a 38 especies por campaña), significativamente mayor que el siguiente ambiente, el herbazal con 18 especies (rango entre cuatro a 12 especies), y humedal altoandino con 14 especies (con rango entre cuatro y seis especies). En contraparte, los mesoambientes de roquerío desprovisto de vegetación y área desprovista de vegetación registran las menores riquezas, con cuatro y ninguna especie, respectivamente (Tabla 3.3.3-45).

La comparación estacional muestra que para el humedal matorral, las campañas de otoño e invierno poseen mayor variación de riqueza, oscilando entre nueve a 38 a nueve especies, en relación al período primavera y verano, con 16 a 31 especies. En el ambiente de herbazal, la variación otoño e invierno también es mayor (cuatro a 12 especies), en relación a primavera y verano, con cuatro a seis especies (Tabla 3.3.3-45).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, la mayor riqueza por clase se registra en el humedal matorral con dos especies de anfibios (además de una especie en humedal

altoandino), de reptiles se registran entre una a tres especies, en mamíferos entre dos a 11 especies y en aves, varían entre tres a 22 especies por campaña. En este última clase, en le sigue el herbazal con hasta 10 especies (Otoño 2015). Posiblemente asociado a su baja representatividad en superficie de 0,3 hectáreas, sólo se observan entre uno a cuatro especies en el humedal altoandino (Tabla 3.3.3-45).

Tabla 3.3.3-45. Riqueza de especies de fauna en el sector Quebrada Choja - Ramucho por ambiente y por estación (campaña).

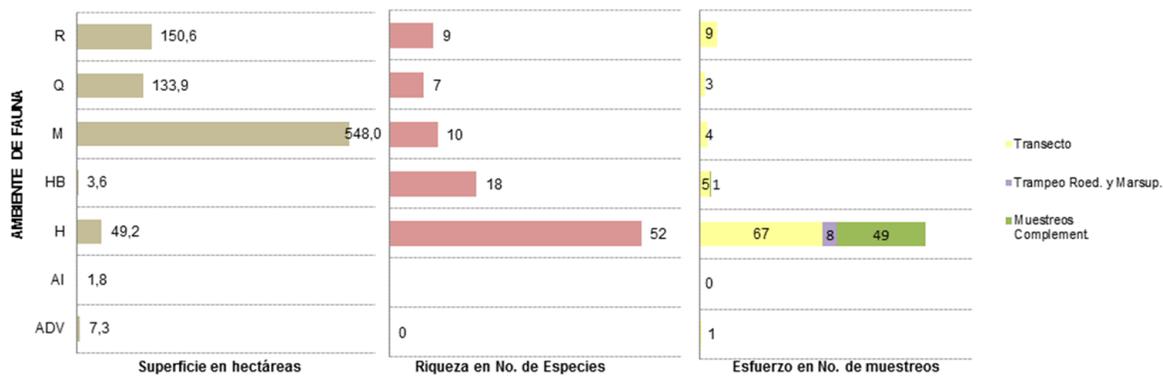
AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	AMPHIBIA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE	
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Otoño 2016	-	-	-	-	-	0	
Herbazal	-	Verano 2015	-	1	1	4	6	18	
		Otoño 2015	-	1	10	1	12		
		Invierno 2015	-	1	1	2	4		
		Primavera 2015	-	-	1	3	4		
		Otoño 2016	-	1	3	3	7		
Humedales	Humedal altoandino	Verano 2015	1	1	3	1	6	14	
		Otoño 2015	-	-	4	2	6		
		Invierno 2015	-	-	4	-	4		
		Primavera 2015	1	-	1	1	3		
	Humedal matorral	-	Otoño 2014	-	-	9	2	11	52
			Invierno 2014	2	2	13	6	23	
			Primavera 2014	2	2	16	6	26	
			Verano 2015	2	2	18	9	31	
			Otoño 2015	2	3	22	11	38	
			Invierno 2015	2	1	17	8	28	
			Primavera 2015	2	3	18	6	29	
			Verano 2016	2	2	5	7	16	
			Otoño 2016	1	-	3	5	9	
Matorral	-	Otoño 2015	-	1	-	-	1	10	
		Invierno 2015	-	-	1	3	4		
		Otoño 2016	-	1	2	5	8		

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	AMPHIBIA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Quebradas	Quebrada con vegetación	Otoño 2015	-	1	-	-	1	7
		Invierno 2015	-	1	-	2	3	
		Otoño 2016	-	-	1	3	4	
	Quebrada desprovista de vegetación	Otoño 2016	-	-	-	1	1	1
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Otoño 2015	-	-	-	-	-	7
		Invierno 2015	-	-	2	1	3	
		Primavera 2015	-	-	2	1	3	
		Verano 2016	-	-	-	1	1	
		Otoño 2016	-	-	1	3	4	
	Roquerío desprovisto de vegetación	Verano 2016	-	-	1	1	2	4
Otoño 2016	-	1	1	-	2			

Nota: Se excluye de este análisis la especie *Phalcooboenus megalopterus* (sobrevolando), con registro no asociado a ambiente.
 Fuente: Cedrem Consultores.

Si bien en términos de superficie, el ambiente humedal se encuentra menos representado en el sector (49,2 hectáreas), en él se registró la mayor riqueza de fauna, con 52 especies (98,1% del total del sector) y con el mayor esfuerzo de muestreo (67 transectos, ocho trampeos y 49 muestreos complementarios). La segunda mayor riqueza, con 18 especies, se encuentra en el herbazal (3,6 hectáreas) con un esfuerzo de muestreo bastante menor a los humedales, con cinco transectos y un muestreo complementario. La mayor superficie es la del matorral (548,0 hectáreas, un 61,0% del total del sector), sin embargo, su riqueza es de 10 especies, con un esfuerzo de muestreo de cuatro transectos, debido a la dificultad de acceder a las laderas abruptas para lograr acceder a este ambiente (Figura 3.3.3-34).

Figura 3.3.3-34. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Quebrada Choja - Ramucho.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **H:** humedales; **HB:** herbazal; **M:** matorral; **Q:** quebradas; **R:** roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

d.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Quebrada Choja - Ramucho por taxa.

Anfibios

La mayor abundancia absoluta de anfibios se registra en el mesoambiente de humedal matorral, con un mínimo de ningún individuo (en otoño 2014) y un máximo de 103 ejemplares (la mayoría larvas o juveniles, en invierno 2015), mientras que el humedal altoandino registra entre ninguno a tres ejemplares (el máximo en verano 2015). Cabe destacar que el humedal matorral tiene una mayor representación en superficie (con 49,1 hectáreas frente a 0,3 hectáreas del humedal altoandino) y presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre uno a 11 transectos (Tabla 3.3.3-46).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el humedal matorral, con un máximo puntual de 9,4 individuos/transecto (en invierno de 2015), mientras que en el humedal altoandino varía entre 0,0 a 3,0 ind/transecto (Tabla 3.3.3-46).

Tabla 3.3.3-46. Abundancia de anfibios avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE ANFIBIOS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Humedales																		
Humedal altoandino							3,0	3 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1				
Humedal matorral	0,0	0 / 1	4,8	24 / 5	5,4	59 / 11	2,2	24 / 11	1,5	17 / 11	9,4	103 / 11	1,7	15 / 9	2,0	4 / 2	0,5	1 / 2

Dónde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N/T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

El mayor número de individuos avistados por ambiente corresponde a la especie *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso), variando entre un ejemplar a 102 individuos (considerando adultos y juveniles) en 11 transectos en humedal matorral (equivalente a un máximo de 9,3 individuos/transecto, durante la estación de invierno 2015; Anexo 3.3.3-8).

Por su parte, la especie *Telmatobius chusmisensis* (Sapo de Chusmiza) presenta entre uno a seis ejemplares en el humedal matorral (este último, en 11 transectos, con una media de 0,5 ind/transecto, en otoño 2015). El esfuerzo de muestreo varía entre uno a 11 transectos en este mesoambiente. Esta especie es el anfibio más abundante en el humedal altoandino, con un transecto de muestreo, se registra un máximo de tres ejemplares, por lo tanto con una abundancia relativa de 3,0 ind/transecto, en verano 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de anfibios en el sector, la mayor corresponde a *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) en el mesoambiente humedal matorral variando entre 0,013 ind/100 m² (verano 2016) a 0,319 ind/100 m² durante invierno 2015; mientras que la menor densidad de anfibios la registra *Telmatobius chusmisensis* con hasta 0,045 ind/100 m² (invierno 2014) en el mismo mesoambiente (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la especie de anfibio que presenta la mayor frecuencia es *Rhinella spinulosa* con un rango entre 30,3% en invierno 2015 y 100% en otoño 2016, mientras que *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza) varía entre 8,3% en invierno 2015 a 27,3% en primavera 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el mesoambiente de humedal matorral, con un mínimo de ningún individuo (en otoño 2014) y un máximo de 11 ejemplares (en invierno 2014), mientras que los otros ambientes presentan una baja abundancia, variando entre ninguno a dos ejemplares. Cabe destacar que justamente el humedal matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre uno a 11 transectos frente a los demás ambientes que presentan entre uno y tres transectos (Tabla 3.3.3-47).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), es relativamente similar entre ambientes, variando entre 0,0 a 2,2 individuos/transecto, éste último en el humedal matorral durante invierno 2014 (Tabla 3.3.3-47).

Tabla 3.3.3-47. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación																			0,0 0/1
Herbazal							1,0 1/1	1,0 1/1	1,0 1/1	0,0 0/1									1,0 1/1
Humedales																			
Humedal altoandino							2,0 2/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1								
Humedal matorral	0,0 0/1		2,2 11/5		0,5 5/11		0,5 5/11	0,6 7/11	0,1 1/11	0,4 4/9	1,5 3/2								0,0 0/2
Matorral*									0,0 0/1										0,7 2/3
Quebradas																			
Quebrada con vegetación*									1,0 1/1										0,0 0/1
Quebrada desprovista de vegetación																			0,0 0/1
Roqueríos																			
Roquerío con vegetación									0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/1	0,0 0/2	
Roquerío desprovisto de vegetación														0,0 0/1	0,5 1/2				

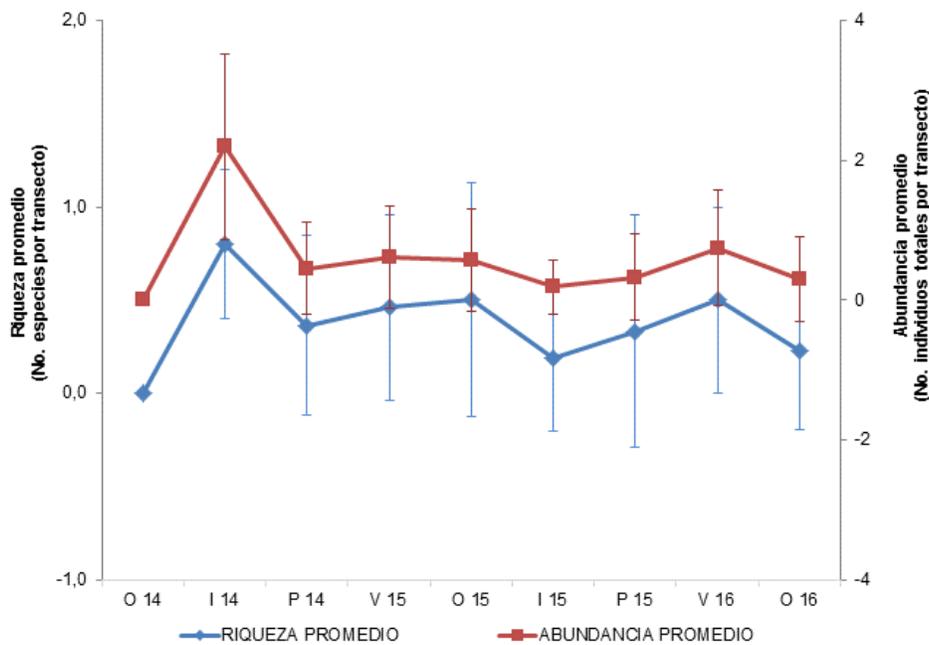
Dónde: **N1** = Nº Individuos promedio por transecto; **N/T** = Nº Individuos totales / Nº Transectos realizados.

* Se excluye de este análisis la especie *Microlophus theresioides* detectado mediante un registro único durante otoño 2015 en estos ambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-35. La riqueza promedio (variando entre 0,0 y menos de 1,0 especie/transecto), es menor en la campaña de otoño 2014 (sin variación) y mayor en invierno 2014. Por parte de la abundancia media, presenta una tendencia estacional similar a la riqueza (con valores bajos, entre 0,0 y menos de 2,0 individuos/transecto) es mínima en otoño 2014 (sin variación) y máxima en invierno 2014 (con mayor variación).

Figura 3.3.3-35. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Quebrada Choja - Ramucho. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Microlophus theresioides (corredor de Teresa) es la especie de reptil que presenta el mayor número de individuos avistados, con siete individuos en humedal matorral, durante la estación de invierno 2014 (en cinco transectos, con una media de 1,4 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

La especie de reptil con el menor número de individuos avistados es *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) en humedal matorral con hasta dos individuos, durante la estación de otoño 2015 (en 11 transectos), con una media de 0,2 ind/transecto (Anexo 3.3.3-8).

El reptil con la mayor abundancia relativa es *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), en humedal matorral, variando entre 28,6% (otoño 2015, en humedal matorral) hasta 100% (invierno 2015; Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad de reptiles en el sector, la mayor corresponde a *Liolaemus jamesi* con 0,100 ind/100 m² en el ambiente herbazal, en otoño 2016. La menor densidad de reptiles la registra *Tachymenis peruviana*, en el ambiente humedal matorral con hasta 0,005 ind/100 m² (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, las especies de reptiles que presentan la mayor frecuencia son *Liolaemus jamesi* y *Microlophus theresioides*, con máximos puntuales de 40,0% en invierno 2014, mientras que la especie que presenta la menor frecuencia es *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) con un máximo puntual de 14,3% en otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registró notoriamente en el mesoambiente de humedal matorral, con un mínimo de 3 individuos (en otoño 2016) y un máximo de 176 ejemplares (en otoño 2015), seguida por el ambiente de herbazal (uno a 30). En contraparte, área desprovista de vegetación y quebrada desprovista de vegetación presentan el valor mínimo, sin ejemplares (otoño 2016). Cabe destacar que el humedal matorral, es el que tiene el mayor esfuerzo de muestreo (entre uno a 11 transectos; Tabla 3.3.3-48).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en herbazal (entre 1,0 a 30,0 ind/transecto), seguido por el humedal matorral (entre 1,5 a 16,0 ind/transecto) y el roquerío con vegetación (entre 0 a 13,0 ind/transecto, Tabla 3.3.3-48).

Tabla 3.3.3-48. Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación																		0,0	0 / 1
Herbazal							1,0	1 / 1	30,0	30 / 1	3,0	3 / 1	1,0	1 / 1				27,0	27 / 1
Humedales																			
Humedal altoandino							6,0	6 / 1	6,0	6 / 1	7,0	7 / 1	1,0	1 / 1					
Humedal matorral*	13,0	13 / 1	8,6	43 / 5	5,7	63 / 11	8,8	97 / 11	16,0	176 / 11	7,1	78 / 11	6,2	56 / 9	14,0	28 / 2	1,5	3 / 2	
Matorral											1,0	1 / 1						5,3	16 / 3
Quebradas																			
Quebrada con vegetación											0,0	0 / 1						3,0	3 / 1
Quebrada desprovista de vegetación																		0,0	0 / 1
Roqueríos																			
Roquerío con vegetación									0,0	0 / 1	13,0	13 / 1	2,0	2 / 1	0,0	0 / 1	2,0	4 / 2	
Roquerío desprovisto de vegetación															1,0	1 / 1	3,5	7 / 2	

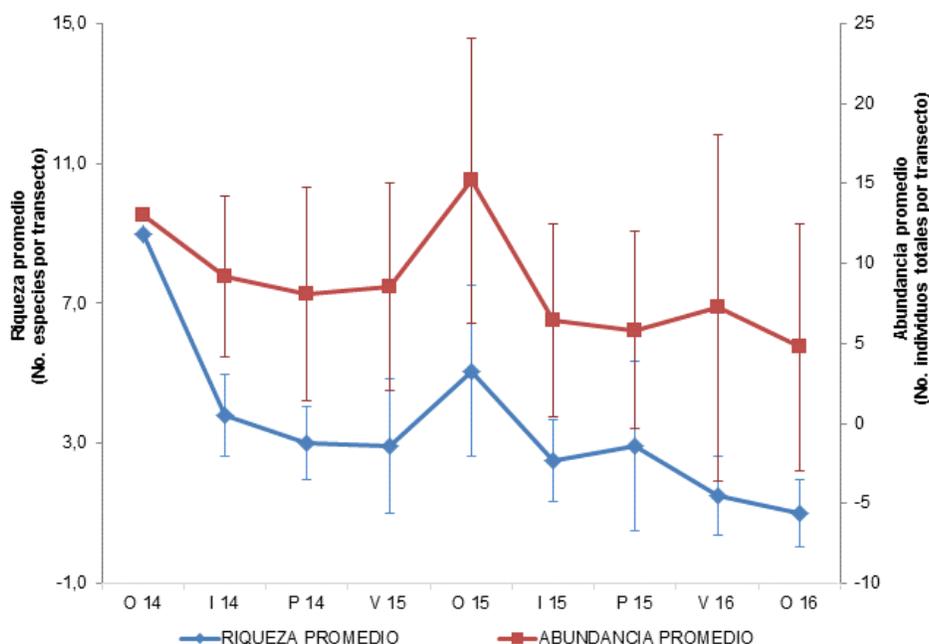
Dónde: **N1** = Nº Individuos promedio por transecto; **N / T** = Nº Individuos totales / Nº Transectos realizados.

* *Caprimulgus longirostris* se excluye de este análisis por ser detectada en un muestreo complementario (verano 2015).

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-36. La riqueza promedio (alta, con valores entre 1,5 a 9,0 especies/transecto), es menor en verano y otoño 2016, y mayor en otoño 2014 (sin variación; Figura 3.3.3-36). Por otra parte, la abundancia media (con valores altos, entre 4,8 a 15,2 individuos/transecto) es mayor en la campaña de otoño 2015 (con la segunda mayor variación) y menor en otoño 2016 (con alta variación, Figura 3.3.3-36).

Figura 3.3.3-36. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Quebrada Choja - Ramucho. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Sicalis uropygialis (chirihue cordillerano) es la especie de ave que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, con 63 individuos en humedal matorral, durante la estación de otoño 2015 (en 11 transectos, con una media de 5,7 ind/transecto). A esta especie le sigue un máximo puntual de *Phrygilus atriceps* (cometocino del norte), con 24 individuos en el mismo ambiente, durante verano 2016 (en dos transectos, con una media de 12,0 ind/transecto). Por otra parte, en relación a las menores abundancias, varias especies de aves se registran con un ejemplar en varias campañas (Anexo 3.3.3-8).²³

La especie de ave con rango más alto de abundancia relativa es *Sicalis uropygialis* en humedal matorral, con valores entre 9,0% (en invierno 2015) hasta 35,8% (en otoño 2015). En el mismo

²³ Se excluye del análisis de abundancia, la especie *Phalcooboenus megalopterus* (sobrevolando), detectada sólo con registro no asociado a ambiente.

ambiente le sigue *Phrygilus atriceps* con máximo puntual de 85,7% en verano 2016. Además en otros ambientes, algunas especies (para campañas puntuales) presentan valores de abundancia relativa de 100% (en la mayoría de casos corresponde a la única especie registrada en el ambiente, durante esa campaña), estas especies son *Metriopelia ceciliae* (Tortolita boliviana, en herbazal, Invierno 2015), *Muscisaxicola rufivertex* (Dormilona de nuca rojiza, en humedal altoandino, primavera 2015), *Ochetorhynchus ruficaudus* (Bandurrilla de pico recto, en matorral, invierno 2015), *Metriopelia aymara* (Tortolita de la puna, en quebrada con vegetación, otoño 2016), *Psilopsiagon aurifrons* (Perico cordillerano, en roqueríos, otoño 2016; Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de aves, la mayor corresponde a *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano) con un máximo puntual de 15,0 ind/ha en el ambiente herbazal (otoño 2016), seguido por la misma especie, con 6,0 ind/ha, en roquerío con vegetación, durante la estación de invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Las especies de aves que presentan las mayores frecuencias (excluyendo la campaña de otoño 2014, con sólo un transecto), son *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano) con un rango entre 9,1% en primavera 2014 y 57,1% en otoño 2015, y *Asthenes modesta* (canastero chico), con un mínimo de 15,4% (en verano 2015 y verano 2016) y un máximo de 40,0% (en invierno 2014). Además, la especie *Carduelis uropygialis* (jilguero cordillerano) presenta un máximo puntual de 50,0% en otoño 2015. En contraparte, varias especies presentan la menor frecuencia, con un máximo puntual de 6,3% (Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es mayor en el humedal matorral, variando entre dos individuos (otoño 2014) hasta 21 ejemplares (otoño 2015), seguida por el matorral (tres a 16 ejemplares), mientras que el resto de los ambientes presenta una baja abundancia, variando entre ninguno a seis ejemplares. Cabe destacar que el humedal matorral, presenta mayor esfuerzo de muestreo (dos a 11 puntos de muestreo; Tabla 3.3.3-49).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo; Tabla 3.3.3-49), es mayor en el humedal altoandino, variando entre 0,0 a 6,0 individuo/punto, seguido por matorral (3,0 a 5,4 ind/punto), siendo el mínimo en áreas desprovistas de vegetación (0,0 ind/punto).

Lama guanicoe (guanaco) es la especie de meso-macro mamífero que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, con 12 individuos en matorral, durante la estación de otoño 2016 (en tres puntos de muestreo, con media de 4,0 ind/punto). Las especies de mamíferos sensibles con el menor número de individuos avistados son *Leopardus colocolo* (colo-colo), con un registro en 11 transectos (media de 0,1 ind/punto, durante verano 2015 y primavera 2014) y también con la misma abundancia, *Galictis cuja* (quique, durante otoño 2015); ambas en humedal matorral (Anexo 3.3.3-8).

El meso-macro mamífero con la mayor abundancia relativa es *Lama guanicoe* (guanaco), con un rango entre 25,0% (verano 2016, en humedal matorral) hasta un 100%, en cuatro ambientes (Anexo 3.3.3-8).

Tabla 3.3.3-49. Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N/ PM	N'	N/ PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación																		0,0 0 / 1
Herbazal							3,0 3 / 1	1,0 1 / 1	2,0 2 / 1	2,0 2 / 1							2,0 2 / 1	
Humedales																		
Humedal altoandino							6,0 6 / 1	2,0 2 / 1	0,0 0 / 1	1,0 1 / 1								
Humedal matorral	1,0 2 / 2	2,5 15 / 6	1,7 18 / 11	1,1 12 / 11	2,0 21 / 11	1,8 19 / 11	1,0 10 / 10	2,0 4 / 2	2,5 5 / 2									
Matorral								3,0 3 / 1									5,4 16 / 3	
Quebradas																		
Quebrada con vegetación									2,0 2 / 1								2,0 2 / 1	
Quebrada desprovista de vegetación																	1,0 1 / 1	
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación								0,0 0 / 1	1,0 1 / 1	1,0 1 / 1	1,0 1 / 1	1,0 1 / 1	1,0 2 / 2					
Roquerío desprovisto de vegetación												1,0 1 / 1	0,0 0 / 2					

Dónde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios

Fuente: Cedrem Consultores.

Respecto a la densidad de meso y macro mamíferos, la mayor densidad de 5,0 ind/ha corresponde a *Equus asinus* (burro, en humedal altoandino, primavera 2015); a este registro le siguen *Lama guanicoe* con 1,5 ind/ha, en humedal altoandino durante la estación de verano 2015 y *Vicugna vicugna* (vicuña) con 1,0 ind/ha, en herbazal (primavera 2015). Las especies de mamíferos sensibles con menores densidades son *Leopardus colocolo*, el cual se registra sólo en el ambiente humedal matorral, con valores menores a 0,01 ind/ha durante tres campañas y *Puma concolor* (puma) con valores menores a 0,08 ind/ha, en matorral y humedal matorral (Anexo 3.3.3-8).

Por otra parte, la especie que presenta la mayor frecuencia es *Lama guanicoe* (guanaco) con un mínimo de 36,4% (en primavera 2014) y un máximo de 83,3% en invierno 2014 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trapeados, en el humedal matorral, se registran tres a nueve capturas, con un esfuerzo de muestreo entre 30 a 60 trampas-noche, por lo que el IDR varió entre 10,0% y 30,0% (el mayor valor para invierno 2015, Tabla 3.3.3-50).

Tabla 3.3.3-50. Abundancia de micromamíferos trapeados, por ambiente y por estación en el sector Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)											
	Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015	
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR
Humedales												
Humedal matorral	13,4	4 / 30	10,0	3 / 30	10,0	6 / 60	11,7	7 / 60	30,0	9 / 30	26,7	8 / 30

Dónde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trapeados / N° Trampas instaladas.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente bajas), es *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejado amarillo), con un máximo de seis ejemplares en primavera 2015, en el humedal matorral (en 30 trampas, con un IDR de 20,0%), mientras que las otras especies muestran un máximo de tres ejemplares capturados, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).²⁴

Por otro lado, con respecto a los quirópteros detectados por muestreo complementario en el ambiente de humedal matorral, se capturaron cinco ejemplares de *Histiotes montanus* (murciélago orejado menor; Fotografía 3.3.3-26), en verano 2016, además de registros acústicos de *Lasiurus cinereus* (murciélago ceniciento) y *Myotis atacamensis* (murciélago de Atacama). El esfuerzo de muestreo total es de seis campañas estacionales, todas con muestreo acústico y tres con trapeo en red (ver Anexo 3.3.3-8).

²⁴ Las especies de micromamíferos que se detectan en muestreos distintos al trapeo son: *Abrothrix andinus* con registro en humedal matorral, en uno de 12 transectos durante verano 2015 y un registro único en otoño 2015, y *Phyllotis xanthopygus* en un registro por transecto no asociado a ambiente (de un total de cinco transectos, durante invierno 2014), en uno de 16 transectos en humedal matorral (invierno 2015) y en uno de 12 transectos en herbazal (primavera 2015); ver Anexo 3.3.3-8e.

Fotografía 3.3.3-26. Ejemplar de *Histiotus montanus* (murciélago orejudo) capturado en redes de niebla.

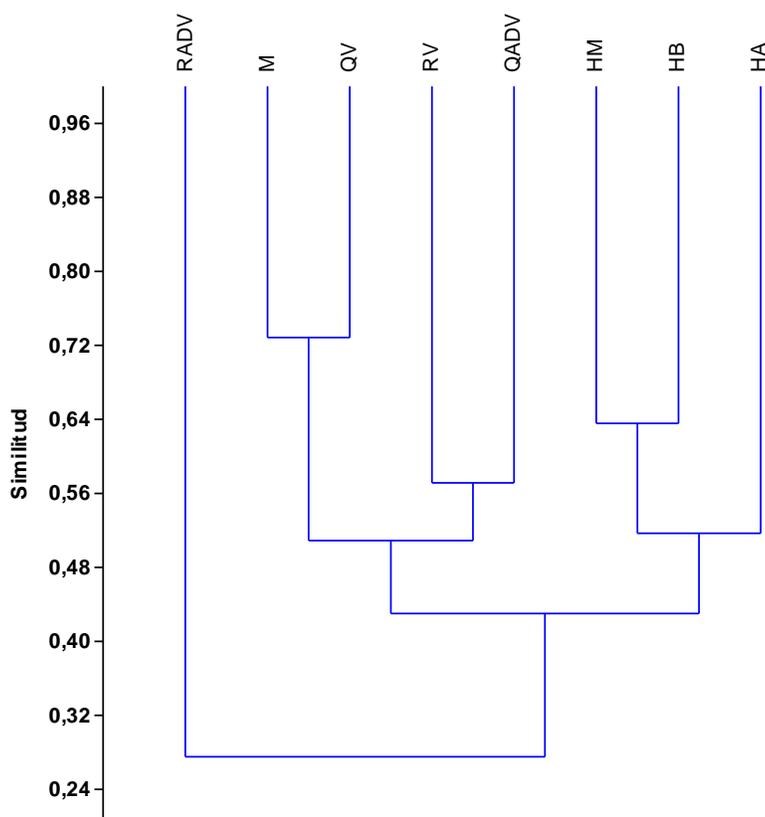


Fuente: Cedrem Consultores.

d.iv) Similitud entre ambientes

Comparando la composición de especies entre los ambientes y mesoambientes, se obtiene la mayor similitud (proporcionalmente alta) entre el matorral y la quebrada con vegetación, con cerca de un 73% de similitud, seguido del par humedal matorral y herbazal con cerca de un 64% (siendo éste el par con mayor riqueza de especies en el sector). En el otro extremo, el mesoambiente de roquerío desprovisto de vegetación es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad menor al 30% (Figura 3.3.3-37 y Anexo 3.3.3-11).

Figura 3.3.3-37. Similitud entre ambientes para el sector Quebrada Choja - Ramucho.



HA: humedal altoandino; **HB:** herbazal; **HM:** humedal matorral; **M:** matorral; **QADV:** quebrada desprovista de vegetación; **QV:** quebrada con vegetación; **RADV:** roquerío desprovisto de vegetación; **RV:** roquerío con vegetación.

Fuente: Cedrem Consultores.

d.i) Origen geográfico e índice de antropización

De las 53 especies detectadas en el sector Quebrada Choja - Ramucho, tres son especies endémicas de Chile, 49 corresponden a especies nativas, y una es introducida, por lo que el índice de antropización de fauna es de 11,4 (Tabla 3.3.3-51).

En seis de los ocho ambientes/mesoambientes muestreados se registran especies endémicas, registrándose el mayor número de éstas en el ambiente humedal matorral con tres especies correspondiente a los reptiles *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, Fotografía 3.3.3-27 a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, Fotografía 3.3.3-27 b) y el anfibio *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza; Fotografía 3.3.3-27 c). En cuanto a las especies introducidas, nuevamente en seis de los ocho ambientes/mesoambientes muestreados se registra una especie introducida. Los valores del índice de antropización resultaron ser muy similares para los cuatro ambientes con especies introducidas, todos entre 11,4 y 11,7%. El matorral presenta el mayor índice de antropización de fauna (11,7%). Los únicos mesoambientes con valor nulo fueron la quebrada desprovista de vegetación y el roquerío desprovisto de vegetación (Tabla 3.3.3-51).

Tabla 3.3.3-51. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Quebrada Choja - Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				ANTROP.
	E	N	I	ND*	
Herbazal	1	16	1	0	11,6
Humedales					
Humedal altoandino	2	10	1	1	11,6
Humedal matorral	3	48	1	0	11,4
Matorral	2	6	1	1	11,5
Quebradas					
Quebrada con vegetación	2	3	1	1	11,7
Quebrada desprovista de vegetación	0	1	0	0	0,0
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	0	5	1	1	11,6
Roquerío desprovisto de vegetación	1	3	0	0	0,0
TOTAL	3	49	1	0	11,4

Origen geográfico: **E**: endémica; **N**: nativa; **I**: introducida; **ND**: no determinado; **ANTROP.**: índice de antropización.

* Las especies ND en los mesoambientes corresponden a registros de TROCHILIDAE, CRICETIDAE y *Cinclodes sp.* Todos estos, fueron determinados en otros ambientes y por lo mismo no aportan a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-27. Especies endémicas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, a), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, b) y *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chuzmisa, c).



Fuente: Cedrem Consultores.

d.ii) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-52 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Quebrada Choja - Ramucho. De las 53 especies observadas en el sector, 16 (30,2%) se encuentran en categoría de conservación (dos anfibios, tres reptiles, un ave y 10 mamíferos).

Siete de las especies detectadas están clasificadas en categorías que se evalúan como bajo amenaza, estas son: *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chuzmiza; Fotografía 3.3.3-27 c), la

que se encuentra clasificada En Peligro crítico; *Vicugna vicugna* (vicuña; Fotografía 3.3.3-28 a), clasificada En Peligro; *Lama guanicoe* (guanaco; Fotografía 3.3.3-28 c), *Galictis cuja* (quique; Fotografía 3.3.3-28 b), *Vultur gryphus* (cóndor; Fotografía 3.3.3-28 d), clasificadas en categoría Vulnerable, y *Puma concolor* (puma) y *Leopardus colocolo* (colo-colo) consideradas Casi amenazadas (Fotografía 3.3.3-28 f y e, respectivamente).

Por otra parte, en categorías de conservación catalogadas como sin amenaza se encuentran nueve especies, correspondientes a: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo; Fotografía 3.3.3-29 a) y *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso; Fotografía 3.3.3-29 b) en Preocupación menor; *Thylamys pallidior* (Yaca del norte), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejado amarillento; Fotografía 3.3.3-29 e), *Abrothrix andinus* (ratón andino; Fotografía 3.3.3-29 c) y *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco; Fotografía 3.3.3-29 d) como Sin prioridad inmediata; clasificadas en categoría Rara se encuentran *Tachymenis peruviana* (culebra peruana; Fotografía 3.3.3-29 f), *Liolaemus jamesi* (jararanco de James; Fotografía 3.3.3-27 a) y *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa; Fotografía 3.3.3-27 b).

Cabe destacar que en el sector fue detectada una especie catalogada como Monumento Natural: *Vultur gryphus* (cóndor), especie que fue detectada en el humedal matorral de este sector.

El ambiente con número significativamente mayor de especies en categoría de conservación es el humedal, y más específicamente el mesoambiente humedal matorral, con 16 especies (100% de las especies en categoría de conservación detectadas en el sector). Por el contrario, los otros ambientes muestran menor número de especies sensibles, con rango de una a cuatro especies en categoría. Asimismo, el humedal matorral es el ambiente con mayor presencia de especies amenazadas (siete especies; Tabla 3.3.3-52).

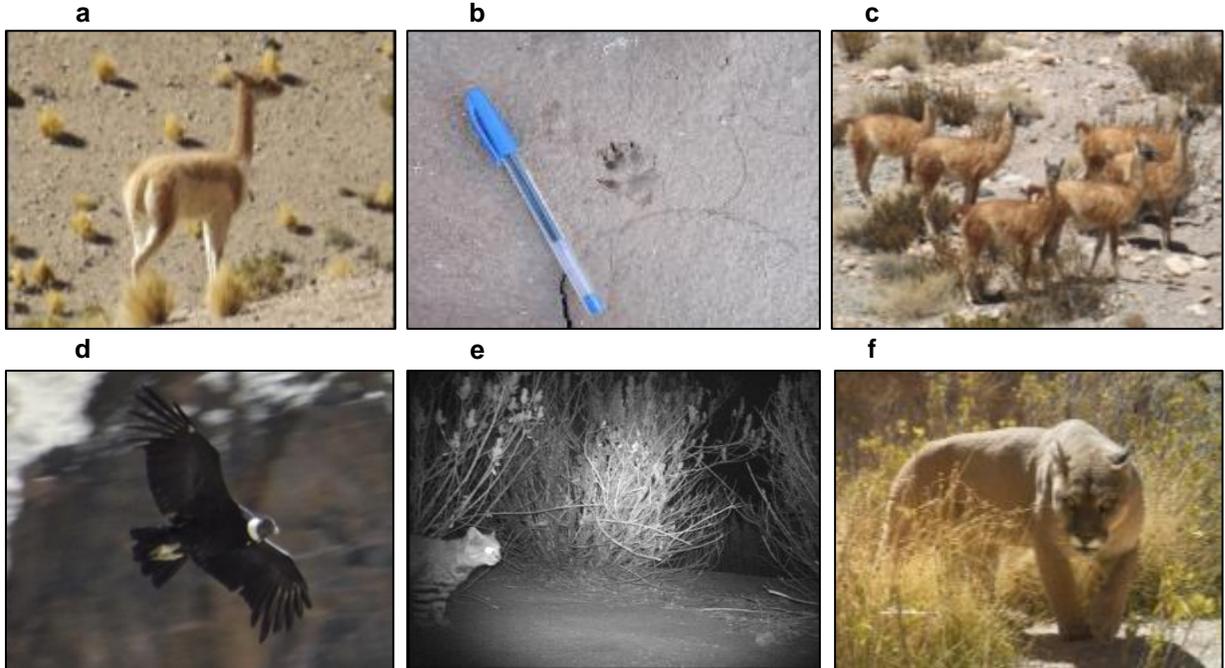
Tabla 3.3.3-52. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Quebrada Choja - Ramucho.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Herbazal	Humedales		Matorral	Quebradas		Roqueríos	
				Humedal altoandino	Humedal matorral		Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación
AMPHIBIA										
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC ⁶		X	X					
<i>Telmatobius chusmisensis</i>	Sapo de Chusmiza	CR ⁷		X	X					
REPTILIA										
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana	R ¹			X					
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Teresa	R ¹			X	X	X			
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R ¹	X	X	X	X	X			X
AVES										
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	V ¹			X					
MAMMALIA										
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V ⁵	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN ¹	X		X	X				
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC ⁵			X	X	X			
<i>Leopardus colocolo</i>	Colo-colo	NT ⁷			X					
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT ⁷			X	X				
<i>Galictis cuja</i>	Quique	V ¹			X					
<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca del norte	NP ¹²			X					
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP ¹²			X					
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP ¹²			X					
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP ¹²	X		X					
TOTAL AMBIENTE			4	4	16	6	4	1	1	2

EC (estado de conservación): CR: en peligro crítico; EN: en peligro; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; NT: casi amenazada; R: rara; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S. N°33/2011 MMA; (6) D.S. N°41/2011 MMA; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (12) Cofré & Marquet 1999.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-28. Especies en categoría de conservación en grado de amenaza detectadas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Vicugna vicugna* (vicuña, a), *Galictis cuja* (quique, b), *Lama guanicoe* (guanaco, c), *Vultur gryphus* (cóndor, d), *Leopardus colocolo* (gato colo-colo, e) y *Puma concolor* (puma, f).



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-29. Especies en categoría de conservación con menor grado de amenaza detectadas en sector Quebrada Choja - Ramucho: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo, a), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, b), *Abrothrix andinus* (ratón andino, c), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, d), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, e) y *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, f).



Fuente: Cedrem Consultores.

d.iii) Especialistas de hábitat y movilidad

De las 53 especies detectadas en el sector Quebrada Choja - Ramucho, siete especies son catalogadas como especialistas de hábitat. Estas especies corresponden a: *Rhinella spinulosa*, (sapo espinoso), *Telmatobius chusmisensis* (sapo), *Cinclodes albiventris* (churrete de alas crema), *Cinclodes atacamensis* (churrete de alas blancas), *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano), *Thylamys pallidior* (yaca del norte) y *Myotis atacamensis* (murciélago de Atacama). El mesoambiente humedal matorral concentra a todas estas especies (Anexo 3.3.3-12).

Con respecto a la movilidad de las especies detectadas, cinco de éstas son consideradas especies que presentan una baja movilidad: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius chusmisensis* (sapo); además, se detectaron cuatro especies que presentan una movilidad media; las especies de movilidad baja y media por ambiente se presentan en el Anexo 3.3.3-12.

Destaca que todas las especies de movilidad baja y media fueron detectadas en el humedal matorral. Respecto a las especies de alta movilidad, se detectaron 44 especies, las que se concentran principalmente en humedal matorral (43 especies) y herbazal (15 especies; Anexo 3.3.3-12).

d.iv) Singularidad ambiental

En el sector, 320,3 hectáreas se definen como singular (35,8% del total del sector, 4,4% del total singular del área de influencia). El principal aporte, proviene del ambiente de roqueríos con 137,8 hectáreas (43,0% de la singularidad del sector), seguido por las quebradas con 133,3 hectáreas (41,6% de la singularidad del sector). Destaca que el total de la superficie de humedales con 49,2 hectáreas (15,4% del singular en el sector), es singular (Tabla 3.3.3-53).

Tabla 3.3.3-53. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Quebrada Choja-Ramucho.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación		
Área desprovista de vegetación		
Área industrial		
Herbazal		
Humedales	49,2	15,4
Humedal altoandino	(0,3)	
Humedal matorral	(48,9)	
Matorral		
Quebradas	133,3	41,6
Quebrada con vegetación	(133,3)	
Quebrada desprovista de vegetación		
Roqueríos	137,8	43,0
Roquerío con vegetación	(137,8)	
Roquerío desprovisto de vegetación		
Total singular del sector (ha)	320,3	100,0
Proporción respecto al total del sector		35,8
Proporción respecto al total singular en área de influencia		4,4

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

Los ambientes/mesoambientes singulares que cumplen con los niveles I, II y III simultáneamente son humedal altoandino, humedal matorral, quebrada con vegetación y roquerío con vegetación. Dentro de estos, destaca el mesoambiente de humedal matorral con la mayor concentración de 25 especies bajo riesgo y/o sensibles (frente a un rango entre dos a seis especies en los demás mesoambientes), las cuales cumplen con los niveles I y/o II de singularidad.

En el sector, hay cinco especies que otorgan singularidad a los mesoambientes, por cumplir los niveles I y II simultáneamente, estas son: *Galictis cuja* (Quique, especie vulnerable y de distribución restringida en el área de influencia con sólo dos registros, uno de ellos en el humedal matorral del sector); *Telmatobius chusmisensis* (Sapo de Chusmiza; en peligro crítico, endémica regional, especialista en hábitat y de baja movilidad); *Liolaemus jamesi* (jararanco de James; en categoría rara, endémica regional y de baja movilidad); *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa, especie rara, endémica nacional y de baja movilidad); *Tachymenis peruviana* (Culebra peruana; especie rara y de baja movilidad). Todas están presentes en el humedal matorral.

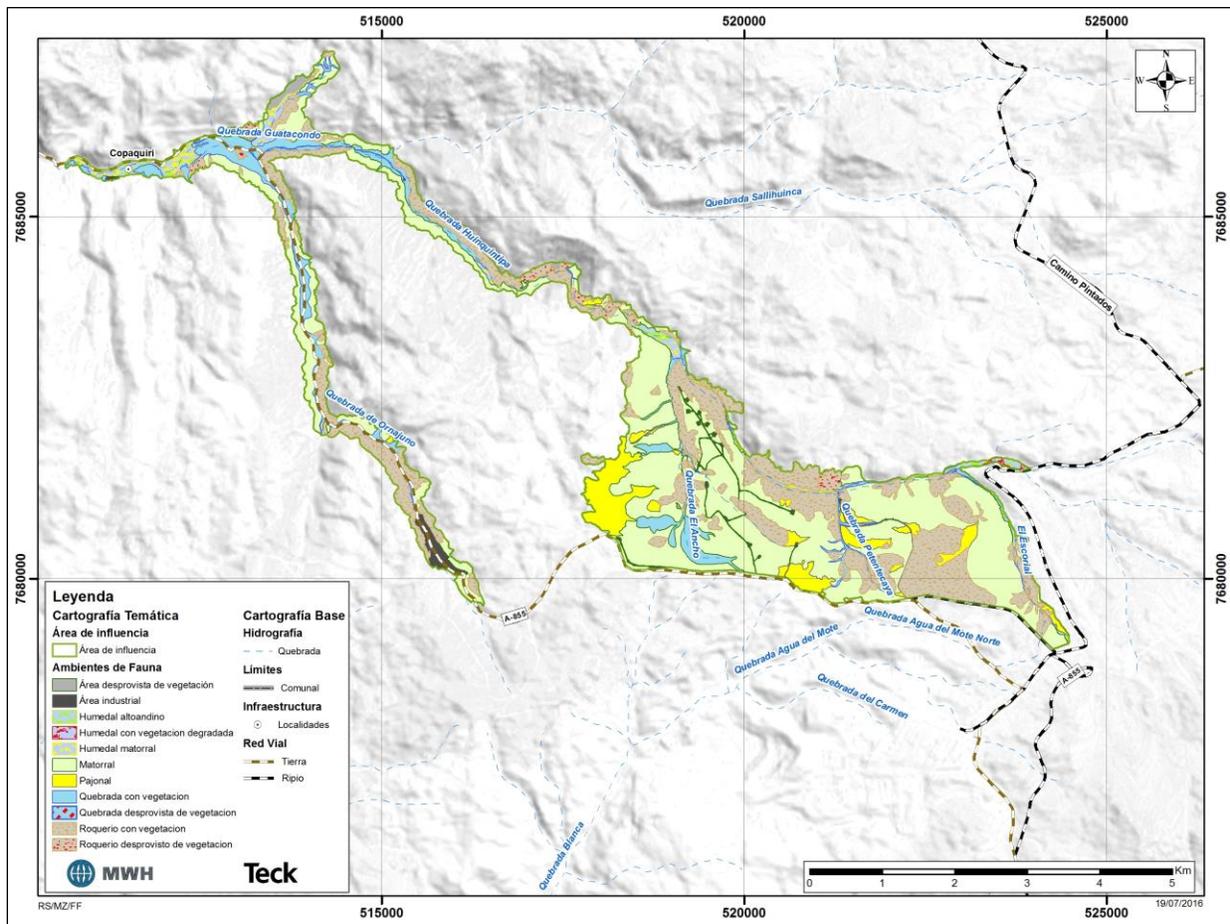
Finalmente, en el humedal matorral destacan otras cuatro especies sensibles que cumplen con el nivel I o II; éstas son: *Leopardus colocolo* (Colo-colo, especie casi amenazada) y *Puma concolor* (puma, especie casi amenazada), *Caprimulgus longirostris* (gallina ciega, especie de distribución restringida dentro del área de influencia), *Myotis atacamensis* (murciélago de Atacama, especie especialista en hábitat) y *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, especie de baja movilidad y especialista en hábitat).

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se muestran en el Anexo 3.3.3-10.

e) Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

El sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno representa un 3,5% del área de influencia del proyecto, lo que corresponde a un total de 1.745,1 hectáreas (Figura 3.3.3-38 y Planos 3.3.3-01, -04, -05 y -06).

Figura 3.3.3-38. Ambientes de fauna del sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.



Fuente: Cedrem Consultores.

e.i) *Ambientes de fauna*

En la Figura 3.3.3-38 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, los que se detallan en la Tabla 3.3.3-54.

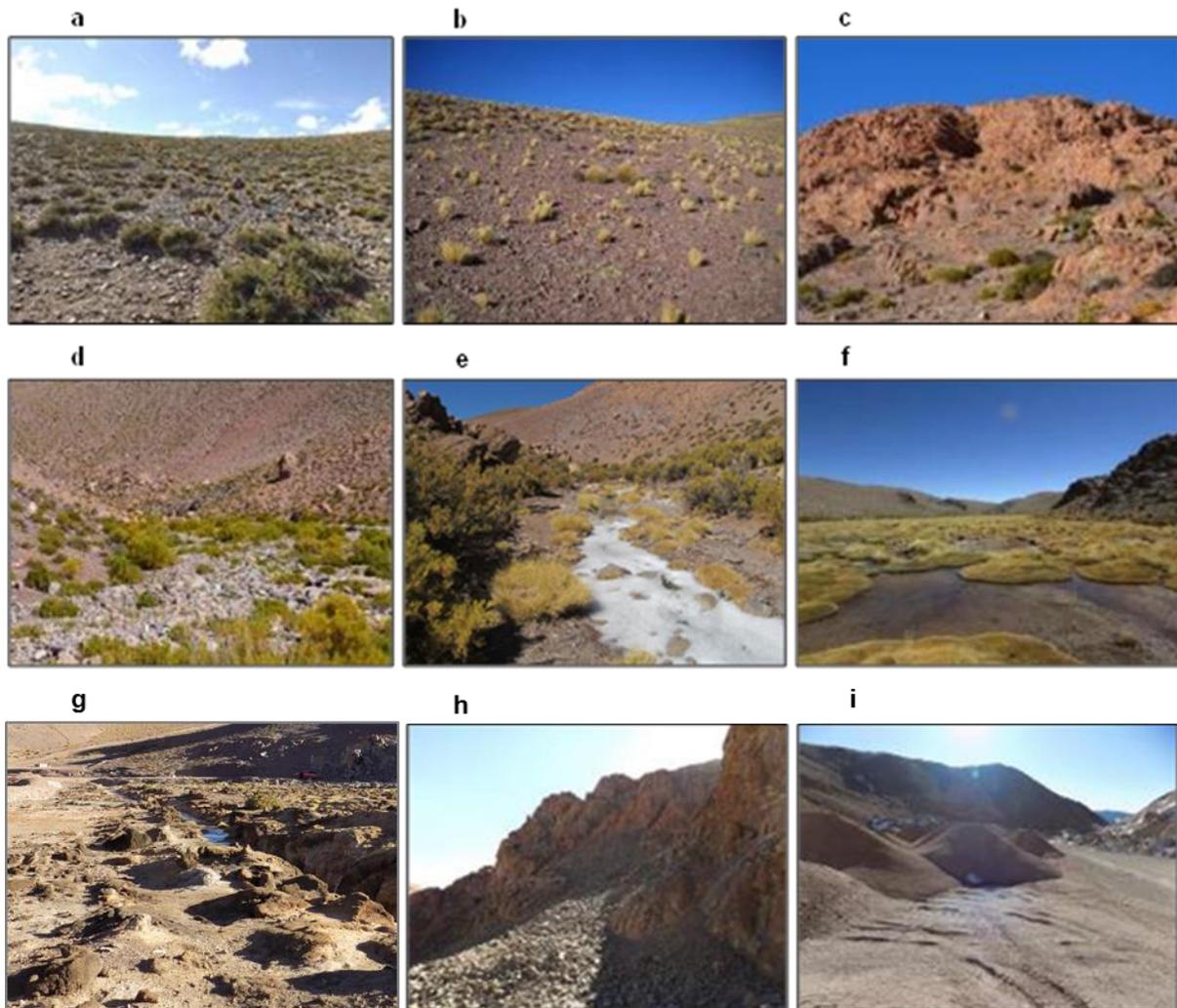
El ambiente de mayor superficie del sector es el matorral (Fotografía 3.3.3-30 a), correspondiente al 46,0% de la superficie (803,3 hectáreas). Le siguen roqueríos, con 30,6% (533,2 hectáreas), quebradas (9,1%), pajonal (Fotografía 3.3.3-30 b), con 6,7% y humedales (Fotografía 3.3.3-30 e, f, g), con 4,4%. En cambio, los ambientes de menor superficie son el área desprovista de vegetación (0,9%) y área industrial (2,3%; Tabla 3.3.3-54).

Tabla 3.3.3-54. Ambientes de fauna del sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	15,0	0,9
Área desprovista de vegetación	(15,0)	
Área industrial	40,6	2,3
Humedales	77,4	4,4
Humedal altoandino	(37,4)	
Humedal matorral	(37,7)	
Humedal con vegetación degradada	(2,3)	
Matorral	803,3	46,0
Pajonal	116,7	6,7
Quebradas	158,9	9,1
Quebrada con vegetación	(155,0)	
Quebrada desprovista de vegetación	(3,9)	
Roqueríos	533,2	30,6
Roquerío con vegetación	(500,8)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(32,3)	
Total superficie por sector (ha)	1.745,1	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.
Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-30. Mesoambientes de fauna en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: matorral (a), pajonal (b), roquerío con vegetación (c), quebrada con vegetación (d), humedal matorral (e), humedal altoandino (f), humedal con vegetación degradada (g), roquerío desprovisto de vegetación (h), área industrial (i).



Fuente: Cedrem Consultores.

e.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza de especies detectada en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno, considerando las ocho campañas realizadas a la fecha (hasta verano 2016), es de 63 especies, lo cual corresponde al 50,4% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza total de especies detectadas en el sector, se distribuye en dos especies de anfibios, tres especies de reptiles, 42 especies de aves y 16 especies de mamíferos (Tabla 3.3.3-12).

La mayor riqueza por ambiente/mesoambiente se observa en el humedal matorral, con 47 especies (con rango entre seis a 28 especies por campaña), seguido por el humedal altoandino,

con 43 especies (rango entre siete a 24 especies), y por el roquerío con vegetación, con 35 especies (rango entre ocho a 22). Contrariamente, el mesoambiente de área desprovista de vegetación registra la menor riqueza, con tres especies (muestreada en dos estaciones), seguida de área industrial y quebrada desprovista de vegetación, con cinco especies (Tabla 3.3.3-55).

La comparación estacional muestra que para los ambientes de mayor riqueza, ésta presenta mayor rango de variación durante otoño - invierno en relación a primavera - verano. El humedal altoandino, registra para las campañas de otoño e invierno entre ocho a 20 especies, mientras que en primavera y verano, hay un rango entre siete a 24 especies. En el humedal matorral, el primer rango es entre seis y 23 especies, frente al rango de 16 a 28 especies en primavera - verano. En el ambiente de roquerío con vegetación, la variación otoño e invierno es de ocho a 21 especies, mientras que en primavera y verano varió entre 10 a 22 especies (Tabla 3.3.3-55).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación (Tabla 3.3.3-55), se registra entre ninguna a dos especies de anfibios en el humedal matorral. Por parte de la riqueza de reptiles, es relativamente homogénea y errática entre ambientes, variando entre ninguna a dos especies. Para los mamíferos la mayor riqueza se registra en humedales (entre dos a nueve especies), seguida por el roquerío con vegetación (entre cinco a ocho especies). Finalmente, en aves, la mayor riqueza se registra claramente también en el ambiente de humedales, variando entre tres a 20 especies, seguida por el roquerío con vegetación (de ninguna a 15 especies) y la quebrada con vegetación, entre ninguna a 11 especies.

Tabla 3.3.3-55. Riqueza de especies de fauna en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	AMPHIBIA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE	
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Verano 2016	-	1	-	1	2	3	
		Otoño 2016	-	-	-	1	1		
Área industrial	-	Invierno 2015	-	-	-	1	1	5	
		Primavera 2015	-	-	-	2	2		
		Verano 2016	-	-	1	3	4		
		Otoño 2016	-	-	-	3	3		
Humedales	Humedal altoandino	Otoño 2014	-	-	7	5	12	43	
		Invierno 2014	-	-	10	3	13		
		Primavera 2014	1	2	16	4	23		
		Verano 2015	-	1	15	8	24		
		Otoño 2015	-	-	14	6	20		
		Invierno 2015	-	-	6	8	14		
		Primavera 2015	-	1	8	3	12		
		Verano 2016	-	1	3	3	7		
	Otoño 2016	-	1	4	3	8			
	Humedales	Humedal matorral	Invierno 2014	-	-	4	2	6	47
			Primavera 2014	1	2	20	5	28	
			Verano 2015	1	1	9	5	16	
			Otoño 2015	1	1	13	8	23	
			Invierno 2015	-	1	11	8	20	
			Primavera 2015	1	1	13	9	24	
			Verano 2016	2	-	11	7	20	
	Otoño 2016	-	-	3	4	7			
	Humedales	Humedal con vegetación degradada	Otoño 2015	-	-	4	-	4	10
			Invierno 2015	-	-	4	4	8	
Primavera 2015			-	-	2	3	5		
Matorral	-	Otoño 2014	-	-	1	4	5	24	
		Invierno 2014	-	-	3	3	6		
		Primavera 2014	-	2	5	4	11		
		Verano 2015	-	1	1	4	6		
		Otoño 2015	-	2	9	5	16		
		Invierno 2015	-	-	5	5	10		
		Primavera 2015	-	1	4	6	11		
		Verano 2016	-	-	4	2	6		
Otoño 2016	-	-	-	4	4				
Pajonal	-	Otoño 2014	-	1	1	2	4	11	
		Invierno 2014	-	-	1	2	3		

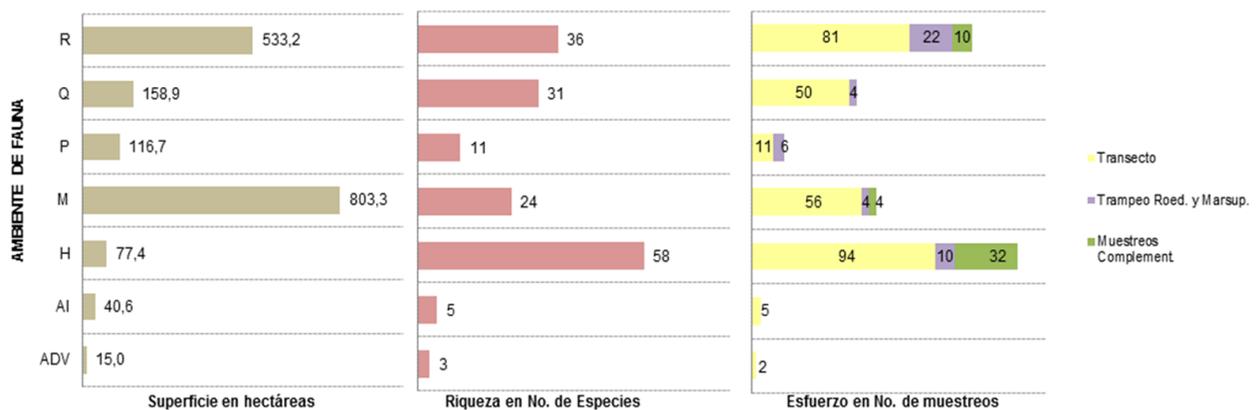
AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	AMPHIBIA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
		Primavera 2014	-	-	2	3	5	
		Verano 2015	-	-	-	2	2	
		Otoño 2015	-	-	3	5	8	
		Invierno 2015	-	-	2	2	4	
Quebradas	Quebrada con vegetación	Otoño 2014	-	-	1	2	3	31
		Invierno 2014	-	-	4	2	6	
		Primavera 2014	-	1	10	5	16	
		Verano 2015	-	2	11	5	18	
		Otoño 2015	-	2	9	5	16	
		Invierno 2015	-	1	7	6	14	
		Primavera 2015	-	1	9	4	14	
		Verano 2016	-	1	5	4	10	
		Otoño 2016	-	-	-	1	1	
		Quebrada desprovista de vegetación	Verano 2016	-	1	1	3	5
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Otoño 2014	-	1	4	5	10	35
		Invierno 2014	-	-	3	6	9	
		Primavera 2014	-	1	15	6	22	
		Verano 2015	-	2	11	7	20	
		Otoño 2015	-	2	11	8	21	
		Invierno 2015	-	1	10	7	18	
		Primavera 2015	-	1	6	5	12	
		Verano 2016	-	-	5	5	10	
	Otoño 2016	-	2	-	6	8		
	Roquerío desprovisto de vegetación	Otoño 2014	-	-	3	2	5	16
		Invierno 2014	-	-	1	2	3	
		Primavera 2014	-	-	5	1	6	
		Verano 2015	-	-	1	1	2	
		Otoño 2015	-	2	1	1	4	
Invierno 2015		-	-	1	1	2		
Primavera 2015	-	-	3	3	6			

Nota: se excluyen de este análisis las especies: *Vultur gryphus* (sobrevolando), *Geranoaetus polyosoma* (sobrevolando), con registros no asociados a ambiente.
 Fuente: Cedrem Consultores.

Si bien, en términos de superficie, el ambiente de humedales tiene una baja representación en la superficie total del sector (con 77,4 hectáreas; 4,4%), la riqueza de fauna vertebrada detectada en él es la más alta registrada, con 58 especies (92,1% del total del sector), y es la de mayor esfuerzo de muestreo, con 94 transectos, 10 trampeos y 32 muestreos complementarios (Figura 3.3.3-39).

El matorral, con la mayor superficie del sector (803,3 ha; 46,0%), posee una riqueza media (24 especies) y un alto esfuerzo de muestreo (56 transectos, cuatro trampeos y cuatro muestreos complementarios). El ambiente de roqueríos, segundo en superficie (533,2 hectáreas), posee una alta riqueza (36 especies) y en él se efectuó el segundo mayor esfuerzo de muestreo, con 81 transectos, 22 trampeos y 10 muestreos complementarios (Figura 3.3.3-39).

Figura 3.3.3-39. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambiente para el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.



ADV: áreas desprovistas de vegetación; Al: área industrial; H: humedales; M: matorral; P: pajonal; Q: quebradas; R: roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.
 Fuente: Cedrem Consultores.

e.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno por taxa.

Anfibios

La mayor abundancia absoluta de anfibios se registra en el mesoambiente de humedal matorral, con un máximo de cinco ejemplares (en verano 2016), mientras que el humedal altoandino registra entre ninguno a un ejemplar (en primavera 2014). Cabe destacar que tanto el humedal matorral como el humedal altoandino presentan esfuerzos de muestreo similares, variando entre uno a ocho o nueve transectos. En el humedal con vegetación degradada, no ha habido registros de anfibios, en tres campañas (Tabla 3.3.3-56).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es bajo entre estos ambientes, oscilando entre 0,0 a 0,8 ind/transecto en el humedal matorral, y entre 0,0 a 0,1 ind/transecto en el humedal altoandino (Tabla 3.3.3-56).

En el sector se detectan dos especies de anfibios, *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius* sp. (Sapo). En el caso de *R. spinulosa*, su mayor registro corresponde al avistamiento de cuatro individuos en el ambiente humedal matorral (en seis transectos, equivalente a una media de 0,7 ind/transecto, en verano 2016); la misma especie se registra en el humedal altoandino con un único registro de un individuo (en ocho transectos, con una media de 0,1 ind/transecto, en primavera 2014). Para *Telmatobius* sp., se registra sólo en el humedal matorral, con un ejemplar en seis transectos, durante la estación de verano 2016 (0,2 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

La abundancia relativa de *Rhinella spinulosa* es 100% en todos los muestreos, salvo en verano 2016, con un 80%, mientras que *Telmatobius* sp. alcanza el 20% (Anexo 3.3.3-8).

Por su parte, la densidad de individuos de *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) en el sector varía entre ambientes desde 0,004 ind/100 m² (en verano 2015, en humedal matorral) hasta 0,019 ind/100 m², registrados en el ambiente humedal matorral en la estación de primavera 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la mayor frecuencia de detección es de *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y corresponde a 37,5% en primavera 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Tabla 3.3.3-56. Abundancia de anfibios avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE ANFIBIOS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T
Humedales																		
Humedal altoandino	0,0	0 / 4	0,0	0 / 4	0,1	1 / 8	0,0	0 / 8	0,0	0 / 8	0,0	0 / 8	0,0	0 / 1	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2
Humedal matorral			0,0	0 / 1	0,6	4 / 7	0,1	1 / 7	0,0	0 / 9	0,0	0 / 9	0,5	3 / 6	0,8	5 / 6	0,0	0 / 1
Humedal con vegetación degradada									0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				

Dónde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N / T** = No° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem consultores.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en varios ambientes (humedal matorral, quebrada con vegetación y roquerío con vegetación) con un máximo de cuatro ejemplares (principalmente en verano 2015), mientras que los otros ambientes presentan baja abundancia, variando entre ninguno a tres ejemplares, con un mínimo de ningún ejemplar en el área industrial y en el humedal con vegetación degradada. Cabe destacar que el roquerío con vegetación presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre dos a 14 transectos, seguido por la quebrada con vegetación, variando entre dos a 11 transectos (Tabla 3.3.3-57).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es sustancialmente mayor en una campaña puntual del roquerío desprovisto de vegetación, con 3,0 ind/transecto (en otoño 2015), seguido por 2,0 ind/transecto, en área desprovista de vegetación, en la campaña de verano 2016, mientras que en el resto de los ambientes el promedio es menor y relativamente uniforme, oscilando entre 0,0 a 1,5 ind/transecto; Tabla 3.3.3-57).

Tabla 3.3.3-57. Abundancia de reptiles avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Hunquintipa – Ornajuno.

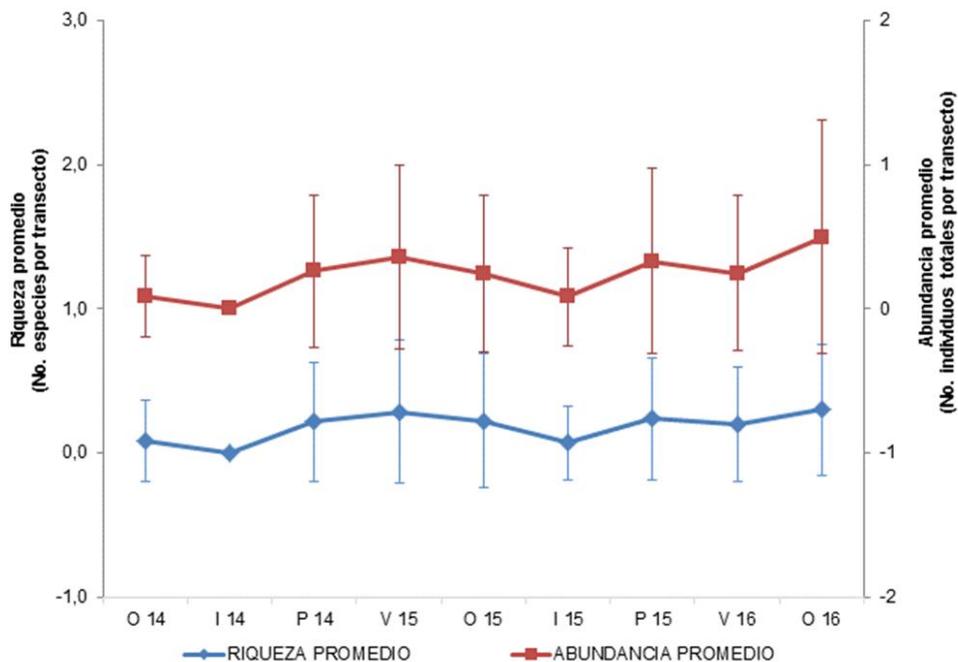
AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	
Áreas desprovistas de vegetación																			
Área desprovista de vegetación																2,0	2 / 1	0,0	0 / 1
Área industrial										0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 2
Humedales																			
Humedal altoandino	0,0	0 / 4	0,0	0 / 4	0,3	2 / 8	0,1	1 / 8	0,0	0 / 8	0,0	0 / 8	0,0	0 / 1	0,5	1 / 2	1,0	2 / 2	
Humedal matorral			0,0	0 / 1	0,6	4 / 7	0,6	4 / 7	0,1	1 / 9	0,1	1 / 9	0,3	2 / 6	0,0	0 / 6	0,0	0 / 1	
Humedal con vegetación degradada									0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					
Matorral	0,0	0 / 6	0,0	0 / 6	0,3	2 / 8	0,4	3 / 7	0,2	2 / 9	0,0	0 / 10	0,5	2 / 4	0,0	0 / 4	0,0	0 / 2	
Pajonal	0,5	1 / 2	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2	0,0	0 / 1	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2							
Quebradas																			
Quebrada con vegetación	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2	0,3	2 / 8	0,4	4 / 10	0,3	3 / 11	0,3	3 / 11	0,3	1 / 3	0,5	1 / 2			
Quebrada desprovista de vegetación															1,0	1 / 1			
Roqueríos																			
Roquerío con vegetación	0,1	1 / 8	0,0	0 / 8	0,2	2 / 12	0,4	4 / 11	0,3	4 / 12	0,1	1 / 14	0,3	1 / 4	0,0	0 / 3	1,5	3 / 2	
Roquerío desprovisto de vegetación	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	3,0	3 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1					

Dónde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N / T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-40. La riqueza promedio (baja, variando entre 0,0 y 0,4 especies/transecto), es menor en la campaña de invierno 2014 (sin variación) y mayor en verano 2015 y otoño 2016 (con mayor variación). Por otra parte, la abundancia media (con valores bajos, entre 0,0 y 0,5 individuos/transecto) es mínima en invierno 2014 (sin variación) y máxima en otoño 2016 (con la mayor variación).

Figura 3.3.3-40. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

De las tres especies detectadas en el sector, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) presenta el mayor número de individuos registrados, con tres individuos en siete transectos (en verano 2015, humedal matorral, con una media de 0,4 ind/ transecto). Le sigue *Liolaemus puna* (lagartija de la puna) con dos individuos en dos transectos (en otoño 2016, en humedal altoandino, con una media de 1,0 ind/transecto). En tanto, el menor número de individuos registrados por ambiente corresponde al avistamiento de un individuo de *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) en el ambiente quebrada con vegetación, durante la estación de otoño 2015 (en 11 transectos, con una media de 0,1 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

En relación a la abundancia relativa, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) es la especie más abundante, variando entre 25% (en roquerío con vegetación, en otoño 2015) hasta 100% en varias campañas y varios ambientes (Anexo 3.3.3-8).

La mayor densidad de individuos en el sector corresponde nuevamente a la especie *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), con 0,050 ind/100 m² detectados en dos ambientes: el área desprovista de vegetación, durante la estación de verano 2016 y en roquerío desprovisto de vegetación (en otoño 2015). En cambio, *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) presenta la menor densidad en el sector, con valor de 0,002 ind/100 m² en el ambiente quebrada con vegetación, durante otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Por último, La mayor frecuencia de detección en el sector corresponde al registro de la especie *Liolaemus puna* (lagartija de la puna) con un máximo puntual de 20,0% en otoño 2016, seguido por *Liolaemus jamesi*, con 17,8%, en verano 2015 y verano 2016. En tanto, la menor frecuencia de detección corresponde al registro de *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera), con un máximo puntual de 1,9% en otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registra en el mesoambiente de humedal altoandino, con un rango entre seis individuos (en otoño 2016) y 118 ejemplares (en otoño 2015), seguida por el roquerío con vegetación (rango entre ninguno a 107 ejemplares), humedal matorral (dos a 107) y quebrada con vegetación (tres a 65). En contraparte, los ambientes que presentan baja abundancia son el área industrial (ninguno a un ejemplar) y el pajonal (ninguno a tres ejemplares). Cabe destacar el roquerío con vegetación, que tiene el mayor esfuerzo de muestreo (entre dos a 14 transectos; Tabla 3.3.3-58).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el humedal altoandino (entre 4,7 a 14,4 ind/transecto), seguido por el humedal matorral (entre 2,0 a 15,8 ind/transecto) y el humedal con vegetación degradada (entre 3,0 a 20,0 ind/transecto), mientras que el área desprovista de vegetación y el área industrial son los de menor abundancia relativa, entre ninguno a un registro de aves (aunque sólo fueron muestreados entre dos a cuatro campañas, con uno a dos transectos; Tabla 3.3.3-58).

Tabla 3.3.3-58. Abundancia de aves avistadas por ambiente y estación en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación																	0,0	0 / 1
Área industrial											0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 2
Humedales																		
Humedal altoandino	4,8	19 / 4	16,3	65 / 4	14,3	114 / 8	6,8	54 / 8	14,8	118 / 8	7,3	58 / 8	0,0	0 / 1	3,5	7 / 2	3,0	6 / 2
Humedal matorral			5,0	5 / 1	15,3	107 / 7	5,9	41 / 7	11,4	103 / 9	6,2	56 / 9	8,8	53 / 6	6,2	37 / 6	2,0	2 / 1
Humedal con vegetación degradada									20,0	20 / 1	7,0	7 / 1	3,0	3 / 1				
Matorral	0,3	2 / 6	0,8	5 / 6	2,1	17 / 8	0,1	1 / 7	5,0	45 / 9	1,2	12 / 10	1,3	5 / 4	3,0	12 / 4	0,0	0 / 2
Pajonal	1,5	3 / 2	0,5	1 / 2	1,0	2 / 2	0,0	0 / 1	1,5	3 / 2	0,5	1 / 2						
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	1,5	3 / 2	2,0	4 / 2	5,8	46 / 8	6,5	65 / 10	3,4	37 / 11	1,3	14 / 11	7,3	22 / 3	3,5	7 / 2		
Quebrada desprovista de vegetación																	2,0	2 / 1
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	1,4	11 / 8	1,0	8 / 8	3,6	43 / 12	1,5	16 / 11	8,9	107 / 12	2,4	34 / 14	2,8	11 / 4	1,7	5 / 3	0,0	0 / 2
Roquerío desprovisto de vegetación	3,0	3 / 1	1,0	1 / 1	8,0	8 / 1	4,0	4 / 1	12,0	12 / 1	1,0	1 / 1	4,0	4 / 1				

Dónde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N/T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Las especies de aves que son registradas en muestreos distintos a los considerados en los análisis de abundancia y frecuencia por ambiente son:

* *Anas puna* con seis ejemplares por registro único en verano 2015

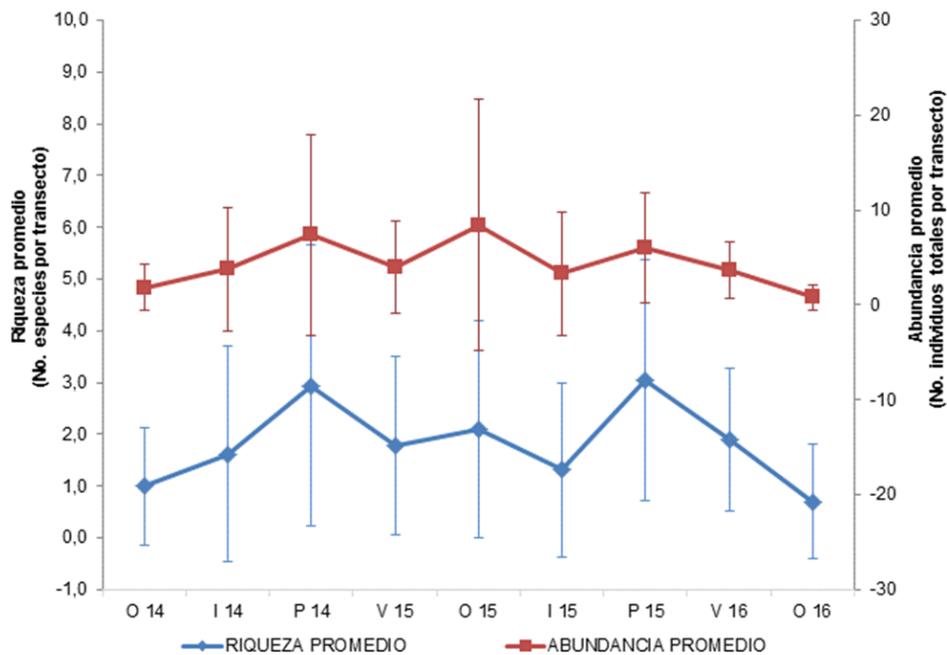
** *Falco femoralis* con dos individuos por registro único en primavera 2015

*** *Cinclodes fuscus* en registro único en verano 2015 y *Phalacrocorax megalopterus* por muestreos complementarios en primavera 2014 (2 individuos) y en verano 2015 (3 individuos)

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-41. La riqueza promedio (con valores entre 0,5 a 3,0 especies/transecto), es menor en otoño 2016 (con baja variación), y mayor en primavera 2014 y 2015 (con la mayor variación; Figura 3.3.3-41). Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 2,0 a casi 10,0 individuos/transecto) es mayor en las campañas de primavera 2014 y otoño 2015 (con la máxima variación) y menor en otoño 2016 (con la menor variación).

Figura 3.3.3-41. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Quebradas Huinquintipa - Ornajuno. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Dentro de las especies detectadas en el sector, el mayor número de individuos avistados por ambiente corresponde a la especie *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), con 61 individuos avistados en el roquerío con vegetación, durante la estación de otoño 2015 (en 12 transectos, equivale a una media de 5,1 ind/transecto). La otra especie dominante es *Sicalis auriventris* (chirihue dorado), con 30 ejemplares, en humedal altoandino, en otoño 2015 (en ocho transectos, equivale a una media de 3,8 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).²⁵

²⁵ Se excluyen del análisis de abundancia las especies detectadas mediante registros no asociados a ambiente: *Vultur gryphus* (sobrevolando) y *Geranoaetus polyosoma* (sobrevolando). Debido a que ambas se observaron en transectos, se muestran en el análisis de frecuencia del Anexo 3.3.3-8b.

En contraparte, para las aves más sensibles, el menor registro de individuos por ambiente corresponde al avistamiento de un único individuo de *Rhea pennata* (suri), avistado en varias campañas, en dos ambientes, seguida por *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, Kiula); con un ejemplar en varios ambientes, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).

En cuanto a la abundancia relativa, *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano) es la especie más abundante, variando entre 1,9% (en humedal altoandino, verano 2015) hasta un 100% (en otoño 2015, en roquerío desprovisto de vegetación). La segunda especie más abundante, *Sicalis auriventris* (chirihue dorado), oscila entre 0,9% (en primavera 2014, en humedal altoandino y humedal matorral) hasta un 25,4% (en otoño 2015, en humedal altoandino; Anexo 3.3.3-8).

En este sector, la mayor densidad de individuos en el sector corresponde a *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, Kiula), con 10,0 ind/ha detectado en el ambiente roquerío desprovisto de vegetación, en invierno 2015 (aunque el registro es de un ejemplar, en un transecto), seguido de *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), con 3,0 ind/ha, en otoño 2015, en roquerío desprovisto de vegetación. En contraparte, la densidad más baja del sector es menor a 0,1 ind/ha, que corresponde a varias especies en varios ambientes (Anexo 3.3.3-8).

Por último, la especie con la mayor frecuencia de detección corresponde a *Phrygillus unicolor* (pájaro plomo), presentando una frecuencia entre 10% en otoño 2016 y de 38,1% en primavera 2015. Por su parte, la menor frecuencia de detección corresponde a varias especies registradas en una campaña (1,8% de frecuencia, en invierno 2015; Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es notablemente mayor en el humedal altoandino, variando entre ocho individuos (primavera 2015) hasta 113 ejemplares (invierno 2015), seguida por el humedal matorral (dos a 65 ejemplares) y la quebrada con vegetación (dos a 59 individuos), mientras que el área desprovista de vegetación presenta la mínima abundancia, con un ejemplar (en dos campañas, de verano y otoño 2016), seguido por el área industrial, variando entre uno a tres ejemplares. Cabe destacar el roquerío con vegetación, con mayor esfuerzo de muestreo (tres a 14 puntos de muestreo), seguida por las quebradas con vegetación (dos a 11 puntos; Tabla 3.3.3-59).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el humedal con vegetación degradada, con dos máximos puntuales (de 23,0 y 17,0 ind/punto) seguido por el humedal altoandino, variando entre 5,1 a 14,1 ind/punto, y por el humedal matorral (1,5 a 7,2 ind/punto). El mínimo de 0,0 ind/punto se registra en el humedal con vegetación degradada (en otoño 2015), seguido por 1,0 ind/punto en el área industrial, durante invierno 2015, junto al área desprovista de vegetación y el roquerío desprovisto de vegetación, en varias campañas (Tabla 3.3.3-59).

Entre las especies detectadas en el sector, el mayor número de individuos avistados por ambiente/mesoambiente corresponde a la especie *Vicugna vicugna* (vicuña), con 55 ejemplares

avistados en el mesoambiente humedal altoandino durante la estación de invierno 2015 (en ocho puntos de muestreo, con una media de 6,9 ind/punto). En cambio, el menor número de mamíferos sensibles por ambiente corresponde al registro de un único individuo de *Puma concolor* (puma), en los mesoambientes de humedal altoandino (con ocho transectos, en invierno 2015) y humedal matorral (en nueve transectos, en otoño 2015), respectivamente (con una media de 0,1 ind/transecto en cada registro; Anexo 3.3.3-8).

La especie con mayor abundancia relativa corresponde a *Vicugna vicugna* (vicuña), con un rango entre 1,5% (en invierno 2015, en humedal matorral) hasta 100%, en invierno 2015, en área industrial (Anexo 3.3.3-8).

Respecto a la densidad, la especie *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) presenta la mayor densidad de individuos de meso y macro mamíferos en el sector, con 6,4 ind/ha detectados en el ambiente humedal con vegetación degradada, durante la estación de primavera 2015, seguido por *Vicugna vicugna* (vicuña), con 6,0 ind/ha, en roquerío desprovisto de vegetación, en primavera 2015. Por el contrario, la menor densidad de individuos (de especies sensibles) corresponde a *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) y *Puma concolor* (puma), con valores menor a igual de 0,1 ind/ha (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, las mayores frecuencias de detección de meso y macro mamíferos en el sector corresponden al registro de las especies *Equus asinus* (burro), presentando una frecuencia entre 41,7% (en otoño 2016) a 87,5% (en invierno 2014) y, *Vicugna vicugna* (vicuña), presentando una frecuencia desde 25% (en otoño 2016) hasta 82,9% (en otoño 2014). La menor frecuencia de detección, en tanto, corresponde a la *Puma concolor* (puma) con un máximo de 4,8% en primavera 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Tabla 3.3.3-59. Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.

AMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																			
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016			
	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM	N'	N/PM		
Áreas desprovistas de vegetación																				
Área desprovista de vegetación																	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1
Área industrial											1,0	1 / 1	2,0	2 / 1	3,0	3 / 1	1,5	3 / 2		
Humedales																				
Humedal altoandino	6,8	27 / 4	7,0	28 / 4	5,8	46 / 8	5,1	41 / 8	7,4	59 / 8	14,1	113 / 8	8,0	8 / 1	14,0	28 / 2	10,0	20 / 2		
Humedal matorral			2,0	2 / 1	4,7	33 / 7	2,1	15 / 7	2,2	20 / 9	7,2	65 / 9	3,3	20 / 6	1,5	9 / 6	2,0	2 / 1		
Humedal con vegetación degradada									0,0	0 / 1	23,0	23 / 1	17,0	17 / 1						
Matorral	2,7	16 / 6	3,2	19 / 6	3,8	30 / 8	4,1	29 / 7	2,2	20 / 9	2,2	22 / 10	2,5	10 / 4	1,8	7 / 4	1,3	4 / 3		
Pajonal	2,0	4 / 2	3,0	6 / 2	2,5	5 / 2	2,0	2 / 1	2,5	5 / 2	1,5	3 / 2								
Quebradas																				
Quebrada con vegetación	1,0	2 / 2	2,0	4 / 2	2,3	18 / 8	3,1	31 / 10	5,4	59 / 11	1,7	19 / 11	3,7	11 / 3	2,0	4 / 2				
Quebrada desprovista de vegetación																	3,0	3 / 1		
Roqueríos																				
Roquerío con vegetación	2,6	21 / 8	2,0	16 / 8	3,3	43 / 13	3,2	38 / 12	3,3	39 / 12	2,6	36 / 14	3,5	14 / 4	3,8	15 / 4	3,7	11 / 3		
Roquerío desprovisto de vegetación	2,0	2 / 1	2,0	2 / 1	3,0	3 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	14,0	14 / 1						

Dónde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.

Fuente: Cedrem consultores.

Respecto a los micromamíferos trapeados, la mayor cantidad de capturas se registra en el humedal matorral, con rango de dos (en primavera 2014) a 14 ejemplares (verano 2015 y otoño 2016), seguido por roquerío con vegetación, variando entre ninguno a ocho ejemplares (en invierno 2015), mientras que los otros ambientes registran entre ninguna a dos capturas (Tabla 3.3.3-60).

Considerando el esfuerzo de muestreo diferencial (entre 30 a 120 trampas-noche), en el humedal matorral el IDR varía entre 6,7% a 46,7%, seguido por el roquerío con vegetación, con valores de IDR entre 0,0% a 6,7%, mientras que el resto tiene valores bajos (Tabla 3.3.3-60).

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (aunque proporcionalmente bajas), es *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco), con un máximo de 14 ejemplares en verano 2015, en el humedal matorral (en 30 trampas, con un IDR de 46,7%), mientras que las otras especies muestran un máximo de cuatro ejemplares capturados, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).²⁶

²⁶ Dos especies de micromamíferos se detectan fuera de los trapeos (en transectos): *Abrocoma cinerea* (Ratón chinchilla ceniciento) con registro en roquerío con vegetación (en otoño 2015, en uno de 53 transectos) y otro en roquerío desprovisto de vegetación (en invierno 2014, en uno de 24 transectos); y *Akodon albiventer* (Ratón de vientre blanco), en humedal altoandino (en verano 2015, en uno de 45 transectos), en quebrada con vegetación (en otoño 2015, en uno de 53 transectos) y un registro por muestreo complementario en roquerío con vegetación (invierno 2014); ver Anexo 3.3.3-8e.

Tabla 3.3.3-60. Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

AMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR
Humedales																		
Humedal altoandino	3,4	1 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	13,4	2 / 15	6,7	2 / 30	3,4	1 / 30						
Humedal matorral					6,7	2 / 30	46,7	14 / 30			20,0	6 / 30					46,7	14 / 30
Matorral	1,7	1 / 60											0,0	0 / 50				
Pajonal	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	3,4	1 / 30	0,0	0 / 30						
Quebradas																		
Quebrada con vegetación											0,0	0 / 45	0,0	0 / 20	0,0	0 / 20	3,4	1 / 30
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	0,0	0 / 30	2,3	2 / 90	3,4	4 / 120	1,7	2 / 120	4,2	5 / 120	6,7	8 / 120	0,0	0 / 30	0,0	0 / 20		

Dónde: **IDR** = N° Individuos por trampa instalada*100; **N / TR** = N° Individuos totales trampeados / N° Trampas instaladas.

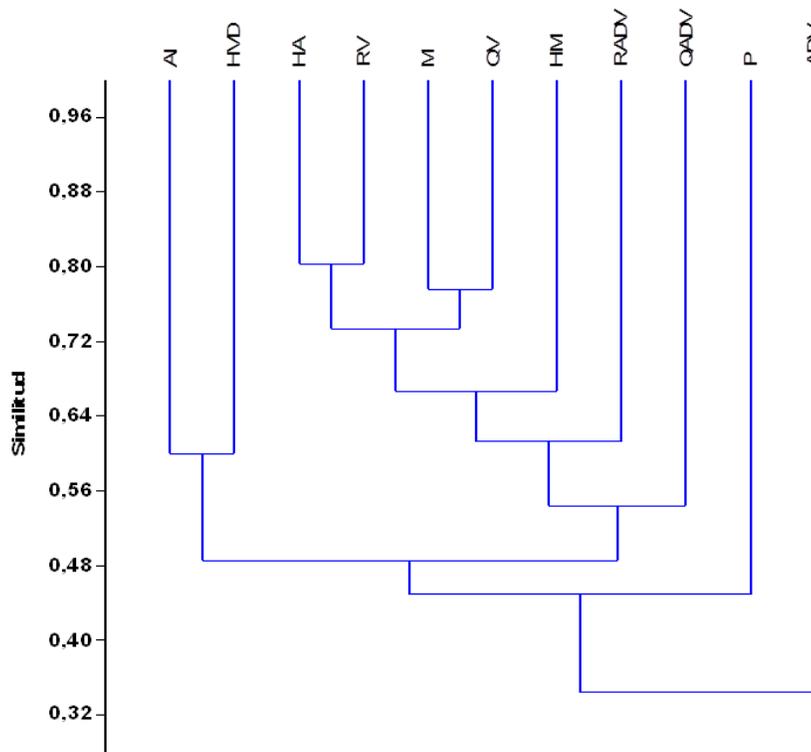
Fuente: Cedrem consultores.

En cuanto a los quirópteros detectados mediante muestreos complementarios, se registran dos especies: *Histiotus montanus* (murciélago orejudo menor), con un ejemplar capturado y *Lasiurus cinereus* (murciélago ceniciento), con registro acústico en humedal matorral, en verano 2016. El esfuerzo de muestreo es de uno a dos muestreos acústicos y una red de trapeo en dos campañas (Anexo 3.3.3-8).

e.iv) *Similitud entre ambientes*

Comparando la composición de especies en cada uno de los ambientes/mesoambientes, se obtiene que la mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los mesoambientes de humedal altoandino y roquerío con vegetación, con un 81% de similitud, seguido por el par matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 78%. En el sentido contrario, el área desprovista de vegetación es el más diferente al resto, unido a menos de 35% de similitud (Figura 3.3.3-42).

Figura 3.3.3-42. Similitud entre ambientes para el sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **HA:** humedal altoandino; **HM:** humedal matorral; **HVD:** humedal con vegetación degradada; **M:** matorral; **P:** pajonal; **QV:** quebrada con vegetación; **QADV:** quebrada desprovista de vegetación, **RV:** roquerío con vegetación; **RADV:** Roquerío desprovisto de vegetación.

Fuente: Cedrem Consultores.

e.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 63 especies detectadas en el sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno, una de ellas es endémica de Chile, otras 60 corresponden a especies nativas, y dos especies son introducidas, por lo que el índice de antropización de fauna para el sector es de 19,9% (Tabla 3.3.3-61).

Con respecto a los ambientes de fauna, en ocho de los 11 ambientes muestreados en el sector se registra la única especie endémica detectada, correspondiente a la especie de reptil *Liolaemus jamesi* (jararanco de James). En cuanto a las especies introducidas, se detectan dos especies en el sector, ambas correspondientes a la clase de los mamíferos, se registran con una especie en todos los ambientes muestreados (salvo el humedal matorral, con las dos especies; Tabla 3.3.3-61).

En el sector, el ambiente humedal matorral es el que presenta el mayor índice de antropización de fauna (19,8%). Por el contrario, en el ambiente roquerío desprovisto de vegetación registra el menor índice de antropización de fauna, con 4,0%, mientras que el resto de los ambientes presentan un índice similar, entre 11,6% a 11,9% (Tabla 3.3.3-61).

Tabla 3.3.3-61. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Quebradas Huiniquinta – Ornajuno.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				ANTROP.
	E	N	I	ND*	
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	1	1	1	0	11,9
Área industrial	0	3	1	1	11,8
Humedales					
Humedal altoandino	1	41	1	0	11,6
Humedal matorral	1	44	2	0	19,8
Humedal con vegetación degradada	0	9	1	0	11,6
Matorral	1	22	1	0	11,7
Pajonal	0	9	1	1	11,8
Quebradas					
Quebrada con vegetación	1	29	1	0	11,7
Quebrada desprovista de vegetación	1	3	1	0	11,8
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	1	33	1	0	11,6
Roquerío desprovisto de vegetación	1	14	1	0	4,0
TOTAL	1	60	2	0	19,9

Origen geográfico: **E:** endémica; **N:** nativa; **I:** introducida; **ND:** no determinado; **ANTROP.:** índice de antropización.

* La especie ND, en el ambiente área industrial corresponde a un miembro de la familia CRICETIDAE, mientras que en pajonal corresponde a uno de la familia TROPIDURIDAE. Ambos registros fueron adscritos a especies de estas familias, las cuales fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, estos registros no suman a la riqueza total del sector

Fuente: Cedrem Consultores.

e.vi) Estado de conservación

En la Tabla 3.3.3-62 se muestra el estado de conservación de las especies que fueron detectadas para cada ambiente del sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno. De las 63 especies observadas en el sector, 18 (28,6%) se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación (dos anfibios, tres reptiles, cuatro aves y nueve mamíferos).

Ocho de las especies detectadas en el sector se encuentran clasificadas bajo amenaza para su conservación: En Peligro se encuentran las especies *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana; Fotografía 3.3.3-31 a) y *Vicugna vicugna* (vicuña; Fotografía 3.3.3-31 e); en categoría Vulnerable se encuentran clasificadas las especies *Lama guanicoe* (guanaco; Fotografía 3.3.3-31 b), *Rhea pennata* (suri; Fotografía 3.3.3-31 c), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna; Fotografía 3.3.3-31 d) y *Vultur gryphus* (cóndor; Fotografía 3.3.3-31 f); finalmente, *Puma concolor* (puma) se considera una especie Casi amenazada. En particular, se registra (en el humedal matorral) la presencia de una especie del género *Telmatobius* sp., y cabe considerar que las dos especies potenciales de este género, se encuentran clasificadas con grado de amenaza: *Telmatobius chusmisensis* En Peligro crítico y *Telmatobius marmoratus* en categoría Vulnerable, por lo cual se considera en el total de especies en amenaza (Tabla 3.3.3-62).

Por su parte, en categorías de conservación catalogadas sin amenaza se encuentran 10 de las especies detectadas en el sector: en Preocupación menor se encuentran *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla cenicienta), *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo; Fotografía 3.3.3-32 e) y *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso; Fotografía 3.3.3-32 f); en categoría Rara se encuentran *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) y *Liolaemus puna* (lagartija; Fotografía 3.3.3-32 c); en categoría Inadecuadamente conocida se encuentra *Falco femoralis* (halcón perdiguero) y finalmente, en categoría Sin prioridad inmediata se encuentran *Abrothrix andinus* (ratón andino), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco) y *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento; Fotografía 3.3.3-32, a, b y d, respectivamente; Tabla 3.3.3-62).

Cabe destacar la detección en el sector de una especie catalogada como Monumento Natural: *Vultur gryphus* (cóndor; Fotografía 3.3.3-31 f).

Los mesoambientes con mayor número de especies en categoría de conservación son quebradas con vegetación y humedal matorral, con 13 especies cada uno, seguido por el humedal altoandino, con 12 especies, y por el roquerío con vegetación, con 11 especies. Por el contrario, el ambiente de áreas desprovistas de vegetación presenta el menor número de especies sensibles, con sólo una especie, seguida por el área industrial, con dos especies (Tabla 3.3.3-62).

Cabe mencionar que el humedal matorral es el mesoambiente con presencia de mayor cantidad de especies amenazadas (seis especies de las ocho detectadas en el sector; Tabla 3.3.3-62).

Tabla 3.3.3-62. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación		Humedales			Matorral	Pajonal	Quebradas		Roqueríos	
			Área desprovista de vegetación	Área industrial	Humedal altoandino	Humedal matorral	Humedal con vegetación degradada			Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación
AMPHIBIA													
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC ⁶			X	X							
<i>Telmatobius sp.*</i>	Sapo	CR,V ⁷				X							
REPTILIA													
<i>Liolaemus puna</i>	Lagartija	R ¹			X	X		X		X		X	X
<i>Liolaemus pantherinus</i>	Lagartija pantera	R ¹								X			
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R ¹	X		X	X		X		X	X	X	X
AVES													
<i>Vultur gryphus**</i>	Cóndor	V ¹											
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	I ¹³				X				X			
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V ⁷				X			X	X			X
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V ¹			X			X	X	X		X	X
MAMMALIA													
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V ⁵			X	X		X	X	X	X	X	
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN ¹		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC ⁵		X	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT ⁷			X	X				X			
<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla cenicienta	LC ⁸										X	X
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN ¹²			X	X	X	X		X		X	X
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP ¹²			X				X			X	
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP ¹²			X	X				X		X	
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP ¹²			X	X		X		X		X	
TOTAL AMBIENTE			1	2	12	13	3	8	6	13	3	11	7

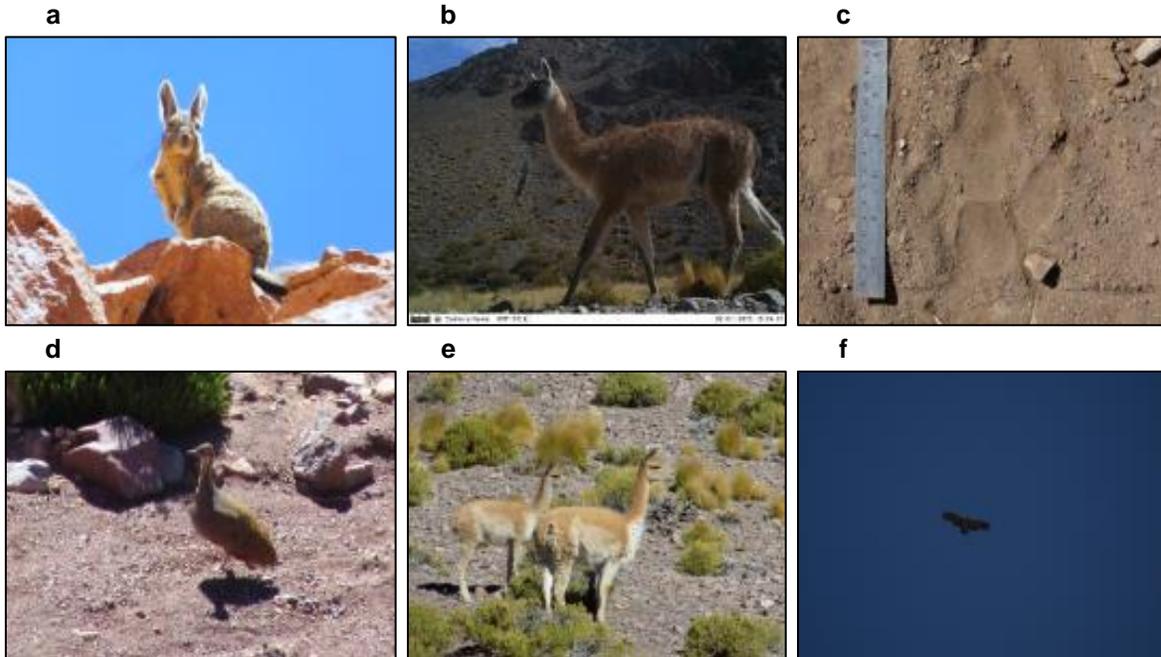
EC (estado de conservación): EN: en peligro; F: fuera de peligro; I: inadecuadamente conocida; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; NT: casi amenazada; R: rara; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S.N°33/2011 MMA; (6) D.S.N°41/2011 MMA; (7) D.S.N°42/2011 MMA; (8) D.S.N°19/2012 MMA; (12) Cofré & Marquet (1999) (13) Rottmann & López-Callejas (1993).

*Las dos especies potenciales de este género se encuentran en categorías con grado de amenaza: *Telmatobius chusmisensis* (CR) y *Telmatobius marmoratus* (V).

** Especie registrada sobrevolando por lo que su registro no se asocia a ningún ambiente particular.

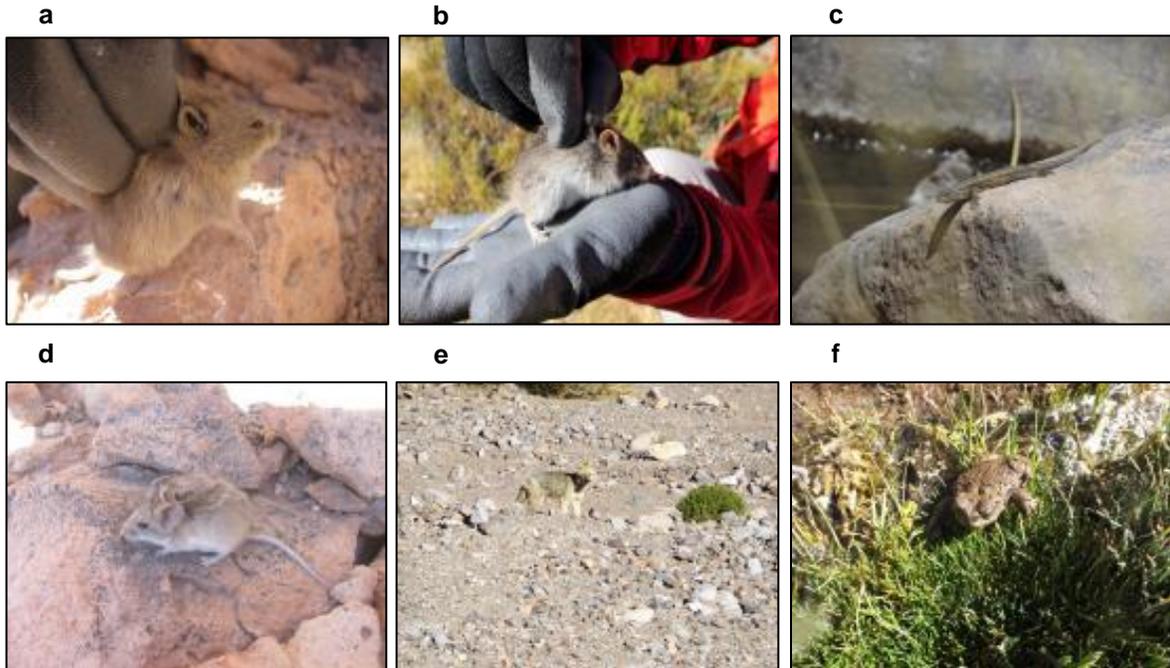
Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-31. Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Lagidium peruanum*, (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), huella de *Rhea pennata* (suri, c), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, d), *Vicugna vicugna* (vicuña, e) y *Vultur gryphus* (cóndor, f).



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-32. Especies en categoría de conservación con menor grado de amenaza detectadas en sector Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Abrothrix andinus* (ratón andino, a), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco, b), *Liolaemus puna* (lagartija, c), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento, d), *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo, e) y *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, f).



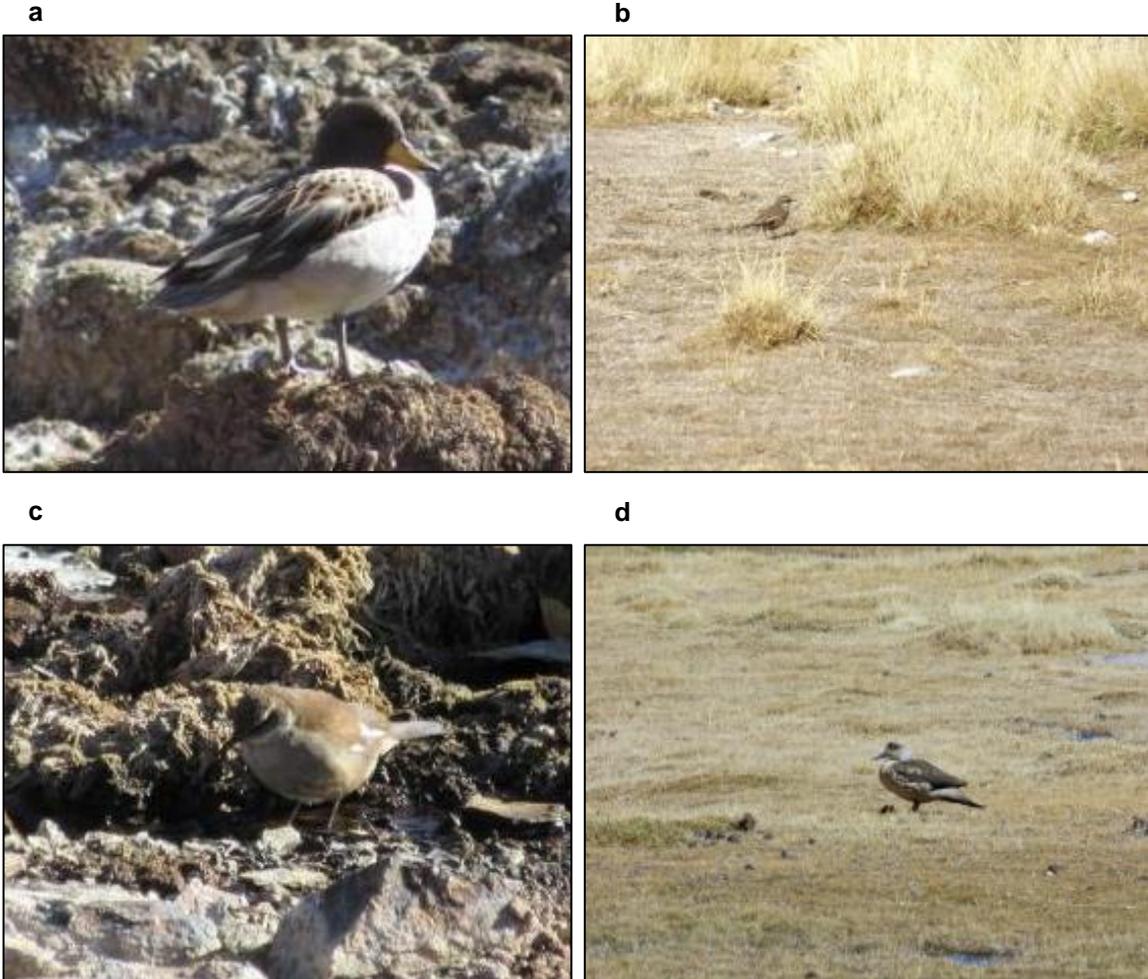
Fuente: Cedrem Consultores.

e.vii) *Especialistas de hábitat y movilidad*

De las 63 especies registradas en el sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno, 10 se encuentran catalogadas como especialistas de hábitat. Éstas corresponden a dos especies de anfibios, *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius* sp.; seis especies de aves, correspondientes a *Anas flavirostris* (pato jergón chico; Fotografía 3.3.3-33 a), *Anas puna* (pato puna), *Cinclodes albiventris* (churrete de alas crema; Fotografía 3.3.3-33 b), *Cinclodes atacamensis* (churrete de alas blancas; Fotografía 3.3.3-33 c), *Lophonetta specularioides* (pato juarjual; Fotografía 3.3.3-33 d) y *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano); y dos especies de mamíferos, *Akodon berlepschii* (ratón de Berlepschi) y *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana). Si bien se registran en siete de los 11 ambientes/mesoambientes muestreados, estas especialistas de hábitat se concentran en mayor número en el ambiente de humedales (humedal matorral y humedal altoandino, con nueve y ocho especialistas respectivamente), puesto que las especies de aves y los anfibios mencionadas están asociados en su distribución a ambientes húmedos (Anexo 3.3.3-12).

En cuanto a la movilidad, cinco de las especies detectadas en el sector son catalogadas de baja movilidad, correspondiendo a dos especies de anfibios, *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso) y *Telmatobius* sp. y a tres especies de reptiles, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) y *Liolaemus puna* (lagartija). Estas especies de baja movilidad se registran en nueve de los 11 ambientes/mesoambientes muestreados en el sector. Por su parte, se registran siete especies de movilidad media, concentrándose principalmente en los mesoambientes de roquerío con vegetación, humedal altoandino y humedal matorral, donde se detectan entre cuatro a seis especies. Respecto a las especies de alta movilidad, en el sector se detectan 51 especies, las que se concentran mayoritariamente en los ambientes de humedal altoandino y humedal matorral, con 37 de estas especies (Anexo 3.3.3-12).

Fotografía 3.3.3-33. Especies especialistas de hábitat detectadas Quebradas Huinquentipa – Ornajuno: *Anas flavirostris* (pato jergón chico, a), *Cinclodes albiventris* (churrete de alas crema, b), *Cinclodes atacamensis* (churrete de alas blancas, c) y *Lophonetta specularioides* (pato juarjual, d).



Fuente: Cedrem Consultores.

e.viii) Singularidad ambiental

En el sector Quebradas Huinquentipa-Ornajuno, se define como singular 741,4 hectáreas (42,5% del total del sector, 10,2% del total singular del área de influencia). El principal aporte lo realiza el ambiente de roqueríos con 509,0 hectáreas (68,7% de la singularidad del sector), principalmente por el mesoambiente roquerío con vegetación (con 500,9 hectáreas). Los humedales en su totalidad son singulares y aportan con un 10,4% a la singularidad del sector con 77,4 hectáreas (Tabla 3.3.3-63).

Tabla 3.3.3-63. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación		
Área desprovista de vegetación		
Área industrial		
Humedales	77,4	10,4
Humedal altoandino	(37,4)	
Humedal matorral	(37,7)	
Humedal con vegetación degradada	(2,3)	
Matorral		
Pajonal		
Quebradas	155,0	20,9
Quebrada con vegetación	(155,0)	
Quebrada desprovista de vegetación		
Roqueríos	509,0	68,7
Roquerío con vegetación	(500,9)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(8,1)	
Total singular del sector (ha)	741,4	100,0
Proporción respecto al total del sector		42,5
Proporción respecto al total singular en área de influencia		10,2

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

En el sector, cinco de los 11 ambientes/mesoambientes son singulares por cumplir con los niveles I, II y III. Dentro de éstos, destacan los mesoambientes de quebrada con vegetación, humedal matorral y humedal altoandino, por concentrar la mayoría de especies *bajo riesgo* y/o sensibles detectadas en el sector. En el nivel I, quebrada con vegetación es el mesoambiente que encabeza la concentración de especies en riesgo, con la presencia de las nueve detectadas en el sector (en los otros mesoambientes se registran de una a ocho de éstas). En el nivel II, 12 de las 15 especies detectadas en el sector (las cuales otorgan sensibilidad a los ambientes), se encuentran en el humedal matorral y le sigue el humedal altoandino con nueve de éstas (los demás ambientes albergan de una a cuatro de estas especies).

En los mesoambientes singulares hay tres especies que destacan por cumplir simultáneamente con los niveles I y II: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, especie en peligro y especialista en hábitat), *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, especie rara, endémica regional y de baja movilidad) y *L. puna* (lagartija, especie rara y de baja movilidad).

En particular para el mesoambiente quebrada con vegetación, destaca la presencia de *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera, especie rara, de baja movilidad y de distribución restringida con sólo dos registros en el área de influencia y uno de ellos en este ambiente), así como de *Tinamotis pentlandii* (kiula, especie vulnerable).

En los humedales, también destaca la presencia de otras especies que cumplen con el Nivel I o II, tales como *Puma concolor* (puma, especie casi amenazada), *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso, especie de baja movilidad y especialista en hábitat), dos especies del género *Anas*, dos del género *Cinclodes* y *Lophonetta specularioides* (patos, churretes y pato juarjual, respectivamente, todas especialistas en hábitat) y *Colaptes rupicola* (pitío del norte, especie de distribución restringida dentro del área de influencia, con un único registro en el humedal matorral de este sector).

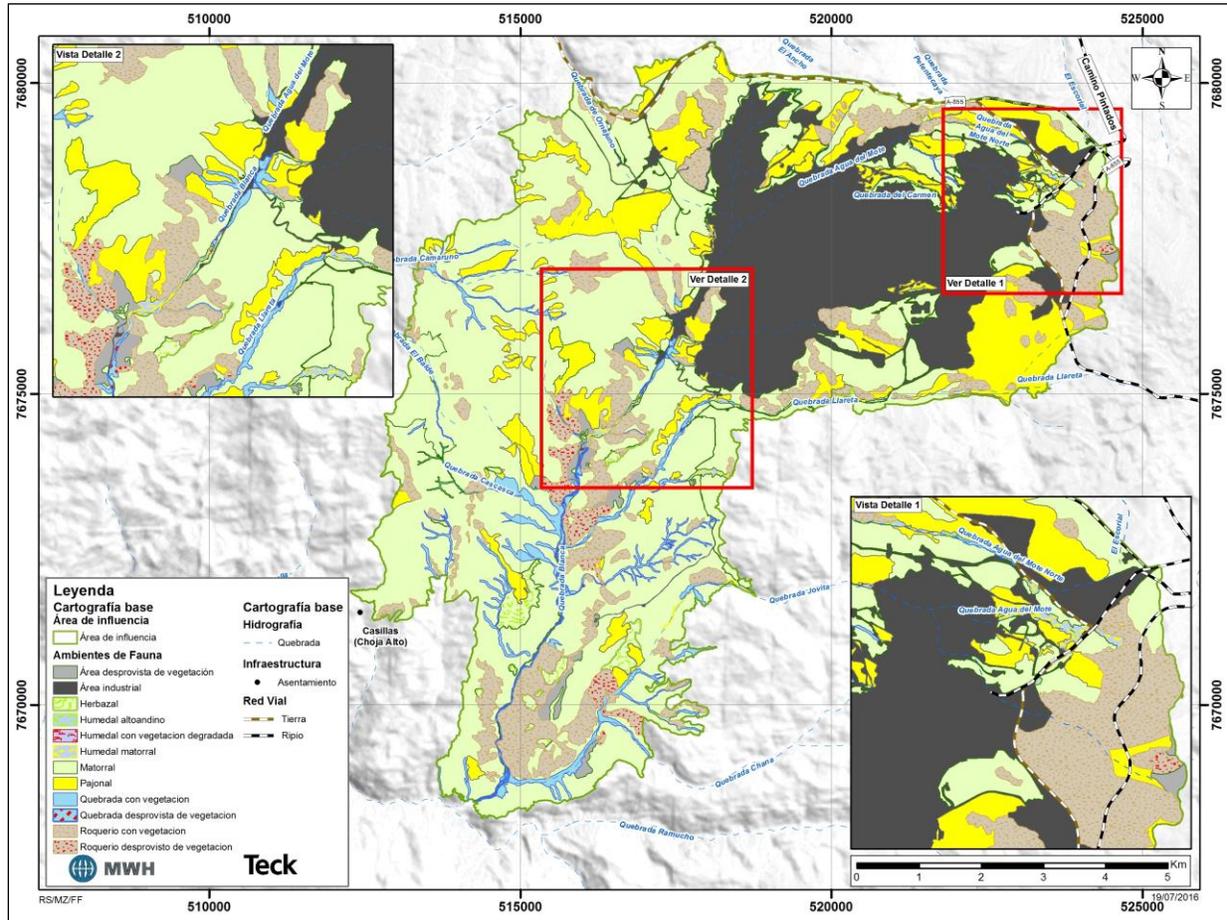
Cabe mencionar que una unidad cartográfica del mesoambiente roquerío desprovisto de vegetación es catalogado como singular, mediante criterio experto por ser un sitio de nidificación de *Phalcoboenus megalopterus* (carancho cordillerano).

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se detallan en el Anexo 3.3.3-10.

f) Sector Altiplano Mina – Planta

El sector Altiplano Mina - Planta representa un 16,0% del área de influencia total del proyecto, lo cual corresponde a una superficie de 7.984,3 hectáreas (Figura 3.3.3-43 y Planos 3.3.3-01, -02, -03, -04 y -05).

Figura 3.3.3-43. Ambientes de fauna del sector Altiplano Mina - Planta.



Fuente: Cedrem Consultores.

f.i) *Ambientes de fauna*

En la Figura 3.3.3-43 se señalan los ambientes de fauna definidos para el sector Altiplano Mina – Planta, la superficie y porcentaje representado por cada ambiente se detalla en la Tabla 3.3.3-64.

En términos de variedad de ambientes, el sector Altiplano Mina – Planta presenta la mayor diversidad de ambientes, con doce ambientes/mesoambientes (frente a un total de 16 delimitados en el área de influencia). El ambiente más representado en este sector es el matorral (Fotografía 3.3.3-34 a), el cual abarca el 47,5% de la superficie total del sector (3.796,0 hectáreas); seguido

del ambiente área industrial (Fotografía 3.3.3-34 b), con el 21,1% del sector (1.682,0 hectáreas), el roquerío, con 13,7% y el pajonal, con 12,5%. Otros ambientes con baja representatividad de la superficie son las quebradas (2,7%), el herbazal (1,1%), el área desprovista de vegetación (0,9%) y los humedales, con 0,5% (Tabla 3.3.3-64).

Tabla 3.3.3-64. Ambientes de fauna del sector Altiplano Mina - Planta, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas desprovistas de vegetación	72,2	0,9
Área desprovista de vegetación	(72,2)	
Área industrial	1.682,0	21,1
Herbazal	88,5	1,1
Humedales	40,1	0,5
Humedal altoandino	(6,8)	
Humedal matorral	(31,8)	
Humedal con vegetación degradada	(1,4)	
Matorral	3.796,0	47,5
Pajonal	995,7	12,5
Quebradas	215,0	2,7
Quebrada con vegetación	(198,7)	
Quebrada desprovista de vegetación	(16,3)	
Roqueríos	1.094,9	13,7
Roquerío con vegetación	(980,4)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(114,5)	
Total superficie por sector (ha)	7.984,3	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem consultores.

Fotografía 3.3.3-34. Mesoambientes de fauna en sector Altiplano Mina – Planta: matorral (a), área industrial (b), pajonal (c), roquerío con vegetación (d), área desprovista de vegetación (e), quebrada con vegetación (f), herbazal (g), roquerío desprovisto de vegetación (h), humedal matorral (i), humedal altoandino (j), humedal con vegetación degradada (k).



Fuente: Cedrem Consultores.

f.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza de especies en el sector Altiplano Mina - Planta, considerando las nueve campañas realizadas hasta otoño 2016 es de 66 especies, lo cual corresponde al 52,8% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza total de especies detectadas en el sector se distribuye en tres especies de reptiles, 47 especies de aves y 16 especies de mamíferos (Tabla 3.3.3-12).

La mayor riqueza por ambiente se observa en el ambiente matorral, con 46 especies (con rango entre 15 a 28 especies por campaña), seguido por la quebrada con vegetación, con 45 especies (rango entre 12 a 29 especies) y el humedal matorral, con 42 especies (rango entre 9 a 29); mientras que en el mesoambiente quebrada desprovista de vegetación (con dos campañas) se observa la menor riqueza, con tres especies (Tabla 3.3.3-65).²⁷

La comparación estacional muestra que para la quebrada con vegetación, las campañas del periodo otoño e invierno presentan menor variación de riqueza, oscilando entre 12 a 24 especies, en relación a primavera y verano, con 15 a 29 especies (Tabla 3.3.3-65). En el matorral, en otoño e invierno hay mayor variación en riqueza (15 a 28 especies) que en primavera y verano, con 22 a 23 especies (Tabla 3.3.3-65). En el ambiente de humedal matorral, la variación de otoño e invierno, entre 12 a 29 especies, es mayor al periodo primavera y verano, la que varía entre nueve a 23 especies (Tabla 3.3.3-65).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, la mayor riqueza de reptiles se registra en el ambiente de quebrada con vegetación y matorral, variando entre una (en varias campañas) a tres especies. Para los mamíferos la mayor riqueza se registra en el matorral (entre seis a nueve especies), seguida por el humedal altoandino, quebrada con vegetación, roquerío con vegetación y el humedal matorral (variando entre tres a nueve especies). Finalmente, en aves, la mayor riqueza se registra en el ambiente de humedal matorral, variando entre cinco a 20 especies por campaña, seguida por la quebrada con vegetación (entre cinco a 18 especies) y el matorral, entre seis a 17 especies (Tabla 3.3.3-65).

²⁷ La especie *Buteo poecilochrous* no se asocia a un ambiente particular, ya que sólo fue detectada sobrevolando el sector Altiplano Mina – Planta.

Tabla 3.3.3-65. Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Mina – Planta por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Otoño 2015	-	-	1	1	2
		Invierno 2015	-	-	1	1	
		Primavera 2015	-	-	1	1	
		Verano 2016	-	-	-	0	
Área industrial	-	Otoño 2014	-	2	1	3	17
		Invierno 2014	1	2	3	6	
		Primavera 2014	1	3	3	7	
		Verano 2015	2	4	3	9	
		Otoño 2015	-	6	-	6	
		Invierno 2015	1	5	3	9	
		Primavera 2015	-	3	1	4	
Otoño 2016	-	-	-	0			
Herbazal	-	Invierno 2015	-	2	1	3	10
		Primavera 2015	-	5	3	8	
		Verano 2016	-	1	3	4	
		Otoño 2016	-	-	3	3	
Humedales	Humedal altoandino	Otoño 2014	1	10	6	17	35
		Invierno 2014	-	9	6	15	
		Primavera 2014	-	10	6	16	
		Verano 2015	1	10	7	18	
		Otoño 2015	2	11	7	20	
		Invierno 2015	-	14	9	23	
		Primavera 2015	-	6	5	11	
		Verano 2016	1	2	5	8	
		Otoño 2016	-	-	5	5	
	Humedal matorral	Otoño 2014	2	10	5	17	42
		Invierno 2014	1	10	6	17	
		Primavera 2014	2	15	6	23	
		Verano 2015	2	9	5	16	
		Otoño 2015	1	12	9	22	
		Invierno 2015	1	20	8	29	
		Primavera 2015	1	12	7	20	
		Verano 2016	-	6	3	9	
Otoño 2016	1	5	6	12			
	Otoño 2014	-	7	4	11	15	
	Invierno 2014	-	5	5	10		

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE	
	Humedal con vegetación degradada	Primavera 2014	-	3	4	7		
		Verano 2015	-	3	1	4		
		Otoño 2015	-	3	4	7		
		Invierno 2015	-	5	2	7		
Matorral	-	Otoño 2014	2	9	8	19	46	
		Invierno 2014	1	15	9	25		
		Primavera 2014	1	15	7	23		
		Verano 2015	3	11	8	22		
		Otoño 2015	2	16	6	24		
		Invierno 2015	2	17	9	28		
		Primavera 2015	2	13	8	23		
		Verano 2016	1	14	8	23		
		Otoño 2016	1	6	8	15		
Pajonal	-	Otoño 2014	1	5	3	9	20	
		Invierno 2014	1	4	5	10		
		Primavera 2014	1	2	4	7		
		Verano 2015	1	5	5	11		
		Otoño 2015	-	7	6	13		
		Invierno 2015	1	6	5	12		
		Primavera 2015	1	3	4	8		
		Verano 2016	1	1	3	5		
		Otoño 2016	1	1	4	6		
Quebradas	Quebrada con vegetación	Otoño 2014	1	9	6	16	45	
		Invierno 2014	1	5	6	12		
		Primavera 2014	2	18	9	29		
		Verano 2015	2	13	8	23		
		Otoño 2015	3	12	9	24		
		Invierno 2015	1	12	9	22		
		Primavera 2015	1	18	4	23		
		Verano 2016	1	7	7	15		
		Quebrada desprovista de vegetación	Verano 2016	-	-	1	1	3
			Otoño 2016	1	-	2	3	
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Otoño 2014	1	12	7	20	38	
		Invierno 2014	1	6	7	14		
		Primavera 2014	1	10	7	18		
		Verano 2015	1	11	8	20		
		Otoño 2015	2	14	9	25		
		Invierno 2015	1	12	7	20		

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
		Primavera 2015	2	9	8	19	
		Verano 2016	1	8	6	15	
		Otoño 2016	1	1	3	5	
	Roquerío desprovisto de vegetación	Otoño 2014	-	1	1	2	12
		Invierno 2014	1	3	3	7	
		Primavera 2014	1	3	3	7	
		Verano 2015	1	1	1	3	
		Otoño 2015	1	3	3	7	
		Invierno 2015	-	-	-	0	

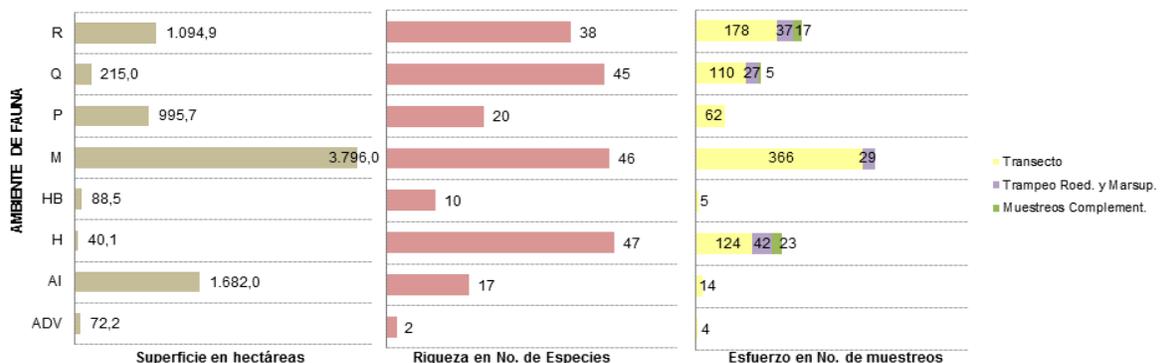
Nota: se excluye de este análisis la especie: *Buteo poecilochrous* (sobrevolando), con registro no asociado a ambiente.

Fuente: Cedrem Consultores.

Si bien, en términos de superficie, el ambiente de humedal se encuentra escasamente representado en el sector (con 40,1 hectáreas), en este ambiente se registra una alta riqueza de fauna, con 47 especies (71,2% del total del sector) y a pesar que el esfuerzo de muestreo fue el tercero más alto (con 124 transectos, 42 trampeos y 23 muestreos complementarios (Figura 3.3.3-44).

El ambiente de matorral, con la mayor superficie (con 3.796,0 hectáreas), presenta la segunda mayor riqueza (con 46 especies) y es el ambiente con el mayor esfuerzo de muestreo, con 366 transectos y 29 trampeos. Las quebradas, a pesar de no poseer mucha superficie (215,0 hectáreas), presenta la tercera mayor riqueza, con 45 especies, y tiene un esfuerzo de muestreo medio, con 110 transectos, 27 trampeos y cinco muestreos complementarios. Finalmente, cabe destacar el área industrial, con una alta superficie (1.682,0 hectáreas), pero que posee una baja riqueza, con 17 especies, en 14 transectos (Figura 3.3.3-44).

Figura 3.3.3-44. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo para el sector Altiplano Mina - Planta.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **H:** humedales; **HB:** herbazal; **M:** matorral; **P:** pajonal; **Q:** quebradas; **R:** roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

f.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Altiplano Mina - Planta por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el ambiente de matorral, con un rango de nueve individuos (en otoño 2016) a 30 ejemplares (en primavera 2014), seguido por la quebrada con vegetación (cuatro a 19 individuos), y mesoambiente de roquerío con vegetación, el que varía entre uno a 12 individuos, mientras que los otros ambientes presentan una baja abundancia, variando entre ninguno a seis ejemplares. Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre 12 a 72 transectos, seguido del roquerío con vegetación (cinco a 31 transectos) y la quebrada con vegetación (siete a 19 transectos; Tabla 3.3.3-66).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es relativamente similar entre los distintos ambientes, aunque es mayor en quebrada con vegetación (oscilando entre 0,4 a 1,1 ind/transecto), seguido por matorral, con un rango entre 0,4 a 0,8 ind/transecto, mientras que el mesoambiente de humedal con vegetación degradada no tienen registro de reptiles en ninguna campaña (Tabla 3.3.3-66).

Tabla 3.3.3-66. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación									0,0	0/1	0,0	0/1	0,0	0/1	0,0	0/1		
Área industrial	0,0	0/2	0,5	1/2	0,5	1/2	0,5	1/2	0,0	0/2	0,5	1/2	0,0	0/1			0,0	0/1
Herbazal									0,0	0/1	0,0	0/1	0,0	0/1	0,0	0/1	0,0	0/2
Humedales																		
Humedal altoandino	0,2	1/6	0,0	0/6	0,0	0/6	0,3	2/6	0,3	2/8	0,0	0/8	0,0	0/2	0,5	1/2	0,0	0/2
Humedal matorral	0,3	3/9	0,1	1/8	0,5	4/8	0,8	6/8	0,2	2/10	0,3	3/12	0,3	1/4	0,0	0/3	0,5	2/4
Humedal con vegetación degradada	0,0	0/2	0,0	0/2	0,0	0/2	0,0	0/2	0,0	0/2	0,0	0/2						
Matorral	0,6	17/30	0,5	18/39	0,6	30/47	0,6	28/48	0,5	27/58	0,4	26/72	0,8	28/37	0,7	16/23	0,8	9/12
Pajonal	0,4	3/7	0,1	1/7	0,3	2/7	0,5	4/8	0,0	0/9	0,2	2/12	0,5	2/4	1,0	5/5	0,7	2/3
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	0,4	4/10	0,3	4/12	1,1	19/17	0,6	11/17	0,5	9/19	0,4	8/19	0,6	5/8	0,7	5/7		
Quebrada desprovista de vegetación																	1,0	1/1
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	0,3	6/19	0,2	4/18	0,3	6/21	0,2	5/22	0,3	8/25	0,0	1/31	0,8	12/16	0,3	3/10	0,2	1/5
Roquerío desprovisto de vegetación	0,0	0/1	0,5	1/2	2,0	4/2	0,5	1/2	0,5	1/2	0,0	0/2						

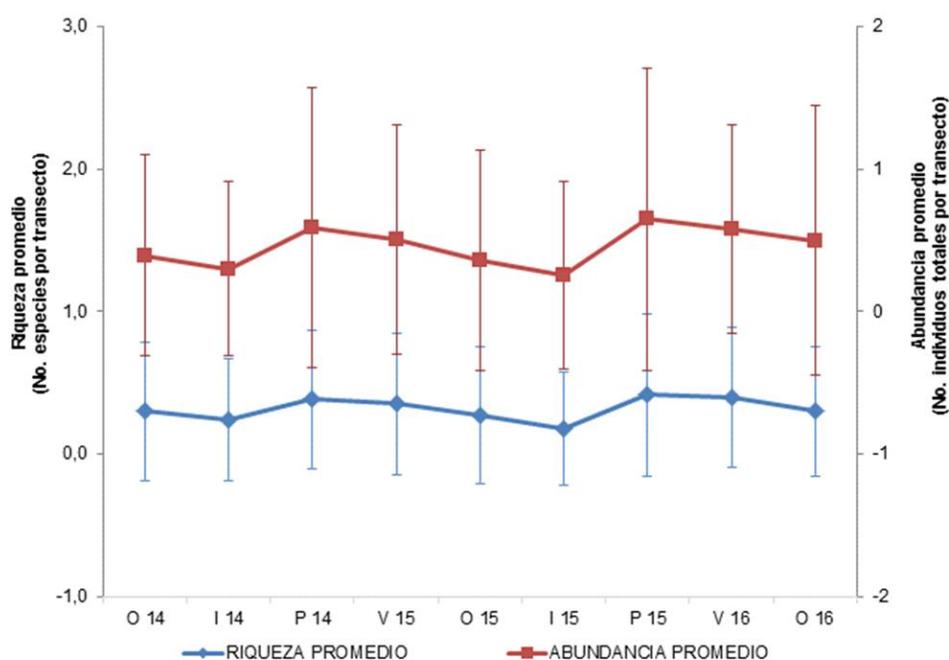
Dónde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N/T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados

* *Tachymenis peruviana* se excluye del análisis de abundancia, debido a que sólo está detectada mediante registros únicos en estos ambientes; ver Anexo 3.3.3-8 e.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-45. La riqueza promedio (baja, variando entre 0,0 y menos de 0,5 especies/transecto), muestra leves variaciones estacionales, con los mayores valores en primavera 2015 y verano 2016, y los menores valores en invierno 2014 e invierno 2015. Por parte de la abundancia media, se comporta similar a la riqueza promedio (con valores bajos, entre 0,0 y 0,5 individuos/transecto) sin mayores diferencias estacionales, tiende a ser menor en invierno 2014 y 2015 (con baja variación) y mayor en primavera 2015 y verano 2016 (con la mayor variación en primavera 2015; Figura 3.3.3-45).

Figura 3.3.3-45. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Mina -Planta. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

Liolaemus jamesi (jararanco de James) es la especie de reptil que presenta el mayor número de individuos avistados, con 26 individuos en matorral, durante la estación de primavera 2015 (en 37 transectos, equivale una media de 0,7 ind/transecto), seguido por 28 ejemplares, en matorral, en primavera 2014 (en 47 transectos, media de 0,6 ind/transecto). La especie de reptil con el menor número de individuos avistados es *Tachymenis peruviana* (culebra peruana), con un individuo en matorral (durante verano 2015, en 48 transectos y media menor a 0,1 ind/transecto), seguido por otro ejemplar en humedal altoandino (durante verano 2016, en dos transectos y media 0,5 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

En relación a la abundancia relativa, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) es la especie de reptil más abundante, variando entre 50,0% (en varios ambientes) hasta 100%, en varias campañas y ambientes (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de reptiles en el sector, la mayor corresponde a *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) con 0,05 ind/100 m² en roquerío desprovisto de vegetación (primavera 2014). La menor densidad de reptiles la registra *Liolaemus puna* (lagartija de la puna), en varias campañas y ambientes, con valores menores a 0,001 ind/100 m² (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la especie de reptil que presenta la mayor frecuencia es *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), con valores entre 15,4% (en invierno 2015) y 57,1% (en otoño 2016), mientras que *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) es la de menor frecuencia, con un máximo de 0,9% en verano 2016 y verano 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves (que en general, es alta en relación al registro en el área de influencia), se registra en el ambiente de matorral, con un rango de siete individuos (en otoño 2016) a 403 ejemplares (en otoño 2015), seguida por el humedal altoandino (ningún ejemplar en otoño 2016, a 236 en invierno 2015) y el roquerío con vegetación (uno en otoño 2016 a 235 en otoño 2015), mientras que los ambientes que presentan menor abundancia son la quebrada desprovista de vegetación (ningún ejemplar, en una campaña), seguido por el roquerío desprovisto de vegetación (ninguno a cuatro ejemplares). Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre 12 a 72 transectos, seguido del roquerío con vegetación (cinco a 31 transectos) y la quebrada con vegetación (siete a 19 transectos; Tabla 3.3.3-67).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el humedal altoandino (entre 0,0 a 29,5 ind/transecto), seguido por el humedal matorral (entre 2,3 hasta 14,8 ind/transecto) y el roquerío con vegetación (entre 0,2 a 9,4 ind/transecto). En el sentido contrario, la quebrada desprovista de vegetación y el área desprovista de vegetación son las de menor abundancia relativa, con 0,0 ind/transecto, seguido por el roquerío desprovisto de vegetación (entre 0,0 a 2,0 ind/transecto; Tabla 3.3.3-67).

Tabla 3.3.3-67. Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación									0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1		
Área industrial	2,5	5 / 2	1,5	3 / 2	4,0	8 / 2	4,0	8 / 2	5,0	10 / 2	3,5	7 / 2	3,0	3 / 1			0,0	0 / 1
Herbazal										4,0	4 / 1	11,0	11 / 1	4,0	4 / 1	0,0	0 / 2	
Humedales																		
Humedal altoandino	9,8	59 / 6	8,7	52 / 6	12,7	76 / 6	9,2	55 / 6	15,6	125 / 8	29,5	236 / 8	1,5	3 / 2	1,5	3 / 2	0,0	0 / 2
Humedal matorral	9,4	85 / 9	7,6	61 / 8	10,5	84 / 8	3,3	26 / 8	12,2	122 / 10	11,0	132 / 12	14,8	59 / 4	3,0	9 / 3	2,3	9 / 4
Humedal con vegetación degradada	12,0	24 / 2	3,0	6 / 2	2,0	4 / 2	4,0	8 / 2	4,5	9 / 2	3,5	7 / 2						
Matorral	2,1	64 / 30	1,3	50 / 39	2,7	127 / 47	3,1	147 / 48	6,9	403 / 58	2,7	191 / 72	2,0	75 / 37	2,3	53 / 23	0,6	7 / 12
Pajonal	4,1	29 / 7	1,9	13 / 7	0,6	4 / 7	2,8	22 / 8	1,8	16 / 9	1,0	12 / 12	2,3	9 / 4	0,2	1 / 5	0,3	1 / 3
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	2,7	27 / 10	1,4	17 / 12	7,9	135 / 17	5,8	98 / 17	4,9	93 / 19	5,8	110 / 19	6,6	53 / 8	4,4	31 / 7		
Quebrada desprovista de vegetación																	0,0	0 / 1
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	3,4	64 / 19	3,1	55 / 18	3,5	73 / 21	1,3	28 / 22	9,4	235 / 25	3,6	112 / 31	2,4	39 / 16	2,5	25 / 10	0,2	1 / 5
Roquerío desprovisto de vegetación	1,0	1 / 1	2,0	4 / 2	1,5	3 / 2	0,5	1 / 2	2,0	4 / 2	0,0	0 / 2						

Dónde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N / T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados

Las especies de aves que son registradas en muestreos distintos a los considerados en los análisis de abundancia y frecuencia por ambiente son:

* *Larus serranus* en registro único durante invierno 2015 (44 individuos)

** *Psilopsiagon aurifrons* por muestreo complementario durante invierno 2015 (5 individuos)

*** *Bubo magellanicus* un registro único en verano 2016

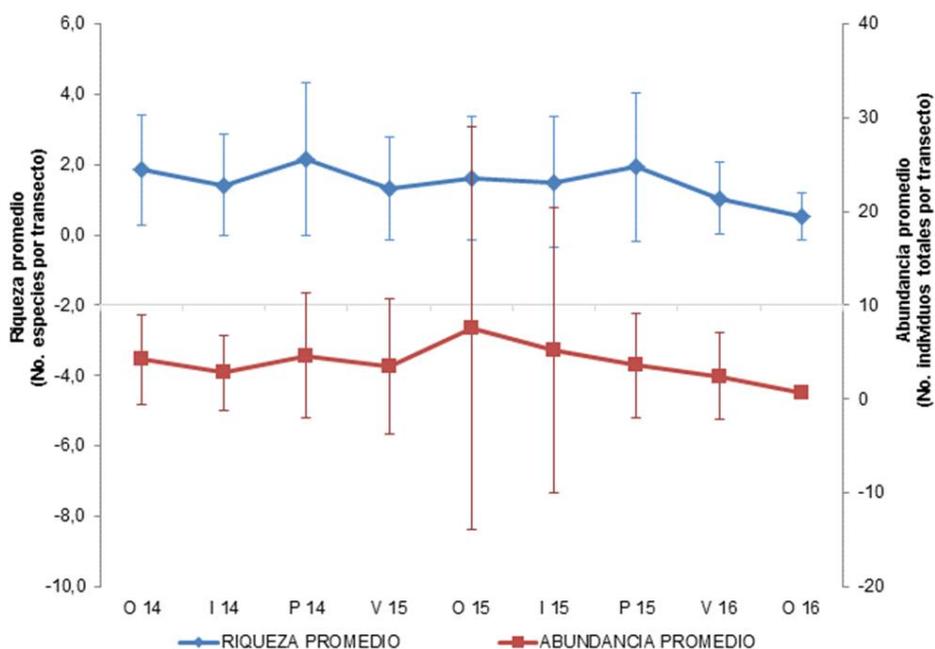
+ *Oreopholus ruficollis* por registro único en invierno 2015 (4 individuos)

++ *Vultur gryphus* por registro único en invierno 2015 (2 ejemplares) y *Muscisaxicola juninensis* por muestreo complementario en verano 2015.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-46. La riqueza promedio (con valores entre 0,5 a 2,2 especies/transecto), es menor en otoño 2016 (con baja variación) y mayor en primavera 2014 y 2015 (con la mayor variación; Figura 3.3.3-46). Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 0,6 a 7,5 individuos/transecto) es mayor en la campaña de otoño 2015 (con la máxima variación) y menor en otoño 2016 (con la menor variación; Figura 3.3.3-46).

Figura 3.3.3-46. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Mina – Planta. (Las barras indican Desviación Estándar).



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.

La especie de ave con mayor número de individuos avistados en el sector es *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), especie para la cual se registran 221 individuos en el ambiente de matorral, durante la estación de otoño 2015 (en 58 transectos, equivale a una media de 3,8 ind/transecto), seguido por 140 ejemplares de la misma especie en humedal altoandino (durante invierno 2015, en ocho transectos y con una media de 17,5 ind/transecto). En contraste, dentro de las aves más sensibles con el menor número de avistamientos se encuentra *Rhea pennata* (suri) y *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, Kiula), con un individuo observado en varias campañas y varios ambientes (Anexo 3.3.3-8).²⁸

²⁸ Se excluye del análisis de abundancia la especie *Buteo poecilochrous* detectada sólo mediante registro no asociado a ambiente. Al ser registrada en transectos, los valores de frecuencia de esta especie se presentan en el Anexo 3.3.3-8 b.

La especie con mayor rango de abundancia relativa es *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), la que varía entre un 1,7% (otoño 2014, en humedal altoandino) hasta un 59,3% (en invierno 2015, en humedal altoandino); además, las especies *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo) y *Asthenes modesta* (canastero chico) registran 100% en varios ambientes y campañas, por ser la única especie registrada (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de aves, la mayor corresponde a *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano) con 7,1 ind/ha en el ambiente humedal altoandino en invierno 2015. La menor densidad de las aves más sensibles la registran *Rhea pennata* (suri) y *Tinamotis pentlandii* (kiula), con valores usualmente menores a 0,1 ind/ha, en varias campañas (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la especie de ave que presenta la mayor frecuencia es *Asthenes modesta* (canastero chico), esta especie presenta una frecuencia entre 14,3% en otoño 2016 y 46,5% en otoño 2014. En tanto, varias especies de aves presentan la menor frecuencia, con un registro en una campaña (Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta (en general alta en relación al registro en el área de influencia) es mayor en el matorral, variando entre 26 individuos (otoño 2016) hasta 199 ejemplares (invierno 2015), seguida por el roquerío con vegetación (ocho a 74 ejemplares) y la quebrada con vegetación (12 a 60 individuos), mientras que el ambiente de roquerío desprovisto de vegetación presenta la menor abundancia, con ninguno a dos ejemplares, seguido por el área desprovista de vegetación, con un ejemplar. Cabe destacar el matorral, con mayor esfuerzo de muestreo (12 a 72 puntos de muestreo), seguida por el roquerío con vegetación (nueve a 31 puntos; Tabla 3.3.3-68).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste corresponde a un máximo puntual en el área industrial con 10,5 ind/punto (en invierno 2014). Sin embargo, en promedio el humedal altoandino posee los mayores valores, variando entre 1,5 a 6,5 ind/punto. En el sentido contrario, los valores más bajos de 0,0 a 1,0 ind/punto, se registran en roquerío desprovisto de vegetación y en el área desprovista de vegetación (Tabla 3.3.3-68).

Tabla 3.3.3-68. Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Mina - Planta.

AMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS																	
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM
Áreas desprovistas de vegetación																		
Área desprovista de vegetación									1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1		
Área industrial	0,5	1 / 2	10,5	21 / 2	1,5	3 / 2	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2	1,5	3 / 2	1,0	1 / 1			0,0	0 / 1
Herbazal										1,0	1 / 1	5,0	5 / 1	3,0	3 / 1	5,5	11 / 2	
Humedales																		
Humedal altoandino	2,8	17 / 6	5,2	31 / 6	2,0	12 / 6	6,3	38 / 6	3,0	24 / 8	4,3	34 / 8	3,0	6 / 2	1,5	3 / 2	6,5	13 / 2
Humedal matorral	1,8	16 / 9	5,5	44 / 8	3,1	25 / 8	1,1	9 / 8	1,9	19 / 10	3,2	38 / 12	2,0	8 / 4	0,3	1 / 3	2,3	9 / 4
Humedal con vegetación degradada	2,0	4 / 2	5,5	11 / 2	2,0	4 / 2	0,5	1 / 2	2,0	4 / 2	1,0	2 / 2						
Matorral	2,6	78 / 30	3,9	153 / 39	3,1	144 / 47	2,4	115 / 48	1,9	113 / 58	2,8	199 / 72	2,4	87 / 37	1,4	32 / 23	2,2	26 / 12
Pajonal	1,6	11 / 7	1,9	13 / 7	1,3	9 / 7	1,6	13 / 8	4,0	36 / 9	2,6	31 / 12	3,8	15 / 4	1,8	9 / 5	2,3	7 / 3
Quebradas																		
Quebrada con vegetación	2,3	23 / 10	1,8	21 / 12	3,5	60 / 17	2,7	46 / 17	1,9	37 / 19	2,2	41 / 19	2,4	19 / 8	1,7	12 / 7		
Quebrada desprovista de vegetación																	2,0	2 / 1
Roqueríos																		
Roquerío con vegetación	2,3	43 / 19	2,8	50 / 18	1,6	33 / 21	3,1	69 / 22	2,7	67 / 25	2,4	74 / 31	3,4	58 / 17	2,0	24 / 12	0,9	8 / 9
Roquerío desprovisto de vegetación	0,0	0 / 1	1,0	2 / 2	0,5	1 / 2	0,0	0 / 2	0,5	1 / 2	0,0	0 / 2						

Dónde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.

Fuente: Cedrem consultores.

La especie de mamífero con mayor número de individuos avistados es *Vicugna vicugna* (vicuña), especie para la cual se registran 115 individuos en el ambiente matorral, durante la estación de invierno 2015 (en 72 puntos de muestreo, con una media de 1,6 ind/punto). En contraste, el mamífero sensible con el menor número de avistamientos es *Puma concolor* (puma) registrado con un individuo en matorral (durante invierno 2015, en 72 puntos de muestreo, equivale a una media menor a 0,1 ind/punto) y con dos individuos en quebrada con vegetación (en invierno 2014, en 12 transectos, equivalente a 0,2 ind/punto; Anexo 3.3.3-8).

La especie con mayor abundancia relativa es *Vicugna vicugna* (vicuña), con un rango entre 8,7% (en otoño 2014, en quebrada con vegetación) hasta un 100% (en primavera 2014, en roquerío desprovisto de vegetación; Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la densidad de mamíferos, la mayor densidad corresponde a *Vicugna vicugna* (vicuña), con 2,5 ind/ha, en área desprovista de vegetación (durante invierno 2015), seguido por *Lama guanicoe* (guanaco) con un máximo de 1,8 ind/ha en el ambiente humedal altoandino, en otoño 2016. La especie sensible de mamífero con menor densidad (menor a 0,1 ind/ha) es, *Puma concolor* (puma) en matorral durante la estación de invierno 2014 e invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, la especie de meso y macro mamífero detectada que presenta la mayor frecuencia es *Lama guanicoe* (guanaco), la que presenta un rango de frecuencia entre 24,4% (otoño 2014) y 100% (en otoño 2016); seguido por *Vicugna vicugna* (vicuña), con rango desde 40,0% (en verano 2015 y verano 2016) a 92,3% en otoño 2016 (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados, la mayor cantidad de capturas se registra en el humedal altoandino, con un mínimo de uno a un máximo de 30 ejemplares (otoño de 2016), seguido por el humedal matorral (entre ninguna a 21 capturas, en invierno 2015) y el matorral (una a 19 capturas en verano 2016) mientras que los otros ambientes registran hasta un máximo de 11 capturas (Tabla 3.3.3-69).

Considerando el esfuerzo de muestreo diferencial (entre 20 a 180 trampas-noche), no se observan mayores diferencias entre ambientes, variando entre IDR de 0,0% a 23,4%, salvo máximos puntuales de 50,0% en humedal altoandino (en otoño 2016), seguido por 43,4% en ese mismo ambiente (en verano 2016) y 33,4% en humedal matorral (en verano y otoño 2016). En contraparte, el mesoambiente de quebrada con vegetación es el de menor número de capturas, con 0,0% (en varias campañas; Tabla 3.3.3-69).

Tabla 3.3.3-69. Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Mina - Planta.

AMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)																		
	Otoño 2014		Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016		
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	
Humedales																			
Humedal altoandino	5,0	6 / 120	3,4	2 / 60	1,7	1 / 60	13,4	8 / 60	14,5	13 / 90	16,7	10 / 60	13,8	11 / 80	43,4	26 / 60	48,4	29 / 60	
Humedal matorral	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	3,4	1 / 30	3,4	2 / 60	15,3	18 / 118	17,5	21 / 120	17,0	17 / 100	33,4	20 / 60	33,4	10 / 30	
Matorral	13,4	4 / 30	10,0	6 / 60	2,3	2 / 90	3,4	2 / 60	0,9	1 / 120	6,0	9 / 150	4,2	7 / 170	15,9	19 / 120	23,4	14 / 60	
Quebradas																			
Quebrada con vegetación	0,0	0 / 30	3,4	3 / 90	1,4	2 / 150	5,4	8 / 150	3,4	6 / 180	7,4	11 / 150	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30			
Roqueríos																			
Roquerío con vegetación	11,4	10 / 88	4,7	7 / 150	3,4	5 / 150	4,7	7 / 150	8,7	13 / 150	6,2	11 / 180	12,0	6 / 50	0,0	0 / 20			
Roquerío desprovisto de vegetación	10,0	2 / 20	6,7	2 / 30	6,7	2 / 30	10,0	3 / 30	13,4	4 / 30									

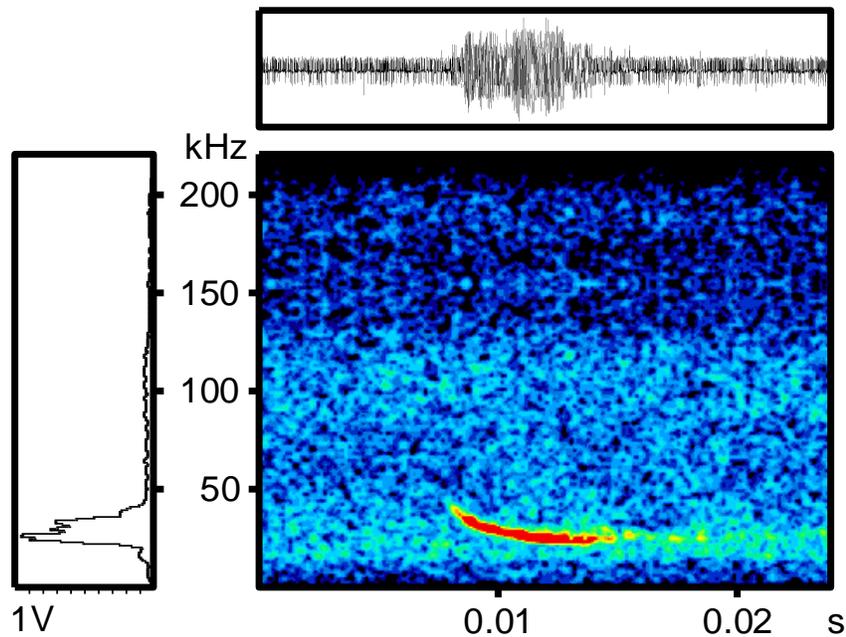
Dónde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trampeados / N° Trampas instaladas.

Fuente: Cedrem consultores.

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente altas en relación al registro en el área de influencia), es *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco), con un máximo de 28 ejemplares en otoño 2016, en el humedal altoandino (en 60 trampas, con un IDR de 46,7%), seguido de la misma especie, el que llega a un máximo de 18 capturas por campaña, en el ambiente humedal matorral (en verano 2016, con 60 trampas, con un IDR de 30,0%). En contraparte, las otras especies muestran un máximo de 13 ejemplares capturados, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).²⁹

Por otro lado, con respecto a los quirópteros detectados por muestreo complementario (acústico y trapeo en red), se detectan dos especies, *Histiotus montanus* (murciélago orejudo) con dos registros (uno acústico y una captura) en quebrada con vegetación (durante verano 2016) y con un registro en humedal matorral (en invierno 2015), y *Lasiurus cinereus* (murciélago ceniciento, Figura 3.3.3-47), con dos registros acústicos en verano 2016, en quebrada con vegetación (Anexo 3.3.3-8).

Figura 3.3.3-47. Sonograma de la especie *Lasiurus cinereus* (murciélago ceniciento) registrado en el sector Mina-Planta.



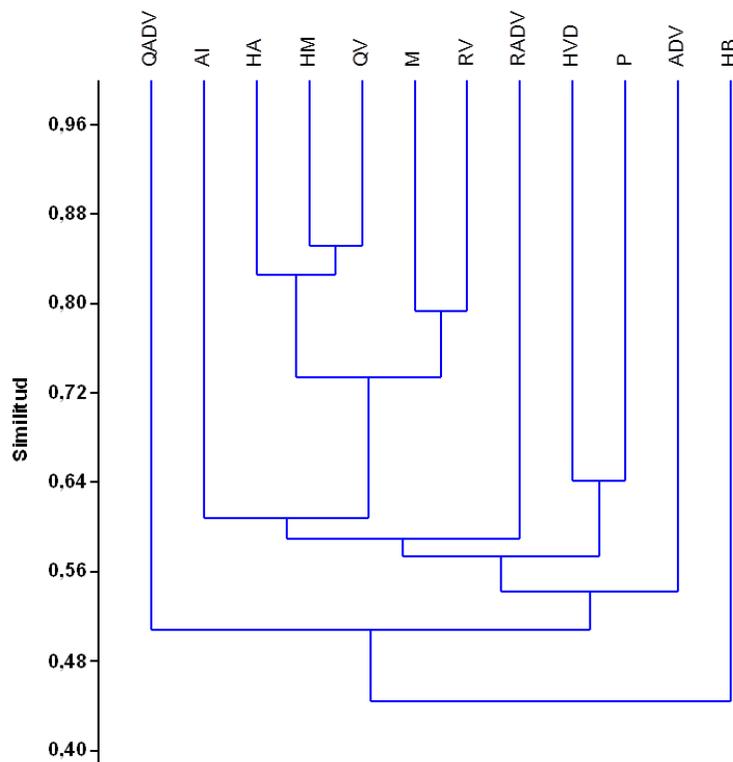
Fuente: Cedrem Consultores

²⁹ Las especies de micromamíferos detectadas fuera de los trapeos (en transectos) son: *Abrocoma cinerea* (Ratón chinchilla ceniciento) con cuatro registros, dos en matorral (en primavera 2014, en 96 transectos y en verano 2015, en 112 transectos), uno en quebrada con vegetación (en otoño 2015, en 136 transectos) y otro en roquerío con vegetación (en primavera 2015, en 74 transectos) y *Akodon berlepschii* también con cuatro registros que se detallan en el Anexo 3.3.3-8e.

f.iv) *Similitud entre ambientes*

Comparando la composición de especies de cada uno de los ambientes/mesoambientes, se determina mayor similitud (proporcionalmente alta) entre el trio de mesoambientes humedal altoandino, humedal matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 83% de similitud, al que se une el par matorral – roquerío con vegetación, a una similaridad estimada de 73%, ambos grupos concentrando la mayor riqueza de especies dentro del sector. En el otro extremo, el ambiente de herbazal es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad cercano al 44% (Figura 3.3.3-48).

Figura 3.3.3-48. Similitud entre ambientes para el sector Altiplano Mina - Planta.



RADV: roquerío desprovisto de vegetación; **AI: área industrial**; **HA: humedal altoandino**; **HM: humedal matorral**; **HVD: humedal desprovisto de vegetación**; **M: matorral**; **P: pajonal**; **QV: quebrada con vegetación**; **RV: roquerío con vegetación**; **HVD: humedal con vegetación degradada**; **ADV: área desprovista de vegetación**; **QADV: quebrada desprovista de vegetación**.

Fuente: Cedrem Consultores.

f.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 66 especies detectadas en el sector Altiplano Mina – Planta, una especie es endémica de Chile, 64 corresponden a especies nativas, y una es introducida, por lo que el índice de antropización de fauna es de 11,6% (ver Tabla 3.3.3-70).

Con respecto a los ambientes y mesoambientes de fauna, en nueve de los 12 delimitados en el sector, se registró una especie endémica correspondiente al reptil *Liolaemus jamesi* (jararanco de James; Fotografía 3.3.3-35). En cuanto a las especies introducidas, en nueve de los ambientes se registró una especie introducida. La mayoría de los ambientes presentan un índice de antropización similar, variando entre 11,4% a 11,8%, con excepción del roquerío desprovisto de vegetación, el área desprovista de vegetación y la quebrada desprovista de vegetación, donde no se registraron especies introducidas, por lo que el valor de antropización para estos ambientes es nulo. Además, el roquerío con vegetación presentó un índice de 3,9% (ver Tabla 3.3.3-70).

Tabla 3.3.3-70. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Mina - Planta.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				ANTROP.
	E	N	I	ND	
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	0	2	0	0	0,0
Área industrial	1	15	1	0	11,5
Herbazal	0	9	1	0	11,8
Humedales					
Humedal altoandino	1	33	1	0	11,4
Humedal con vegetación degradada	0	14	1	0	11,5
Humedal matorral	1	40	1	0	11,4
Matorral	1	44	1	0	11,6
Pajonal	1	17	1	1	11,6
Quebradas					
Quebrada con vegetación	1	43	1	0	11,6
Quebrada desprovista de vegetación	1	2	0	0	0,0
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	1	36	1	0	3,9
Roquerío desprovisto de vegetación	1	11	0	0	0,0
TOTAL	1	64	1	0	11,60

Origen geográfico: **E**: endémica; **N**: nativa; **I**: introducida; **ND**: no determinado; **ANTROP.**: índice de antropización.

* La especie ND, en el ambiente pajonal corresponde a un miembro de la familia CRICETIDAE. Todos estos registros fueron adscritos a especies de esta familia, las cuales fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, este registro no suma a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem consultores.

Fotografía 3.3.3-35. Especie endémica en sector Altiplano Mina - Planta: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James).



Fuente: Cedrem Consultores.

f.vi) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-71 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Altiplano Mina-Planta. De las 66 especies observadas en el sector, 22 (33,3%) se encuentran en categoría de conservación (tres reptiles, siete aves y 12 mamíferos).

De las 22 especies detectadas en categoría de conservación, ocho se encuentran clasificadas en alguna categoría que se cataloga bajo amenaza, estas son: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, Fotografía 3.3.3-36 a) y *Vicugna vicugna* (vicuña, Fotografía 3.3.3-36 f), clasificadas En peligro; *Lama guanicoe* (guanaco, Fotografía 3.3.3-36 b), *Larus serranus*, (gaviota andina, Fotografía 3.3.3-36 c), *Rhea pennata* (suri, Fotografía 3.3.3-36 d), *Tinamotis pentlandii*, (perdiz de la puna, Fotografía 3.3.3-36 e) y *Vultur gryphus* (cóndor) clasificadas en categoría Vulnerable, y *Puma concolor* (puma) catalogada como Casi amenazada (Tabla 3.3.3-71).

Por otra parte, en categorías de conservación entendidas como sin amenaza se encuentran 14 especies, correspondientes a: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla ceniciento) y *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna), clasificados en Preocupación menor; *Abrothrix andinus* (ratón andino), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco), *Phyllotis magister* (ratón orejudo grande), *Thylamys pallidior* (yaca de la puna) y *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento), clasificados Sin prioridad inmediata; *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus puna* (lagartija), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) y *Attagis gayi* (perdicita cordillerana) clasificadas en categoría Rara, y finalmente, *Buteo poecilochrous* (aguilucho de la puna) y *Falco femoralis* (halcón perdiguero), catalogadas como Insuficientemente conocidas (Tabla 3.3.3-71).

Cabe destacar que en el sector fue detectada una especie catalogada como Monumento Natural, y corresponde a *Vultur gryphus* (cóndor, Tabla 3.3.3-71).

Los ambientes con mayor número de especies en categoría de conservación son el matorral (con 18 especies), seguido de los mesoambientes de quebrada con vegetación y roquerío con vegetación (cada uno con 16 especies), del humedal matorral (con 14 especies) y humedal altoandino con 12 especies. Por el contrario, los ambientes de área desprovista de vegetación y herbazal presentan el menor número de especies sensibles, con sólo dos especies. Asimismo, el matorral es el ambiente con presencia de las ocho especies amenazadas que fueron detectadas en el sector, seguido por el roquerío con vegetación donde se registran siete de éstas (Tabla 3.3.3-71).

Tabla 3.3.3-71. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Mina - Planta.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación		Área industrial	Herbazal	Humedales			Matorral	Pajonal	Quebradas		Roqueríos	
			Área desprovista de vegetación				Humedal altoandino	Humedal matorral	Humedal con vegetación degradada			Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación
REPTILIA															
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana	R 1			X		X			X		X			
<i>Liolaemus puna</i>	Lagartija	R 1					X	X		X		X		X	
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R 1			X		X	X		X	X	X	X	X	X
AVES															
<i>Larus serranus</i>	Gaviota Andina	V 1			X				X	X				X	
<i>Attagis gayi</i>	Perdicita cordillerana	R 1								X					
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	V 1								X				X	
<i>Buteo poecilochrous**</i>	Aguilucho de la puna	I 1													
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	I 13						X				X		X	
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V 7						X		X	X	X		X	X
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V 1					X	X		X	X	X		X	
MAMMALIA															
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V 5	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN 1	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC 5			X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT 7								X		X			
<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca del norte	NP 12						X							
<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla cenicienta	LC 8								X		X		X	
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN 12				X	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP 12				X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP 12				X	X	X	X	X	X	X		X	

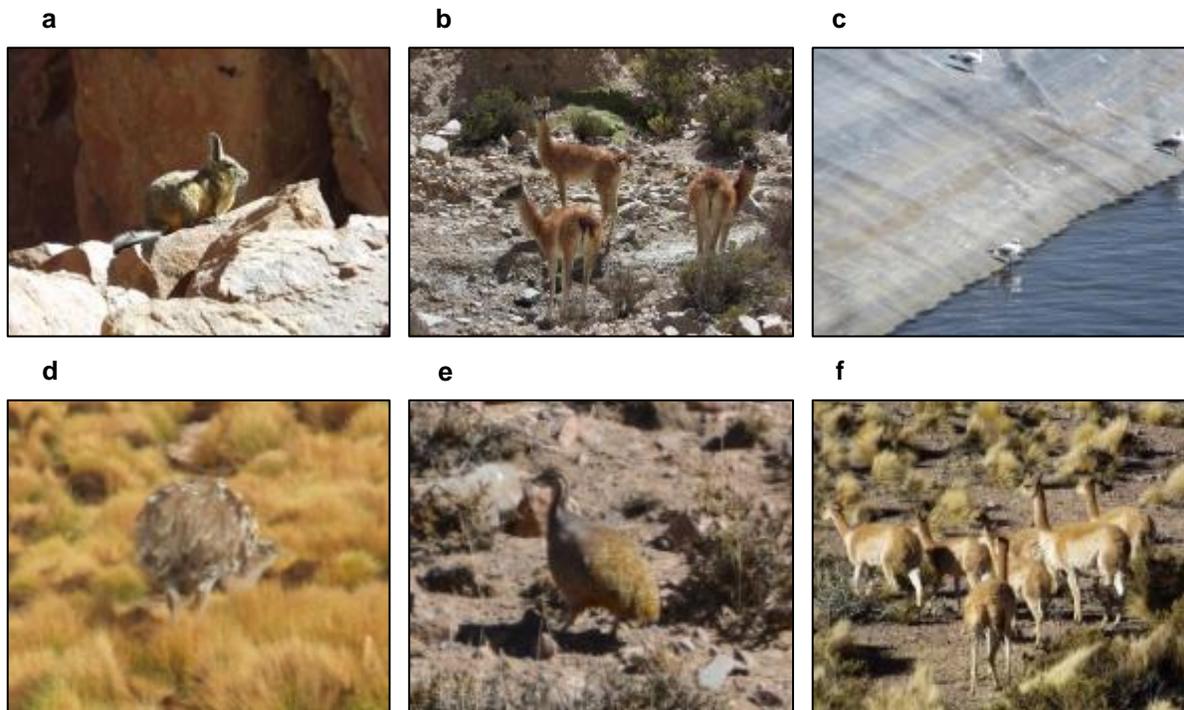
CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación		Área industrial	Herbazal	Humedales			Matorral	Pajonal	Quebradas		Roqueríos	
			Área desprovista de vegetación				Humedal altoandino	Humedal matorral	Humedal con vegetación degradada			Quebrada con vegetación	Quebrada desprovista de vegetación	Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación
<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón de la puna	LC ⁸								X		X			
<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejudo grande	NP ¹²					X	X						X	X
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP ¹²					X	X		X		X		X	X
TOTAL AMBIENTE			2		6	2	12	14	5	18	7	16	3	16	7

EC (estado de conservación): CR: en peligro crítico; EN: en peligro; F: fuera de peligro; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; NT: casi amenazada; R: rara; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S.N°33/2011 MMA; (7) D.S.N°42/2011 MMA; (8) D.S.N°19/2012 MMA; (12) Cofré & Marquet (1999); (13) Rottmann & López-Callejas (1993).

*Especie registrada sobrevolando, por lo que no se asocia a ningún ambiente.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-36. Especies en categoría de conservación en grado de amenaza detectadas en el sector Altiplano Mina - Planta: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b), *Larus serranus* (gaviota andina, c), *Rhea pennata* (suri, d), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, e) y *Vicugna vicugna* (vicuña, f).



Fuente: Cedrem Consultores.

f.vii) Especialistas de hábitat y movilidad

De las 66 especies detectadas en el sector Altiplano Mina – Planta, nueve especies son catalogadas como especialistas de hábitat (Anexo 3.3.3-12). Estas especies corresponden a: *Larus serranus* (gaviota andina), *Cinclodes albiventris* (churrete de alas crema), *Cinclodes atacamensis* (churrete de alas blancas), *Akodon berlepschii* (ratón de Berlepschi), *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna), *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana), *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano), *Thylamys pallidior* (yaca de la puna) y un representante de la familia Anatidae.

Con respecto a la movilidad de las especies detectadas, tres de éstas son consideradas especies que presentan una baja movilidad, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus puna* (lagartija) y *Tachymenis peruviana* (culebra peruana); las especies de baja movilidad por ambiente se presentan en el Anexo 3.3.3-12. Además, se detectan 11 especies que presentan una movilidad media, las que se concentran principalmente en los ambientes de matorral (nueve especies), quebrada con vegetación, roquerío con vegetación y humedal matorral (con ocho especies en cada uno). Respecto a las especies de alta movilidad, se detectan 52 especies, las

que se concentraron principalmente en matorral con 35 especies y quebrada con vegetación (34 especies; Anexo 3.3.3-12).

f.viii) Singularidad ambiental

En el sector Altiplano Mina-Planta, se define como singular una superficie de 1.219,1 hectáreas (15,3% del total del sector y 16,8% del total singular del área de influencia). El principal aporte en superficie, proviene del ambiente roqueríos con 980,4 hectáreas (80,4% de la singularidad del sector), donde el único aporte es del mesoambiente roquerío con vegetación. Por otra parte, los humedales en su totalidad singulares, aportan con un 3,3%, cubriendo 40,1 hectáreas (Tabla 3.3.3-72).

Tabla 3.3.3-72. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Mina-Planta.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación		
Área desprovista de vegetación		
Área industrial		
Herbazal		
Humedales	40,1	3,3
Humedal altoandino	(6,7)	
Humedal matorral	(31,9)	
Humedal con vegetación degradada	(1,4)	
Matorral		
Pajonal		
Quebradas	198,7	16,3
Quebrada con vegetación	(198,7)	
Quebrada desprovista de vegetación		
Roqueríos	980,4	80,4
Roquerío con vegetación	(980,4)	
Roquerío desprovisto de vegetación		
Total singular del sector (ha)	1.219,1	100,0
Proporción respecto al total del sector		15,3
Proporción respecto al total singular en área de influencia		16,8

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

En el sector, de los mesoambientes clasificados como singulares, quebrada con vegetación y roquerío con vegetación destacan por la mayor concentración de especies bajo riesgo (nivel I de singularidad) y/o que otorgan sensibilidad (nivel II). En el primer nivel, cada uno tiene presencia de nueve especies (frente a un total de 12 de este tipo que fueron detectadas en el sector, y que se encuentran en el matorral). En contraparte, el humedal con vegetación degradada alberga

cuatro de éstas. Seguidamente en el nivel II, el matorral lidera la concentración con 13 de las 18 especies clasificadas en este nivel de singularidad en el sector.

Para los mesoambientes antes descritos hay tres especies que destacan por cumplir simultáneamente con los niveles I y II y que están presentes en la mayoría de ellos: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, especie en peligro y especialista en hábitat), *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, especie rara, endémica regional y de baja movilidad) y *L. puna* (lagartija, especie rara y de baja movilidad).

Por su importancia, en el sector destacan otras cuatro especies presentes en los ambientes singulares: *Larus serranus* (gaviota andina, especie vulnerable y especialista en hábitat; presente en humedal con vegetación degradada, matorral, área industrial y roquerío con vegetación), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana, especie rara y de baja movilidad, presente en humedal altoandino, área industrial, matorral y quebrada con vegetación), *Rhea pennata* (suri, especie vulnerable; presente en humedal matorral, matorral, pajonal, quebrada con vegetación, roquerío desprovisto de vegetación y roquerío con vegetación) y *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna o kiula, especie vulnerable, presente en humedal altoandino, humedal matorral, matorral, pajonal, quebrada con vegetación y roquerío con vegetación).

Aparte de los ambientes clasificados como singulares, cabe destacar el ambiente de matorral con la mayor concentración de especies sensibles de niveles I (12 especies) y/o II (13 especies) de singularidad. En este ambiente, además de la presencia de especies que cumplen simultáneamente con los niveles I y II de singularidad (recientemente mencionadas), sobresale la presencia de la especie *Nothoprocta ornata* (perdiz cordillerana), con único registro en este ambiente dentro del área de influencia.

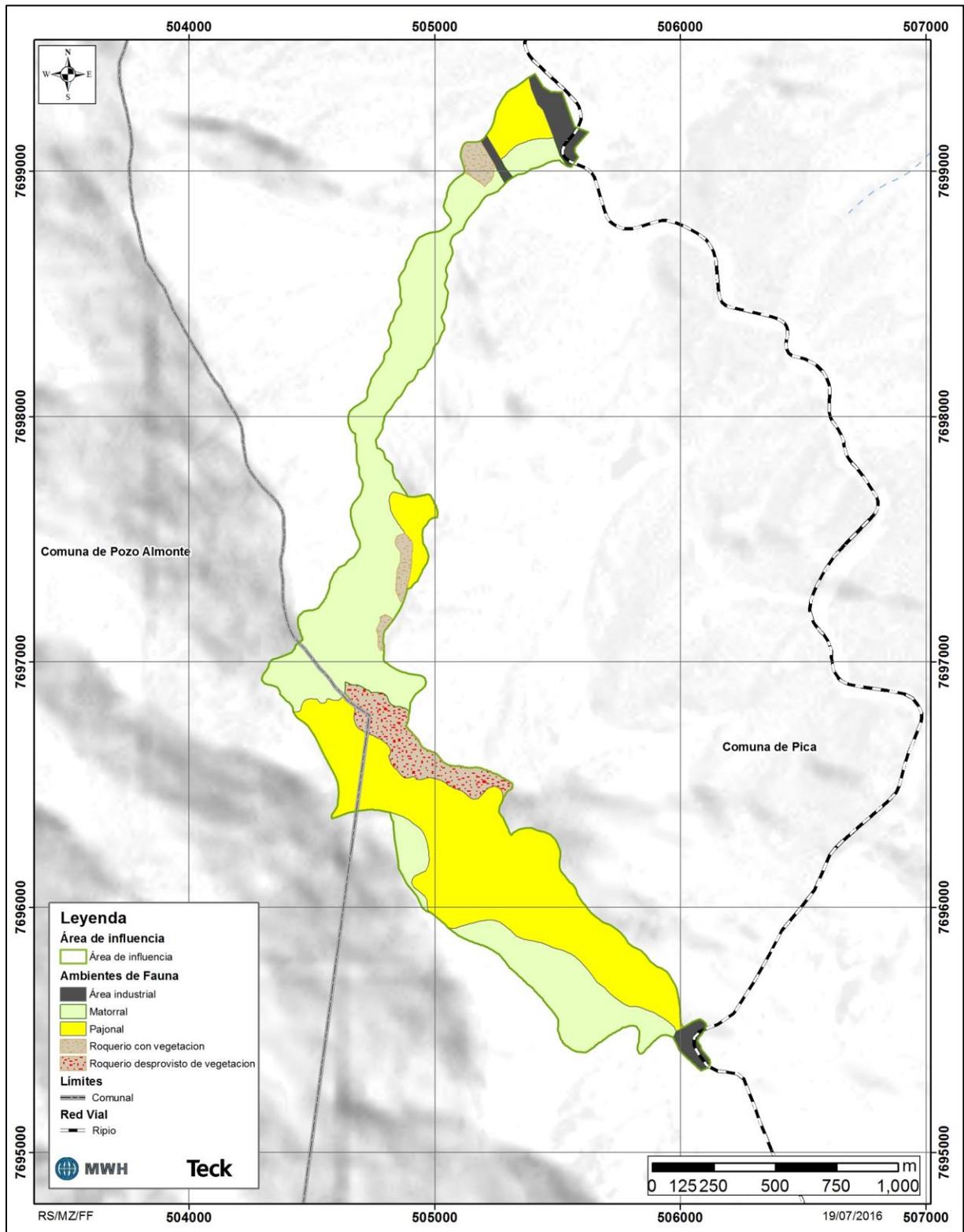
Cabe mencionar, que en quebrada y roquerío con vegetación además de cumplir con los criterios de singularidad, una unidad cartográfica de cada mesoambiente está determinada como singular por criterio experto, debido a la presencia de nidificación de Falconidae en la de quebrada con vegetación y de *Vultur gryphus* (cóndor) en roquerío con vegetación.

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se detallan en el Anexo 3.3.3-10.

g) Sector Altiplano Cerro Quitala

El sector Altiplano Cerro Quitala representa un 0,3% del área de influencia del proyecto, lo que corresponde a una superficie total de 146,9 hectáreas (Figura 3.3.3-49 y Plano 3.3.3-12).

Figura 3.3.3-49. Ambientes de fauna de sector Altiplano Cerro Quitala.



Fuente: Cedrem Consultores.

g.i) *Ambientes de fauna*

En la Figura 3.3.3-49 se muestran los ambientes de fauna definidos para el sector Altiplano Cerro Quitala, los que se detallan en la Tabla 3.3.3-73. El ambiente más representado en términos de superficie es el matorral (Fotografía 3.3.3-37 c), que corresponde a un 46,1% de la superficie total del sector (67,7 hectáreas), seguido por el pajonal (Fotografía 3.3.3-37 d), con un 41,5% de la superficie (61,0 hectáreas). Los ambientes con menor porcentaje de representatividad en el sector son el área industrial con un 3,8% (Fotografía 3.3.3-37 e) y los roqueríos con un 8,6% (Fotografía 3.3.3-37 a y b).

Tabla 3.3.3-73. Ambientes de fauna del sector Altiplano Cerro Quitala, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Área industrial	5,6	3,8
Matorral	67,7	46,1
Pajonal	61,0	41,5
Roqueríos	12,6	8,6
Roquerío con vegetación	(3,5)	
Roquerío desprovisto de vegetación	(9,0)	
Total superficie por sector (ha)	146,9	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-37. Ambientes y mesoambientes del sector Altiplano Cerro Quitala; roquerío desprovisto de vegetación (a), roquerío con vegetación (b), matorral (c), pajonal (d), área industrial (e).



Fuente: Cedrem Consultores.

g.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza de especies del sector Altiplano Cerro Quitala, considerando las nueve campañas realizadas hasta otoño 2016 es de 16 especies, lo que corresponde al 12,8% de la riqueza total del área de influencia (Tabla 3.3.3-74). La riqueza de especies detectadas se distribuye en: un reptil, ocho aves y siete mamíferos (Tabla 3.3.3-74).

La mayor riqueza por ambiente se observa en el pajonal con 12 especies (con rango entre dos a nueve especies), seguido del matorral con nueve especies (entre cuatro a siete especies), mientras que el ambiente con menor riqueza es el área industrial con dos especies; Tabla 3.3.3-74).

La comparación estacional muestra que para el pajonal, las campañas de otoño-invierno presentan mayor variación de riqueza, oscilando entre cinco a nueve especies, en relación a primavera-verano, con dos a cuatro especies (Tabla 3.3.3-74). En el matorral, en otoño-invierno hay mayor variación en riqueza (cinco a siete especies) que en verano-otoño, con cuatro especies (Tabla 3.3.3-74).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, hay una baja riqueza de reptiles en este sector, variando entre ninguna a una especie. Para los mamíferos la riqueza es similar en su variación en los ambientes: en el pajonal (entre dos a cuatro especies), y en el matorral (entre tres a cuatro especies), para el resto de los ambientes la variación es entre cero y tres especies. Finalmente, en aves, la mayor riqueza se registra en el ambiente de pajonal, variando entre ninguna a cinco especies por campaña, seguida por roquerío con vegetación, con una a tres especies (Tabla 3.3.3-74).

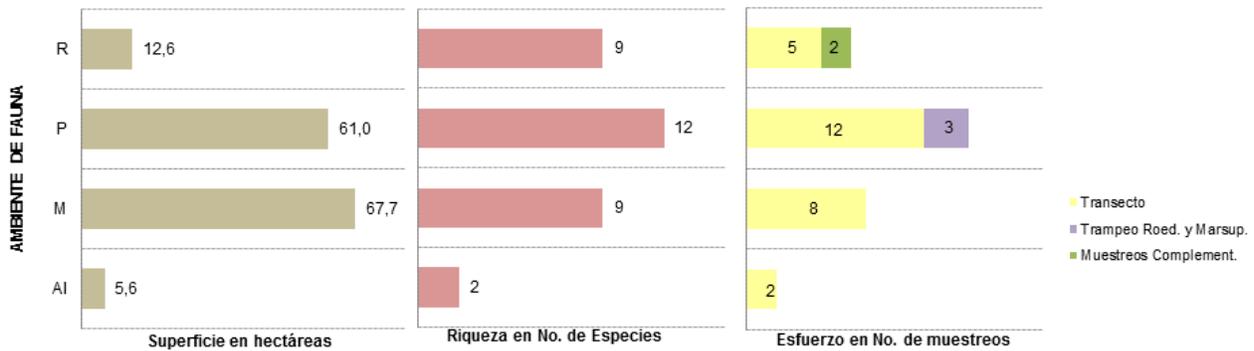
Tabla 3.3.3-74. Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Cerro Quitala, por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Área industrial	-	Verano 2016	-	-	1	1	2
		Otoño 2016	-	-	1	1	
Matorral	-	Verano 2015	-	1	3	4	9
		Otoño 2015	1	1	3	5	
		Invierno 2015	1	2	4	7	
Pajonal	-	Primavera 2014	-	2	2	4	12
		Verano 2015	-	-	2	2	
		Otoño 2015	1	-	4	5	
		Invierno 2015	-	5	4	9	
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Verano 2016	-	3	-	3	7
		Otoño 2016	-	1	3	4	
	Roquerío desprovisto de vegetación	Verano 2016	-	2	2	4	6
		Otoño 2016	-	-	3	3	

Fuente: Cedrem Consultores.

El ambiente de matorral presenta la mayor superficie con 67,7 hectáreas, y alberga la segunda mayor riqueza, con nueve especies, siendo el segundo en esfuerzo de muestreo, con ocho transectos (Figura 3.3.3-50). El ambiente de pajonal, el segundo en superficie (con 61,0 hectáreas), posee la mayor riqueza, con 12 especies (75% del total del sector), y el mayor esfuerzo muestral, con 12 transectos y tres trampeos (Figura 3.3.3-50). Por el contrario, el ambiente con menor riqueza, dos especies, corresponde al área industrial, con una menor superficie (con 5,6 hectáreas), y dos transectos.

Figura 3.3.3-50. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambientes para el sector Altiplano Cerro Quitala.



AI: área industrial; M: matorral; P: pajonal; R: roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.
 Fuente: Cedrem Consultores.

g.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Altiplano Cerro Quitala por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el ambiente de pajonal, con un máximo puntual de tres ejemplares (en otoño 2015), seguido por el matorral (ninguno a dos individuos; Tabla 3.3.3-75). Cabe destacar que tanto el matorral como el pajonal presentan similar esfuerzo de muestreo, variando entre dos a tres transectos (Tabla 3.3.3-75).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es bajo y similar en ambos, variando entre 0,0 a 1,0 individuo/transecto; Tabla 3.3.3-75).

Tabla 3.3.3-75. Abundancia de reptiles por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.

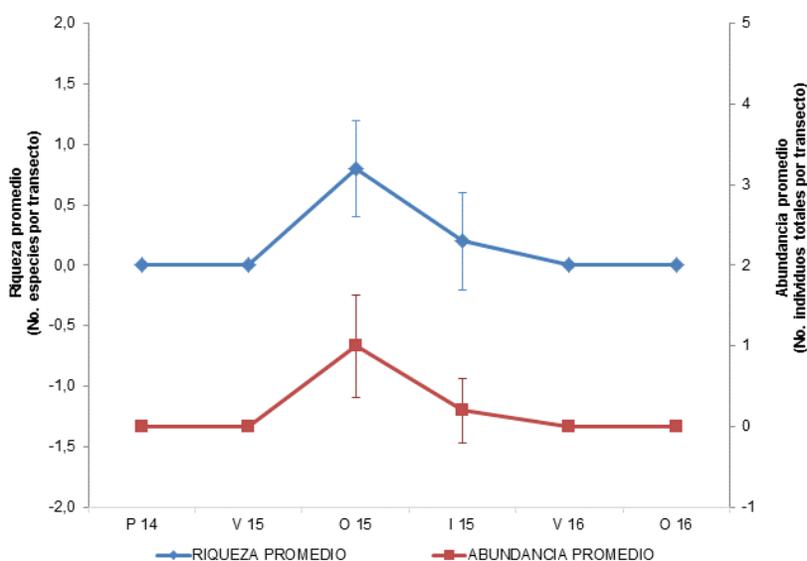
AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES											
	Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Área industrial									0,0	0/1	0,0	0/1
Matorral	0,0	0/2	0,0	0/2	1,0	2/2	0,5	1/2				
Pajonal	0,0	0/3	0,0	0/3	1,0	3/3	0,0	0/3				
Roqueríos												
Roquerío con vegetación									0,0	0/1	0,0	0/2
Roquerío desprovisto de vegetación									0,0	0/1	0,0	0/1

Dónde: N1 = N° Individuos promedio por transecto; N/T = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-51. La riqueza promedio (baja, variando entre 0,0 y menos de 1,0 especie/transecto), es máxima en otoño 2015, mientras que las otras campañas tienen valores muy bajos (Figura 3.3.3-51). Por otra parte, la abundancia media (con valores bajos, entre 0,0 y 1,0 individuo/transecto), también es mayor en otoño 2015, y baja en las otras campañas (Figura 3.3.3-51).

Figura 3.3.3-51. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Cerro Quitala. (Las barras indican Desviación Estándar).



P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; V 16: verano 2016; O 16: otoño 2016. Las campañas otoño e invierno 2014 y primavera 2015 no tuvieron muestreo.

Fuente: Cedrem Consultores.

Liolaemus jamesi (jararanco de James) es la única especie registrada, y su abundancia varía entre ningún ejemplar (en tres transectos, en tres campañas) a tres ejemplares (en tres transectos, con una media de 1,0 ind/transecto), en otoño 2015, en pajonal (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la frecuencia, la mayor corresponde a *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) con un valor máximo de 80% en otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la densidad de reptiles, *Liolaemus jamesi* logra un máximo de 0,025 ind/100 m² en el pajonal y matorral, durante la estación de otoño 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registra en el ambiente de pajonal, con un mínimo de ningún individuo (en dos campañas) y un máximo de 10 ejemplares (en invierno 2015), seguida por el matorral (cero a cinco individuos en dos campañas). Cabe destacar que ambos ambientes presentan similar esfuerzo de muestreo, variando entre dos a tres transectos.

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en el roquerío con vegetación, puntualmente en el verano 2016 (4,0 ind/transecto), seguido por el pajonal (entre 0,0 a 3,3 ind/transecto; Tabla 3.3.3-76).

Tabla 3.3.3-76. Abundancia de aves por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.

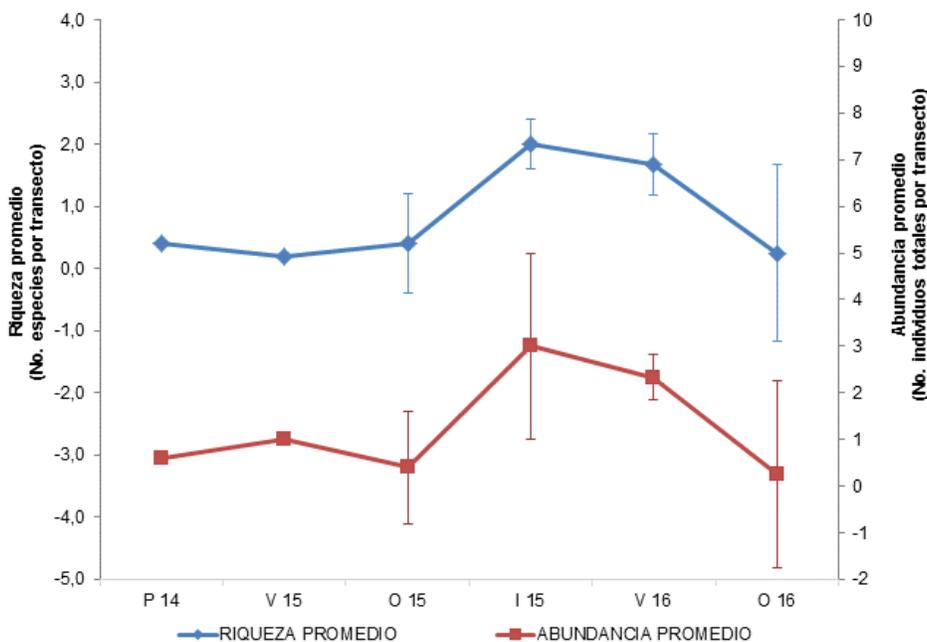
AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES											
	Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T	N1	N/T
Área industrial									0,0	0 / 1	0,0	0 / 1
Matorral	0,0	0 / 2	2,5	5 / 2	1,0	2 / 2	2,5	5 / 2				
Pajonal	1,0	3 / 3	0,0	0 / 3	0,0	0 / 3	3,3	10 / 3				
Roqueríos												
Roquerío con vegetación									4,0	4 / 1	0,5	1 / 2
Roquerío desprovisto de vegetación									3,0	3 / 1	0,0	0 / 1

Dónde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N / T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-52. La riqueza promedio (con valores entre 0,0 a 2,0 especies/transecto), es menor en verano 2015 (sin variación) y otoño 2016 (con la mayor variación), y mayor en invierno 2015 (con una baja variación). Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 0,0 a 3,5 individuos/transecto) es mayor en la campaña de invierno 2015 (con variación media a alta) y menor en otoño 2015 (con variación baja; Figura 3.3.3-52).

Figura 3.3.3-52. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Cerro Quitala. (Las barras indican Desviación Estándar).



P 14: primavera 2014; V 15: verano 2015; O 15: otoño 2015; I 15: invierno 2015; V 16: verano 2016; otoño 2016. Las campañas otoño e invierno 2014 y primavera 2015 no tuvieron muestreo.

Fuente: Cedrem Consultores.

De las seis especies de aves detectadas directamente, la que registra mayor número de individuos es *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo) en el ambiente matorral, durante la estación de verano 2015, con cinco individuos (en dos transectos, con 2,5 ind/transecto); mientras que *Rhea pennata* (suri) registra un ejemplar en el ambiente pajonal durante la estación de primavera 2014 (en tres transectos, con una media de 0,3 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

Dada la baja abundancia absoluta, no se considera el análisis de abundancia relativa.

Con respecto a la frecuencia de las especies de aves detectadas mediante transectos, ésta es baja, con varias estaciones sin registro. El máximo de cuatro registros en invierno 2015, representa una frecuencia de 80% para *Ochetorhynchus ruficaudus* (bandurrilla de pico recto) (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la densidad de aves, la mayor corresponde a *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo), con 0,83 ind/ha en el ambiente matorral, durante la estación de verano 2015. De las especies de aves sensibles con menor densidad, se puede nombrar a *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, kiula), con 0,08 ind/ha, en pajonal (invierno 2015; Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es levemente mayor en el pajonal, variando entre tres hasta seis ejemplares (invierno 2015), seguida por el matorral (ninguno a cuatro individuos en tres estaciones). El esfuerzo de muestreo es similar entre ambos ambientes, variando entre dos a tres puntos de muestreo.

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es mayor en roquerío desprovisto de vegetación, variando de 2,0 a 4,0, luego roquerío con vegetación de 0,0 a 2,5. Los ambientes pajonal y matorral registran un máximo de 2,0. En el otro extremo se encuentra el área industrial con valor 1,0 (Tabla 3.3.3-77).

Tabla 3.3.3-77. Abundancia de mamíferos avistados por ambiente y estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS											
	Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM
Área industrial									1,0	1 / 1	1,0	1 / 1
Matorral	0,0	0 / 2	2,0	4 / 2	2,0	4 / 2	2,0	4 / 2				
Pajonal	1,0	3 / 3	1,0	3 / 3	1,7	5 / 3	2,0	6 / 3				
Roqueríos												
Roquerío con vegetación									0,0	0 / 1	2,5	5 / 2
Roquerío desprovisto de vegetación									2,0	2 / 1	4,0	4 / 1

Dónde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios

Fuente: Cedrem Consultores.

De las siete especies de mamíferos detectadas directamente, la que registra el mayor número de individuos es *Vicugna vicugna* (vicuña) con tres individuos avistados en el pajonal (en tres transectos, con una media de 1,0 ind/transecto), durante la estación de invierno 2015, junto con *Lama guanicoe* (guanaco), en pajonal, en la estación de otoño 2015. Por otra parte, las especies de mamíferos sensibles con menor número de individuos avistados y registradas en un ambiente y estación, es *Lycalopex culpaeus*, con un ejemplar en matorral, en invierno 2015 (en dos transectos, con una media de 0,5 ind/transecto) junto con roquerío con vegetación, en otoño 2016 (Anexo 3.3.3-8).

La especie con mayor abundancia relativa es *Vicugna vicugna* (vicuña), con un rango entre 20% (otoño 2015, en pajonal) hasta un 100%, en verano 2016 (en área industrial; Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a la frecuencia de las especies de mamíferos detectadas mediante transectos, *Lama guanicoe* (guanaco) presenta un máximo de 100% (en otoño 2015), mientras que las otras especies poseen una frecuencia mínima de 20% (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la densidad de mamíferos, la mayor corresponde a *Vicugna vicugna* (vicuña) con 1,3 ind/ha en el ambiente área industrial, durante la estación de verano 2016, mientras que la menor densidad corresponde a varias especies en distintos ambientes, con 0,1 ind/ha (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados en el pajonal, la mayor cantidad de capturas se registra la campaña de otoño 2015, con dos ejemplares, mientras que el IDR para este ambiente varía entre 0,0% a 6,7% (Tabla 3.3.3-78).

Tabla 3.3.3-78. Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Cerro Quitala.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)					
	Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015	
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR
Pajonal	0,0	0 / 30	6,7	2 / 30	3,4	1 / 30

Dónde: IDR = N° Individuos por trampa instalada*100; N / TR = N° Individuos totales trampeados / N° Trampas instaladas.
Fuente: Cedrem Consultores.

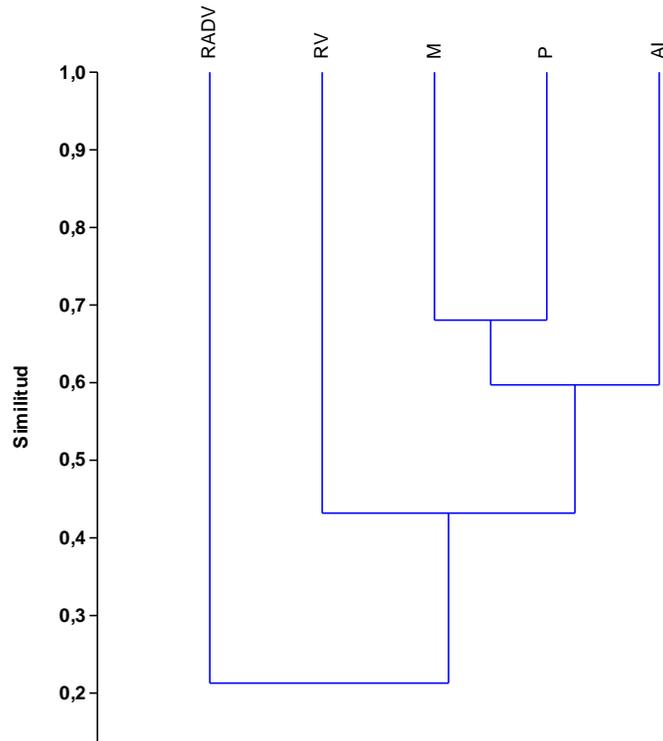
La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente bajas), es *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna), con un máximo de dos ejemplares en otoño 2015, en el pajonal (en 30 trampas-noche, con un IDR de 6,7%), mientras que la otra especie, *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco) muestra un máximo de solo un ejemplar capturado, en una campaña (Anexo 3.3.3-8).

En relación a quirópteros, no hay registros, con una campaña con esfuerzo de muestreo de este grupo en otoño 2016.

g.iv) Similitud entre ambientes

Comparando la composición de especies en cada uno de los ambientes, se obtiene la similitud entre ellos (Anexo 3.3.3-11). Como se observa, la similitud (proporcionalmente media-alta) se encuentra entre los ambientes de pajonal y matorral, con el 68% de similitud, al que se une el área industrial con un poco más de 60% (Figura 3.3.3-53). El ambiente más distinto es el roquerío desprovisto de vegetación con menos del 25% de similitud (Figura 3.3.3-53).

Figura 3.3.3-53. Similitud entre ambientes para el sector Altiplano – Cerro Quitala.



AI: área industrial; **M:** matorral; **P:** pajonal; **RADV:** roquerío desprovisto de vegetación **RV:** roquerío con vegetación.
 Fuente: Cedrem Consultores.

g.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 16 especies detectadas en el sector Altiplano Cerro Quitala, una es endémica de Chile, 14 corresponden a especies nativas y una es introducida, por lo que el índice de antropización de fauna es de 11,50% (ver Tabla 3.3.3-79).

Se registra una especie endémica en el sector, el reptil *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), detectado en los ambientes de matorral y pajonal. En cuanto a las especies introducidas, se detecta una especie, presente únicamente en el pajonal, por lo que su índice de antropización es 11,6% (ver Tabla 3.3.3-79). Todo el resto de los ambientes y mesoambientes tienen valor nulo de antropización (ver Tabla 3.3.3-79).

Tabla 3.3.3-79. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Cerro Quitala.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				
	E	N	I	ND	ANTROP.
Área industrial	0	2	0	0	0,0
Matorral	1	8	0	0	0,0
Pajonal	1	10	1	0	11,6
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	0	7	0	0	0,0
Roquerío desprovisto de vegetación	0	5	0	1	0,0
TOTAL	1	14	1	0	11,5

Origen geográfico: **E**: endémica; **N**: nativa; **I**: introducida; **ND**: no determinado; **ANTROP.**: índice de antropización.

* La especie ND, en el mesoambiente roquerío desprovisto de vegetación corresponde a un miembro de la familia CRICETIDAE. Todos estos registros fueron adscritos a especies de esta familia, las cuales fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, estos registros no suman a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

g.vi) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-80 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Altiplano Cerro Quitala. De las 16 especies observadas en el sector, nueve (60%) se encuentran en alguna categoría de conservación (un reptil, dos aves y seis mamíferos).

Cinco de las especies detectadas están clasificadas bajo amenaza: En peligro las especies *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana; Fotografía 3.3.3-38 a) y *Vicugna vicugna* (vicuña; Fotografía 3.3.3-38 b); y Vulnerable las especies *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), *Rhea pennata* (suri) y *Lama guanicoe* (guanaco; Fotografía 3.3.3-38 c).

Por otra parte, en categorías de conservación sin amenaza se registran cuatro especies, donde se encuentran: *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) y *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna) en Preocupación menor; *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco) como Sin prioridad inmediata; y, finalmente, en categoría Rara la especie *Liolaemus jamesi* (jararanco de James).

El ambiente que posee mayor número de especies en categoría de conservación es el pajonal, con siete especies (y con cuatro especies amenazadas), seguido del matorral, con cinco especies (y con tres especies amenazadas, ver Tabla 3.3.3-80).

Tabla 3.3.3-80. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Cerro Quitala.

CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Área industrial	Matorral	Pajonal	Roqueríos		
						Roquerío con vegetación	Roquerío desprovisto de vegetación	
REPTILIA								
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R	1		X	X		
AVES								
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V	7			X		
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V	1			X		
MAMMALIA								
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V	5	X	X	X	X	
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN	1	X	X	X		
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	5		X		X	X
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN	12		X		X	X
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP	12			X		
<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón de la puna	LC	8			X		
TOTAL AMBIENTE			2	5	7	3	2	

EC (estado de conservación): EN: en peligro; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; R: rara; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S. N°33/2011 MMA; ;(7) D.S. N°42/2011 MMA; (8) D.S. N°19/2012 MMA; (12) Cofré & Marquet 1999.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-38. Especies en categoría de amenaza detectadas en sector Altiplano Cerro Quitala: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, a), *Lama guanicoe* (guanaco, b) y *Vicugna vicugna* (vicuña, c).



Fuente: Cedrem Consultores.

g.vii) Especialistas de hábitat y movilidad

Dos del total de especies registradas en el sector son catalogadas como especialistas de hábitat (Anexo 3.3.3-12). Estas son *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana), y *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna).

En cuanto a la movilidad, una especie es de baja movilidad, y corresponde a *Liolaemus jamesi* (jararanco de James). Respecto a las especies de movilidad media, se detectan cuatro especies, las cuales se concentran principalmente en el ambiente pajonal. Respecto a las especies de alta movilidad en el sector se detectan 11 especies, las que se concentran mayormente en el ambiente pajonal y matorral (Anexo 3.3.3-12).

g.viii) Singularidad ambiental

En el sector, una superficie de 3,5 hectáreas (2,4% del total del sector, 0,05% del total singular del área de influencia) del sector Altiplano Cerro Quitala es definida como singular. El único ambiente que aporta a la singularidad son los roqueríos, específicamente el roquerío con vegetación. Los detalles de la superficie que cada ambiente y mesoambiente que aportan a la singularidad se muestran en la Tabla 3.3.3-81.

Tabla 3.3.3-81. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Cerro Quitala.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Área industrial		
Matorral		
Pajonal		
Roqueríos	3,5	100,0
Roquerío con vegetación	(3,5)	
Roquerío desprovisto de vegetación		
Total singular del sector (ha)	3,5	100,0
Proporción respecto al total del sector		2,4
Proporción respecto al total singular en área de influencia		0,05

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.
 Fuente: Cedrem Consultores.

En el sector, el único mesoambiente singular es el roquerío con vegetación y lo es debido a que cumple con los niveles I, II y III. En este mesoambiente hay dos especies que cumplen con el nivel I (una en peligro y una vulnerable) y una especie que cumple con el nivel II (especialista en hábitat).

La única especie que cumple con los niveles I y II simultáneamente es *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, especie en peligro y especialista en hábitat). La otra especie presente en este

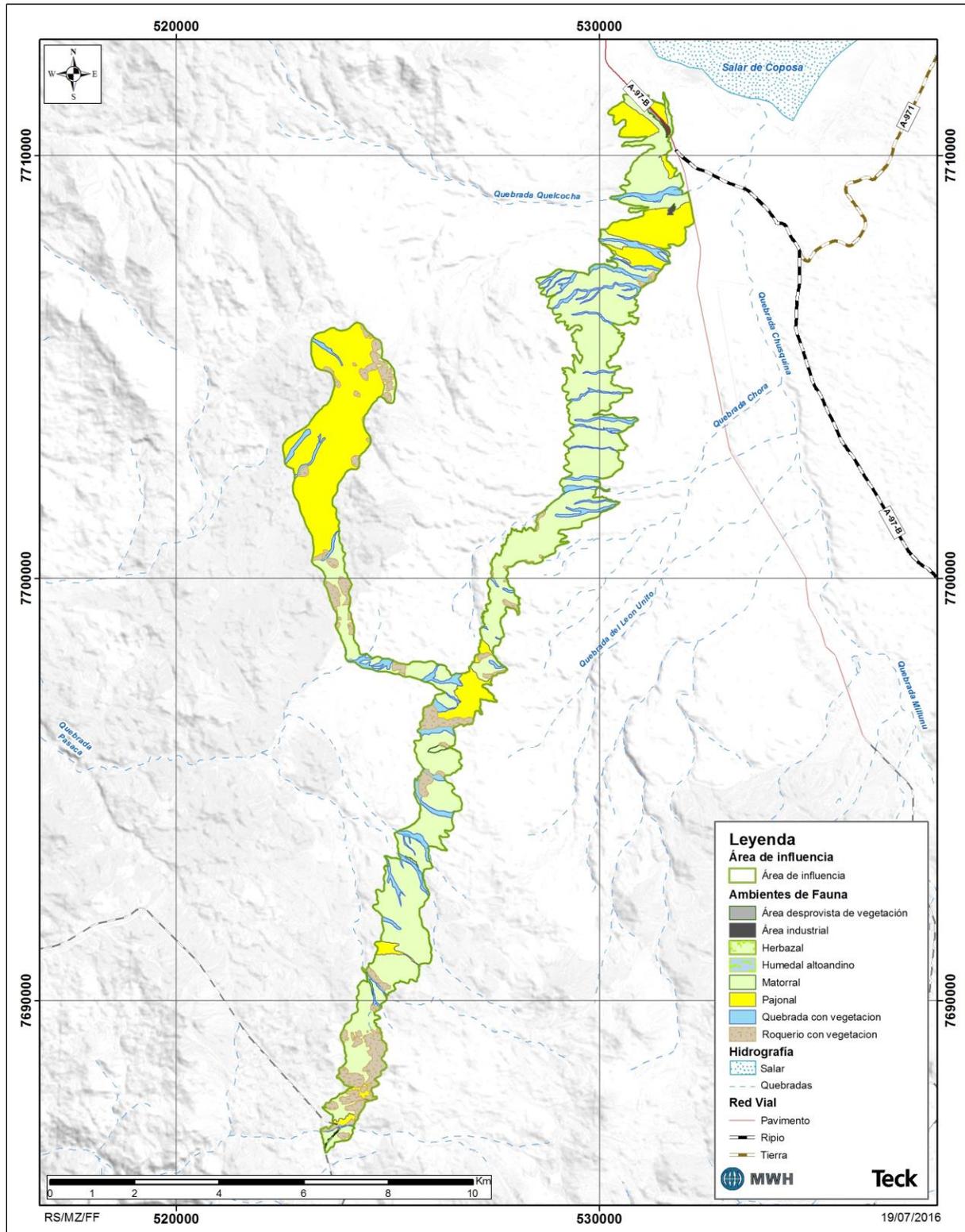
sector que aporta a la singularidad mediante el nivel I es *Lama guanicoe* (guanaco, especie vulnerable).

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se detallan en el Anexo 3.3.3-10.

h) Sector Altiplano Variante A-97B

El sector Altiplano Variante A-97B representa un 7,1% del área de influencia total del proyecto, lo cual corresponde a una superficie de 3.556,2 hectáreas (Figura 3.3.3-54 y Planos 3.3.3-07, -08, -09, -10 y -11)

Figura 3.3.3-54. Ambientes de fauna de sector Altiplano Variante A-97B.



Fuente: Cedrem Consultores

h.i) Ambientes de fauna

En la Figura 3.3.3-54 se señalan los ambientes de fauna definidos para el sector Altiplano Variante A-97B, y el detalle de la superficie y porcentaje representado por cada ambiente en la Tabla 3.3.3-82.

El ambiente con mayor superficie en el sector es el matorral, el cual abarca el 56,1% de la superficie total del sector (1.996,4 hectáreas); seguido del ambiente pajonal, con 26,6% (946,6 hectáreas), roqueríos (8,8%) y quebradas (7,8%). Los ambientes de menor superficie son el área industrial (0,3%) y las áreas desprovistas de vegetación, herbazales y humedales (0,1%; Tabla 3.3.3-82).

Tabla 3.3.3-82. Ambientes de fauna del sector Altiplano Variante A-97B, con sus superficies y porcentajes.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Área desprovista de vegetación	4,2	0,1
Área desprovista de vegetación	(4,2)	
Área industrial	11,6	0,3
Herbazal	5,1	0,1
Humedales	3,0	0,1
Humedal altoandino	(3,0)	
Matorral	1.996,4	56,1
Pajonal	946,6	26,6
Quebradas	277,7	7,8
Quebrada con vegetación	(277,7)	
Roqueríos	311,5	8,8
Roquerío con vegetación	(311,5)	
Total superficie por sector (ha)	3.556,2	100,0

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.

Fuente: Cedrem Consultores.

h.ii) Riqueza de especies por ambiente

La riqueza de especies en el sector Altiplano Variante A-97B, considerando las nueve campañas realizadas hasta otoño 2016 es de 45 especies, lo cual corresponde al 36,0% de la riqueza total del área de influencia. La riqueza total de especies se distribuye en tres especies de reptiles, 28 especies de aves y 14 especies de mamíferos (Tabla 3.3.3-83).

La mayor riqueza por ambiente se observa en el matorral, con 31 especies (con rango entre siete a 22 especies), seguido de la quebrada con vegetación, con 26 especies (rango entre una a 14 especies) y el roquerío con vegetación, con 21 especies (rango entre cinco a 13 especies), mientras que el ambiente de herbazal (con una campaña), registra la menor riqueza, con una especie, seguido del área desprovista de vegetación (con cuatro campañas), con dos especies,

y del área industrial y humedal altoandino, con cinco especies (muestreadas también en cuatro estaciones; Tabla 3.3.3-83).

La comparación estacional muestra que para la quebrada con vegetación, las campañas de invierno y otoño presentan menor riqueza, oscilando entre tres a 14 especies, en relación a primavera y verano, con una a 14 especies. En el matorral, en otoño e invierno hay menor variación en riqueza (nueve a 16 especies) que en verano y primavera, con siete a 22 especies (Tabla 3.3.3-83).

En términos de riqueza de especies por clase y por estación, la mayor riqueza de reptiles se registra en la quebrada con vegetación, variando entre ninguna a dos especies. Para los mamíferos la mayor riqueza se registra en matorral (entre cinco a nueve especies), seguida por la quebrada con vegetación (entre una a ocho especies). Finalmente, en aves, la mayor riqueza se registra en el ambiente de matorral, variando entre una a 12 especies por campaña, seguida por el roquerío con vegetación, entre dos a siete especies (Tabla 3.3.3-83).

Tabla 3.3.3-83. Riqueza de especies de fauna en el sector Altiplano Variante A-97B por ambiente y por estación (campaña).

AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Áreas desprovistas de vegetación	Área desprovista de vegetación	Verano 2015	-	-	-	0	2
		Otoño 2015	-	1	1	2	
		Invierno 2015	-	-	1	1	
		Primavera 2015	-	-	1	1	
Área industrial	-	Verano 2015	-	1	2	3	5
		Otoño 2015	-	-	1	1	
		Invierno 2015	-	1	1	2	
		Primavera 2015	-	-	2	2	
Herbazal	-	Otoño 2016	-	-	1	1	1
Humedales	Humedal altoandino	Verano 2015	-	3	1	4	5
		Otoño 2015	-	1	1	2	
		Invierno 2015	-	-	-	0	
		Primavera 2015	-	1	1	2	
Matorral	-	Invierno 2014	1	8	7	16	31
		Primavera 2014	1	6	8	15	
		Verano 2015	1	12	9	22	
		Otoño 2015	1	3	7	11	
		Invierno 2015	-	2	9	11	
		Primavera 2015	1	5	6	12	
		Verano 2016	1	1	5	7	
		Otoño 2016	1	3	5	9	

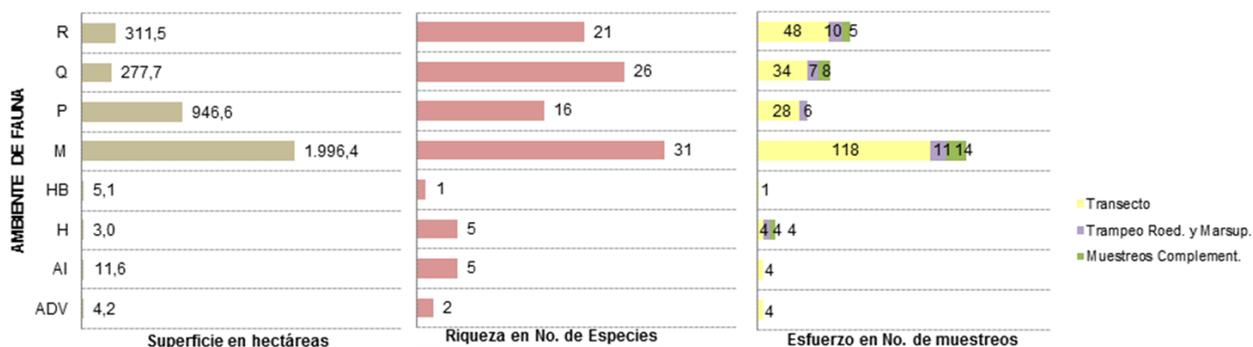
AMBIENTE	MESOAMBIENTE	CAMPAÑA	REPTILIA	AVES	MAMMALIA	RIQUEZA POR CAMPAÑA	RIQUEZA POR AMBIENTE/ MESOAMBIENTE
Pajonal	-	Invierno 2014	-	1	3	4	16
		Primavera 2014	-	2	4	6	
		Verano 2015	-	4	4	8	
		Otoño 2015	1	3	3	7	
		Invierno 2015	-	2	4	6	
		Primavera 2015	-	-	2	2	
		Verano 2016	-	-	2	2	
		Otoño 2016	-	-	2	2	
Quebradas	Quebrada con vegetación	Invierno 2014	-	2	4	6	26
		Primavera 2014	1	5	5	11	
		Verano 2015	1	5	8	14	
		Otoño 2015	1	6	7	14	
		Invierno 2015	2	4	6	12	
		Primavera 2015	1	4	4	9	
		Verano 2016	-	-	1	1	
		Otoño 2016	-	1	2	3	
Roqueríos	Roquerío con vegetación	Invierno 2014	-	4	4	8	21
		Primavera 2014	-	6	6	12	
		Verano 2015	1	6	4	11	
		Otoño 2015	1	7	5	13	
		Invierno 2015	-	4	6	10	
		Primavera 2015	-	2	3	5	
		Verano 2016	-	6	3	9	
		Otoño 2016	-	3	4	7	

Nota: se excluyen de este análisis las especies: *Vultur gryphus* (sobrevolando), *Geranoaetus polyosoma* (sobrevolando) y *Phalcoboenus megalopterus* (sobrevolando), con registros no asociados a ambiente.

Fuente: Cedrem Consultores.

El ambiente de matorral presenta la mayor superficie con 1.996,4 hectáreas, y concordantemente el mayor esfuerzo de muestreo, con 118 transectos, 11 trampeos y 14 muestreos complementarios, y registra la mayor riqueza, con 31 especies, lo que corresponde a un 68,9% del total del sector (Figura 3.3.3-55). El ambiente de quebradas, presenta la segunda mayor riqueza (con 26 especies), y tiene un esfuerzo muestral de 34 transectos, siete trampeos y ocho muestreos complementarios, mientras que los roqueríos, con un mayor esfuerzo de muestreo (48 transectos), presentan una media riqueza, con 21 especies (Figura 3.3.3-55).

Figura 3.3.3-55. Representación gráfica de superficie, riqueza y esfuerzo de muestreo por ambiente para el sector Altiplano Variante A-97B.



ADV: área desprovista de vegetación; **AI:** área industrial; **H:** humedal; **HB:** herbazal; **M:** matorral; **P:** pajonal; **Q:** quebradas; **R:** roqueríos. El esfuerzo de muestreo incluye réplicas estacionales.

Fuente: Cedrem Consultores.

h.iii) Abundancia

A continuación se caracteriza la abundancia de los animales silvestres observados en el sector Altiplano Variante A-97B por taxa.

Reptiles

La mayor abundancia absoluta de reptiles se registra en el ambiente de matorral, con un mínimo de ningún individuo (en invierno 2015) y un máximo de cinco ejemplares (en invierno 2014 y otoño 2015), junto con el roquerío con vegetación, también con ninguno a cinco individuos), mientras que los otros ambientes presentan una baja abundancia, variando entre ninguno a tres ejemplares (Tabla 3.3.3-84).

Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre cinco a 22 transectos, seguido por el roquerío con vegetación (uno a 10 transectos) y la quebrada con vegetación (uno a siete; Tabla 3.3.3-84).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste es similar en varios ambientes, oscilando entre 0,0 a 0,6 ind/transecto, exceptuando las áreas desprovistas de vegetación, el área industrial, el herbazal y el humedal altoandino, sin registros (Tabla 3.3.3-84).

Tabla 3.3.3-84. Abundancia de reptiles avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.

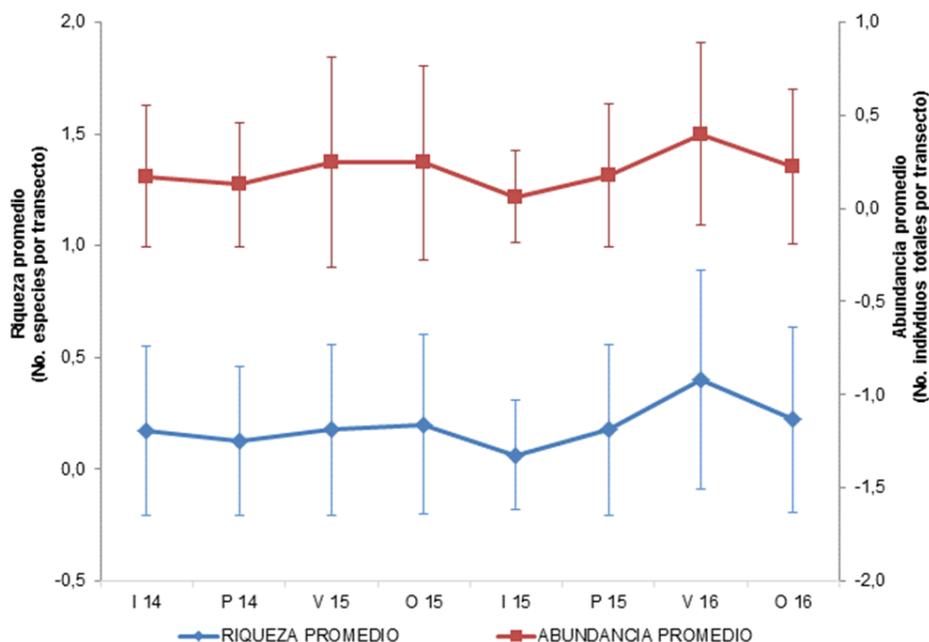
AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE REPTILES															
	Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T
Áreas desprovistas de vegetación																
Área desprovista de vegetación					0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Área industrial					0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Herbazal															0,0	0 / 1
Humedales																
Humedal altoandino					0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Matorral	0,4	5 / 14	0,2	3 / 20	0,2	4 / 21	0,2	5 / 21	0,0	0 / 22	0,3	2 / 8	0,6	4 / 7	0,4	2 / 5
Pajonal	0,0	0 / 2	0,0	0 / 4	0,0	0 / 5	0,4	2 / 5	0,0	0 / 5	0,0	0 / 3	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2
Quebradas																
Quebrada con vegetación	0,0	0 / 5	0,3	2 / 7	0,3	2 / 7	0,3	2 / 7	0,4	3 / 7	0,0	0 / 1				
Roqueríos																
Roquerío con vegetación	0,0	0 / 8	0,0	0 / 8	0,6	5 / 9	0,2	2 / 9	0,0	0 / 10	0,0	0 / 2	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1

Dónde: **N1** = N° Individuos promedio por transecto; **N / T** = N° Individuos totales / N° Transectos realizados.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de los reptiles, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-56. La riqueza promedio (baja, variando entre 0,0 y 0,4 especies/transecto), muestra variaciones estacionales irregulares, con un máximo en verano 2016 (no la mayor variación) y un mínimo en invierno 2015 (Figura 3.3.3-56). Por otra parte, la abundancia media (con valores bajos, entre 0,0 y 0,5 individuos/transecto) no muestra mayores diferencias estacionales, aunque tiende a ser menor en invierno 2015 (con baja variación) y mayor en verano 2016 (con mayor variación; Figura 3.3.3-56).

Figura 3.3.3-56. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de reptiles en el sector Altiplano Variante A-97B. (Las barras indican Desviación Estándar).



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; O16: otoño 2016. La campaña de otoño 2014 no tuvo muestreo.

Fuente: Cedrem Consultores.

Liolaemus jamesi (jararanco de James) es la especie de reptil que presenta el mayor número de individuos avistados por ambiente, con cinco individuos en roquerío con vegetación, durante la estación de verano 2015 (en nueve transectos, con una media de 0,6 ind/transecto). La especie de reptil con el menor número de individuos avistados es *Tachymenis peruviana* (culebra peruana), con un individuo avistado en quebrada con vegetación, en la estación de invierno 2015 (en siete transectos, y una media de 0,1 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

En relación a la abundancia relativa, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) es la especie de reptil más abundante, con un rango entre 20% (invierno 2015, en matorral) hasta un 100%, en varios ambientes y campañas (Anexo 3.3.3-8).

La especie de reptil que presenta la mayor frecuencia es *Liolaemus jamesi* (lagartija de James) con un valor mínimo de 3,5% en invierno 2014 y un máximo de 22,2% en otoño 2016, mientras que *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) presenta la menor frecuencia, con un máximo puntual de 2,1% en invierno 2015 (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente con respecto a la densidad de reptiles, la mayor corresponde a *Liolaemus jamesi* (jararanco de James) con 0,014 ind/100 m² en el ambiente roquerío con vegetación, en verano 2015, mientras que la menor densidad de reptiles la registra *Tachymenis peruviana* (culebra peruana), en el ambiente quebrada con vegetación en la estación de invierno 2015, con un valor de 0,004 ind/100 m² (Anexo 3.3.3-8).

Aves

La mayor abundancia absoluta de aves se registra notoriamente en el ambiente de roquerío con vegetación, con un mínimo de un individuo (en primavera 2015 y otoño 2016) y un máximo de 288 ejemplares (en otoño 2015), seguida por el matorral (dos a 64 individuos) y quebrada con vegetación (uno a 31 ejemplares), mientras que los otros ambientes presentan baja abundancia, variando entre ninguno a siete ejemplares, salvo un máximo puntual de 40 ejemplares en el área industrial, en invierno 2015 (Tabla 3.3.3-85).

Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre cinco a 22 transectos, seguido por el roquerío con vegetación (uno a 10 transectos) y la quebrada con vegetación (uno a siete). En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste tiene dos máximos puntuales: en área industrial, con 40,0 ind/transecto (en invierno 2015) y 32,0 ind/transecto en roquerío con vegetación (en otoño 2015), mientras que el área desprovista de vegetación es el de menor abundancia relativa, variando entre ningún a un registro, y el resto presenta valores entre 0,0 a 6,0 ind/transecto (Tabla 3.3.3-85).

Tabla 3.3.3-85. Abundancia de aves avistadas, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE AVES															
	Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T	N1	N / T
Áreas desprovistas de vegetación																
Área desprovista de vegetación					0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	0,0	0 / 1	0,0	0 / 1				
Área industrial					4,0	4 / 1	0,0	0 / 1	40,0	40 / 1	0,0	0 / 1				
Herbazal															0,0	0 / 1
Humedales																
Humedal altoandino					6,0	6 / 1	2,0	2 / 1	0,0	0 / 1	2,0	2 / 1				
Matorral*	1,6	23 / 14	1,3	26 / 20	1,5	32 / 21	3,0	64 / 21	0,4	8 / 22	1,5	12 / 8	0,3	2 / 7	1,0	5 / 5
Pajonal**	0,5	1 / 2	0,3	1 / 4	1,4	7 / 5	0,6	3 / 5	0,2	1 / 5	0,0	0 / 3	0,0	0 / 2	0,0	0 / 2
Quebradas																
Quebrada con vegetación ⁺	0,4	2 / 5	4,4	31 / 7	1,9	13 / 7	1,4	10 / 7	2,4	17 / 7	1,0	1 / 1				
Roqueríos																
Roquerío con vegetación ⁺⁺	2,8	22 / 8	3,9	31 / 8	2,3	21 / 9	32,0	288 / 9	1,1	11 / 10	0,5	1 / 2	5,0	5 / 1	1,0	1 / 1

Dónde: **N1** = Nº Individuos promedio por transecto; **N / T** = Nº Individuos totales / Nº Transectos realizados.

Las especies de aves que son registradas en muestreos distintos a los considerados en los análisis de abundancia y frecuencia por ambiente son:

* *Thinocorus rumicivorus* por registro único en verano 2015

** *Rhea pennata* dos individuos por registro único en invierno 2015

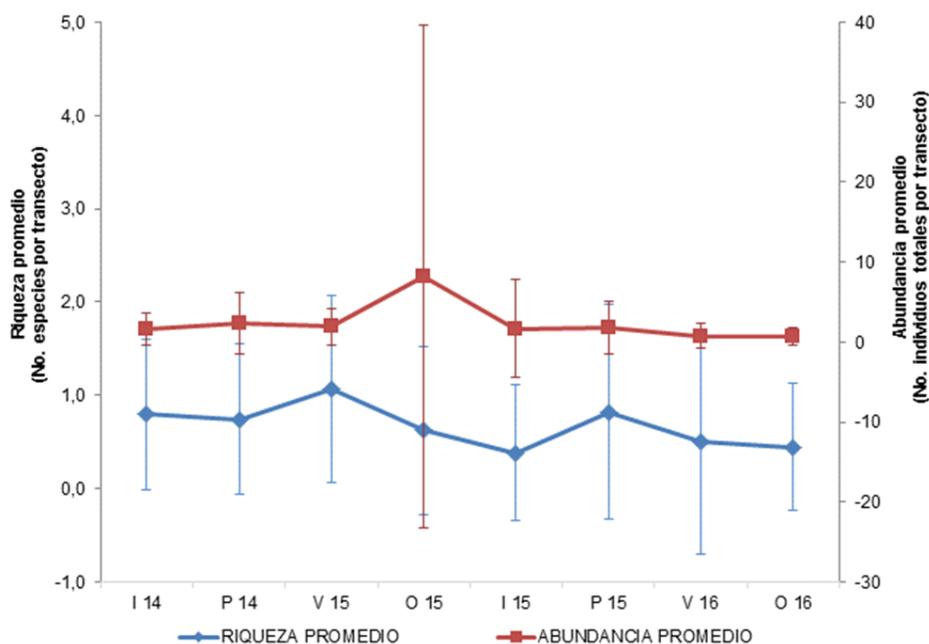
⁺ *Sicalis auriventris* dos individuos registrados por muestreo complementario en primavera 2015

⁺⁺ *Muscisaxicola juninensis* uno por muestreo complementario en verano 2016.

Fuente: Cedrem Consultores.

La comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de las aves, independiente de los ambientes, se muestra en la Figura 3.3.3-57. La riqueza promedio (con valores entre 0,0 a 1,2 especie/transecto), es mínima en invierno 2015 (con media variación) y máxima en verano 2015 (con media variación). Por otra parte, la abundancia media (con valores entre 0,0 a menos de 10,0 individuos/transecto) es máxima en la campaña de otoño 2015 (con la máxima variación) y menor en verano y otoño 2016 (con mínima variación; Figura 3.3.3-57).

Figura 3.3.3-57. Comparación estacional de la riqueza y abundancia promedio de aves en el sector Altiplano Variante A-97. (Las barras indican Desviación Estándar).



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. La campaña de otoño 2014 no tuvo muestreo.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de ave con mayor número de individuos avistados es *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), especie para la cual se registran 275 individuos en el ambiente roquerío con vegetación, durante la estación de otoño 2015 (en nueve transectos, con una media de 30,6 ind/transecto). En contraste, las aves sensibles con el menor número de avistamientos registradas con un solo ejemplar son: *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, kiula), en 20 transectos (con una media de 0,1 ind/transecto, en matorral, primavera 2014) y *Rhea pennata* (suri), en 20 transectos, con una media de 0,1 ind/transecto, en matorral, durante primavera 2014 (Anexo 3.3.3-8).³⁰

³⁰ Del análisis de abundancia por ambiente fueron excluidas las siguientes tres especies, las cuales sólo fueron registradas sobrevolando (no asociadas a ambiente): *Vultur gryphus*, *Geranoaetus polyosoma* y *Phalcoboenus megalopterus*. En vista que las tres están registradas mediante transectos, los valores de frecuencia de éstas en el sector, se presentan en el Anexo 3.3.3-8 b.

En cuanto a la abundancia relativa, *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano) es la especie más abundante, con un rango entre 20% (en verano 2016, en roquerío con vegetación) hasta 100%, en otoño 2015, en humedal altoandino (Anexo 3.3.3-8).

La especie de ave que presenta la mayor frecuencia es *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo), con una frecuencia mínima de 4,3% en invierno 2015 y una máxima de 37,8% en verano 2015 y verano 2016, mientras que varias especies presentan la menor frecuencia, con un registro en una campaña (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la densidad de aves, la mayor corresponde a *Geositta punensis* (minero de la puna), con 10,0 ind/ha en área industrial, en invierno 2015, seguido por *Sicalis uropygialis* (chirihue cordillerano), con 7,9 ind/ha, en otoño 2015, en roquerío con vegetación. La menor densidad de aves sensibles la registran el suri y la kiula, con valores menores a 0,1 ind/ha, en varios ambientes y varias campañas (Anexo 3.3.3-8).

Mamíferos

Considerando los meso y macromamíferos avistados, la abundancia absoluta es mayor en el matorral, variando entre 20 individuos (verano 2016) hasta 96 ejemplares (invierno 2015), seguido por la quebrada con vegetación (uno en verano 2016 a 39 en verano 2015), y el pajonal (uno en primavera 2015 a 42 ejemplares en invierno 2014), mientras que el área desprovista de vegetación y el herbazal presentan el valor mínimo, con registro de ninguno a un ejemplar (Tabla 3.3.3-86).

Cabe destacar que el matorral presenta el mayor esfuerzo de muestreo, variando entre cinco a 22 transectos, seguido por el roquerío con vegetación (dos a 10 transectos) y la quebrada con vegetación (uno a siete; Tabla 3.3.3-86).

En cuanto al promedio de abundancia (estandarizado por el esfuerzo de muestreo), éste tiene dos máximos puntuales: en pajonal, con 21,0 ind/punto (en invierno 2014) y en humedal altoandino, con 20,0 ind/punto (en otoño 2015), y el mínimo es de 0,0 ind/punto en el área desprovista de vegetación (en verano 2015) y en humedal altoandino (en invierno 2015), mientras que el resto varía entre 0,3 a 10,0 ind/punto (Tabla 3.3.3-86).

Tabla 3.3.3-86. Abundancia de mamíferos avistados, por ambiente y estación en el sector Altiplano Variante A-97B.

AMBIENTE	ABUNDANCIA PROMEDIO DE MESO - MACROMAMÍFEROS															
	Invierno 2014		Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM	N'	N / PM
Áreas desprovistas de vegetación																
Área desprovista de vegetación					0,0	0 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1				
Área industrial					5,0	5 / 1	1,0	1 / 1	1,0	1 / 1	3,0	3 / 1				
Herbazal															1,0	1 / 1
Humedales																
Humedal altoandino					1,0	1 / 1	20,0	20 / 1	0,0	0 / 1	1,0	1 / 1				
Matorral	2,8	39 / 14	3,1	61 / 20	3,4	71 / 21	3,0	61 / 21	4,4	96 / 22	3,8	30 / 8	2,9	20 / 7	7,8	39 / 5
Pajonal	21,0	42 / 2	2,0	8 / 4	1,4	7 / 5	2,8	14 / 5	2,2	11 / 5	0,3	1 / 3	1,0	2 / 2	1,5	3 / 2
Quebradas																
Quebrada con vegetación	2,4	12 / 5	2,6	18 / 7	5,6	39 / 7	3,9	27 / 7	1,9	13 / 7	4,0	4 / 1	1,0	1 / 1	2,0	2 / 1
Roqueríos																
Roquerío con vegetación	4,6	37 / 8	3,1	25 / 8	1,8	16 / 9	2,6	23 / 9	2,4	24 / 10	5,3	16 / 3	2,5	5 / 2	10,0	20 / 2

Dónde: N' = N° Individuos promedio por punto de muestreo; N / PM = N° Individuos totales / N° Puntos de muestreo con transecto y/o muestreos complementarios.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de mamífero con mayor número de individuos avistados es *Vicugna vicugna* (vicuña), para la cual se registran 84 individuos en el ambiente matorral, durante la estación de invierno 2015 (en 22 transectos, con una media de 3,8 ind/transecto), seguido por la misma especie, en el mismo ambiente, en otoño 2016, con 35 ejemplares en cinco transectos, y una media de 7,0 ind/transecto. En contraste, el mamífero sensible con el menor número de avistamientos es *Puma concolor* (puma) registrado en una oportunidad por campaña, en tres ambientes (uno de ellos en 22 transectos, con una media menor a 0,1 ind/transecto; Anexo 3.3.3-8).

La especie de mamífero con mayor abundancia relativa es *Vicugna vicugna* (vicuña), con un rango entre 20% (en roquerío con vegetación, verano 2016) hasta un 100%, en varios ambientes y campañas; Anexo 3.3.3-8).

La especie de mamífero detectada mediante transecto, que presenta la mayor frecuencia es *Vicugna vicugna* (vicuña), la cual presenta una frecuencia mínima de 72,2% en primavera 2015 y una máxima de 93,1% en invierno 2014, mientras que varias especies son menos frecuentes, con un registro, con una frecuencia entre 2,6% a 3,5% (Anexo 3.3.3-8).

Finalmente, con respecto a la densidad de mamíferos, la mayor corresponde a *Vicugna vicugna* (vicuña) con 6,7 ind/ha en el ambiente área industrial en primavera 2015, mientras que varias especies de mamíferos presentan la menor densidad en distintos ambientes, con un valor de 0,01 ind/ha (Anexo 3.3.3-8).

Con respecto a los micromamíferos trampeados (en general con bajos registros), la mayor cantidad de capturas se registra en la quebrada con vegetación y el roquerío con vegetación, con un máximo puntual de tres ejemplares, mientras que los otros ambientes y campañas registran entre ninguna a dos capturas (Tabla 3.3.3-87). Considerando el esfuerzo de muestreo diferencial (entre 6 a 90 trampas-noche), la quebrada con vegetación presenta el mayor IDR, variando entre 0,0% a 10,0%, mientras que el resto varían entre 0,0% hasta 3,4% (Tabla 3.3.3-87).

Tabla 3.3.3-87. Abundancia de micromamíferos trampeados, por ambiente y por estación en el sector Altiplano Variante A-97B.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	ÍNDICE DE DENSIDAD RELATIVA DE ROEDORES Y MARSUPIALES (%)													
	Primavera 2014		Verano 2015		Otoño 2015		Invierno 2015		Primavera 2015		Verano 2016		Otoño 2016	
	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR	IDR	N / TR
Humedales														
Humedal altoandino			0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 30	0,0	0 / 20				
Matorral	0,0	0 / 30	1,7	1 / 60	0,0	0 / 90	3,4	2 / 60			0,0	0 / 54		
Pajonal			0,0	0 / 60	0,0	0 / 30			1,7	1 / 60	0,0	0 / 6		
Quebradas														
Quebrada con vegetación	0,0	0 / 30	6,7	2 / 30	10,0	3 / 30	0,0	0 / 60	0,0	0 / 20			0,0	0 / 20
Roqueríos														
Roquerío con vegetación	3,4	1 / 30	3,4	1 / 30	3,4	1 / 30	3,4	3 / 90	0,0	0 / 40			0,0	0 / 40

Dónde: **IDR** = N° Individuos por trampa instalada*100; **N / TR** = N° Individuos totales trampeados / N° Trampas instaladas.

Fuente: Cedrem Consultores.

La especie de micromamífero más abundante en las capturas (proporcionalmente bajas), es *Abrothrix andinus* (ratoncito andino), con un máximo de tres ejemplares en otoño 2015, en la quebrada con vegetación (en 30 trampas-noche, con un IDR de 10,0%), mientras que las otras especies muestran un máximo de dos ejemplares capturados, en al menos una campaña (Anexo 3.3.3-8).³¹

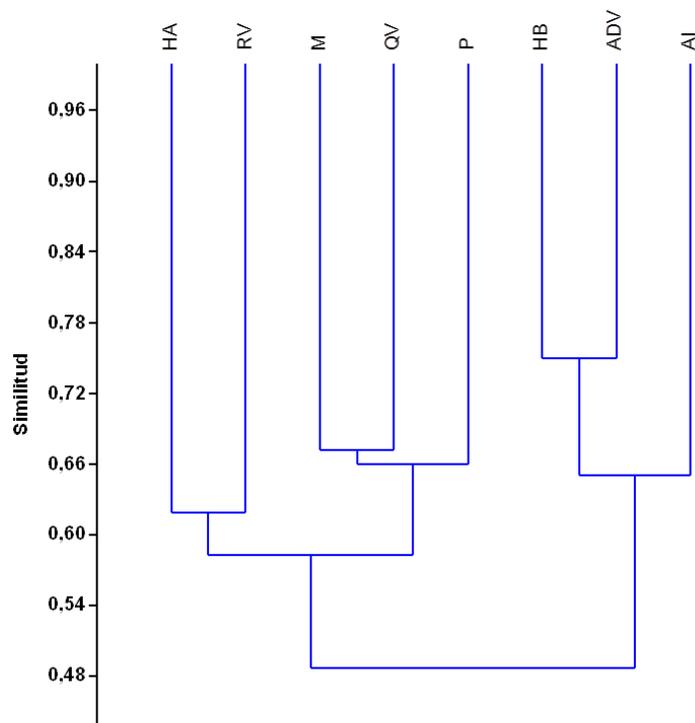
En relación a los quirópteros, en dos ambientes muestreados mediante acústica y trampeo en cinco estaciones, sólo hay registro de una especie asignada al orden, sin identificación más certera (Anexo 3.3.3-8).

h.iv) Similitud entre ambientes

Comparando la composición de especies en cada uno de los ambientes, se obtiene la similitud entre ellos (Anexo 3.3.3-11; Figura 3.3.3-58). Como se observa, la mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los ambientes de herbazal y área desprovista de vegetación, con un 75% de similitud, seguido por el matorral y quebrada con vegetación, con un 67%. En el otro extremo, los ambientes de área industrial junto con el área desprovista de vegetación y herbazal son los más diferentes al resto en su composición faunística, al que se unen a un valor de similaridad cercano al 48% (Figura 3.3.3-58).

³¹ La especie *Phyllotis* sp. se detecta fuera de los trapeos (en transectos) en los ambientes de matorral (con dos registros, en invierno 2014 y primavera 2014), y en roquerío con vegetación (en primavera 2014), ver Anexo 3.3.3-8 e.

Figura 3.3.3-58. Similitud entre ambientes para el sector Altiplano Variante A-97B.



ADV: área desprovista de vegetación; **HA:** humedal altoandino; **AI:** área industrial; **M:** matorral; **P:** pajonal; **QV:** quebrada con vegetación; **RV:** roquerío con vegetación; **HB:** herbazal.
 Fuente: Cedrem Consultores.

h.v) Origen geográfico e índice de antropización

De las 45 especies detectadas en el sector Altiplano Variante A-97B, una especie es endémica de Chile, 42 corresponden a especies nativas, y dos son introducidas. En base a la detección de especies introducidas, el índice de antropización de fauna es de 12,9% (ver Tabla 3.3.3-88).

Con respecto a los ambientes de fauna, en tres de ellos se registra la única especie endémica correspondiente al reptil *Liolaemus jamesi* (jararanco de James). En cuanto a las especies introducidas, en cuatro de los ambientes de fauna se registra una especie introducida (Tabla 3.3.3-88).

El ambiente de pajonal presenta el mayor índice de antropización de fauna (11,6%), seguido por matorral y quebrada con vegetación (11,4%). Por el contrario, en cuatro ambientes no se registran especies introducidas, por lo que el valor de antropización para estos ambientes es nulo (ver Tabla 3.3.3-88).

Tabla 3.3.3-88. Origen geográfico e índice de antropización de fauna por ambiente del sector Altiplano Variante A-97B.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	TOTAL SECTOR				
	E	N	I	ND	ANTROP.
Áreas desprovistas de vegetación					
Área desprovista de vegetación	0	2	0	0	0,0
Área industrial	0	5	0	0	0,0
Herbazal	0	1	0	0	0,0
Humedales					
Humedal altoandino	0	5	0	0	0,0
Matorral	1	28	1	1	11,4
Pajonal	0	15	1	0	11,6
Quebradas					
Quebrada con vegetación	1	24	1	0	11,4
Roqueríos					
Roquerío con vegetación	1	19	1	0	11,3
TOTAL	1	42	2	0	12,9

Origen geográfico: **E**: endémica; **N**: nativa; **I**: introducida; **ND**: no determinado; **ANTROP.**: índice de antropización.

* La especie ND, en el ambiente matorral corresponde a un miembro del género *Phyllotis*. Este registro fue adscrito a especies de este género, las cuales fueron determinadas en otros ambientes. Por lo mismo, éste no suma a la riqueza total del sector.

Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-39. Especie endémica en sector Altiplano Variante A-97B: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James).



Fuente: Cedrem Consultores.

h.vi) Estados de conservación

En la Tabla 3.3.3-89 se muestra el estado de conservación de las especies detectadas para cada ambiente del sector Altiplano Variante A-97B. De las 45 especies observadas, 17 (37,8%) se encuentran en alguna categoría de conservación (tres reptiles, cuatro aves y 10 mamíferos).

Nueve de las especies detectadas están clasificadas bajo amenaza: En Peligro las especies *Vicugna vicugna* (vicuña) y *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana); Vulnerable las especies *Vultur gryphus* (cóndor), *Rhea pennata* (suri), *Larus serranus* (gaviota andina), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, kiula), *Lama guanicoe* (guanaco) y *Ctenomys fulvus* (chululo), y finalmente el *Puma concolor* (puma), en categoría Casi amenazado (Tabla 3.3.3-89).

Por otra parte, en las categorías sin amenaza se registran ocho especies, clasificadas en Preocupación menor, *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) y *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso); en la categoría Sin prioridad inmediata, *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento), *Abrothrix andinus* (ratón andino) y *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco); y en categoría Rara las especies *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera) y *Tachymenis peruvianus* (culebra peruana), (Tabla 3.3.3-89).

En el sector se registra una especie catalogada como Monumento Natural, y corresponde a *Vultur gryphus* (cóndor).

El ambiente que posee mayor número de especies en categoría de conservación es el matorral, con 12 especies, seguido de la quebrada con vegetación, con 11 especies, mientras que en el otro extremo, los ambientes de área desprovista de vegetación, herbazal y humedal altoandino presentan el menor número de especies sensibles, con sólo una especie. El ambiente de matorral presenta el mayor número de especies amenazadas, con ocho especies (Tabla 3.3.3-89).

Tabla 3.3.3-89. Especies en categoría de conservación por ambiente en el sector Altiplano Variante A97-B.

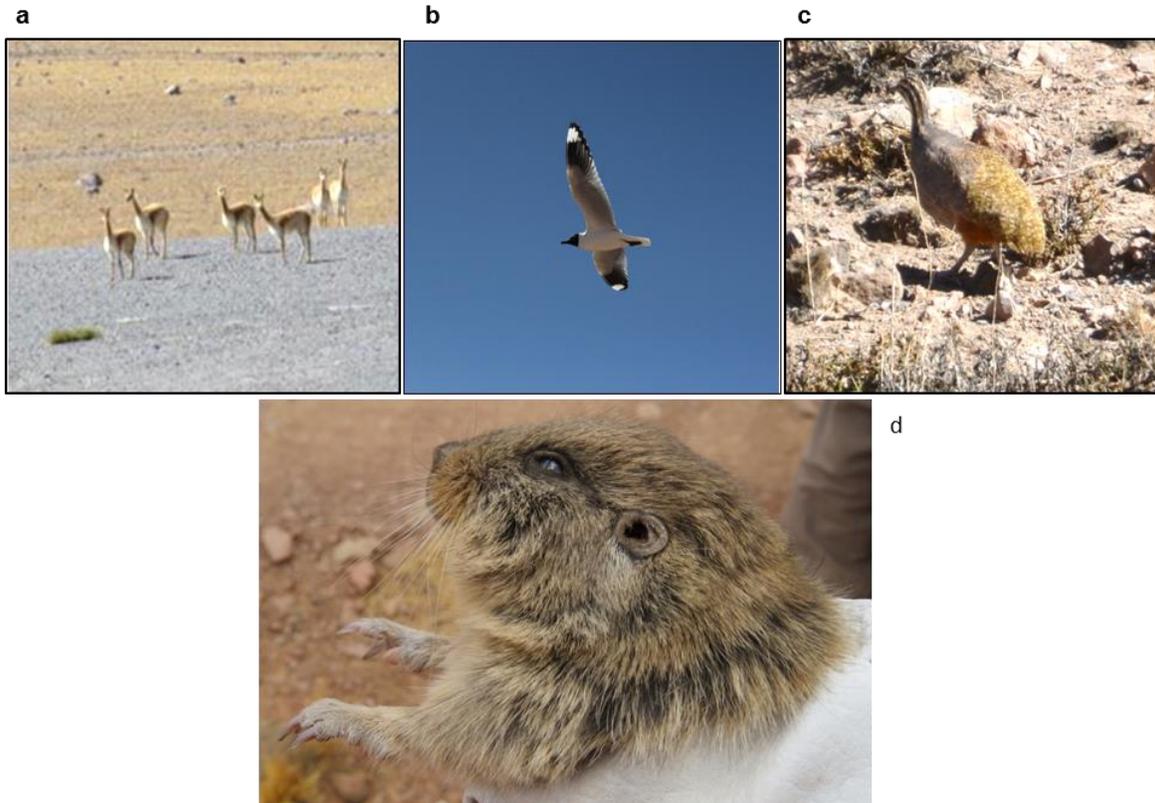
CLASE NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	Áreas desprovistas de vegetación		Humedales			Quebradas	Roqueríos	
			Área desprovista de vegetación	Área industrial	Humedal altoandino	Herbazal	Matorral	Pajonal	Quebrada con vegetación	Roquerío con vegetación
REPTILIA										
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana	R 1						X		
<i>Liolaemus pantherinus</i>	Lagartija pantera	R 1							X	
<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	R 1					X	X	X	
AVES										
<i>Larus serranus</i>	Gaviota Andina	V 1					X			
<i>Vultur gryphus**</i>	Cóndor	V 1								
<i>Rhea pennata</i>	Suri	V 7					X	X	X	
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna, Kiula	V 1					X	X	X	
MAMMALIA										
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	V 5		X			X	X	X	
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	EN 1	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC 5					X	X	X	
<i>Puma concolor</i>	Puma	NT 7					X	X	X	
<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	EN 12					X	X	X	
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NP 12					X	X	X	
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NP 12					X			
<i>Eligmodontia puerulus</i>	Lauchita de pie sedoso	LC 9					X			
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	NP 12						X	X	
<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo, Tuco-tuco de Atacama	V 1					X	X		
TOTAL AMBIENTE			1	2	1	1	12	9	11	9

EC (estado de conservación): CR: en peligro crítico; EN: en peligro; F: fuera de peligro; LC: preocupación menor; NP: sin prioridad inmediata; NT: casi amenazada; R: rara; V: vulnerable. Dónde: (1) D.S. N°5/1998 MINAGRI; (5) D.S. N°33/2011 MMA; (7) D.S. N°42/2011 MMA; (9) D.S.N°13/2013 MMA; (12) Cofré & Marquet (1999).

**Especie registrada sobrevolando (S), por lo que no se asocia a ningún ambiente.

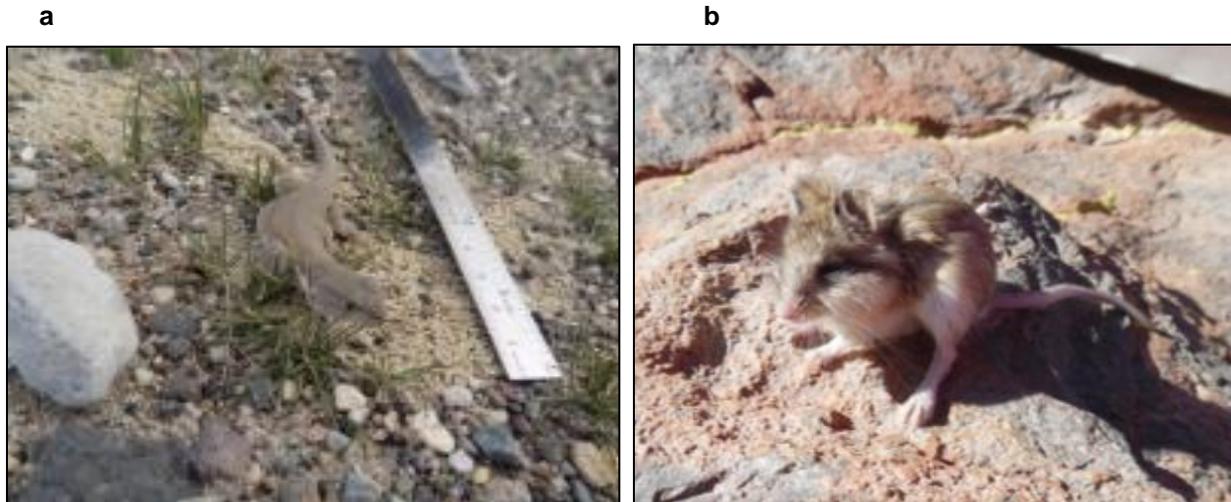
Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-40. Especies en categoría de conservación con grado de amenaza detectadas en sector Altiplano Variante A-97B: *Vicugna vicugna* (vicuña, a), *Larus serranus* (gaviota andina, b), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, c), *Ctenomys fulvus* (tucu tucu de Atacama, d).



Fuente: Cedrem Consultores.

Fotografía 3.3.3-41. Especies en categoría de conservación sin grado de amenaza detectadas en sector Altiplano Variante A-97B: *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera, a), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso, b).



Fuente: Cedrem Consultores.

h.vii) Especialistas de hábitat y movilidad

De las 45 especies detectadas en el sector Altiplano Variante A-97B, tres especies fueron catalogadas como especialistas de hábitat (Anexo 3.3.3-12). Estas especies corresponden a: *Larus serranus* (gaviota andina), *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Psilopsiagon aurifrons* (perico cordillerano).

Con respecto a la movilidad de las especies detectadas, cuatro de éstas son consideradas especies que presentan una baja movilidad, *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera), *Tachymenis peruviana* (culebra peruana) y *Ctenomys fulvus* (Tuco tuco de Atacama). Además se registran siete especies que presentan una movilidad media, estas especies se concentran principalmente en matorral (cinco especies). Respecto a las especies de alta movilidad, se detectan 34 especies, las que se concentran principalmente en las quebradas con vegetación (20 especies) y matorral (24 especies; Anexo 3.3.3-12).

h.viii) Singularidad ambiental

En el sector, una superficie de 1.399,8 hectáreas (39,4% del total del sector, 19,3% del total singular del área de influencia) se define como singular. Destaca el aporte del ambiente matorral con 768,7 hectáreas (54,9% de la singularidad del sector). Los humedales aportan sólo con un 0,2% (con 3,0 hectáreas). Los detalles de la superficie que cada ambiente y mesoambiente aporta a la singularidad se muestran en la Tabla 3.3.3-90.

En el sector, los mesoambientes roquerío y quebrada con vegetación son singulares debido a que cumplen con los niveles I, II y III (ver Anexo 3.3.3-10).

En el caso de quebrada con vegetación, hay ocho especies que cumplen el Nivel I (dos en peligro, tres vulnerables, dos raras y una casi amenazada). Asimismo siete cumplen con el Nivel II (dos especialistas en hábitat, una de baja movilidad, dos de distribución restringida dentro del área de influencia y una endémica regional y de baja movilidad).

En el caso de roquerío con vegetación hay seis especies que cumplen con el Nivel I (dos en peligro, dos vulnerables, una rara y una casi amenazada) y dos que cumplen con el Nivel II (una especialistas en hábitat, y una endémica regional y de baja movilidad).

Es importante señalar que algunas unidades del mesoambiente quebrada con vegetación también son singulares por criterio experto debido a la presencia de *Ctenomys fulvus* (chululo, especie vulnerable y especialista en hábitat).

Para los mesoambientes antes descritos hay dos especies que destacan por cumplir simultáneamente con los niveles I y II: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana, especie en peligro y especialista en hábitat) y *Liolaemus jamesi* (jararanco de James, especie rara, endémica regional y de baja movilidad). Además, otras especies cumplen con el Nivel I o II para ambos mesoambientes, entre las que destacan: *Rhea pennata* (suri) y *Tinamotis pentlandii* (kiula o perdiz de la puna), ambas especies vulnerables, y *Puma concolor* (puma, especie casi amenazada).

Tabla 3.3.3-90. Superficies de singularidad de ambientes y mesoambientes de fauna para el sector Altiplano Variante A-97B.

AMBIENTE MESOAMBIENTE	SUPERFICIE SINGULAR	
	ha	%
Áreas desprovistas de vegetación		
Área desprovista de vegetación		
Área industrial		
Herbazal		
Humedales	3,0	0,2
Humedal altoandino	(3,0)	
Matorral	768,7	54,9
Pajonal	38,9	2,8
Quebradas	277,7	19,8
Quebrada con vegetación	(277,7)	
Roqueríos	311,5	22,3
Roquerío con vegetación	(311,5)	
Total singular del sector (ha)	1.399,8	100,0
Proporción respecto al total del sector		39,4
Proporción respecto al total singular en área de influencia		19,3

ha: hectáreas. En paréntesis valores de mesoambientes.
Fuente: Cedrem Consultores.

Es importante señalar que la singularidad de los ambientes humedal, matorral y pajonal está definida por criterio experto. En el caso del humedal, específicamente humedal altoandino, es precisamente por ser un humedal, y en el caso de matorral y pajonal es debido a la presencia de la especie *Ctenomys fulvus*.

Los detalles de los criterios que cumplen cada ambiente y mesoambiente, y las unidades cartográficas con singularidad se detallan en el Anexo 3.3.3-10.

3.3.3.6 Síntesis y Conclusiones

A continuación, se sintetizan los resultados para el componente ambiental animales silvestres obtenidos desde la campaña de otoño 2014 hasta la campaña de otoño 2016, incluyendo una síntesis general del diseño de muestreo empleado, una síntesis para toda el área de influencia y por sectores del proyecto:

3.3.3.6.1 Diseño de muestreo

El muestreo correspondiente a las nueve campañas estacionales del área de Influencia se considera representativo del área de influencia, por las siguientes razones:

- En términos espaciales, las estaciones de muestreo abarcan todos los ambientes y taxa, en los ocho sectores de estudio, desde la costa, meseta del desierto interior, precordillera y altiplano de la zona norte, en la Región de Tarapacá. Estos ambientes corresponden a humedal costero, humedales de altura (lagunas, matorrales y vegas), matorrales, herbazales, roqueríos, quebradas, vegetación arbórea (ecotono arbóreo y quebrada con vegetación arbórea), áreas industriales y áreas desprovistas de vegetación. Esto permite incorporar especies de fauna que puedan ser especialistas de hábitat.
- A una escala espacial altitudinal, el muestreo abarcó un amplio gradiente de altitud, desde el nivel del mar hasta puntos sobre los 4.500 m.s.n.m., por lo que a la variación entre cada ambiente considerado, se agrega la variación dentro de cada ambiente, dada su amplio gradiente de altura. Lo anterior permite registrar especies restringidas a estrechos rangos de altitud.
- A una escala temporal, las nueve campañas efectuadas han abarcado todo el gradiente estacional, lo que permite incorporar en el análisis posibles variaciones de la riqueza, abundancia y composición de la fauna presente en el área de influencia, dado que muchas especies presentan mayor actividad en algunas épocas (ej. primavera y verano) y/o pueden migrar estacionalmente (ej. algunas aves).
- Como el muestreo abarca también un grado de intervención antrópica diverso (dado por la cercanía a áreas de actividad minera y la presencia de especies de fauna introducida y/o doméstica), también permite registrar especies de menor a mayor plasticidad hacia la presencia antrópica.
- En relación al diseño de muestreo (estratificado/dirigido) y considerando la variedad de ambientes, la localización y alto número de los puntos de muestreo permite una adecuada representación de la fauna registrada. La alta cantidad de muestreos (entre un mínimo de 138 en la campaña de otoño 2016 y un máximo de 539 en la campaña de invierno 2015) permite maximizar el éxito de registro de fauna.
- Por otra parte, el muestreo general de los transectos es complementado con diversas técnicas, como los registros únicos, trampeo de micromamíferos, registro por vocalizaciones y/o captura de quirópteros, anfibios y aves rapaces nocturnas, además de la utilización de trampas cámara. Todo lo anterior permite ampliar el registro de fauna, incorporando especies escasas, evasivas, esporádicas y de difícil detección.

- Finalmente, la participación de un alto número de especialistas y la gran cantidad de tiempo dedicado (en términos de HH asignadas, detalladas en Anexo 3.3.3-13), determinan un alto esfuerzo de muestreo, adecuado para representar la fauna vertebrada presente en el área de influencia.

Las campañas estacionales variaron en el número de puntos de muestreo y su distribución, debido a diversas razones: acceso por condiciones climáticas adversas, permisos, restricciones de seguridad, cambio en la ubicación y esfuerzo de muestreo, representatividad de ambientes y sectores, y cambios por incorporación y/o eliminación de ciertas áreas (en función de las necesidades del proyecto), entre otros.

3.3.3.6.2 Área de influencia

El área de influencia abarca una superficie de 49.832,5 hectáreas, y se divide en ocho sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón Occidental, Quebrada Choja – Ramucho, Quebradas Huinquantipa – Ornajuno, Altiplano Mina – Planta, Altiplano Cerro Quitala y Altiplano Variante A-97B.

A su vez, en estos sectores se delimitaron ocho ambientes de fauna: áreas desprovista de vegetación (con tres mesoambientes: área desprovista de vegetación, área desprovista de vegetación costera y área desprovista de vegetación ecotono arbóreo), área industrial, herbazal, humedales (subdividido en los mesoambientes humedal altoandino, humedal costero, humedal matorral y humedal con vegetación degradada), matorral, pajonal, quebradas (divididos en los mesoambientes de quebradas con vegetación, quebrada con vegetación arbórea y quebrada desprovista de vegetación) y roqueríos (dividido en los mesoambientes de roqueríos con vegetación y roqueríos desprovisto de vegetación). Los ambientes con mayor representatividad en el área de influencia corresponden al de áreas desprovista de vegetación que ocupa un 65,0% del área influencia (32.407,5 hectáreas) y el matorral, con 17,3% del área de influencia (8.600,5 hectáreas).

Los distintos sectores se caracterizan por presentar varios tipos de ambientes, dependiendo de su superficie y su rango de altitud. Así, los sectores con mayor superficie y mayor rango altitudinal presentan la mayor diversidad de ambientes, mientras que los sectores con menor superficie y rango acotado de altitud presentan poca variedad de ambientes. Algunos mesoambientes ocupan poca superficie y se restringen a algunos sectores, pero posiblemente alberguen una alta riqueza (como los distintos tipos de humedales).

En total, la riqueza es de 125 especies de vertebrados, con dos especies de anfibios, ocho especies de reptiles, 82 especies de aves y 33 especies de mamíferos. Los sectores con mayor riqueza son Altiplano Mina – Planta, con 66 especies, seguido de Quebradas Huinquantipa – Ornajuno con 63, Cordón Occidental con 54 especies y Quebrada Choja – Ramucho, con 53 especies. En tanto, los sectores donde se registra la menor riqueza son Altiplano Cerro Quitala, con 16 especies, seguido por el sector Desierto Interior, con 25 especies, y Desierto Costero, con 39 especies.

Estas diferencias en riqueza son explicables por factores como: a) la menor intervención humana, la mayor superficie y mayor diversidad de ambientes, junto con un mayor gradiente altitudinal, determinan en parte la mayor riqueza de Sectores como Altiplano Mina - Planta, Quebradas Huinquentipa - Ornajuno y Quebrada Choja - Ramucho; b) la baja diversidad de ambientes y la dominancia en términos de superficie del ambiente desprovisto de vegetación determinan la baja riqueza de especies en los sectores de Desierto Interior y Desierto Costero; c) la menor superficie del sector Cerro Quitala determina en parte su baja riqueza.

En total, la riqueza de 125 especies representa un 47,0% de la fauna potencial del área de influencia, con 266 especies (cinco anfibios, 12 reptiles, 192 aves y 57 mamíferos). Este porcentaje se considera bastante aceptable, ya que es esperable que la fauna registrada sea un subconjunto del valor potencial teórico. Parte de la diferencia registrada entre el total potencial y el registrado por el muestreo, podría explicarse por la baja probabilidad de detectar varias de las especies potenciales, debido a algunas características especiales, como:

- *Distribución restringida*: para algunas especies potenciales, sobre todo, anfibios, reptiles y micromamíferos, se ha descrito su presencia en sitios muy puntuales, por lo que la probabilidad de hallarlos en el área de influencia es bastante baja (y por lo tanto, dichas especies no necesariamente se encuentren en el área de influencia). Es el caso por ejemplo de los anfibios *Telmatobius fronteriensis*, descrito sólo para el sector de Puquios (Benavides et al. 2003) y *Telmatobius philippii*, registrado para el sector de Ollagüe (Cuevas & Formas, 2002), y para los reptiles como *Liolaemus lopezi*, registrado solo en la localidad de Chullumpine (Ibarra-Vidal, 2005).
- *Abundancia y frecuencia*: algunas especies potenciales presentan naturalmente densidades poblacionales bajas, y sus registros son poco frecuentes, por lo que también su probabilidad de encuentro es baja. En este caso hay varias especies de aves (como la becasina, el pitío del norte, el picaflor azul, el nuco, el vari, los pitajos, el queltehue de la puna) y mamíferos (como el gato andino, el quirquincho de la puna, el cuy peruano, el cuy serrano y la taruca).
- *Actividad nocturna o crepuscular*: varias especies potenciales tienen su mayor actividad en periodos del día no coincidentes con el mayor esfuerzo de muestreo, disminuyendo la posibilidad de registro. Es el caso de las rapaces nocturnas (chuncho del norte), carnívoros (como felinos y mustélidos) y las nueve especies de murciélagos potenciales (a pesar del esfuerzo complementario realizado para dichas especies).
- *Distribución altitudinal restringida*: Como el listado potencial incluye todo el rango altitudinal, y como la mayor parte del área de influencia se encuentra en sectores altos, mayores a 3.000 m.s.n.m., es lógico pensar que muchas especies que tienen límites altitudinales restringidos o inferiores a dicho rango, no se encuentren en zonas altas, donde su frecuencia y abundancia tiende a decrecer, o simplemente están ausentes. Ejemplo son las aves costeras.

- *Especies netamente costeras:* Para muchas de las especies de aves potenciales que se encuentran restringidas a ambientes costeros, y dado que este ambiente posee una baja superficie dentro del muestreo (estrecha faja costera, de alrededor de 3 km de longitud), es esperable registrar sólo una proporción de ellas. Es el caso del playero grande, chorlo de collar, chorlo de doble collar, chorlo chileno, chorlo nevado, chorlo ártico, golondrinas de mar, gaviotín chico, gaviotín monja, gaviotín sudamericano, gaviotín piquero, piqueros y rayador.
- *Especies migratorias:* Para varias de las especies de aves potenciales de comportamiento migratorio, y que son visitantes (principalmente de verano), es lógico no registrar una fracción de ellas (ya que el borde costero muestreado dentro del área de influencia es bastante pequeño). Es el caso del playero manchado, playero ártico, playero de lomo blanco, playero pectoral, vencejo chico, chorlo semipalmado, chorlo dorado, pollitos de mar, gaviota de Sabine, gaviotín boreal, gaviotín ártico, gaviotín elegante, gaviotín de Sandwich, zarapito de pico recto, pitotoyes, garza azul y rayador.
- *Especies accidentales y con escasos registros:* Dentro de las aves potenciales, se incluyen varias especies con escasos registros o accidentales en el país, de modo que es altamente esperable no registrarlos en el muestreo (considerando además que el número de campañas es de seis a la fecha, acotados a 2014-2015). Algunas de estas especies accidentales son el martín pescador chico, la gallina ciega peruana, la garza tricolor, el zarapito moteado, la taguita purpúrea, el piquero café, y de paseriformes, como el semillero peruano, el charlatán, la golondrina negra peruana y la golondrina barranquera.
- *Especies acuáticas:* Varias de las especies de aves potenciales son especialistas de ambientes dulceacuícolas, y dado que este tipo de ambiente está escasamente representado en el área de influencia (tanto en número como en superficie), es esperable no registrar una fracción de ellos. Dentro de esta categoría se encuentran: pato gargantillo, pato colorado, pato puna, garza grande, garza boyera, garza chica, tagua cornuda, tagua gigante, tagua chica, becacina de la puna, tagüita del norte, perrito, pato cortacorrientes, pato rana, águila pescadora, pidén, chorlito cordillerano, trabajador, blanquillo y pimpollo.

Considerando los factores explicativos mencionados, si se excluyen del listado global de fauna potencial, varias de las especies recién detalladas, cuya probabilidad de registro naturalmente es baja, la fauna potencial “más probable” sería de alrededor de 166 especies (dos anfibios, 11 reptiles, 115 aves y 38 mamíferos). Si se compara el valor de las 125 especies registradas efectivamente con este nuevo valor potencial, el nivel de representatividad se eleva a un 75,3%, valor considerado altamente aceptable para el muestreo, ya que sería poco probable registrar toda la fauna potencial.

La mayor similitud de fauna se encuentra entre los sectores Altiplano Mina – Planta y Quebradas Huinquentipa – Ornajuno, con cerca de un 80% de similitud (valor alto), al que luego se une el sector Quebrada Choja- Ramucho, a un 70% de similitud, y posteriormente el sector Altiplano Variante A-97B, y Cordón Occidental, con un valor cercano al 65%. Lo anterior implica que la composición faunística entre dichos sectores es proporcionalmente alta. En el otro extremo, los sectores Desierto Costero y Desierto Interior son los más diferentes al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad entre un 20% y un 35%, (lo que se explicaría probablemente a especies de aves costeras, mamíferos costeros y reptiles costeros (los lagartos corredores), presentes solamente en dichas áreas.

A la escala de similitud de los ambientes (con mayor sentido biológico que la división de sectores), existen dos grupos, un trío formado por los ambientes de humedal costero, unido primero al área desprovista de vegetación costera (con una similitud de 66%) y luego al área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con una similitud cercana al 25%. Por otra parte, existe otro gran grupo formado primero por el par matorral y quebradas, con cerca de un 79% de similitud, al que se unen el par humedales y roqueríos (78%), herbazal (cerca del 65%), pajonal (63%), área industrial (50%) y finalmente el área desprovista de vegetación (37%). Los dos grandes grupos son muy diferentes, ya que se unen entre sí a una similitud de 10% (valor muy bajo), lo que se explica porque los ambientes del sector costero obviamente presentan especies predominantemente costeras (como aves acuáticas, mamíferos costeros y reptiles, como el lagarto corredor de cuatro bandas), las cuales no se encuentran en los ambientes de mayor altitud.

La mayor similitud se encuentra entre los ambientes de matorral, quebradas, humedales dulceacuícolas y roqueríos. Por lo tanto, estos cuatro ambientes poseen una composición de especies bastante similar (y probablemente asociado a mayores riquezas), básicamente porque en todos ellos debiera haber una cobertura vegetal y rocosa relativamente similar, ofreciendo recurso alimenticio y refugio a la fauna de vertebrados.

A la agrupación de cuatro ambientes muy similares, se unen gradualmente ambientes con menor riqueza, como el herbazal, pajonal, área industrial y finalmente el área desprovista de vegetación, a un valor de similitud bajo, de 37%.

Las similitudes y diferencias entre los ambientes y mesoambientes derivan de la riqueza y composición de las especies presentes en cada uno de ellos, según se describe a continuación:

En el caso de los anfibios, se registran sólo en los ambientes de humedales, específicamente en el humedal altoandino y en el humedal matorral, mientras que en el humedal costero y humedal con vegetación degradada no se registran especies. Desde el punto de vista de los anfibios, los ambientes de humedal matorral y humedal altoandino son únicos.

Para los reptiles, la mayor riqueza de especies se encuentra en área desprovista de vegetación y quebrada con vegetación, con seis especies, seguida por herbazal, matorral y humedal matorral, con cuatro especies, mientras que el ambiente con menor riqueza es el área desprovista

de vegetación ecotono arbóreo (con una especie). Por otra parte, el ambiente que presenta especies únicas (especialistas) es el humedal costero, dada la presencia de *Microlophus quadrivittatus* (especie que sólo se encuentra ahí), seguido por las especies *Liolaemus pantherinus* (lagartija panthera) presente en dos ambientes (pajonal y quebrada con vegetación) y *Liolaemus stolzmanni* (Lagartija de Stolzmann), presente en área desprovista de vegetación y herbazal. Finalmente, aquellos reptiles presentes en muchos ambientes (y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes), son *Microlophus theresioides* (Corredor de Teresa), presente en 13 de los 16 ambientes/mesoambientes, seguido por *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), presente en 11 ambientes.

En el caso de las aves, la mayor riqueza se encuentra en el humedal matorral, con 42 especies, seguido por el matorral (con 39 especies), la quebrada con vegetación y el roquerío con vegetación (con 36 especies), y el humedal altoandino (con 34 especies). Por otra parte, los ambientes con menor riqueza de avifauna son el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, la quebrada con vegetación arbórea y la quebrada desprovista de vegetación, con sólo tres especies, seguido por el área desprovista de vegetación costera (con seis especies). En el caso de ambientes con especies únicas de aves, destaca el humedal costero, con varias especies que se encuentran sólo en dicho ambiente, y que por lo tanto, son especialistas (aves costeras como: gaviota dominicana, gaviota peruana, yeco, guanay, lile, pelícano, playero de las rompientes, playero vuelvepedras, zarapito y piquero, seguido por el humedal altoandino y el humedal matorral (con especies dulceacuícolas, como pato jergón chico, pato puna y pato juarjual. Finalmente, aquellas aves presentes en muchos ambientes (y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes), son cometocino del norte, pájaro plomo, bandurrilla de pico recto y dormilona de nuca rojiza, presentes en 11 de los 16 ambientes/mesoambientes, seguido por chirihue cordillerano, jilguero negro, canastero chico y perdiz de la puna, presentes en nueve ambientes/mesoambientes.

Por último, para los mamíferos, la mayor riqueza se encuentra en el humedal matorral, con 19 especies, seguido por el matorral (con 18 especies) y la quebrada con vegetación (con 16 especies). Por otra parte, los ambientes con menor riqueza de mamíferos son la quebrada con vegetación arbórea (con una especie), seguido por el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo (con tres especies) y el área desprovista de vegetación costera, junto con la quebrada desprovista de vegetación (con cuatro especies). En el caso de ambientes con especies únicas de mamíferos, destaca el humedal costero, con varias especies que se encuentran sólo en dicho ambiente, y que por lo tanto, son especialistas (mamíferos costeros como: chungungo, lobo marino común y piuchén. Finalmente, aquellos mamíferos presentes en muchos ambientes (y que por lo tanto, pueden considerarse como generalistas de ambientes), son guanaco, vicuña, zorro culpeo y burro, presentes en 12 de los 16 ambientes y/o mesoambientes, seguido por la vizcacha peruana, presente en nueve ambientes (aunque todos debieran estar asociados a roqueríos).

En resumen, agrupando las cuatro clases de vertebrados, el ambiente con la mayor riqueza es el humedal matorral, con 67 especies (dos anfibios, cuatro reptiles, 42 aves y 19 mamíferos), lo que

representa un 53,5% de toda la fauna registrada, seguido por el matorral, con 61 especies (cuatro reptiles, 39 aves y 18 mamíferos), mientras que los ambientes con menor riqueza son la quebrada con vegetación arbórea, con seis especies (dos reptiles, tres aves y un mamífero), seguido por el área desprovista de vegetación ecotono arbóreo, con siete especies (un reptil, tres aves y tres mamíferos) y quebrada desprovista de vegetación, con nueve especies (dos reptiles, tres aves y cuatro mamíferos). Estos ambientes de menor riqueza son en su mayoría, un subconjunto de las especies presentes en el resto de los ambientes, ya que, por una parte, también se encuentran en dichos ambientes, y por otra, no poseen especies únicas.

Al analizar los registros de presencia y abundancia de las especies, separados por ambientes, hay que considerar que los resultados son generales y que se deben considerar con cautela, por varias razones: a) muchas especies de fauna utilizan varios ambientes, por lo que éstos no son excluyentes; b) la presencia de una especie en un ambiente indica obviamente su uso, pero su ausencia no necesariamente implica que la especie no usa dicho ambiente (es probable que aún no se ha registrado); c) para especies escasas y/o de gran movilidad, es muy probable que dada la baja cantidad de registros, éstos no den cuenta del uso total de ambientes por dichas especies; d) el grado de división de los ambientes puede sesgar la validez de las extrapolaciones: mientras más divisiones de ambientes se hagan, los resultados son menos generales y deben ser más cautelosos; e) como el esfuerzo de muestreo es relativamente proporcional a la superficie de los ambientes, en aquellos puntos localizados en ambientes de menor superficie, es probable que los resultados sean menos extrapolables.

En relación a los Índices de Diversidad y Equidad, los resultados muestran que para los reptiles, la mayor diversidad de reptiles se encuentra en los ambientes de quebradas, humedales y área desprovista de vegetación. En la mayor parte de los casos de índice de diversidad altos, la riqueza de reptiles también tiene los mayores valores, mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto. Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como matorral y roqueríos), no poseen mucha riqueza y poseen un índice de diversidad intermedio a bajo. Esto indicaría que en estos últimos casos, el índice de diversidad efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo.

En relación a la variación estacional del índice de diversidad, en algunos ambientes se observa mayor variabilidad anual o estacional. En el caso de la variabilidad anual, en algunos ambientes se observa una mayor diversidad en el periodo 2015 que en 2014 (principalmente en otoño e invierno), como es el caso del área desprovista de vegetación, humedales, quebradas y sobre todo, roqueríos. Para la variabilidad estacional (y contrario a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de otoño 2015 (para la mayor parte de los ambientes), mientras que en invierno (tanto de 2014 como 2015), y de acuerdo a lo esperado, generalmente se presentan los menores valores de diversidad.

En el caso del Índice de diversidad de las aves, la mayor diversidad de aves se encuentra en los ambientes de humedales, matorrales, quebradas y roqueríos, con varias campañas con valores del Índice sobre 2,0. En la mayor parte de los casos de índice de diversidad altos, la riqueza de

aves también tiene los mayores valores, mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto. Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como área desprovista de vegetación), no poseen mucha riqueza y poseen un índice de diversidad intermedio. Otros ambientes con baja riqueza (como área desprovista de vegetación costera, herbazal, pajonal y área industrial) tienen valores intermedios a bajos de diversidad, lo que indicaría que en estos casos, el índice de diversidad efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo. Lo mismo ocurre en el humedal costero, que a pesar de tener bajo esfuerzo de muestreo, posee un valor medio de diversidad avifaunística, probablemente debido a la media riqueza de aves.

En relación a la variación temporal del índice de diversidad, y a diferencia de los reptiles, no se observa mayor variación anual comparando 2014 y 2015. Para la variabilidad estacional (y de acuerdo a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de primavera (aunque no para la mayor parte de los ambientes), mientras que en otoño e invierno, generalmente se presentan los menores valores de diversidad. Uno de los pocos ambientes que presentan mayor estabilidad es el de humedales, sin mayores cambios estacionales.

Finalmente, en relación al índice de diversidad de los micromamíferos trampeados, la mayor diversidad de micromamíferos trampeados se encuentra en los ambientes de humedales y matorrales. En la mayor parte de los casos de índice de diversidad más altos (aunque menores con los máximos de reptiles y aves), la riqueza de micromamíferos también tiene los mayores valores, mientras que el esfuerzo de muestreo también es alto. Algunos ambientes, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo alto (como roqueríos y quebradas) no poseen mucha riqueza y poseen un índice de diversidad intermedio, lo que indicaría que en estos casos, el índice de diversidad efectivamente es reflejo de las propiedades biológicas del ambiente, y no de eventuales artefactos de muestreo.

En relación a la variación temporal del índice de diversidad, no se observa mayor variación anual comparando 2014 y 2015. Para la variabilidad estacional (y contrario a lo esperado), el periodo de mayor diversidad es el de otoño (aunque no para la mayor parte de los ambientes), mientras que en primavera y verano, generalmente se presentan los menores valores de diversidad.

En relación a los valores del índice de equidad (para reptiles, aves y micromamíferos), la mayoría de los ambientes presentan valores altos, lo que implica una alta homogeneidad en las abundancias relativas. Sólo el ambiente de matorral presenta varios valores bajos de equidad, lo que se relaciona con una alta heterogeneidad, con especies muy abundantes y otras muy escasas, lo que redundará finalmente en que para ese ambiente, la diversidad es más bien baja.

Cabe mencionar que la valoración de la Diversidad biológica de un área (asociado generalmente a nivel de Riqueza de especies) no necesariamente se corresponde con el valor del Índice de Diversidad comunitaria calculado, ya que podrían estar comparándose escalas muy distintas. En ese sentido, la utilidad práctica de estos índices es limitada, y no pueden ser considerados por sí solos como único indicador de diversidad. Varios factores influyen en esto:

- Debieran restringirse para comparar grupos afines, muestreados con técnicas similares, y que presenten un número razonable de especies. Es por esto que se excluyen del análisis los anfibios (con sólo dos especies), los roedores fosoriales (*Ctenomys*, con sólo una especie, y con un tipo de muestreo muy específico), los quirópteros (pocas especies, también con métodos muy particulares), y los meso y megamamíferos (para los cuales se ocupan técnicas muy disimiles, directas e indirectas).
- Estos índices no discriminan a las especies, de modo que se valoran por igual especies amenazadas que especie introducidas (De la Maza & Bonacic, 2014). En nuestro caso de los micromamíferos trampeados, los índices incluyen tres especies exóticas, las que obviamente sobreestiman el valor del índice.
- Los mayores valores de diversidad comunitaria no necesariamente implican que el ambiente posea mayor valor ambiental. Por ejemplo, un ambiente que posea muchas especies, pero una minoría de ellas amenazadas y dominantes, probablemente tendrá un Índice de diversidad menor (por ser más heterogénea) que otro ambiente con menos especies y todas igualmente dominantes (más homogénea).
- A pesar que el Índice se calcula en base al esfuerzo de muestreo (ya que considera el número de transectos), y en parte, disminuye el sesgo, no lo elimina: si se comparan ambientes que tengan mucha diferencia en el esfuerzo muestral, parte de las diferencias registradas en los índices se pueden explicar por dicho muestreo diferencial.
- En base a la escala espacial, éstos índices se deben usar a la escala comunitaria, y por lo tanto, para la fauna de vertebrados terrestres, la comparación más factible y operativa es la de ambientes. No parece ser apropiada para escalas menores (ej. hábitats) ni mayores (ej. ecosistemas).

Por todos los factores mencionados, el uso de los índices de diversidad y equidad comunitaria debe considerarse complementarios con los análisis de la identidad, similitud y singularidad de la fauna asociada.

En cuanto a la caracterización de la fauna detectada:

En relación al origen geográfico, 119 de las especies detectadas son nativas (seis de ellas endémicas) y seis especies introducidas.

Cabe destacar que en este informe, y siguiendo las recomendaciones de la autoridad ambiental para evaluar el grado de artificialidad (SEA, 2015), se creó un Índice de Antropización (IA), basado en la presencia de especies exóticas, el que considera cuatro parámetros: riqueza, abundancia, categoría trófica y tamaño. Por lo anterior, los valores del IA (medidos a tres niveles: Área de Influencia, Sector y Ambiente), debieran reflejar más rigurosamente el potencial impacto sobre las comunidades animales presentes. En base a las seis especies introducidas registradas, el IA

de fauna para el área de influencia es 56,3%, lo que se considera como bajo a medio (además que no se registran especies introducidas con alta abundancia).

De las 125 especies de fauna detectadas, 44 (35,2%) se encuentran en categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies del MINSEGPRES (D.S. N° 75/2005, y decretos posteriores), la Ley de Caza (MINAGRI, 1998) o de acuerdo a Cofré y Marquet (1999), Rottmann y López-Callejas (1992) y Glade (1993). Del total de 44 especies en categoría de conservación, 18 están amenazadas, es decir, en las categorías En Peligro crítico, En Peligro, Vulnerable y Casi amenazada. El desglose de las categorías de conservación de las 44 especies es el siguiente:

- **Anfibios (dos especies):** en categoría *bajo amenaza* En Peligro crítico: *Telmatobius chusmisensis* (sapo,) y en categoría *sin amenaza* Preocupación menor *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso);
- **Reptiles (ocho especies):** en categoría *bajo amenaza* Vulnerable, *Phyllodactylus gerrhophygyus* (salamanqueja del Norte Grande); y en categoría *sin amenaza*, Rara: *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), *Liolaemus pantherinus* (lagartija pantera), *Microlophus theresioides* (corredor de Teresa), *Liolaemus puna* (lagartija) y *Tachymenis peruviana* (culebra peruana); Inadecuadamente conocida: *Liolaemus stolzmanni* (dragón de Stolzmann); y en Preocupación menor *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas);
- **Aves (13 especies):** en categoría *bajo amenaza* Vulnerable: *Larus modestus* (gaviota garuma), *Larus serranus* (gaviota andina), *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay), *Rhea pennata* (suri), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), y *Vultur gryphus* (cóndor); y en categoría *sin amenaza* Rara: *Attagis gayi* (perdicita cordillerana; e Inadecuadamente conocida *Buteo poecilochrous* (aguilucho de la puna), *Oceanodroma markhami* (golondrina de mar negra), *Falco femoralis* (halcón perdiguero), *Phalacrocorax gaimardi* (lile) y *Sula variegata* (piquero);
- **Mamíferos (21 especies):** en categoría *bajo amenaza* En Peligro *Vicugna vicugna* (vicuña) y *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana); Vulnerable: *Galictis cuja* (quique), *Lontra felina* (chungungo), *Ctenomys fulvus* (tuco tuco de Atacama) y *Lama guanicoe* (guanaco); Casi amenazada: *Puma concolor* (puma) y *Leopardus colocolo* (colo-colo); y en categorías *sin amenaza*: Frágil, *Calomys lepidus* (lauchita peruana); Amenaza indeterminada: *Conepatus rex* (chingue real); Rara: *Desmodus rotundus* (vampiro); Preocupación menor: *Abrocoma cinerea* (ratón chinchilla cenicienta), *Auliscomys sublimis* (ratón de la puna), *Otaria flavescens* (lobo de mar), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso), *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo); y Sin preocupación inmediata: *Abrothrix andinus* (ratón andino), *Akodon albiventer* (ratón de vientre blanco), *Phyllotis magister* (ratón orejudo grande), *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejudo amarillento) y *Thylamys pallidior* (yaca de la puna).

Bajo los criterios establecidos por el reglamento de la Ley de Caza, 106 de las 125 especies detectadas en el área de influencia se encuentran en condición de densidades poblacionales reducidas, beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria y/o beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas.

Una de las especies registradas se considera Monumento Natural, *Vultur gryphus* (cóndor).

Según el estatus de residencia (para las aves), se registraron 76 especies residentes, cuatro especies visitantes y dos especies accidentales.

Del total de especies, 11 corresponden a especies de baja movilidad, 17 a especies de movilidad media, y 97 a especies con alta movilidad. En relación a las especies especialistas de hábitat, 24 especies se consideran especialistas, como los dos anfibios (dulceacuícolas), un reptil, 13 aves (acuáticas y costeras) y nueve mamíferos (especialistas de ambientes altiplánicos).

Finalmente, en cuanto al Índice de Riesgo, destaca la presencia de una especie clasificada con un índice de riesgo máximo (*Telmatobius chusmisensis*, sapo de Chusmiza), cinco se encuentran clasificadas con índice de riesgo alto, otras 29 se encuentran clasificadas con un índice de riesgo medio, y por último 82 se encuentran clasificadas con un índice de riesgo bajo

Considerando las especies más sensibles (utilizando criterios como especies en categoría de conservación, endémicas, especialistas de hábitat, baja movilidad) y su relación con los ambientes, se puede resumir los siguientes puntos:

- los anfibios se encuentran restringidas a los ambientes de humedales de tres de los nueve sectores, y en especial en el sector Quebrada Choja - Ramucho, donde se encuentran las dos especies;
- de los reptiles (todos sensibles), la especie con la distribución más amplia en el área de influencia es *Liolaemus jamesi* (jararanco de James), la que se registra en seis de los ocho sectores, en varios ambientes. En contraste, la especie con la distribución más restringida es *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), registrada sólo en el sector Desierto Costero (en ambiente de roqueríos costeros);
- en relación a las aves más sensibles (ej. especies en estados de conservación), algunas especies (suri, cóndor, perdiz de la puna) se encuentran en varios sectores (al menos cinco) y ambientes, mientras que otras se restringen al Desierto Costero (como guanay, lile, piquero, gaviota garuma y golondrina de mar, en ambiente de humedal costero);
- finalmente, en relación a las especies de mamíferos más sensibles (ej. especies en estados de conservación), algunas especies (vizcacha, vicuña, guanaco) se encuentran en varios sectores (entre cinco a siete), mientras que otras se restringen entre uno a tres sectores (como el tuco tuco, el chingue real, la yaca de la puna y el quique), los que se encuentran en Cordón Occidental y Quebrada Choja – Ramucho. De estas especies, la que pudiera considerarse más especialista de ambiente es la vizcacha, restringida a ambientes de roqueríos y/o quebradas, aunque también ha sido detectada en matorrales (pero probablemente cercana a roqueríos).

Con respecto a la singularidad ambiental, en términos de superficie, un 14,5% (7.249,6 hectáreas) del área de influencia se define como de mayor singularidad, y contrario a lo esperado, el ambiente que más aporta a esta singularidad es de área desprovista de vegetación, lo que se explica porque dicha zona se encuentra sobrepuesta a un sitio oficial de protección, como es la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, pero que no necesariamente implica un área sensible para la fauna (puntualmente, esta zona no incluye las áreas de plantaciones de tamarugales, que si debieran albergar fauna de interés). En el otro caso, aquellos ambientes de mayor singularidad que si se pueden considerar importantes para el sustento de fauna sensible, como son el roquerío con vegetación, quebrada con vegetación y sobre todo, los humedales (donde toda su superficie es singular).

3.3.3.6.3 Sector Desierto Costero

El sector Desierto Costero representa un 24% del área de influencia del proyecto, en él se delimitaron cinco ambientes. El ambiente más representativo del sector es el área desprovista de vegetación con el 96,7% de la superficie total del sector.

En este sector la riqueza es de 39 especies distribuidas en cuatro reptiles, 10 mamíferos y 25 aves, correspondientes al 31,2% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 14,7% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se observa en el humedal (específicamente, en el mesoambiente humedal costero), con 27 especies, seguido del área desprovista de vegetación costera, con 12 especies, mientras que en el ambiente de quebrada desprovista de vegetación se registra la menor riqueza, con una especie, seguida del área industrial con dos especies.

Si bien en términos de superficie, el humedal costero representa el 0,5% del total del sector Desierto Costero, la riqueza de fauna vertebrada es de 27 especies (69,2% del total del sector), superior a la encontrada en el área desprovista de vegetación (21 especies), cuya superficie alcanza el 96,7%.

En cuanto a la similitud (en general baja), los ambientes más similares fueron humedal costero y área desprovista de vegetación costera, mientras que el par formado entre quebrada desprovista de vegetación y área desprovista de vegetación es el que se diferencia más del resto en términos de riqueza y composición de especies (15%).

De las 39 especies observadas en el sector, 15 (38,5%) se encuentran en categoría de conservación, y corresponden a cuatro reptiles, seis aves y cinco mamíferos. Cinco de las 15 especies están evaluadas como *bajo amenaza*, en categoría de Vulnerable: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande), *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Larus modestus* (gaviota garuma) y *Lontra felina* (chungungo).

En relación a la singularidad ambiental, destacan el mesoambiente de área desprovista de vegetación costera y humedal costero.

3.3.3.6.4 Sector Desierto Interior

El sector Desierto Interior representa un 42,3% del área de influencia del proyecto, y en él se delimitaron cinco ambientes. El ambiente más representativo es el de área desprovista de vegetación, con el 96,1% de la superficie del sector, seguido por quebradas, con 2,8%.

La riqueza del sector es de 25 especies distribuidas en tres reptiles, 11 aves y 11 especies de mamíferos, correspondientes al 20,0% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 9,4% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se observa en el ambiente de quebrada con vegetación, con 11 especies, seguido del área desprovista de vegetación, con 10 especies, mientras que en el ambiente de roquerío con vegetación no se registran especies.

En términos de la riqueza de los ambientes en relación a su superficie, cabe destacar el ambiente área desprovista de vegetación, con 20.258,9 hectáreas presenta la mayor riqueza (14 especies; 56% del total del sector), pero que también posee el mayor esfuerzo de muestreo.

La mayor similitud (proporcionalmente media) se encuentra entre los ambientes de herbazal y quebrada desprovista de vegetación, con un 75% de similitud. En el otro extremo, el mesoambiente de área desprovista de vegetación ecotono arbóreo es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad del 20%.

De las 25 especies observadas en el sector, nueve (36%) se encuentran en categoría de conservación (tres reptiles y seis mamíferos). Tres de las nueve especies se encuentran clasificadas en una categoría *bajo amenaza*: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte Grande) y *Lama guanicoe* (guanaco), catalogadas como Vulnerables, y *Puma concolor* (puma) catalogado como Casi amenazado.

En relación a la singularidad ambiental, destacan los ambientes de área desprovista de vegetación, el que corresponde en su gran mayoría a la sobreposición de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal (no necesariamente importante para la fauna).

3.3.3.6.5 Sector Cordón Occidental

El sector Cordón Occidental representa un 4,9% del área de influencia, y en él se delimitaron siete ambientes, siendo el más representativo del sector el matorral con 56,8% de la superficie total del sector, seguido por el área desprovista de vegetación (19,5%).

La riqueza registrada es de 54 especies, distribuidas en cuatro especies de reptiles, 33 aves y 17 mamíferos, correspondientes al 43,2% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 20,3% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el ambiente de matorral, con 40 especies, seguido de la quebrada con vegetación, con 27 especies, mientras que en el mesoambiente de roquerío desprovisto de vegetación se registra la menor riqueza, con seis especies.

En términos de superficie, el ambiente de matorral presenta la mayor superficie (con 1.389,2 hectáreas) y la mayor riqueza, con 40 especies, asimismo es el ambiente que presenta el mayor esfuerzo de muestreo. El segundo ambiente con mayor superficie, el área desprovista de vegetación, presenta pocas especies (ocho) aunque su esfuerzo de muestreo es bajo, mientras que las quebradas, con el segundo mayor esfuerzo de muestreo, registra la segunda mayor riqueza, con 28 especies.

La mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los ambientes quebrada con vegetación, matorral y roquerío con vegetación, con cerca de un 65% de similitud, seguido por el par entre quebrada desprovista de vegetación y área desprovista de vegetación, con un 53%. En el otro extremo, el ambiente de roquerío desprovisto de vegetación es el más diferente al resto en su composición faunística, uniéndose a ellos en un valor de similaridad del 20%.

De las 54 especies observadas en el sector, 21 (38,9%) se encuentran en alguna categoría de conservación (cuatro reptiles, cuatro aves y 13 mamíferos). Diez de las 21 especies están en categoría evaluada como *bajo amenaza*; En Peligro: *Ligidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Vicugna vicugna* (vicuña); Vulnerables: *Phyllodactylus gerrhopygus* (salamanqueja del Norte grande), *Rhea pennata* (Suri), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), *Vultur gryphus* (cóndor), *Lama guanicoe* (guanaco), *Galictis cuja* (quiique) y *Ctenomys fulvus* (tuco tuco de Atacama); y Casi amenazada *Puma concolor* (puma).

En relación a la singularidad ambiental, destacan los mesoambientes de quebradas con vegetación.

3.3.3.6.6 Sector Quebrada Choja - Ramucho

El sector Quebrada Choja - Ramucho representa un 1,8% del área de influencia del proyecto, y en él se delimitaron siete ambientes. El ambiente más representativo del sector es el matorral con 61,3% de la superficie total del sector, seguido por los roqueríos (16,8%) y quebradas (15,0%).

En el sector la riqueza es de 53 especies, distribuidas en dos especies de anfibios, tres especies de reptiles, 34 especies de aves y 14 especies de mamíferos, correspondientes al 42,4% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 19,9% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el mesoambiente de humedal matorral, con 52 especies, significativamente mayor que el siguiente ambiente, el herbazal, con 18 especies, mientras que los ambientes de área desprovista de vegetación se registra la menor riqueza, sin especies, seguido del roquerío desprovisto de vegetación, con cuatro especies.

Si bien, en términos de superficie, el ambiente humedal se encuentra menos representado en el sector Quebrada Choja - Ramucho (5,5% del total), en este ambiente se registra la mayor riqueza de fauna, con 52 especies (98,1% del total del sector), con el mayor esfuerzo de muestreo. La segunda mayor riqueza, con 18 especies, se encuentra en herbazal.

La mayor similitud (proporcionalmente baja) se encuentra entre los ambientes de matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 73% de similitud, seguido por el par humedal matorral y herbazal, con un 64%. En el otro extremo, el ambiente de roquerío desprovisto vegetación es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad cercano al 30%.

De las 53 especies observadas en el sector, 16 (30,2%) se encuentran en categoría de conservación (dos anfibios, tres reptiles, un ave y 10 mamíferos). Siete de las 16 especies están en categorías como *bajo amenaza*: En Peligro crítico: *Telmatobius chusmisensis* (sapo de Chusmiza; En Peligro: *Vicugna vicugna* (vicuña); Vulnerable: *Lama guanicoe* (guanaco), *Galictis cuja* (quique), *Vultur gryphus* (cóndor); y Casi amenazadas: *Puma concolor* (puma) y *Leopardus colocolo* (colo-colo).

En relación a la singularidad ambiental, destacan los mesoambientes de roqueríos, quebradas, humedal matorral y humedal altoandino.

3.3.3.6.7 Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

El sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno representa un 3,5% del área de influencia del proyecto, y en él se encuentran siete ambientes, siendo el segundo de los más diversos de toda el área de influencia. El ambiente más representativo del sector es el matorral con 46,0% de la superficie total del sector, seguido por los roqueríos (30,6%), las quebradas (9,1%), el pajonal (6,7%) y los humedales (4,4%).

En el sector la riqueza es de 63 especies, distribuidas en dos anfibios, tres reptiles, 42 aves y 16 mamíferos, correspondientes al 50,4% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 23,7% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el mesoambiente de humedal matorral, con 47 especies, seguido por el humedal altoandino (con 43), y por el roquerío con vegetación (con 35 especies), mientras que en el ambiente de área desprovista de vegetación se registra la menor riqueza, con tres especies, seguida de área industrial y quebrada desprovista de vegetación, con cinco especies.

Si bien, en términos de superficie, el ambiente humedal tiene una baja representación en la superficie total del sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno (con 77,4 hectáreas), la riqueza de fauna vertebrada detectada en él es la más alta registrada, con 58 especies (92,1% del total del sector), y es la de mayor esfuerzo de muestreo. El ambiente de roqueríos, el segundo en superficie (533,2 hectáreas), posee una alta riqueza (36 especies).

La mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los ambientes de humedal altoandino y roquerío con vegetación, con cerca de un 81% de similitud, seguido por el par matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 78%. En el otro extremo, el par área desprovista de vegetación y quebrada desprovista de vegetación es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad menor al 35%.

De las 63 especies observadas en el sector, 18 (28,6%) se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación (dos anfibios, tres reptiles, cuatro aves y nueve mamíferos). Ocho de las 18 especies están *bajo amenaza* para su conservación; En Peligro: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Vicugna vicugna* (vicuña); Vulnerable: *Lama guanicoe* (guanaco), *Rhea pennata* (suri), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna) y *Vultur gryphus* (cóndor); y Casi amenazada: *Puma concolor* (puma). En particular, se registra (en el humedal matorral) la presencia de una especie del género *Telmatobius* sp.; las dos especies potenciales de este género, se encuentran clasificadas con grado de amenaza: *Telmatobius chusmisensis* En Peligro crítico y *Telmatobius marmoratus* en categoría Vulnerable, por lo cual se considera en el total de especies en amenaza.

En relación a la singularidad ambiental, destacan los ambientes de roqueríos con vegetación y humedales.

3.3.3.6.8 Sector Altiplano Mina – Planta

El sector Altiplano Mina – Planta representa un 16,0% del área de influencia, y en él se delimitaron ocho ambientes. El ambiente más representativo del sector es el matorral con 47,5% de la superficie total del sector, seguido por el área industrial (21,1%), el roquerío (13,7%) y el pajonal (12,5%).

En este sector la riqueza es de 66 especies (la mayor de todos los sectores), distribuidas en tres especies de reptiles, 47 aves y 16 mamíferos, correspondientes al 52,8% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 24,8% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el ambiente de matorral, con 46 especies, seguido de la quebrada con vegetación, con 45 especies y el humedal matorral, con 42 especies, mientras que en el ambiente de quebrada desprovista de vegetación (con dos campañas) se registra la menor riqueza, con tres especies.

Si bien, en términos de superficie, el ambiente de humedal se encuentra escasamente representado en el sector (con 40,1 hectáreas), en este ambiente se registra una alta riqueza de fauna, con 47 especies (71,2% del total del sector), a pesar que el esfuerzo de muestreo no fue muy alto. El ambiente de matorral, el de mayor superficie (con 3.796,0 hectáreas), presenta la segunda mayor riqueza (con 46 especies) y es el ambiente con el mayor esfuerzo de muestreo. El ambiente de quebradas presenta la tercera mayor riqueza, con 45 especies, y tiene un alto esfuerzo de muestreo.

La mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los ambientes de humedal altoandino, humedal matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 83% de similitud, al que se une el par matorral – roquerío con vegetación, a una similaridad de 73%. En el otro extremo, el ambiente de herbazal es el más diferente al resto en su composición faunística, con un valor de similaridad cercano al 44%.

De las 66 especies observadas en el sector, 22 (33,3%) se encuentran en categoría de conservación (tres reptiles, siete aves y 12 mamíferos). Ocho de las 22 especies están *bajo amenaza*, éstas son: *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Vicugna vicugna* (vicuña), clasificadas En peligro; *Lama guanicoe* (guanaco), *Larus serranus*, (gaviota andina), *Rhea pennata* (suri), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna) y *Vultur gryphus* (cóndor) clasificadas Vulnerable, y *Puma concolor* (puma) catalogada como Casi amenazada.

En relación a la singularidad ambiental, destacan los ambientes de humedales y roqueríos con vegetación.

3.3.3.6.9 Sector Altiplano Cerro Quitala

El sector Altiplano – Cerro Quitala representa un 0,3% del área de influencia del proyecto, siendo el sector de menor superficie, y en él se delimitaron cuatro ambientes. El ambiente más representativo es el matorral con 46,1% de la superficie del sector, seguido por el pajonal, con 41,5%.

La riqueza del sector es de 16 especies (la menor riqueza, comparando todos los sectores) distribuidas en un reptil, ocho aves y siete mamíferos, correspondientes al 12,8% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 6,0% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el pajonal, con 12 especies, seguido del matorral, con nueve especies.

El ambiente de matorral presenta la mayor superficie (con 67,7 hectáreas), y alberga la segunda mayor riqueza, con nueve especies, siendo el segundo en esfuerzo de muestreo. El ambiente de pajonal, el segundo en superficie (con 61,0 hectáreas), posee la mayor riqueza, con 12 especies (75% del total del sector), y el mayor esfuerzo muestral.

La similitud entre los ambientes de pajonal y matorral, es de 68%. El ambiente más distinto es el roquerío desprovisto de vegetación, con menos del 25% de similitud.

De las 16 especies observadas en el sector, nueve (60%) se encuentran en alguna categoría de conservación (un reptil, dos aves y seis mamíferos). Cinco de las nueve especies están *bajo amenaza*: En peligro las especies *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana) y *Vicugna vicugna* (vicuña); y Vulnerable las especies *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), *Rhea pennata* (suri) y *Lama guanicoe* (guanaco).

En relación a la singularidad ambiental, en este sector sólo los roqueríos con vegetación se registran como singulares.

3.3.3.6.10 Sector Altiplano Variante A-97B.

El sector Altiplano Variante A-97B representa un 7,1% del área de influencia, y en él se delimitaron ocho ambientes. El ambiente más representativo del sector es el matorral con 56,1% de la superficie total del sector, seguido por el pajonal (26,6%), los roqueríos (8,8%) y las quebradas (7,8%).

En este sector la riqueza es de 45 especies, distribuidas en tres especies de reptiles, 28 aves y 14 mamíferos, correspondientes al 36,0% de la riqueza total del área de influencia, las que a su vez representan un 16,9% de la fauna potencial del proyecto.

La mayor riqueza por ambiente se registra en el matorral, con 31 especies, seguido de la quebrada con vegetación con 26 especies y el roquerío con vegetación con 21 especies, mientras que en el ambiente de herbazal (con una campaña) se registra la menor riqueza, con una especie.

El ambiente de matorral presenta la mayor superficie (con 1.996,4 hectáreas), y concordantemente el mayor esfuerzo de muestreo, registra la mayor riqueza con 31 especies (68,9% del total del sector). El ambiente de quebradas, presenta la segunda mayor riqueza (26 especies), y tiene un alto esfuerzo muestral.

La mayor similitud (proporcionalmente alta) se encuentra entre los ambientes de herbazal y área desprovista de vegetación, con un 75% de similitud, seguido por el matorral y quebrada con vegetación, con cerca de un 67%. En el otro extremo, los ambientes de área industrial junto con el área desprovista de vegetación y herbazal son los más diferentes al resto en su composición faunística, al que se une a un valor de similaridad cercano al 48%.

De las 45 especies observadas en el sector, 17 (37,8%) se encuentran en alguna categoría de conservación (tres reptiles, cuatro aves y 10 mamíferos). Nueve de las 17 especies están *bajo amenaza*: En Peligro *Vicugna vicugna* (vicuña) y *Lagidium peruanum* (vizcacha peruana); Vulnerable *Vultur gryphus* (cóndor), *Rhea pennata* (suri), *Larus serranus* (gaviota andina), *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna, kiula), *Lama guanicoe* (guanaco) y *Ctenomys fulvus* (chululo), y finalmente el *Puma concolor* (puma), en categoría Casi amenazado.

En relación a la singularidad ambiental, destaca el ambiente de matorral.

3.3.3.7 Referencias Bibliográficas

3.3.3.7.1 Artículos científicos y capítulos de libros

- Alvarado, G. & Moya, J.C. (2008). *División Político, Administrativa y Censal, 2007*. Santiago, Chile: [s.n].
- Araya, B. & Millie, G. (1998). *Guía de campo de las aves de Chile* (8ª. Ed.). Santiago, Chile: Universitaria.
- Barboza, K., Galarza, M.I., Aguirre, L.F. & Kalko, E.K.V. (2006). *Métodos estandarizados para el estudio de murciélagos en bosques montanos*. Cochabamba, Bolivia: BIOTA, Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (1996). *Ecology: Individuals, Populations and Communities* (3ª. Ed.). Oxford, UK: Blackwell Science.
- Benavides, E., Ortiz, J.C. & Formas, J.R. (2002). A new species of *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) from Northern Chile. *Herpetológica*, 58(2), 210-220.
- Cei, J.M. (1962). *Batracios de Chile*. Santiago, Chile: Ediciones de la Universidad de Chile.
- Clements, F.E. (1905). *Research Methods in Ecology*. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Publishing Company.
- Cofré, H. & Marquet, P. (1999). Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean mammals: An assessment. *Biological Conservation*, 88, 53-68.
- Crump, M.L. & Scott, N.J. (1994). Chapter 6. Standard techniques for inventorying and monitoring – Visual encounter surveys. En W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (pp.84-92). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.
- Cuevas, C. & Formas, R. (2002). *Telmatobius philippii*, una nueva especie de rana acuática de Ollagüe, norte de Chile (Leptodactylidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 245-258.
- De la maza, M. & Bonacic, C. (Eds.)(2014). *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Santiago, Chile: Ediciones UC.
- Díaz-Páez, H. & Ortiz, J.C. (2003). Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 509-525.
- Donoso-barros, R. (1966). *Reptiles de Chile*. Santiago, Chile: Ediciones de la Universidad de Chile.

- Espartosa, K., Pinotti, B. & Pardini, R. (2011). Performance of camera trapping and track counts for surveying large mammals in rainforest remnants. *Biodiversity and Conservation*, 20, 2815-2829.
- Gajardo, R. (1994). *La Vegetación Natural de Chile*. Santiago, Chile: Universitaria.
- Glade, A. (Ed.) (1993). *Libro Rojo de los vertebrados terrestres de Chile*. Santiago, Chile: CONAF.
- Ibarra-Vidal, H. (2005). Nueva especie de lagartija del altiplano de Chile, *Liolaemus Lopezi* Sp.n. (Reptilia, Tropicuridae, Liolaeminae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 76-77, 7-14
- Iriarte, A. (2008). *Mamíferos de Chile*. Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Iriarte, A. & Jaksic, F. (2012). *Los carnívoros de Chile*. Santiago, Chile: Ediciones Flora & Fauna y CASEB.
- Iriarte, A., Lagos, N. & Villalobos, R. (2011). *Los Mamíferos de la Región de Antofagasta*. Santiago, Chile: Ediciones Flora & Fauna Chile Limitada.
- Jaeger, R.G. (1994). Chapter 6. Standard techniques for inventorying and monitoring – Transect sampling. En W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (pp.103-106). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.
- Jaramillo, A. (2005). *Aves de Chile*. Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Johnson, A.W. & Goodall, J.D. (1965). *The birds of Chile and Adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Perú, Volume I*. Buenos Aires, Argentina: Platt Establecimientos Gráficos.
- Johnston, C.A. (1993). Material fluxes across wetland ecotones in northern landscapes. *Ecological Applications* 3, 424-440.
- Jones, C., McShea, W.J., Conroy, M.J. & Kunz, T.H. (1996). Chapter 8. Capturing mammals – Small terrestrial mammals. En D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudram & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (pp. 115-155). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.
- Kunz, T.H., Tidemann, C.R. & Richards, G.C. (1996a). Chapter 8. Capturing mammals - Small Volant mammals. En D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudram & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (pp.122-145). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.
- Kunz, T.H., Thomas, D.W., Richards, G.C., Tidemann, C.R., Pierson, E.D. & Racey, P.A. (1996b). Chapter 7. Observational techniques for bats. En D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols,

- R. Rudram & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (pp.105-114). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.
- Lobos, G., Hernández, H., Méndez, M.A., Cattán, P., Diniz-Filho, J. & Gallardo, C. (2010). *Atlas de biodiversidad de anfibios y reptiles de la Región Metropolitana de Chile. Una herramienta para la gestión de los recursos naturales*. Santiago, Chile: [s.n].
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, EEUU: Springer Netherlands.
- Mann, G. (1978). Los pequeños mamíferos de Chile (marsupiales, quirópteros, edentados y roedores). *Gayana zoológica*, 40, 1-342.
- Martcorena, C. & Quezada, M. (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42, 5-157.
- Martínez, D. & González, G. (2005). *Las aves de Chile. Nueva guía de campo*. Santiago, Chile: Ediciones del naturalista.
- Mella, J.E. (2005). *Guía de campo reptiles de Chile, Zona Central*. Santiago, Chile: Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda.
- Muñoz-Pedreros, A. (2010). *Huellas y signos de mamíferos de Chile*. Valdivia, Chile: Ediciones CEA.
- Muñoz-Pedreros, A. & Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile* (2ª. Ed.). Valdivia, Chile: Ediciones CEA.
- Núñez, M.B. & Bozzolo, L. (2006). Descripción de la dieta del zorro gris, *pseudalopex griseus* (canidae) (gray, 1869), en el parque nacional sierra de las quijadas, San Luis, Argentina. *Gayana (Concepción)*, 70(2), 163-167.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. (1997). Reunión de trabajo con especialistas de herpetología para categorización de especies según estados de conservación. *Noticiero mensual Museo Nacional de Historia Natural*, 329, 12-19.
- Murtagh, F. & Contreras, P. (2011). Methods of Hierarchical Clustering. En Johannes Fürnkranz, J. (Ed). *Data Mining and Knowledge Discovery* (pp.86-97). Inglaterra: Springer.
- Orellana, L. (2013). Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país. Ciren. Región de Atacama. Chile.
- Ossa, G., Bonacic, C. & Barquez, R.M. (2015). First record of *Histiotus laephotis* (Thomas, 1916) from Chile and new distributional information for *Histiotus montanus* (Phillipi and Landbeck, 1861)(Chiroptera, Vespertilionidae). *Mammalia*, 79, (4), 457-461.

- Pincheira-Donoso, D. & Núñez, H. (2005). *Las especies chilenas del género Liolaemus. Taxonomía, sistemática y evolución*. Santiago, Chile: Atenas.
- Pincheira-Donoso, D., Sclaro, J.A. & Sura, P. (2008). *A monographic catalogue on the systematics and phylogeny of the South American iguanian lizard family Liolaemidae (Squamata, Iguania)*. Auckland, NZ: Magnolia press.
- Podani, J. (2000). *Introduction to the exploration of multivariate biological data*. Leiden: Backhuys.
- Rabanal, F.E. & Núñez, J.J. (2008). *Anfibios de los bosques templados de Chile*. Valdivia, Chile: [s.n].
- Reise, D. (1973). Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. *Gayana Zoología*, 27, 1-20.
- Risser, P.R. (1995). The Status of the science examining ecotones - A Dynamic aspect of landscape is the area of steep gradients between more homogeneous vegetation associations. *Bioscience*, 45, (5), 318-325.
- Rodríguez-San Pedro, A. & Simonetti, J.A. (2013). Acoustic identification of four species of bats (Order Chiroptera) in central Chile. *Bioacoustics*, 22(2), 165-172.
- Rodríguez-San Pedro, A., Peñaranda, D.A., Allendes, J.L. & Castillo, M.L. (2016). Update on the distribution of *Myotis atacamensis* (Chiroptera: Vespertilionidae): first record from central Chile and description of echolocation calls. *Chiroptera Neotropical*, 21(2), 1342-1346.
- Rottman, J. & López-Callejas, M.V. (1992). *Estrategia Nacional de Conservación de Aves. Serie Técnica 1*. Santiago, Chile: SAG, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.
- Rudran, R., Kunz, T.H., Southwell, C., Jarman, P. & Smith, A.P. (1996). Chapter 6. Observational techniques for nonvolant mammals. En D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran & M.S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (pp.81-104). Washington, DC, EEUU: Smithsonian.
- Spotorno, A.E. & Patton, J.L. (2015). Superfamily Chinchilloidea Bennett. En J.L. Patton., U.F.J, Pardiñas. & G, D'Elía (Eds.), *Mammals of South America. Volume 2: Rodents* (pp.762-783). Chicago, IL, EEUU: [s.n].
- Utrera, A. (2004). Metodología para evaluar sensibilidad de hábitat basada en el recurso fauna silvestre. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 22, 56-72.
- Van der Maarel, E. (1990). Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science*, 1, 135–138.

Vidal, M. & Labra, A. (2008). *Herpetología de Chile*. Santiago, Chile: Science Verlag.

Wemmer, C., Kunz, T.H., Lundie-jenkins, G. & McShea, W.J. (1996). Chapter 9. Mammalian signs. En: D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudram & M.S. Foster. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (pp.157-176). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.

3.3.3.7.2 Servicios Públicos, Convenciones, Leyes y Decretos

Chile. Ministerio de medio ambiente (MMA). (2016). *Inventario nacional de especies*. Recuperado el 5 de febrero de 2016 de: <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/pagina.aspx?id=90>.

Comisión Nacional del 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 del Medio Ambiente (CONAMA). (2008). *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos*. (2ª. Ed.). Santiago, Chile: Autor.

Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). (2010). *Sitios Prioritarios en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. (OF. ORD. D.E. N°103.008). Santiago, Chile: Autor.

Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). (2010). *Sitios Prioritarios para la Conservación en el Sistema de Evaluación Ambiental*. (OF. ORD. D.E. N°100.143). Santiago, Chile: Autor.

Compañía Minera Teck Quebrada Blanca S.A. (CMTQB). (2014). *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>.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (1988). *Libro Rojo de los vertebrados terrestres de Chile*. 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 del Medio Ambiente (CONAMA), Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF). (1999) *Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile, Informe Nacional con Variables Ambientales*. Santiago, Chile: Autores.

- Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje.* (1979). Ponencia presentada en Convención sobre la conservación de especies migratorias de animales silvestres (CMS). Bonn, Alemania.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). (30 de junio de 2006). Declara Monumento Natural a las especies de fauna silvestre huemul, chinchilla costina, chinchilla cordillerana, cóndor, picaflor de Arica y picaflor de Juan Fernández. Decreto Supremo N° 2 de 2006 (D.S. N°02/2006 MINAGRI). *Diario oficial de la República de Chile.*
- Ministerio de Bienes Nacionales (BN). (2008). *Ruta Patrimonial Bien Protegido, Oasis de niebla Alto Patache, un refugio en el desierto.* Santiago, Chile: Autor.
- Ministerio de Educación (ME). (2005). Declara Santuario de la Naturaleza el Salar de Huasco ubicado a, ubicado a 180 Km. al este de la ciudad de Iquique, comuna y provincia de Iquique, I región de Tarapacá. *Decreto Supremo N°561 de 2005.*
- 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 de 2011 (D.S. N°33/2011 MMA). Gobierno de Chile. *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, sexto proceso. Decreto Supremo N° 41 de 2011 (D.S. N°41/2011 MMA). Gobierno de Chile. *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 de 2011 (D.S. N°42/2011 MMA). Gobierno de Chile. *Diario oficial de la República de Chile.*
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (11 de febrero de 2013). Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Decreto Supremo No. 19 de 2012 (D.S. N°19/2012 MMA). Gobierno de Chile. *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 No. 19 de 2012 (D.S. N°13/2013 MMA). Gobierno de Chile. *Diario oficial de la República de Chile.*
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL). (4 de octubre 1967). Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América. Firmado en Washington el 12 de Octubre de 1940, promulgada por Decreto Supremo No.531 de 1967 (D.S. N°531/1967 MINREL). *Diario oficial de la República de Chile.*

Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL). (12 de diciembre 1981). Promulga el convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje. Decreto Supremo N°868 de 1981 (D.S. N°868/1981 MINREL). Diario oficial de la República de Chile.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (9 de marzo de 1994). Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente (Santiago, Chile), Ley 19.300 (Modificada por Ley 20.417 MINSEGPRES, 2010). *Diario oficial de la República de Chile*.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (7 de diciembre de 2002). Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental (Santiago, Chile). Decreto Supremo N° 95 de 2002 (D.S. N°95/2002 MINSEGPRES). (Modificado por el Decreto Supremo N°40 de 2012; D.S. N°40/2012 MMA). *Diario oficial de la República de Chile*.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (11 de mayo de 2005). Reglamento para la clasificación de especies silvestres (Santiago, Chile). Decreto Supremo N° 75 de 2005 (D.S. N°75/2005 MINSEGPRES). (Modificado por el Decreto Supremo N°29 de 2012; D.S. N°29/2012 MMA). *Diario oficial de la República de Chile*.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). (24 de marzo de 2007). Aprueba y oficializa nómina para el primer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo N° 151 de 2007 (D.S. N°151/2007 MINSEGPRES). *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 su estado de conservación. Decreto Supremo N° 50 de 2008 (D.S. N°50/2008 MINSEGPRES). *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 su estado de conservación. Decreto Supremo N° 51 de 2008 (D.S. N°51/2008 MINSEGPRES). *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 su estado de conservación. Decreto Supremo N°23 de 2009 (D.S. N°23/2009 MINSEGPRES). *Diario oficial de la República de Chile*.

Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. (1971). Ponencia presentada en Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Ramsar, Iran.

- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) & CEDREM. (2004). *Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre*. Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2012a). *La ley de caza y su reglamento. (Ley N°19.473 y D.S. N°5/1998 MINAGRI)*. Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2012b). *Guía de Evaluación Ambiental: componente fauna silvestre*. Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2014). *Guía técnica para implementar medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada*. Santiago, Chile: Autor.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2016). *Guía de Evaluación Ambiental Componente Fauna Silvestre D-PR-GA-01*. Santiago, Chile: Autor
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (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*. (OF. ORD. D.E. N°130.844). Santiago, Chile: Autor.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2015). *Guía para la descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna de ecosistemas terrestres*. Santiago, Chile: Autor.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2012). *Categorías y criterios de la lista roja de la UICN*. Gland, Suiza: Autor.