



---

**ESTUDIO DE  
IMPACTO  
AMBIENTAL EX  
ANTE PARA LA FASE  
DE EXPLORACIÓN  
AVANZADA DE LA  
CONCESIÓN MINERA  
TRES CERRILLOS  
(CÓD. 40000245) Y  
LA CONCESIÓN  
MINERA LA  
PRIMAVERA (CÓD.  
40000246)  
PERTENECIENTE AL  
PROYECTO TRES  
CERRILLOS**

---

LÍNEA BASE BIÓTICA

---

MAYO 2021

---

## TABLA DE CONTENIDOS

7	Diagnóstico ambiental- línea base .....	1
7.2	Medio Biótico.....	1
7.2.1	Introducción General .....	1
7.2.2	Objetivos .....	2
7.2.3	Criterios de selección y ubicación de puntos de muestreo .....	2
7.2.4	Flora .....	3
7.2.5	Mastofauna .....	38
7.2.6	Avifauna .....	71
7.2.7	Herpetofauna .....	112
7.2.8	Invertebrados Terrestres .....	144
7.2.9	Ictiofauna .....	195
7.2.10	Macroinvertebrados Acuáticos .....	232

## TABLAS

Tabla 7.2-1	Sitios de muestreo cuantitativo - Componente flora .....	5
Tabla 7.2-2	Sitios de muestreo cualitativo - Componente flora.....	6
Tabla 7.2-3:	Esfuerzo de muestreo – Componente flora.....	7
Tabla 7.2-4:	Especies totales registradas en el Proyecto– Componente flora .....	12
Tabla 7.2-5	Principales especies identificadas en la Parcela 1 .....	15
Tabla 7.2-6	Principales especies identificadas en la Parcela 2 .....	16
Tabla 7.2-7	Principales especies identificadas en la Parcela 3 .....	18
Tabla 7.2-8	Principales especies identificadas en la Parcela 4 .....	19
Tabla 7.2-9	Principales especies identificadas en la Parcela 5 .....	21
Tabla 7.2-10	Índice de Valor de Importancia .....	24
Tabla 7.2-11	Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (D) calculados para cada punto de muestreo de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	26
Tabla 7.2-12	Especies Registradas en los Puntos Cualitativos - Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	28
Tabla 7.2-13:	Especies categorizadas en listas de amenaza internacional .....	30
Tabla 7.2-14:	Especies indicadoras de tipos de bosques presentes identificadas en el área de estudio .....	34
Tabla 7.2-15:	Uso de las especies de flora reportadas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	35
Tabla 7.2-16	Sitios de Muestreo componente Mastofauna .....	41
Tabla 7.2-17	Esfuerzo de Muestreo – Componente Mastofauna .....	42
Tabla 7.2-18:	Listado de especies de mamíferos registradas en el área de estudio ...	48

---

Tabla 7.2-19 Especies y frecuencia de registros.....	50
Tabla 7.2-20: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT_P1 ...	51
Tabla 7.2-21: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT_P2...	53
Tabla 7.2-22: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT_P3...	53
Tabla 7.2-23: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT_P4...	55
Tabla 7.2-24: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT_P5...	55
Tabla 7.2-25 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	56
Tabla 7.2-26 Índice de Diversidad de Simpson (1-D) de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	57
Tabla 7.2-27 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT_P01 .....	59
Tabla 7.2-28 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT_P02.....	59
Tabla 7.2-29 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT_P03.....	60
Tabla 7.2-30 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT_P04.....	60
Tabla 7.2-31 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT_P05.....	61
Tabla 7.2-32 Aspectos Ecológicos de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio .....	62
Tabla 7.2-33: Hábito de los mamíferos registrados en el área de estudio .....	64
Tabla 7.2-34 Estado de conservación de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	66
Tabla 7.2-35 Sensibilidad de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	68
Tabla 7.2-36 Sitios de muestreo componente Avifauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	74
Tabla 7.2-37 Esfuerzo de muestreo componente Avifauna (Cuantitativo) .....	75
Tabla 7.2-38 Esfuerzo de muestreo componente Avifauna (Cualitativo) – Transectos de observación (Puntos de conteo) .....	75
Tabla 7.2-39 Muestreo componente Avifauna (Cualitativo) – Transecto de observaciones oportunistas.....	76
Tabla 7.2-40 Interpretación del resultado de la Abundancia Relativa.....	77
Tabla 7.2-41 Calificación de sitios sensibles de aves .....	81
Tabla 7.2-42 Especies de aves registradas (cualitativo y cuantitativo).....	81
Tabla 7.2-43 Especies de aves y su abundancia relativa .....	85
Tabla 7.2-44 Interpretación de los índices de diversidad para aves.....	89
Tabla 7.2-45 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P1 .....	91
Tabla 7.2-46 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P1 .....	92
Tabla 7.2-47 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P2 .....	93
Tabla 7.2-48 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P2.....	94

---

---

Tabla 7.2-49 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P3 .....	95
Tabla 7.2-50 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P3 .....	97
Tabla 7.2-51 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P4 .....	98
Tabla 7.2-52 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P4 .....	100
Tabla 7.2-53 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P5 .....	101
Tabla 7.2-54 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P5 .....	102
Tabla 7.2-55 Especies de aves registradas en el punto AvT-P01 .....	103
Tabla 7.2-56 Especies de aves registradas - AvT-P02 .....	104
Tabla 7.2-57 Especies de aves registradas - AvT-P03 .....	104
Tabla 7.2-58 Especies de aves registradas – AvT-P04 .....	105
Tabla 7.2-59 Especies de aves registradas – AvT-p05.....	105
Tabla 7.2-60 Nicho trófico de las aves registradas – Proyecto Minero Tres Cerrillos	107
Tabla 7.2-61 Distribución vertical de las aves registradas – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	107
Tabla 7.2-62 Estado de Conservación de Aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	108
Tabla 7.2-63 Especies endémicas regionales encontradas en el área de estudio.....	110
Tabla 7.2-64 Especies endémicas regionales encontradas en el área de estudio.....	111
Tabla 7.2-65 Sitios de muestreo componente Herpetofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	115
Tabla 7.2-66 Esfuerzo de muestreo de Herpetofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	116
Tabla 7.2-67 Modos reproductivos del grupo herpetofauna.....	120
Tabla 7.2-68 Tipos de reproducción de los reptiles.....	120
Tabla 7.2-69 Nivel de degradación ambiental .....	123
Tabla 7.2-70 Registros de Anfibios y Reptiles del Proyecto Tres Cerrillos.....	124
Tabla 7.2-71 Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT_P1.....	127
Tabla 7.2-72 Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT_P2.....	128
Tabla 7.2-73. Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT_P3.....	130
Tabla 7.2-74. Especies de anfibios registradas en el punto HT_P4 .....	131
Tabla 7.2-75. Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT_P5.....	132
Tabla 7.2-76. Interpretación del índice de Shannon – Wiener - Componente Herpetofauna .....	134
Tabla 7.2-77 Interpretación del índice de Shannon – Wiener por punto de muestreo - Componente Herpetofauna .....	134
Tabla 7.2-78 Interpretación del índice de Simpson - Componente Herpetofauna.....	134
Tabla 7.2-79 Interpretación del índice de Simpson por punto de muestreo – Componente Herpetofauna .....	135

---

Tabla 7.2-80. Composición y estructura de la herpetofauna registrada en los puntos de muestreo cualitativo.....	137
Tabla 7.2-81. Estatus de conservación de la Herpetofauna registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	140
Tabla 7.2-82. Nivel de degradación antrópica para los puntos de muestreo de la Concesión minera Tres Cerrillos y La Primavera .....	142
Tabla 7.2-83 Sitios de muestreo del componente Entomofauna .....	149
Tabla 7.2-84 Esfuerzo Muestreo de Entomofauna.....	150
Tabla 7.2-85 Escarabajos registrados (Coleoptera: Scarabaeidae) .....	157
Tabla 7.2-86 Mariposas (Lepidópteras) registradas en el área de estudio.....	159
Tabla 7.2-87 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp_P1 .	160
Tabla 7.2-88 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp_P1 .....	162
Tabla 7.2-89 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp_P2 .	163
Tabla 7.2-90 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp_P2 .....	164
Tabla 7.2-91 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp_P3 .	165
Tabla 7.2-92 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp_P3 .....	166
Tabla 7.2-93 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp_P4 .	166
Tabla 7.2-94 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp_P4 .....	168
Tabla 7.2-95 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp_P5 .	168
Tabla 7.2-96 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp_P5 .....	170
Tabla 7.2-97 Especie de mariposa registrada en el ETv_P2.....	171
Tabla 7.2-98 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETv_P2.....	171
Tabla 7.2-99 Especies de invertebrados registrados en los puntos de muestreo cualitativos .....	173
Tabla 7.2-100 Interpretación del índice de diversidad de Shannon – Wiener - Escarabajos.....	175
Tabla 7.2-101 Interpretación del índice de diversidad de Simpson - Escarabajos.....	175
Tabla 7.2-102 Índice de Chao 1 y equitabilidad de escarabajos registrados en el área de estudio .....	176
Tabla 7.2-103 Valores de riqueza, abundancia, diversidad de Shannon – Wiener, dominancia de Simpson, Chao 1 y equitabilidad registrados en el área de estudio ..	176
Tabla 7.2-104 Gremios tróficos registrados de especies de escarabajos copronecrófagos registrados.....	179
Tabla 7.2-105 Gremio trófico registrado de especie de lepidóptero .....	180
Tabla 7.2-106 Gremios tróficos registrados de otras especies de Invertebrados Registrados.....	182
Tabla 7.2-107 Grupos funcionales registrados de especies de escarabajos copronecrófagos.....	184
Tabla 7.2-108 Horarios de actividad de especies de escarabajos copronecrófagos .	185

---

Tabla 7.2-109 Horarios de actividad de la especie de lepidóptero registrado en el área de estudio .....	186
Tabla 7.2-110 Horarios de actividad de otros Invertebrados terrestres .....	187
Tabla 7.2-111 Distribución vertical de las especies de invertebrados terrestres registrados .....	189
Tabla 7.2-112 Sitios de muestreo componente Ictiofauna .....	198
Tabla 7.2-113 Esfuerzo de muestreo – Ictiofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos .	201
Tabla 7.2-114 Especies de Ictiofauna registradas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	208
Tabla 7.2-115 Abundancia relativa de las Especies de Ictiofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	210
Tabla 7.2-116 Diversidad General de Ictiofauna - Proyecto Minero Tres Cerrillos ....	212
Tabla 7.2-117 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P01 .....	214
Tabla 7.2-118 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P02 .....	215
Tabla 7.2-119 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P03 .....	216
Tabla 7.2-120 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P04 .....	217
Tabla 7.2-121 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P05 .....	218
Tabla 7.2-122 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P06 .....	219
Tabla 7.2-123 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P07 .....	220
Tabla 7.2-124 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P08 .....	221
Tabla 7.2-125 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P09 .....	222
Tabla 7.2-126 Especies de Ictiofauna registradas en IcT_P10 .....	222
Tabla 7.2-127 Nicho trófico de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	224
Tabla 7.2-128: Categorías de amenaza de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	226
Tabla 7.2-129: Endemismo de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	227
Tabla 7.2-130: Sensibilidad de las especies de ictiofauna registradas en Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	228
Tabla 7.2-131 Sitios de muestreo del componente Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	235
Tabla 7.2-132 Esfuerzo de muestreo – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	237
Tabla 7.2-133 Valores de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col .....	240
Tabla 7.2-134 Clasificación de Calidad de Agua, Valores de BMWP y Significado ...	241
Tabla 7.2-135 Escala de Sensibilidad de los Cuerpos de Agua .....	241
Tabla 7.2-136 Índice EPT, valores e interpretación .....	242

---

---

Tabla 7.2-137 Categorías de Bioindicadores en relación al estado de conservación del hábitat .....	242
Tabla 7.2-138 Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	246
Tabla 7.2-139 Abundancia relativa de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del proyecto .....	248
Tabla 7.2-140 Índice de Diversidad de Shannon – Wiener – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	251
Tabla 7.2-141 Índice de Diversidad de Simpson – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	252
Tabla 7.2-142 Índice BMWP/Col – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	254
Tabla 7.2-143 Índice EPT – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	255
Tabla 7.2-144 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P01 .....	256
Tabla 7.2-145 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P02 .....	257
Tabla 7.2-146 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P03 .....	258
Tabla 7.2-147 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P04 .....	259
Tabla 7.2-148 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P05 .....	260
Tabla 7.2-149 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P06 .....	261
Tabla 7.2-150 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P07 .....	263
Tabla 7.2-151. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P08 .....	264
Tabla 7.2-152. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P09 .....	265
Tabla 7.2-153. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P10 .....	266
Tabla 7.2-154. Morfoespecies de Macroinvertebrados bioindicadoras.....	270
Tabla 7.2-155. Aspectos ecológicos de las Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	273
Tabla 7.2-156 Ecosistemas Hídricos sensibles – Macroinvertebrados acuáticos .....	275

## FIGURAS

Figura 7.2-1: Diversidad de la Parcela 1.....	16
---	----

---

Figura 7.2-2: Diversidad de la Parcela 2.....	17
Figura 7.2-3: Diversidad de la Parcela 3.....	19
Figura 7.2-4: Diversidad de la Parcela 4.....	20
Figura 7.2-5: Diversidad de la Parcela 5.....	22
Figura 7.2-6: Dominancia florística del Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	22
Figura 7.2-7. Curva de acumulación de especies de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	23
Figura 7.2-8. Estimador de Chao1 – Flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	23
Figura 7.2-9: Clúster de similitud Jaccard de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos....	27
Figura 7.2-10: Clúster de similitud - cualitativo de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	29
Figura 7.2-11: Distribución vertical de la Parcela FT-P1 .....	32
Figura 7.2-12: Distribución vertical de la Parcela FT-P2.....	32
Figura 7.2-13: Distribución vertical de la Parcela FT-P3.....	33
Figura 7.2-14: Distribución vertical de la Parcela FT-P4.....	33
Figura 7.2-15: Distribución vertical de la Parcela FT-P5.....	34
Figura 7.2-16 Riqueza de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	49
Figura 7.2-17 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	51
Figura 7.2-18 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	52
Figura 7.2-19 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	54
Figura 7.2-20 Curva de Acumulación de especies de mamíferos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	57
Figura 7.2-21 Índice de Similitud de Jaccard –Mastofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	58
Figura 7.2-22 Índice de Similitud Cualitativo –Mastofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	62
Figura 7.2-23 Distribución porcentual de las preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el área de estudio.....	64
Figura 7.2-24 Porcentaje de tipo de distribución vertical de mamíferos .....	66
Figura 7.2-25 Comparación del número de especies de aves entre la Zona de estudio y Ecuador.....	84
Figura 7.2-26 Número de especies de aves registradas por familias .....	85
Figura 7.2-27 Dominancia/diversidad de aves .....	88
Figura 7.2-28 Curva de acumulación de especies de aves .....	89
Figura 7.2-29 Curva de Chao 1 – componente aves.....	90

---

---

Figura 7.2-30 Índice de Similitud de Jaccard para aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	90
Figura 7.2-31 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P1 .....	92
Figura 7.2-32 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P1.....	92
Figura 7.2-33 Dominancia/diversidad de aves – Avt_P1.....	93
Figura 7.2-34 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P2 .....	94
Figura 7.2-35 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P2.....	94
Figura 7.2-36 Dominancia/diversidad de aves – Avt_P2.....	95
Figura 7.2-37 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P3 .....	96
Figura 7.2-38 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P3.....	97
Figura 7.2-39 Dominancia/diversidad de aves – Avt_P3.....	98
Figura 7.2-40 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P4 .....	99
Figura 7.2-41 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P4.....	99
Figura 7.2-42 Dominancia/diversidad de aves – Avt_P4.....	100
Figura 7.2-43 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P5 .....	101
Figura 7.2-44 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P5.....	102
Figura 7.2-45 Dominancia/diversidad de aves – Avt_P5.....	103
Figura 7.2-46 Índice de Similitud Cualitativo para aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	106
Figura 7.2-47 Sensibilidad por número de especies de aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	109
Figura 7.2-48 Riqueza de la herpetofauna por familias – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	124
Figura 7.2-49 Abundancia absoluta de la Herpetofauna - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	125
Figura 7.2-50. Curva de Dominancia/diversidad de anfibios y reptiles – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	126
Figura 7.2-51 Curva de dominancia- diversidad de especies – Herpetofauna - – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	126
Figura 7.2-52 Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT-P1 .....	127
Figura 7.2-53 Curva de dominancia- diversidad de especies – HT_P1.....	128
Figura 7.2-54. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT_P2 ...	129
Figura 7.2-55 Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT_P2.....	129
Figura 7.2-56. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT_P3 ...	130
Figura 7.2-57 Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT_P3.....	131

---

---

Figura 7.2-58. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT_P4 ...	132
Figura 7.2-59. Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT_P4.....	132
Figura 7.2-60. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT_P5 ...	133
Figura 7.2-61 . Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT_P5 .....	133
Figura 7.2-62 Curva de acumulación de especies - Herpetofauna.....	135
Figura 7.2-63 Curva de Chao 1 - Herpetofauna .....	136
Figura 7.2-64 Diagrama de Similitud de Jaccard – Componente Herpetofauna .....	136
Figura 7.2-65. Distribución de nicho trófico, – Componente Herpetofauna.....	137
Figura 7.2-66. Distribución vertical de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	138
Figura 7.2-67. Distribución de hábitos de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	139
Figura 7.2-68. Distribución de modos reproductivos de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	140
Figura 7.2-69 Riqueza total de invertebrados terrestres – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	155
Figura 7.2-70 Riqueza total de invertebrados terrestres registrada por tipo de muestreo - – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	156
Figura 7.2-71 Riqueza total de invertebrados terrestres registradas por grupo de estudio - – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	156
Figura 7.2-72 Abundancia total de escarabajos y mariposas registradas por grupo de estudio – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	157
Figura 7.2-73 Abundancia Relativa de especies de escarabajos peloteros registrados .....	158
Figura 7.2-74 Curva de dominancia – diversidad de escarabajos.....	159
Figura 7.2-75 Número de especies de mariposas.....	160
Figura 7.2-76 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp_P1 .....	161
Figura 7.2-77 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp_P1.....	162
Figura 7.2-78 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp_P2 .....	163
Figura 7.2-79 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp_P2.....	164
Figura 7.2-80 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp_P3 .....	165
Figura 7.2-81 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp_P3.....	166
Figura 7.2-82 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp_P4 .....	167

---

---

Figura 7.2-83 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp_P4.....	168
Figura 7.2-84 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp_P5 .....	169
Figura 7.2-85 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp_P5.....	170
Figura 7.2-86 Riqueza de invertebrados terrestres registrados en los puntos cualitativos .....	171
Figura 7.2-87 Riqueza de otros órdenes de invertebrados terrestres registrados por localidad de muestreo cualitativo .....	172
Figura 7.2-88 Dominancia de órdenes de invertebrados por número de familias registradas .....	172
Figura 7.2-89 Dominancia de familias de invertebrados registrados en base al número de especies registradas .....	173
Figura 7.2-90: Índice de Similitud de Jaccard - Coleópteros.....	177
Figura 7.2-91: Índice de Similitud Cualitativo – Invertebrados terrestres .....	178
Figura 7.2-92: Gremios tróficos registrados para escarabajos copronecrófagos .....	179
Figura 7.2-93: Proporción de los gremios tróficos registrados para escarabajos copronecrófagos.....	179
Figura 7.2-94: Proporción del gremio trófico registrado para lepidópteros.....	181
Figura 7.2-95: Gremios tróficos registrados para otros órdenes de invertebrados terrestres.....	181
Figura 7.2-96: Proporción de los gremios tróficos registrados para otros órdenes de invertebrados terrestres .....	182
Figura 7.2-97: Distribución porcentual de cada grupo funcional registrado.....	184
Figura 7.2-98: Horario de actividades registradas de especies de escarabajos copronecrófagos.....	185
Figura 7.2-99: Horario de actividades registradas de especies de invertebrados.....	187
Figura 7.2-100: Distribución vertical de invertebrados terrestres.....	189
Figura 7.2-101 Riqueza Íctica registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	207
Figura 7.2-102 Riqueza Íctica agrupada por orden taxonómico registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	207
Figura 7.2-103 Riqueza Abundancia íctica por punto de muestreo registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	209
Figura 7.2-104 Curva de diversidad -dominancia de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	210
Figura 7.2-105 Curva de acumulación de especies de Ictiofauna en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	211
Figura 7.2-106 Estimador Chao1 - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	212
Figura 7.2-107 Índice de Similitud de Jaccard de Ictiofauna.....	214

---

---

Figura 7.2-108: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P01.....	215
Figura 7.2-109: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P02.....	216
Figura 7.2-110: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P03.....	217
Figura 7.2-111: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P04.....	218
Figura 7.2-112: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P05.....	219
Figura 7.2-113: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P06.....	220
Figura 7.2-114: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P07.....	221
Figura 7.2-115: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P09.....	222
Figura 7.2-116: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT_P10.....	223
Figura 7.2-117: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	224
Figura 7.2-118: Hábito de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	225
Figura 7.2-119: Distribución vertical de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	226
Figura 7.2-120 Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	244
Figura 7.2-121 Riqueza y Abundancia por Punto de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	244
Figura 7.2-122 Abundancia por Orden de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	245
Figura 7.2-123 Riqueza y Abundancia por Punto de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	245
Figura 7.2-124 Abundancia relativa de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	248
Figura 7.2-125 Curva de diversidad-dominancia de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	250
Figura 7.2-126 Curva de acumulación de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	250
Figura 7.2-127 Estimador Chao1 – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos .....	251
Figura 7.2-128 Índice de Similitud de Jaccard para Macroinvertebrados acuáticos ..	254

---

---

Figura 7.2-129. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P01 .....	257
Figura 7.2-130. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P02 .....	258
Figura 7.2-131. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P03 .....	259
Figura 7.2-132: Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P04 .....	260
Figura 7.2-133. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P05 .....	261
Figura 7.2-134. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P06 .....	262
Figura 7.2-135. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P07 .....	264
Figura 7.2-136. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P08 .....	265
Figura 7.2-137. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P09 .....	266
Figura 7.2-138. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P10 .....	268
Figura 7.2-139: Nicho trófico de las especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	269
Figura 7.2-140. Bioindicadores y estado de conservación de los cuerpos de agua – Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	270
Figura 7.2-141: Morfoespecies sensibles de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	272

## 7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- LÍNEA BASE

### 7.2 Medio Biótico

#### 7.2.1 Introducción General

La provincia del Carchi está ubicada en los Andes del norte del Ecuador (Boada et al., 2003) la cual se divide de acuerdo con su ubicación geográfica en cordillera oriental y cordillera occidental. Debido a su geomorfología se caracteriza por tener una amplia variedad de zonas de vida y ecosistemas, los cuales poseen una alta diversidad de plantas y animales (Baquero et al., 2004).

La región del Carchi posee páramos y bosque montanos, siendo los ecosistemas montanos altamente diversos, ubicados sobre los 2400 msnm con casi el 30% de las plantas del país (Ulloa y Jorguensen, 1993). Los bosques de ceja andina de esta provincia, se encuentran dentro del piso zoogeográfico altoandino (Albuja et al., 1980, 2012).

El presente estudio biótico se desarrolló en la provincia del Carchi, donde está localizado el Proyecto Minero Tres Cerrillos, específicamente, en los cantones Espejo y Mira, en las parroquias Jijón y Caamaño y El Goaltal, el cual está conformado por las concesiones mineras “Tres Cerrillos” (Código 40000245) y “La Primavera” (Código 40000246”).

El establecimiento de las áreas de influencia del proyecto se basó en la legislación ambiental de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica para el desarrollo, elaboración y presentación del estudio de impacto ambiental (EIA), conforme a los requisitos de los artículos 432 literal b, 434 y 436 literal a del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (COA), y en los términos de referencia (TDRs) para la elaboración del EIA para las fases de minería, que se enmarca en los lineamientos establecidos en la Ley de Minería.

En base a lo estipulado en el documento de Ecosistemas MAAE (2013), el muestreo se realizó en tres formaciones vegetales que están presentes en el área de estudio y fueron confirmadas durante la fase de campo por el biólogo especialista en este componente. Las formaciones vegetales fueron las siguientes: “Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes” localizado entre los 1500 y 2000 msnm, “Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes”, ubicado sobre los 2000 msnm, y, finalmente, el “Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes” que está a una altitud cercana a los 2000 msnm.

Esta región, además, se denomina como ecorregión Choco-Darién, que puede llegar hasta los 2200 msnm; por esta razón, es uno de los puntos calientes (hotspot) de diversidad a nivel mundial. Según Albuja (1980) esta zona está dentro de dos pisos zoogeográficos: a) Templado y b) Subtropical Occidental, ambos pisos oscilan entre los 1800 hasta los 3000 msnm.

De acuerdo con el certificado de intersección, el proyecto NO interseca con áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAPs), Bosques Protectores o zonas prioritarias de conservación. El certificado de intersección puede verse en el [Anexo A-2 Certificado de intersección](#) del presente EIA.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos como parte del levantamiento de información base biológica de los componentes de flora y fauna (terrestre y acuática) del área del proyecto.

## **7.2.2 Objetivos**

- Levantar la línea base biológica y caracterizar a la flora, fauna terrestre (ornitofauna, mastofauna, herpetofauna, entomofauna) y fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos) del área de influencia del Proyecto Minero Tres Cerrillos.
- Determinar las formaciones vegetales del área de estudio y el estado actual de la cobertura vegetal.
- Obtener un listado base de especies de todos los componentes bióticos evaluados.
- Determinar el estado de conservación de las poblaciones de flora y fauna presentes en el área de estudio.

## **7.2.3 Criterios de selección y ubicación de puntos de muestreo**

### **7.2.3.1 Selección y ubicación de los puntos de muestreo para Flora y Fauna**

El levantamiento de información del componente biótico dentro del área de influencia del Proyecto Minero Tres Cerrillos se basó en algunos criterios y/o herramientas que sirvieron para determinar los sitios de muestreo, que fueron evaluados con la finalidad de caracterizar a los diferentes grupos bióticos (flora, fauna terrestre y fauna acuática). Los criterios y/o herramientas utilizadas fueron los siguientes:

- Geomorfología del área de estudio
- Áreas de influencia directa e indirecta del proyecto
- Ecosistemas
- Cobertura vegetal
- Variaciones altitudinales (rangos de áreas de vida para las especies)
- Uso de suelo
- Imágenes satelitales del área de estudio
- Cuencas hidrográficas
- Estado de conservación del área de estudio
- Información secundaria

La fase de campo fue realizada a partir del 1 al 15 de febrero de 2021. Para caracterizar a los componentes de flora y fauna terrestre (mastofauna, ornitofauna, herpetofauna y entomofauna) se levantaron 5 puntos con un esfuerzo de muestreo de 3 días por sitio, los cuales se establecieron en los diferentes ecosistemas presentes en el área de estudio.

Con base en la normativa ambiental, la determinación de los puntos de muestreo para la fauna acuática se basó principalmente en la localización de las principales cuencas hidrográficas y sus afluentes, las cuales atraviesan el área de estudio, usando imágenes satelitales y mapas de referencia actualizados, y que están de acuerdo con los puntos

establecidos para la toma de muestras con la finalidad evaluar la calidad físico-química del agua. Para la caracterización de la fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos) se evaluaron en total 10 ecosistemas acuáticos.

Cabe indicar que el levantamiento de información incluyó métodos de análisis cuantitativo y cualitativo adaptados a cada componente, y de acuerdo a las características físicas, geomorfológicas, así como al estado de conservación del área de estudio. La fase de gabinete incluyó la sistematización de los datos obtenidos, análisis, y la revisión taxonómica y bibliográfica de los especímenes registrados para cada componente durante la fase de campo. En el caso de macroinvertebrados acuáticos se ejecutó también una fase de laboratorio, en donde se procedió a realizar la identificación taxonómica de los individuos colectados, usando claves taxonómicas actualizadas para este grupo, y un estereomicroscopio.

Para la realización de la fase de campo se contó, previo al ingreso, con el respectivo permiso de investigación (recolección de especímenes) N° 001-2021-IC-FLO-FAU-OTTU-DZ1/MAAE y la guía de movilización N° 001-2021-GM/FAU-UBVS-DZDI/MAAE, emitidos por la Dirección Zonal 1 Imbabura a través de la Oficina Técnica de Tulcán del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. La guía de movilización mencionada, fue emitida para los componentes que requirieron coleccionar muestras, que, en este caso, fue solamente el grupo de macroinvertebrados acuáticos. Los permisos y guías de movilización están incluidas en el Anexo C-2, 1 Permisos del presente estudio.

## 7.2.4 Flora

### 7.2.4.1 Introducción

Ecuador ha ganado fama a nivel mundial en las últimas décadas por su alta diversidad biológica, y está incluida en la lista de los 17 países “megadiversos” (Mittermeier et al., 1997). Esto se debe a que en Ecuador la flora es muy diversa, rica y variada debido a la diversidad de medios ecológicos. Existen alrededor de veintidós mil especies vegetales diferentes, que muestran la gran fertilidad de sus suelos y por ellos su calidad para la diversidad que se encuentra. Su beneficio de productividad se encuentra gracias a la influencia de los Andes como elemento altitudinal que ha complementado en su localidad una fisonomía muy diversa (Patzelt, 1996).

La caracterización de la vegetación de un área específica, suele tener como herramienta el establecimiento de parcelas temporales como sistema de evaluación de la flora, así como también, el efecto del aprovechamiento y otras intervenciones silviculturales en el bosque remanente (Contreras, y otros, 1999). Es importante agregar que, “las parcelas temporales de medición forman parte importante e integral del manejo sostenible del bosque y la conservación de áreas de interés biológico”, formando un sistema completo de análisis debido a que proveen datos (cuantitativos y cualitativos) sobre los cambios de la vegetación arbórea (Cruz Yépez, 2015), permitiendo la identificación de ecosistemas o formaciones vegetales y los tipos de cobertura vegetal existentes.

Es así que, en base a lo mencionado, para determinar la estructura, composición y estado actual de la flora presente en el área de estudio del proyecto, se aplicaron métodos cuantitativos (5 puntos) y cualitativos (5 transectos de 200 metros. A continuación, se detallan los datos florísticos obtenidos mediante el levantamiento de datos de las especies vegetales características del Proyecto Minero Tres Cerrillos.

#### 7.2.4.2 Área de Estudio

El sitio de estudio está ubicado en la Provincia del Carchi en el Proyecto Minero Tres Cerrillos (concesiones Tres Cerrillos y La Primavera), en donde para el presente EIA se determinaron cinco sectores para la realizar los muestreos de flora, y que fueron denominados como: Las Juntas (FT\_P1), Cielo Azul (FT\_P2), Espejo 2 (FT\_P3), Las Tablas (FT\_P4) y El Carmen (FT\_P5).

El área de estudio se caracteriza por ser colinada y la mayoría de sitios de muestreo poseen una pendiente pronunciada, la cual está sobre los 45 grados de inclinación.

La zona de estudio es, además, un área fragmentada, en la cual se presentan pocos remanentes de bosque, en algunos casos nativo, y en otros hay bosque secundario. La fragmentación de esta área ha sido provocada por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera que es realizada por la población local.

Es así que, los sitios de muestreo fueron establecidos dentro de zonas de bosque, dentro de las formaciones vegetales mencionadas, rodeados en su mayoría por pastizales, cultivos y zonas de cría de ganado y otros animales domésticos.,

Finalmente, durante los recorridos de observación, se constató la presencia de especies pioneras o indicadoras de intervención, confirmando la existencia de un mosaico de vegetación que intercala remanentes de bosque y tierra agropecuaria.

#### 7.2.4.3 Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal del área de estudio se describe en base a los datos obtenidos durante la fase de campo y que incluye la presencia de tres tipos de cobertura la cual se detalla a continuación:

- **Bosque nativo:** Se evidenció la presencia de remanentes de bosque nativo en la zona alta de la concesión Tres Cerrillos (aproximadamente un 30% del total del área) donde se incluyen especies representativas del tipo de vegetación natural de las formaciones vegetales presentes en esta área.
- **Cultivos:** Existen zonas de cultivo dentro del área de influencia del proyecto (cerca del 30%), los cuales corresponden a los pobladores de la comunidad, y generalmente están en sitios con características específicas, ya sea por la calidad de suelo, así como la inclinación del terreno. Los cultivos de naranjilla, piña, cañas de azúcar, y, algunos cítricos son los más comunes.
- **Pastizales:** Existen zonas amplias de pastizales usados para la crianza de ganado vacuno debido a la presencia de población humana asentada en el área de estudio (cerca del 40%), lo cual ha fragmentado este sitio, disminuyendo a la vegetación que corresponde a los bosques naturales.

#### 7.2.4.4 Criterios Metodológicos

##### 7.2.4.4.1 Fase de Campo

Las parcelas temporales (Cuantitativos) y transectos de 200 metros (Cualitativos) fueron establecidos en cinco puntos de muestreo (Cielo Azul, Las Juntas, Las Tablas, Espejos 2 y El Carmen) ubicados en la provincia del Carchi. El estudio fue realizado en el mes de febrero de 2021.

En cada punto de muestreo se evaluó la vegetación existente, y, se utilizó métodos cuantitativos (parcelas temporales) y cualitativos (recorridos de observación), permitiendo identificar el estado actual de la vegetación, analizar la estructura y la composición florística a partir de la identificación de la formación vegetal y los tipos de cobertura vegetal presentes en cada punto de muestreo.

a. Inventarios Cuantitativos

El tamaño de las parcelas temporales que fueron colocadas en cada sitio de muestreo es de 25m x 25m (625m) (Machado y León, 2005). Para la delimitación de cada parcela se utilizó tubos pvc de ½ pulgada de diámetro y de 1,50 metros de altura, para lo cual, en cada vértice se colocó tubo enterrado a 50 cm en suelo, y fueron pintados con un color llamativo y cinta de marcaje de color reflectivo, para poder ser identificados durante el levantamiento de información de árboles dentro de la parcela.

Para la toma de medidas del DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), se registró esta medida a 1.30 m desde el piso; usando un spray de color azul se trazó una raya y sobre esta se colocó el número de identificación correspondiente a cada árbol. Se midió a todas las especies con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm.

En la parcela se identificó a las especies mediante el registro fotográfico de las especies inventariadas. Durante el muestreo en campo se registró los posibles usos de las especies por parte de los pobladores.

Con los datos tomados en campo se calculó los siguientes parámetros: área basal (AB), densidad relativa (DnR), dominancia relativa (DmR), Índice de Valor de Importancia (IVI), Índices de Diversidad, Curvas de abundancia de especies y de esfuerzo de muestreo. De manera paralela, se obtuvieron las coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) para cada vértice de la parcela, mediante el uso de un receptor GPS, cuyas coordenadas se encuentran registradas en el sistema WGS 84.

La Tabla 7.2-1 detalla la ubicación geográfica de las parcelas de flora evaluadas dentro de las formaciones vegetales registradas en el área de estudio (ver Anexo E "Cartografía" Mapa 23.1 Mapa de Muestreo de Flora).

Tabla 7.2-1 Sitios de muestreo cuantitativo - Componente flora

LUGAR	CÓDIGO7 VÉRTICES	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	TIPO DE MUESTREO
		WGS 84 Zona 17 Sur			
		Este	Norte		
Proyecto Minero Tres Cerrillos	FT-P1-01	817252,00	10088590,00	Fragmento de bosque nativo intervenido con pastizales	Parcelas temporales (25 X 25 metros)
	FT-P1-02	817227,61	10088584,20		
	FT-P1-03	817238,00	10088561,00		
	FT-P1-04	817262,65	10088567,09		
	FT-P2-01	816753,00	10087001,00	Fragmento de bosque nativo intervenido con pastizales	Parcelas temporales (25 X 25 metros)
	FT-P2-02	816755,64	10086975,93		
	FT-P2-03	816781,00	10086977,00		

LUGAR	CÓDIGO7 VÉRTICES	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	TIPO DE MUESTREO
		WGS 84 Zona 17 Sur			
		Este	Norte		
	FT-P2-04	816778,00	10087002,08		
	FT-P3-01	813166,27	10085286,95	Fragmento de bosque nativo intervenido con pastizales	Parcelas temporales (25 X 25 metros)
	FT-P3-02	813150,86	10085266,90		
	FT-P3-03	813130,63	10085281,81		
	FT-P3-04	813145,98	10085301,84		
	FT-P4-01	813850,86	10087172,12	Fragmento de bosque nativo intervenido con pastizales	Parcelas temporales (25 X 25 metros)
	FT-P4-02	813828,00	10087182,00		
	FT-P4-03	813820,69	10087157,62		
	FT-P4-04	813844,00	10087148,00		
	FT-P5-01	810238,19	10088939,88	Fragmento de bosque nativo intervenido con pastizales	Parcelas temporales (25 X 25 metros)
	FT-P5-02	810230,60	10088916,04		
	FT-P5-03	810255,19	10088910,88		
	FT-P5-04	810262,72	10088934,76		

Código: Componente Flora Tres Cerrillos: FT. Parcela: P.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

**b. Inventarios Cualitativos- Caracterización de la cobertura vegetal por observaciones directas**

La metodología de Evaluación Ecológica Rápida (EER), conocida en inglés como Rapid Ecological Assessment (REA), fue desarrollada por TNC (The Nature Conservancy) y sus socios, al igual que el Programa RAP de CI (conservación Internacional), para poder adquirir, analizar y manejar información ecológica de una manera eficiente y eficaz en un lapso corto y a bajo costo (Sobrevilla & Bath 1992, Sayre et al. 2000). La EER fue ejecutada mediante un recorrido de observación cualitativa de 200 metros en donde se registró las especies vegetales presentes a lo largo del transecto.

La Tabla 7.2-2 detalla la ubicación geográfica de las parcelas de flora evaluadas en las coberturas vegetales (ver Anexo E "Cartografía" Mapa 23.1 Mapa de Muestreo de Flora).

Tabla 7.2-2 Sitios de muestreo cualitativo - Componente flora

LUGAR	CÓDIGO	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	TIPO DE MUESTREO
		WGS 84 Zona 17 Sur			
		Este	Norte		
Proyecto Minero Tres Cerrillos	FT_PO1_I	817745,54	10088892,96	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO1_F	817940,10	10088843,05	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros

LUGAR	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Sur		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	TIPO DE MUESTREO
		Este	Norte		
	FT_PO2_I	816591,00	10087361,00	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO2_F	816733,30	10087220,50	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO3_I	813111,00	10085316,00	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO3_F	813005,63	10085145,46	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO4_I	813821,42	10086973,15	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO4_F	813777,00	10087168,00	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO5_I	809996,00	10088907,00	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros
	FT_PO5_F	810132,55	10088755,78	Remanente de Bosque Natural Intervenido	Transecto 200 metros

Código: Componente Flora Tres Cerrillos: FT. Transecto: PO. I: Inicio. F: Fin

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### Limitantes metodológicas

De acuerdo con la geomorfología de la zona, el área de estudio es colinada y presenta pendientes bastante pronunciadas, limitando el acceso a las zonas con vegetación nativas que generalmente se encuentran en las laderas y parte alta de las montañas. Como limitante metodológica de este componente se puede indicar que las zonas de pendiente dificultan el establecimiento de las parcelas para el levantamiento de información de flora. Sin embargo, cabe señalar que, a pesar de las limitantes, se pudo establecer los 5 puntos de muestreo cuantitativos de este componente.

#### c. Esfuerzo de muestreo

Para la evaluación de cada punto de muestreo, tanto cuantitativo como cualitativo, se aplicó un esfuerzo de 3 días por punto cuantitativos y 2 horas por cada punto cualitativo, sumando en total 130 horas de trabajo. En la Tabla 7.2-3 se presenta el detalle del esfuerzo de muestreo de flora en cada punto valorado.

Tabla 7.2-3: Esfuerzo de muestreo – Componente flora

PARCELAS	TIPO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	HORAS/DÍA	TOTAL DE HORAS
FT_P1	Cuantitativo	Parcelas temporales	8 horas/3 días	24 horas
		(25 x 25 metros)		
FT_P2	Cuantitativo	Parcelas temporales	8 horas/3 días	24 horas
		(25 x 25 metros)		
FT_P3	Cuantitativo	Parcelas temporales	8 horas/3 días	24 horas
		(25 x 25 metros)		

PARCELAS	TIPO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	HORAS/DÍA	TOTAL DE HORAS
FT_P4	Cuantitativo	Parcelas temporales	8 horas/3 días	24 horas
		(25 x 25 metros)		
FT_P5	Cuantitativo	Parcelas temporales	8 horas/3 días	24 horas
		(25 x 25 metros)		
FT-PO – 01, 02, 03, 04 y 05	Cualitativo	5 transectos de 200 metros	2 hora/día	10 horas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.4.4.2 Fase de Gabinete

Los individuos fértiles fueron identificados in situ y los infértiles fueron fotografiados e identificados utilizando páginas de herbarios virtuales como las del Field Museum, la página Tropicos.org, y bases de datos de flora que comparten información libre y disponible para la comunidad científica como GBIF. Los nombres comunes y científicos registrados en campo fueron verificados con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørguensen & León-Yáñez eds., 1999), la Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre et al., 2008) y la Base de Datos Trópicos (2020). El endemismo y la categoría de amenaza de las especies se examinaron con el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011) y la lista Roja de Especies amenazadas de la UICN (2020).

Para el análisis de la información se utilizó las fórmulas propuestas por Campbell, (1989), A continuación, se detallan los análisis de datos realizados.

##### a. Área Basal (AB) en m<sup>2</sup>

El “Área Basal” de un árbol se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro para una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10cm, que se determina con la siguiente fórmula:

$$AB = (\pi D^2) / 4$$

- AB                    Área basal
- D                    Diámetro a la altura del pecho
- π                    Constante 3,1416

##### b. Densidad Relativa (DNR)

La “Densidad Relativa” de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de individuos, como se explica en la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\text{No. de Individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

c. Dominancia Relativa (DMR)

La “Dominancia Relativa” de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos, como se señala en la siguiente fórmula:

$$DMR = \frac{\text{Area basal de la especie}}{\text{Area basal de todas las especies}} \times 100$$

d. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Valor de Importancia es la suma de la Densidad Relativa y la Dominancia Relativa, que al expresarse en porcentaje el resultado es igual a 200 pero se lo escala a 100% para facilitar su interpretación. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 10 en la parcela (un 10% del valor total) son “importantes” y componentes comunes del bosque estudiado.

$$IVI = DR + DMR$$

Dónde

- IVI Índice de Valor de Importancia
- DnR Densidad relativa
- DMR Dominancia relativa (Área basal)

e. Riqueza

La riqueza se refiere al número total de especies obtenido por un censo de la comunidad, es decir, se estima utilizando el número de especies dividido para el número de registros encontrados, los datos de cada parcela permiten una comparación directa de riqueza entre las parcelas temporales (Mostacedo, 2000).

f. Abundancia

La abundancia se define como el número de individuos hallado para cada especie registrada dentro de una unidad de muestreo.

Los datos de (riqueza y abundancia) determinan dos ejes de la diversidad de especies, relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada (Mostacedo, 2000).

g. Curva de Dominancia/Diversidad de Especies

Se describe en una gráfica el número total de individuos por especie, son gráficos que nos permiten identificar las especies dominantes de los puntos de muestreo (Moreno, 2001).

#### h. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies está diseñada para determinar si las muestras tomadas en los puntos de muestreo son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies colectadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de colecta (eje de las ordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo (Magurran, 2004).

#### i. Índice de Chao 1

El índice Chao 1 estima el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras presentes en la muestra, razón por la cual, su valor es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno, 2001):

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

- Sobs = total de especies registradas.
- F1 = número de especies registradas por un solo individuo (singletons).
- F2 = cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (doubletons).

#### j. Índices de diversidad

- Índice de Shannon – Wiener (H')

Se describe como la densidad absoluta x 100 / No. total de individuos de la muestra. La diversidad para los subcomponentes se determinó sobre la base del Índice de diversidad de Shannon – Wiener, el cual se basa en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo perteneciente a una determinada especie en un ecosistema (Mostacedo, 2000). Se calcula de la siguiente forma:

$$H' = \sum (P_i \ln P_i)$$

Dónde

- H'                    Contenido de información de la muestra (bits/individuo)
- Pi                    Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

El Índice de Diversidad de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia, considerando todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero,

cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Los valores del índice de Shannon obtenidos de datos empíricos por lo general caen dentro de valores 1,5 y 3,5, y raramente sobrepasan el 4 (Marrugan, 1988).

- Índice de Simpson (D) (inverso)

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, provengan de la misma especie (Tabla 7.2.4). Si una especie dada i (i=1, 2, S) es representada en la comunidad por Pi (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenece a la misma especie, es la probabilidad conjunta [(Pi) (Pi), o Pi<sup>2</sup>] (Moreno, 2001).

$$\delta = \sum p_i^2$$

$$\lambda = 1 - \delta$$

Donde:

- $\sum$  = Sumatoria  
pi = es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

k. Índices de Similitud

- Coefficiente de Similitud de Jaccard (Ij)

Dentro de los análisis que fueron realizados con la información levantada en los transectos temporales fue la comparación, aplicando el Análisis de Similitud de Jaccard es posible comparar la composición total de cada punto de muestreo en el área de estudio, fue necesario generar una matriz presencia-ausencia y los resultados fueron obtenidos utilizando el programa BioDiversity Pro 2,0 (Mostacedo,2000).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

- a = número de especies presentes en el sitio A.
- b = número de especies presentes en el sitio B.
- c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El rango de este índice va desde cero (0), cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Moreno, 2001).

#### **7.2.4.4.3 Aspectos ecológicos**

a. Distribución vertical

Para visualizar la presencia de estratos en el bosque, Ogawa et al. (1965), propuso la construcción del diagrama de dispersión de copas, esto permite evaluar el comportamiento de los árboles en relación a la superficie del bosque. Esta estructura se

evalúa a través de la relación entre la(s) altura(s) total(es) del árbol(es) con relación a su(s) altura(s) de reiteración (la altura del individuo a partir de la cual empieza la copa verdadera). Esta medida proporciona una idea sobre la dominancia e importancia ecológica de las especies arbóreas en el ecosistema

b. Estado de conservación

El estado de conservación de las especies se revisó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez, S. et al., 2011), y en las listas UICN (2021) y CITES (2020).

c. Especies Indicadoras y/o sensibles

Ellenberg (1991) propuso la relación íntima entre el medio ambiente de un sitio, sus especies y la composición florística de estas. La presencia de ciertas especies nos indica el estado o salud de los ecosistemas, es por ello el nombre de especies indicadores del buen o mal estado de conservación, aparte de ello nos permiten saber el estado de desarrollo en el que encuentra los ecosistemas, calidad de suelo o perturbaciones antropogénicas.

d. Endemismo

El endemismo y categoría de amenaza de las especies se revisó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez, S. et al., 2011) y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (MO) (Trópicos, 2020).

e. Uso del Recurso

La información recopilada se verificó con la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre et al., 2008), y fue complementada con los datos consultados a los pobladores.

### 7.2.4.5 Resultados

Para la caracterización del componente florístico se realizó cinco parcelas de vegetación temporales (cuantitativo) y cinco recorridos de observación (cualitativo) donde se registraron a las especies vegetales presentes dentro del área del Proyecto Minero Tres Cerrillos.

Considerando los muestreos cuantitativos y cualitativos se registraron 56 especies que pertenecen a 30 familias botánicas y 42 géneros.

Tabla 7.2-4: Especies totales registradas en el Proyecto– Componente flora

No	Familia	Nombre científico	M. Cuantitativa	M. Cualitativa
1	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	0	1
2	Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i>	1	0
3	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	1	0
4	Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2	0
5	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	42	1
6	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	6	0
7	Caricaceae	<i>Carica microcarpa</i>	1	1
8	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	0	1

No	Familia	Nombre científico	M. Cuantitativa	M. Cualitativa
9	Clusiaceae	<i>Clusia laurifolia</i>	6	0
10	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	0	1
11	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	8	1
12	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	1	1
13	Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	0	1
14	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2	2
15	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	0	1
16	Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	1	0
17	Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i>	3	0
18	Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	7	0
19	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	0	1
20	Lauraceae	<i>Ocotea rugosa</i>	4	0
21	Lauraceae	<i>Persea subcordata</i>	1	0
22	Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>	1	0
23	Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>	2	2
24	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	6	3
25	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	5	0
26	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	0
27	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	2	0
28	Moraceae	<i>Ficus andicola</i>	1	0
29	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	4	0
30	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	0	3
31	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	7	0
32	Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	1	0
33	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	3	0
34	Myrtaceae	<i>Eugenia valvata</i>	1	0
35	Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	0	1
36	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	1
37	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0
38	Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	14	0
39	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	3	0
40	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	0	1
41	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0
42	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	3	1
43	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	10	1
44	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	5	2
45	Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	3	0
46	Rubiaceae	<i>Palicouria corniculata</i>	1	0
47	Rubiaceae	<i>Palicouria sp1.</i>	1	0
48	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	5	1
49	Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	2	0
50	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	6	0

No	Familia	Nombre científico	M. Cuantitativa	M. Cualitativa
51	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	1	0
52	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	5	0
53	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	0	1
54	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	9	0
55	Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	4	0
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	2	0
	Total		196	29

Nomenclatura: No= Secuencia de orden; M.= Metodología. Datos: Los datos que corresponden al método cuantitativo refleja la frecuencia acumulada en cada parcela de estudio; Los datos que corresponden al método cualitativo refleja la presencia o ausencia de la especie en cada punto de estudio.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

A nivel general, las familias más diversas son las Rubiaceae y Lauraceae con seis especies, otras familias importantes son la Urticaceae, Myrtaceae y Moraceae que registran cuatro especies respectivamente. El género más diverso es el Nectandra (Lauraceae) con cuatro especies, seguidos por el Ficus (Moraceae) y el Cecropia (Urticaceae) con tres especies cada uno.

La tabla con el registro completo de especie por punto de muestreo se incluye en el Anexo B-2, 3. Tablas Bióticas, 1. Registros Flora.

A continuación, se detallan los resultados cuantitativos por punto de muestreo.

#### **7.2.4.5.1 Análisis por punto de muestreo – cuantitativo**

En las cinco parcelas de vegetación temporal cuantitativas, se registró en total 45 especies y 196 individuos. Aquí, se registraron 26 familias y 36 géneros. La familia más diversa es la Rubiaceae con seis especies, seguida de la Lauraceae con cinco especies y Urticaceae y Moraceae con tres especies cada una. A nivel de género, el más diverso es el Nectandra (Lauraceae) con tres especies y otras significativas son el Cecropia (Urticaceae), Eugenia (Myrtaceae), Piper (Piperaceae) y Palicourea (Rubiaceae) con dos especies cada uno.

La familia más abundante es la Arecaceae con 42 individuos, le sigue la Rubiaceae, Piperaceae y Lauraceae con 25, 17 y 16 individuos respectivamente. Las demás familias poseen frecuencias más bajas. A nivel de género, en más abundante es el Wettinia (Arecaceae) con 42 individuos, otros para destacar son el Piper (Piperaceae) con 17 individuos, el Cecropia (Urticaceae) con 14 individuos, y Miconia (Melastomaceae) y Nectandra (Lauraceae) con 11 cada uno.

La especie más abundante es la *Wettinia quinaria* (Arecaceae) con 42 registros. Otras importantes por su abundancia es la *Piper imperiale* (Piperaceae) con 14 registros y *Cinchona pubescens* (Rubiaceae) con 10 registros. Las demás especies poseen frecuencias más bajas.

##### **a. Parcela 1 FT P1**

**Descripción:** Bosque intervenido con tala seleccionada, dosel con una altura superior a 20 metros, sotobosque semiabierto con especies de las Familias Rubiaceae,

Melastomataceae y Urticaceae. La parcela está ubicada cerca de una fuente hídrica, tiene una pendiente de 45 grados.

- Inventario

Los resultados del Índice de Importancia señalan a *Cinchona pubescens* y a *Pseudolmedia rigida* como especies dominantes en la parcela ya que cada una representan un 20% de importancia, seguidas de la especie *Clusia* sp. con un 13%, luego está la especie *Cecropia reticulata* con el 11 %, y por último, se incluyen el resto de las especies representan un porcentaje menor al 10 %. En la Tabla 7.2-5, se detallan las especies vegetales con mayor IVI encontradas en los puntos de muestreo.

Tabla 7.2-5 Principales especies identificadas en la Parcela 1

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
1	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	8	0.18	22.86	17.49	20.18
2	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	5	0.25	14.29	24.62	19.46
3	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	3	0.18	8.57	17.70	13.14
4	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	4	0.11	11.43	10.84	11.13
5	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	3	0.07	8.57	6.89	7.73
6	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	2	0.09	5.71	8.82	7.26
7	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	2	0.04	5.71	3.63	4.67
8	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	2	0.02	5.71	1.82	3.77
9	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	2	0.02	5.71	1.76	3.74
10	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	1	0.02	2.86	1.96	2.41
11	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp1.	1	0.02	2.86	1.88	2.37
12	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	1	0.01	2.86	1.45	2.15
13	Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp1.	1	0.01	2.86	1.13	1.99
<b>Total general</b>			<b>35</b>	<b>1.02</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Simbología:</b> Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.							

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Riqueza de especies

En la parcela 1 se registró un total de 35 individuos, distribuidos en nueve familias y 13 taxones (Figura 7.2-1).

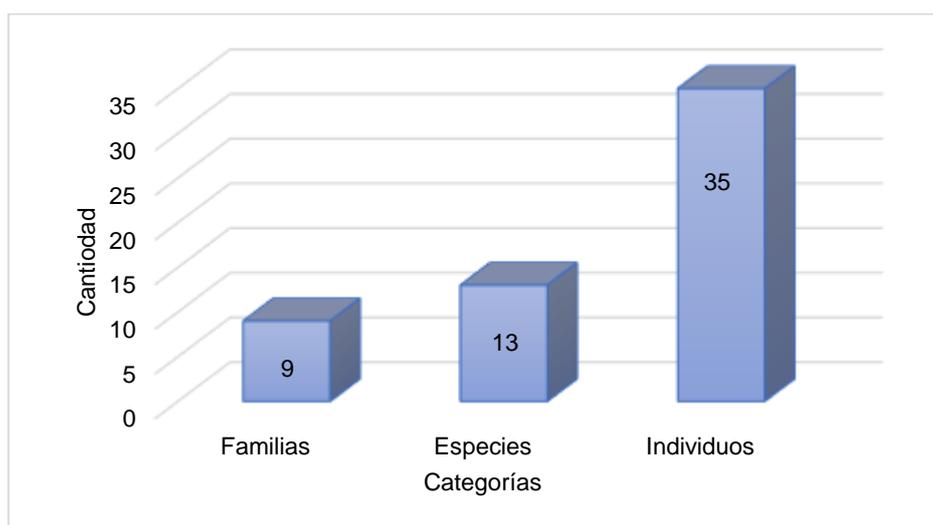


Figura 7.2-1: Diversidad de la Parcela 1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Parcela 2 FT\_P2

**Descripción:** Se encuentra ubicado en el sector de Cielo Azul (El Goaltal) cuyo nombre está dado por la presencia de *Wettinia quinaria* (Gualte) una especie dominante en la zona. La altura aproximada de dosel es de 30m.; el sotobosque es denso denominado por varios individuos de suro (*Chusquea londoniae*). Presenta una pendiente aproximada de 40 grados.

- Inventario

Los resultados del Índice de Importancia indican que *Wettinia quinaria* es la especie dominante con un porcentaje mayor al 50%, seguido de ello está la especie *Nectandra sp.* con el 10%, y, el resto de las especies representan un porcentaje menor o igual al 5%. En la Tabla 7.2-6, se detallan las especies vegetales registradas en la Parcela 2 (FT\_P2).

Tabla 7.2-6 Principales especies identificadas en la Parcela 2

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
1	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	42	0.83	65.63	41.96	53.79
2	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	2	0.33	3.13	16.88	10.00
3	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	1	0.19	1.56	9.80	5.68
4	Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>	1	0.18	1.56	9.06	5.31
5	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	3	0.07	4.69	3.53	4.11
6	Myrtaceae	<i>Eugenia sp1.</i>	2	0.09	3.13	4.63	3.88
7	Lauraceae	<i>Nectandra sp1.</i>	2	0.06	3.13	3.05	3.09
8	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	3	0.03	4.69	1.28	2.98
9	Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	2	0.05	3.13	2.64	2.88

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
10	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0.04	1.56	1.86	1.71
11	Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	1	0.03	1.56	1.60	1.58
12	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	1	0.03	1.56	1.45	1.51
13	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	1	0.02	1.56	1.05	1.30
14	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	1	0.01	1.56	0.68	1.12
15	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1	0.01	1.56	0.55	1.06
<b>Total general</b>			<b>64</b>	<b>1.97</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Simbología:</b> Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.							

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Riqueza de especies

En la parcela 2 se registró en total 64 individuos, distribuidos en 12 familias y 15 taxones (Figura 7.2-2).

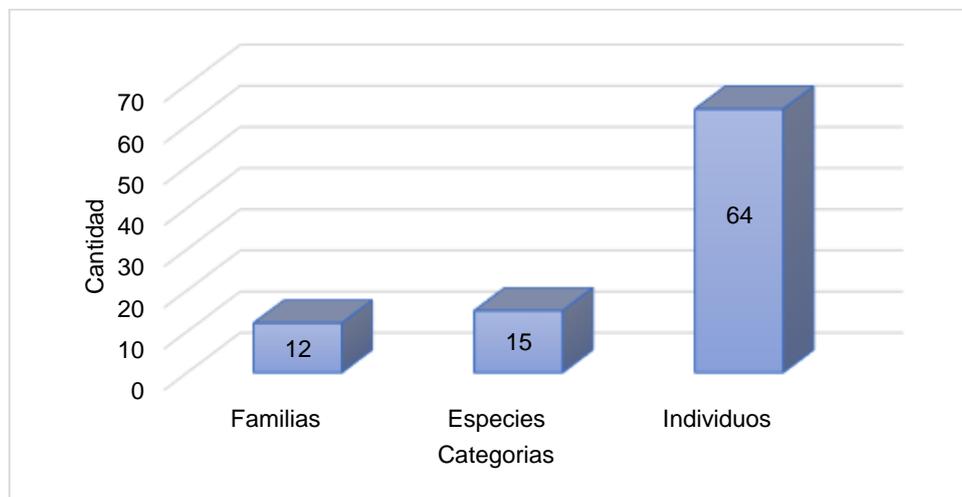


Figura 7.2-2: Diversidad de la Parcela 2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Parcela 3 FT P3

**Descripción:** La parcela se encuentra ubicada en el sector denominado como Espejo 2, donde la mayoría de la zona se encuentra intervenida con zonas destinadas para colocar pastizal, por ende, se encuentra ganadería. Los parches de bosques existentes presentan una pendiente mayor a 45 grados es por ello que son zonas no aprovechables para los propietarios.

En la zona existe la presencia de árboles en forma dispersa, como, por ejemplo, familias predominantes se encuentran Melastomatáceas y Rubiáceas, las mismas que son pioneras o resistentes a los disturbios.

La altura de dosel en la parcela es de aproximadamente 25 metros, el sotobosque es semiabierto con una altura de 6 metros aproximadamente, con la presencia de helechos. Es una zona donde árboles están cubiertos por musgos y bromelias.

- Inventario

Los resultados del Índice de Importancia señalan que *Miconia* sp, (Melastomatacea), es la especie con mayor porcentaje de importancia con un porcentaje del 19.6%, seguida por la especie *Ficus* sp. con el 13% de importancia, y por último entre la más importantes están las especies *Guarea kunthiana* y *Elaeagia utilis* con un 11% de importancia. El resto de las especies tienen porcentajes menores al 10%. En la Tabla 7.2-7, se detallan las especies vegetales registradas en la Parcela 3 (FT\_P3)

Tabla 7.2-7 Principales especies identificadas en la Parcela 3

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
1	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1	0,23	19,44	19,77	19.61
2	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	1	0,16	13,89	13,51	13.70
3	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	2	0,18	8,33	15,09	11.71
4	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	4	0,13	11,11	11,05	11.08
5	Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	5	0,06	11,11	4,93	8.02
6	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	1	0,11	2,78	9,58	6.18
7	Malvaceae	<i>Ochroma</i> sp.	1	0,10	2,78	8,79	5.78
8	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	7	0,07	2,78	6,36	4.57
9	Rubiaceae	<i>Faramea calyptata</i>	1	0,02	5,56	1,97	3.77
10	Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>	1	0,02	2,78	1,90	2.34
11	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,02	2,78	1,31	2.04
12	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	3	0,01	2,78	1,19	1.99
13	Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	4	0,01	2,78	1,14	1.96
14	Actinidiaceae	<i>Saurauia</i> sp.	1	0,01	2,78	0,93	1.85
15	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	1	0,01	2,78	0,88	1.83
16	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	0,01	2,78	0,83	1.80
17	Lauraceae	<i>Persea</i> sp.	1	0,01	2,78	0,78	1.78
<b>Total general</b>			<b>36</b>	<b>1.18</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Simbología:</b> Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.							

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Riqueza de especies

En la parcela 3 se registró un total de 36 individuos, distribuidos en 12 familias y 17 taxones (Figura 7.2-3).

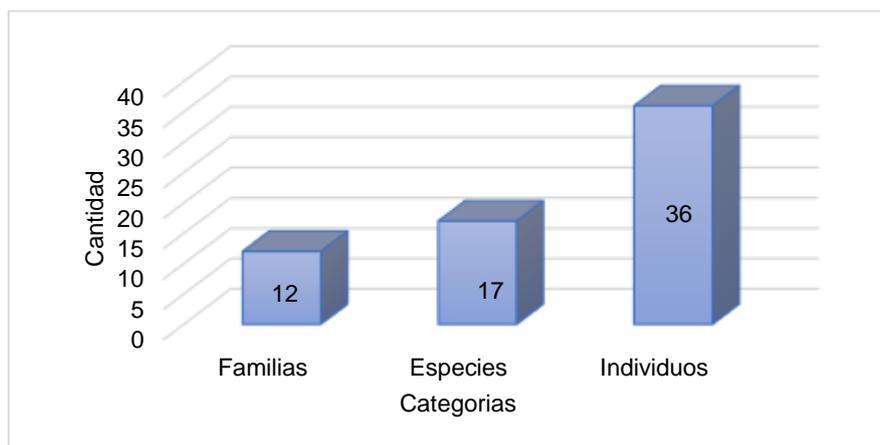


Figura 7.2-3: Diversidad de la Parcela 3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Parcela 4 FT\_P4

**Descripción:** El sitio de la parcela se encuentra ubicado en el sector Las Tablas, siendo una zona intervenida por pastizales para la ganadería, establecidos por la población local. A lo largo del recorrido para llegar a la parcela se observó plantas de especies frutales como *Inga* sp. (Fabaceae) y varias especies de cítricos de la Familia Rutaceae.

Dentro de la parcela la altura de dosel es de 20 a 25 metros aproximadamente, y, el sotobosque es semiabierto con una altura entre 4 y 6 metros con especies de la familia Rubiaceae. Presenta una pendiente aproximada de 50 grados. Estos sitios generalmente no son aprovechados por los pobladores, debido a las características que presenta el sitio, como son una pendiente pronunciada y la calidad de suelo.

- Inventario

En la parcela 4 se evidencia que *Roupala montana* es la especie con mayor representatividad con un 16,65%, luego se encontró a la especie *Clusia* sp, con 11.8%. El resto de las especies están representadas con un porcentaje menor al 9%. En la Tabla 7.2-8, se detallan las especies vegetales registradas en la Parcela 4 (FT\_P4).

Tabla 7.2-8 Principales especies identificadas en la Parcela 4

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
1	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	3	0,22	10,71	22,59	16.65
2	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	3	0,13	10,71	12,89	11.80
3	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	3	0,06	10,71	6,07	8.39
4	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	2	0,08	7,14	8,52	7.83
5	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	1	0,09	3,57	9,47	6.52
6	Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	2	0,04	7,14	3,60	5.37
7	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	0,06	3,57	6,00	4.79
8	Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	1	0,06	3,57	6,00	4.79

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
9	Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	2	0,02	7,14	1,67	4.41
10	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	1	0,05	3,57	4,69	4.13
11	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1.	1	0,03	3,57	3,54	3.55
12	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	1	0,03	3,57	3,12	3.35
13	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0,03	3,57	3,02	3.30
14	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	1	0,02	3,57	2,20	2.88
15	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0,02	3,57	1,95	2.76
16	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	1	0,01	3,57	1,50	2.54
17	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	1	0,01	3,57	1,23	2.40
18	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	1	0,01	3,57	0,99	2.28
19	Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	1	0,01	3,57	0,94	2.25
<b>Total general</b>			<b>28</b>	0.98	100	100	100

Simbología: Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Riqueza de especies

En la parcela 4 se registró un total de 28 individuos, distribuidos en 12 familias y 19 taxones (Figura 7.2-4).

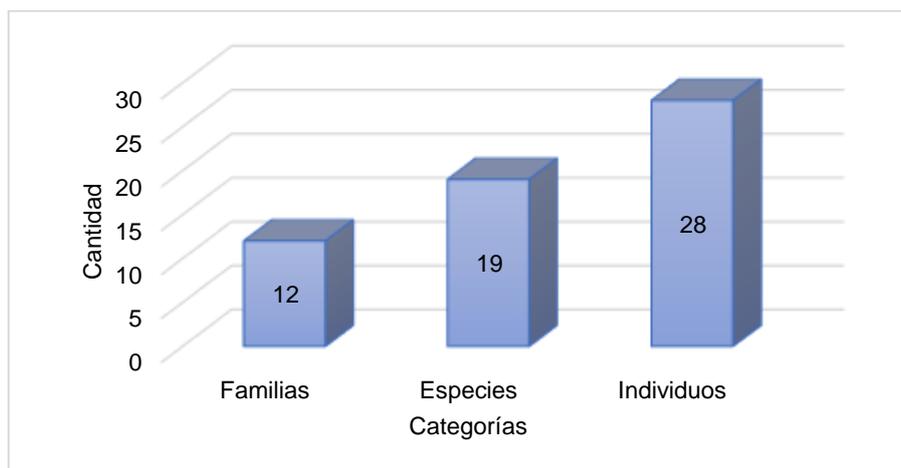


Figura 7.2-4: Diversidad de la Parcela 4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Parcela 5 FT\_P5

**Descripción:** El sitio se encuentra en una zona intervenida denominada como el sector de El Carmen, y se caracteriza por tener pastizales para ganadería realizada por la población local. La altura del dosel es de aproximadamente 30 metros, y, el sotobosque

es semiabierto incluyendo especies de *Inga* sp, *Miconia* sp, entre otras, y con una escasa regeneración natural, donde también existen zonas abiertas.

- Inventario

El Índice de Importancia en la Parcela 5 indica que *Pouteria* sp, es la especie con mayor representatividad (31%), luego está la especie *Piper imperiale* con el 25%, y como última entre las especies más importantes está *Nectandra* sp. con el 15%. El resto de las especies posee un porcentaje menor al 7%. En la Tabla 7.2-9, se detallan las especies vegetales registradas en la Parcela 5 (FT\_P5).

Tabla 7.2-9 Principales especies identificadas en la Parcela 5

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FR	AB	DnR	DmR	IVI
1	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	6	0,92	18,18	45,70	31.94
2	Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	14	0,16	42,42	8,11	25.27
3	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1.	4	0,37	12,12	18,25	15.19
4	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	1	0,22	3,03	11,02	7.03
5	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	2	0,10	6,06	4,90	5.48
6	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	0,09	3,03	4,69	3.86
7	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	1	0,06	3,03	2,92	2.98
8	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	1	0,05	3,03	2,28	2.66
9	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	0,02	3,03	0,87	1.95
10	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	1	0,02	3,03	0,77	1.90
11	Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	1	0,01	3,03	0,48	1.76
<b>Total general</b>			<b>33</b>	<b>2.01</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Simbología: Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.							

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Riqueza de especies

En la parcela 5 se registró un total de 33 individuos, distribuidos en nueve familias y 11 taxones (Figura 7.2-5).

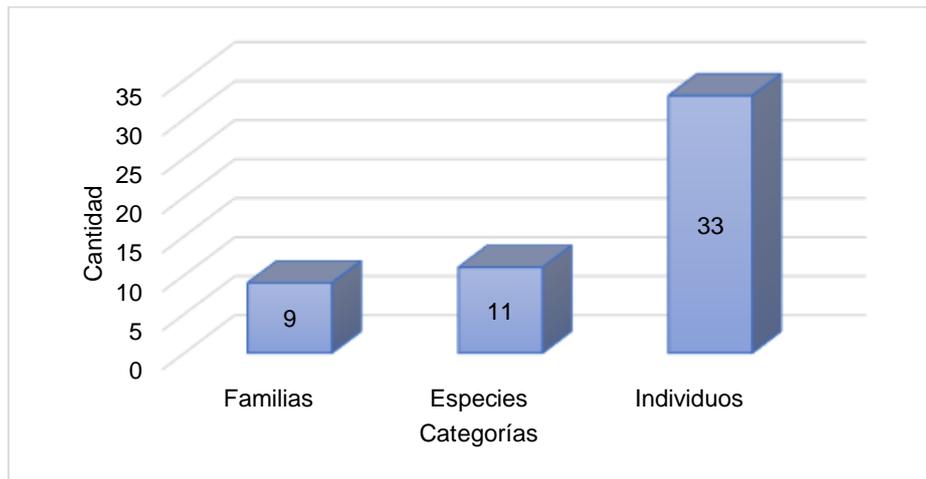


Figura 7.2-5: Diversidad de la Parcela 5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.4.5.2 Análisis general de flora

#### a. Dominancia florística

La curva de dominancia/diversidad nos indica las especies dominantes en los puntos de muestreo, es así que la especie dominante en el área de estudio, es *Wettinia quinaria*, seguida de la especie *Cinchona pubescens*, y, por último, las especies *Miconia* sp. y *Ficus* sp.

El resto de las especies presentaron un número de individuos menor a 10; e inclusive 15 especies registran apenas un individuo. En la Figura 7.2-6 se muestra las especies con mayor y menor dominancia dentro de los puntos de muestreo evaluados.

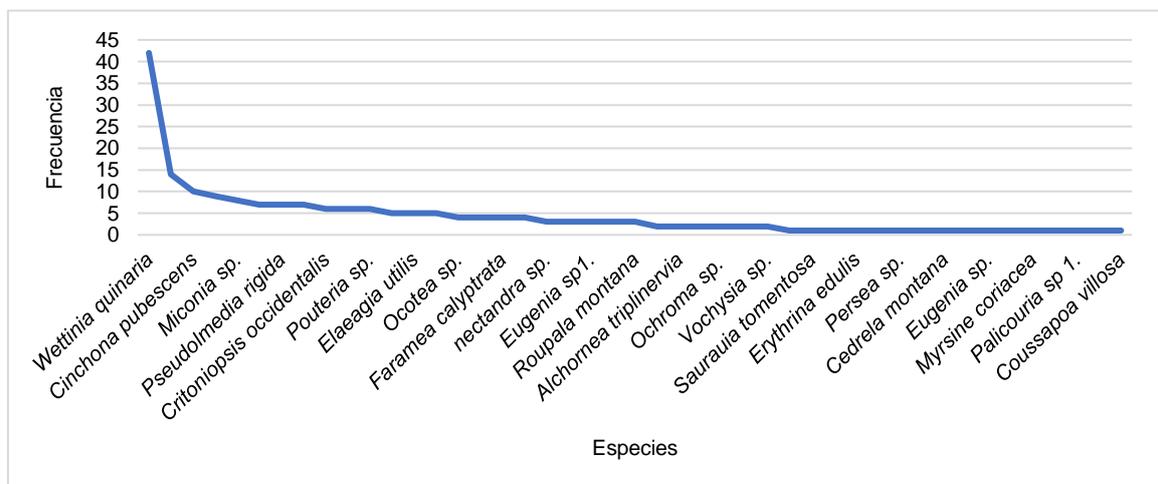


Figura 7.2-6: Dominancia florística del Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Curva de Acumulación de especies

La curva muestra la probabilidad de seguir encontrando nuevas especies mientras siga aumentando el esfuerzo de muestreo. Durante el estudio se registró un total de 45 especies que, según la curva analizada, el número esperado es de 52 especies, razón por la cual aún no consigue estabilizarse con los datos obtenidos. En el siguiente gráfico se observa la tendencia de la curva (Figura 7.2-7).

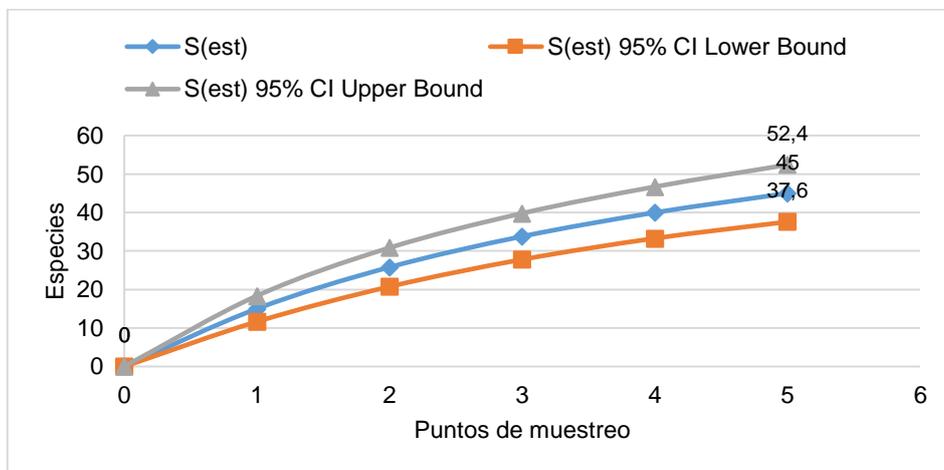


Figura 7.2-7. Curva de acumulación de especies de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Índice de Chao 1

El estimador de Chao 1 indica que las especies que podrían registrarse en el área de estudio son 62 (especies esperadas) en relación a las 45 especies registradas (especies observadas) indicando una diferencia o probabilidad de registrar 17 especies adicionales, con un límite inferior de 50 especies y un límite superior de hasta 101 especies. En el siguiente gráfico se observa la curva de Chao1 (Figura 7.2-8).

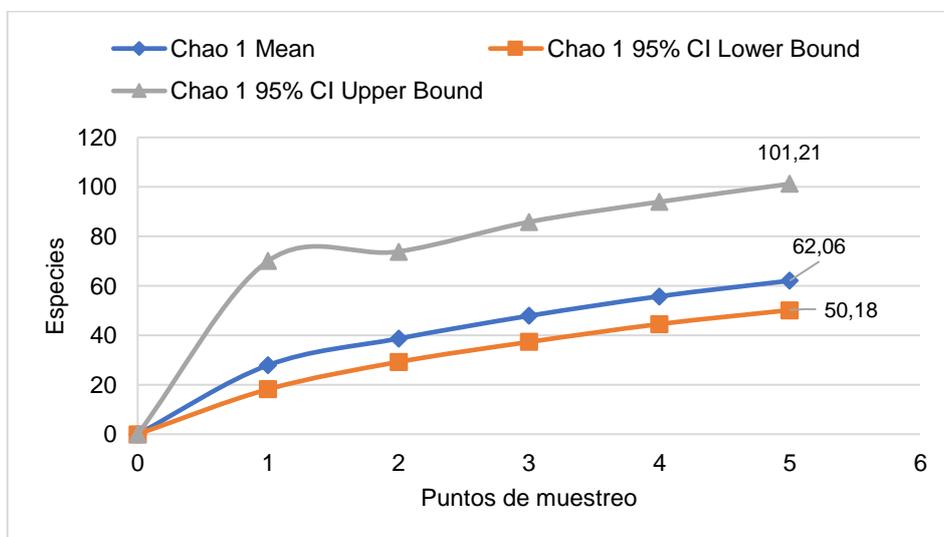


Figura 7.2-8. Estimador de Chao1 – Flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Una vez que se llevaron a cabo los análisis de gabinete, se determinó que ha nivel general, la especie de valor ecológico más importante es *Wettinia quinaria* (Arecaceae) con un valor de IVI de 33, que corresponde al 16,5%. Otras especies importantes son *Pouteria* sp. (Sapotaceae) con un IVI de 15,91 (7,96%) y *Cecropia reticulata* (Urticaceae) con 12,12 (6,06%). Las demás especies poseen valores inferiores.

Tabla 7.2-10 Índice de Valor de Importancia

No	Familia	Nombre científico	N° Ind.	ΣAB	DnR	DmR	IVI	Porcen. (%)
1	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	42	0,82938 426	21,42857	11,5801	33,0086 3	16,50
2	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	6	0,92027 367	3,06122	12,8491	15,9103 0	7,96
3	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	9	0,53959 096	4,59184	7,5339	12,1257 3	6,06
4	Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	7	0,46236 103	3,57143	6,4556	10,0270 2	5,01
5	Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	14	0,16330 889	7,14286	2,2802	9,42301	4,71
6	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	10	0,29103 073	5,10204	4,0634	9,16548	4,58
7	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	7	0,32342 672	3,57143	4,5158	8,08719	4,04
8	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	6	0,33497 341	3,06122	4,6770	7,73820	3,87
9	Clusiaceae	<i>Clusia laurifolia</i>	6	0,30594 355	3,06122	4,2717	7,33288	3,67
10	Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i>	3	0,34912 228	1,53061	4,8745	6,40514	3,20
11	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	4	0,28825 348	2,04082	4,0247	6,06548	3,03
12	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	8	0,09398 099	4,08163	1,3122	5,39382	2,70
13	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	5	0,17604 924	2,55102	2,4580	5,00906	2,50
14	Malvaceae	<i>Ochroma</i> sp.	2	0,28246 819	1,02041	3,9439	4,96430	2,48
15	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	6	0,12197 635	3,06122	1,7031	4,76429	2,38
16	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	3	0,22145 615	1,53061	3,0920	4,62263	2,31
17	Lauraceae	<i>Ocotea rugosa</i>	4	0,11677 198	2,04082	1,6304	3,67121	1,84
18	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	5	0,07739 705	2,55102	1,0806	3,63166	1,82
19	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	2	0,17756 121	1,02041	2,4792	3,49956	1,75
20	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	5	0,05801 198	2,55102	0,8100	3,36100	1,68
21	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	5	0,04969 016	2,55102	0,6938	3,24481	1,62
22	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	3	0,11056 494	1,53061	1,5437	3,07435	1,54
23	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	2	0,12479 339	1,02041	1,7424	2,76280	1,38
24	Rubiaceae	<i>Faramea calyptata</i>	3	0,05853 719	1,53061	0,8173	2,34792	1,17

No	Familia	Nombre científico	N° Ind.	ΣAB	DnR	DmR	IVI	Porcen. (%)
25	Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	4	0,01337 697	2,04082	0,1868	2,22759	1,11
26	Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2	0,08347 677	1,02041	1,1655	2,18593	1,09
27	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	3	0,02877 521	1,53061	0,4018	1,93238	0,97
28	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	1	0,09454 599	0,51020	1,3201	1,83028	0,92
29	Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	2	0,05224 261	1,02041	0,7294	1,74983	0,87
30	Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	1	0,05885 55	0,51020	0,8218	1,33196	0,67
31	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	0,05885 55	0,51020	0,8218	1,33196	0,67
32	Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	2	0,01636 113	1,02041	0,2284	1,24885	0,62
33	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	1	0,04596 395	0,51020	0,6418	1,15196	0,58
34	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,03679 662	0,51020	0,5138	1,02397	0,51
35	Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	1	0,03158 43	0,51020	0,4410	0,95119	0,48
36	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0,02961 078	0,51020	0,4134	0,92364	0,46
37	Myrtaceae	<i>Eugenia valvata</i>	1	0,02864 789	0,51020	0,4000	0,91019	0,46
38	Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>	1	0,02235 331	0,51020	0,3121	0,82231	0,41
39	Moraceae	<i>Ficus andicola</i>	1	0,01989 437	0,51020	0,2778	0,78797	0,39
40	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	1	0,01337 697	0,51020	0,1868	0,69698	0,35
41	Rubiaceae	<i>Palicourea sp1.</i>	1	0,01149 099	0,51020	0,1604	0,67064	0,34
42	Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i>	1	0,01089 416	0,51020	0,1521	0,66231	0,33
43	Caricaceae	<i>Carica microcarpa</i>	1	0,00974 824	0,51020	0,1361	0,64631	0,32
44	Lauraceae	<i>Persea subcordata</i>	1	0,00919 916	0,51020	0,1284	0,63864	0,32
45	Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	1	0,00919 916	0,51020	0,1284	0,63864	0,32
	Total general		196	7,16217 735	100,0000 0	100,000 0	200,000 00	100,00

Simbología: Fr: Frecuencia; AB: Área Basal; DnR: Densidad Relativa; DmR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener y Simpson

Según la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener los valores obtenidos indican que los puntos de muestreo poseen una diversidad baja y media; y, el índice de diversidad de Simpson muestra que las parcelas presentan diversidad media, alta y medianamente alta.

En la FT\_P1 y FT\_P5 la diversidad con el índice de Shannon – Wiener es media y con el índice de Simpson la diversidad es medianamente alta.

En la FT\_P2 de acuerdo a Shannon tenemos una diversidad baja y con Simpson hay una diversidad media.

Para FT\_P3 y FT\_P4 con Shannon tenemos diversidad media y con Simpson tenemos una diversidad alta.

En las áreas que muestran una diversidad media, las especies se distribuyen equitativamente (Shannon-Wiener), en contraste con las zonas con diversidad alta calculada por el índice de Simpson, que indica que existen especies dominantes en algunos puntos evaluados. El cálculo de los índices mencionados fue efectuado para las cinco áreas de bosque evaluadas y se sintetizan en la Tabla 7.2-11.

Tabla 7.2-11 Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (D) calculados para cada punto de muestreo de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos

TIPO DE COBERTURA	PUNTO DE MUESTREO	H'	SIGNIFICANCIA	1-D	SIGNIFICANCIA
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, Zona intervenidas cultivos de maíz y zona de pastizal	FT_P1	2,35	Diversidad Media	0.88	Diversidad medianamente alta
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, zona intervenida para ganadería	FT_P2	1.52	Diversidad Baja	0.56	Diversidad media
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, Zona intervenida con pastizales.	FT_P3	2.54	Diversidad media	0.9	Diversidad alta
Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes, Zona intervenida (Pastizales)	FT_P4	2.83	Diversidad media	0.93	Diversidad alta
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, Zona Intervenida con pastizales	FT_P5	1.84	Diversidad media	0.78	Diversidad medianamente alta

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### f. Índice de similitud- Jaccard (Diversidad Beta)

En índice de similitud de Jaccard muestra que existe una similitud del 45% entre la parcela FT\_P2 y las demás parcelas, determinando que existen varias especies presentes en la parcela FT\_P2, que también se encuentran en las demás parcelas analizadas. Mientras que la FT\_P5 es semejante en un 20% con las parcelas FT\_P1, FT\_P3 y FT\_P4. Las parcelas FT\_P4 y la FT\_P1 tienen una similitud de 12%.

En el siguiente dendrograma de similitud utilizando el coeficiente Jaccard se presenta en la Figura 7.2-9.

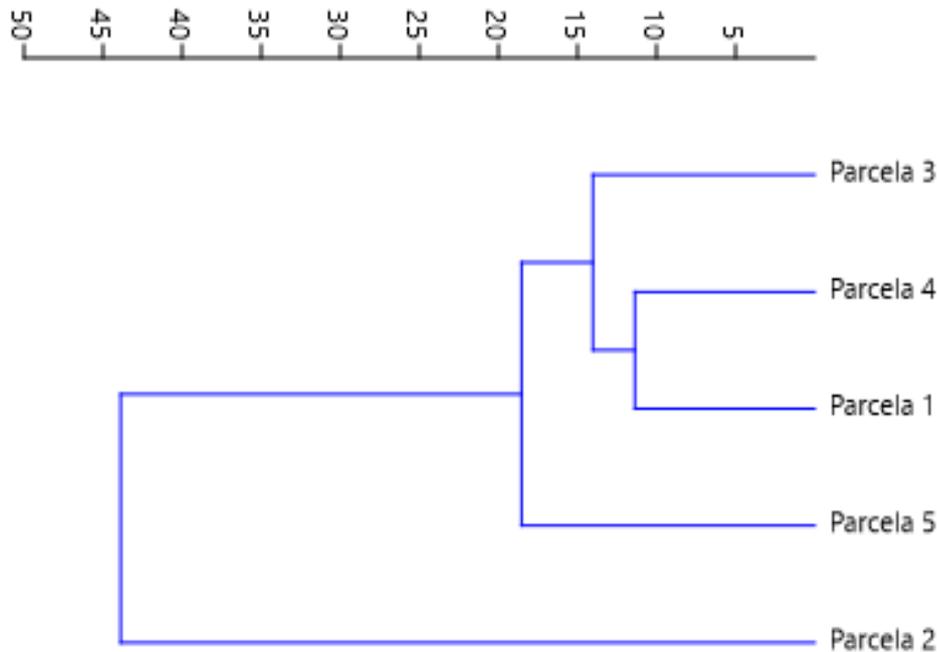


Figura 7.2-9: Clúster de similitud Jaccard de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.4.5.3 Puntos de muestreo cualitativo

Durante la realización de recorridos de observación se observaron varias especies vegetales que complementan la caracterización de las áreas evaluadas. A continuación, se describen los sitios:

- FT\_PO1:** Este recorrido se realizó a lo largo de un cuerpo hídrico, donde se registró mosaicos de vegetación constituidos por pastizales intercalados con sembríos de naranjilla y guineo orito, sembrados por los dueños del terreno donde se estableció este punto. Adicional a ello, se registró especies arbóreas y arbustivas. Al tratarse una zona intervenida, los árboles de gran tamaño son aprovechados para madera o para leña, según las necesidades de la comunidad. Las familias más representativas de este punto fueron las siguientes: Melastomatacea y Rubiaceae con especies que son pioneras, como, por ejemplo: *Miconia* spp (varias especies) y dentro de las Rubiáceas se encontraron las especies *Psychotria* sp., *Cinchona pubescens*, y *Elaeagia utilis*. Otras especies registradas fueron: *Hedyosmum guodotianum* (Chloranthaceae), *Ochroma* sp. (Malvaceae), *Inga insignis* (Fabaceae), *Roupala montana* (Proteaceae) y *Myrcia* sp (Myrtaceae).
- FT\_PO2:** Este recorrido se realizó desde un área de pastizal hacia el área de bosque; como especies dominantes en el área intervenida se encontró a *Elaeagia utilis* (Rubiaceae), *Ficus* sp. (Moraceae), y *Pennisetum purpureum* (Poaceae). Dentro del área con cobertura de bosque se registró una alta regeneración natural de la especie *Wettinia quinaria* (Arecaceae). Dominancia de dos especies *Wettinia quinaria* y *Elaeagia utilis* en todo el transecto, y

adicionalmente se registró a las especies *Inga* sp, *Erythrina edulis* (Fabaceae) y *Ochroma* sp. (Malvaceae).

- **FT\_PO3:** El punto está ubicado entre una zona de bosque y un área abierta; en la zona de bosque se registró a las siguientes especies: *Inga* sp, (Fabaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Nectandra* sp, (Lauraceae), *Carica macrocarpa* (Caricaceae), *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae). En la zona abierta se observó un alto grado de regeneración natural de las especies antes mencionadas, siendo la especie dominante, *Pennisetum purpureum* (Poaceae).
- **FT\_PO4:** En el transecto se observó remanentes de bosque de sucesión temprana, mezclado en su mayoría con pastizales abiertos por los dueños de los predios. Las especies de que registraron fueron: *Ficus* sp (Moraceae), *Vismia baccifera* (Hypericaceae), *Miconia* sp, (Melastomataceae), *Cecropia* sp (Urticaceae), *Clusia* sp. (Clusiaceae) y *Roupala montana* (Proteaceae).
- **FT\_PO5:** Durante el recorrido se registró a las especies *Trichanthera gigantea* (Acanthaceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae), *Ficus* sp. (Moraceae), *Inga* sp. (Fabaceae). Esta es un área bastante intervenida que presenta pastizales para actividades ganaderas realizadas por los pobladores locales. Al ser zonas intervenidas no se registraron árboles de gran tamaño. Las especies registradas son usadas como cercas o linderos entre las fincas.

Tabla 7.2-12 Especies Registradas en los Puntos Cualitativos - Proyecto Minero Tres Cerrillos

No	Familia	Especies	FT_PO1	FT_PO2	FT_PO3	FT_PO4	FT_PO5
1	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	0	0	0	0	1
2	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	0	1	0	0	0
3	Caricaceae	<i>Carica microcarpa</i>	0	0	1	0	0
4	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	1	0	0	0	0
5	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	0	0	0	1	0
6	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	0	0	1	0	0
7	Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	1	0	0	0	0
8	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	0	1	0	0	0
9	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	0	0	1	0	1
10	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	0	0	0	1	0
11	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	0	0	1	0	0
12	Malvaceae	<i>Ochroma</i> sp.	1	1	0	0	0
13	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1	0	1	1	0
14	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	0	1	0	1	1
15	Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	1	0	0	0	0
16	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0	1
17	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	0	1	0	0	0
18	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	0	0	0	1	0
19	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	1	0	0	0	0

No	Familia	Especies	FT_PO1	FT_PO2	FT_PO3	FT_PO4	FT_PO5
20	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	1	0	0	0	0
21	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	1	1	0	0	0
22	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	0	0	0	1	0

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

g. Índice de similitud de datos cualitativos (presencia/ausencia) de flora

En índice de similitud muestra la formación de dos grupos en cuanto a su composición de especies conformados por los puntos FT\_PO1 y FT\_PO2 (grupo 1) y los puntos FT\_PO3, FT\_PO4 y FT\_PO5 (grupo 2). Los puntos que tienen mayor similitud son el FT\_PO1 y FT\_PO2 con el 19%. \_Luego están los puntos FT\_PO3 y FT\_PO5 con aproximadamente del 12%, y, finalmente el punto FT\_PO4 que presentó una similitud menor al 12% en relación a los puntos FT\_PO3 y FT\_PO5.

De forma general los puntos de muestreo tienen una similitud muy baja en cuanto a la composición de especies indicando que las especies de flora registradas de forma cualitativa son diferentes en todos los puntos valorados.

En el siguiente dendrograma de similitud utilizando el coeficiente Jaccard se presenta en la Figura 7.2-10.

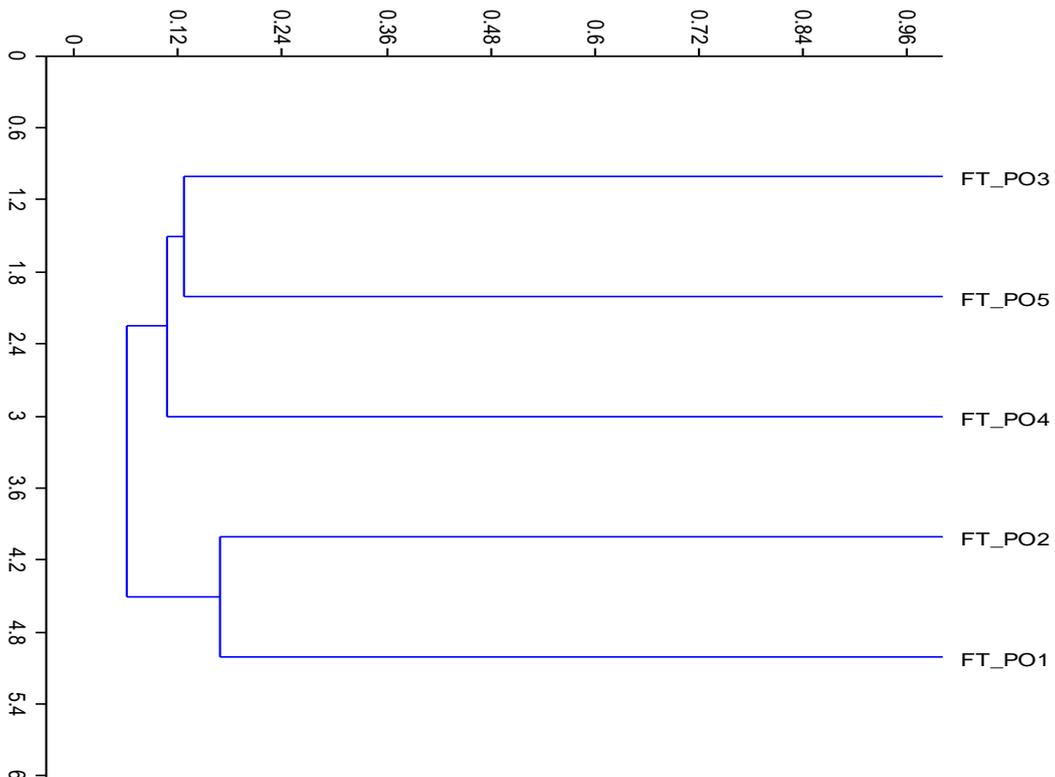


Figura 7.2-10: Clúster de similitud - cualitativo de flora - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.4.5.4 Aspectos ecológicos

##### a. Estado de conservación

Al revisar la página de tropicos.org y la lista roja de la UICN, se encontró cinco especies catalogadas dentro de las siguientes categorías: *Grias multinervia*, y *Palicourea corniculata* están catalogadas como Vulnerables a nivel Global (VU); *Cedrela montana* se clasifica a nivel Global como especie En Peligro (EN), la especie *Nectandra crassiloba* está clasificada como en Preocupación Menor (LC); y, por último, está la especie *Miconia brevitheca* dentro de la categoría Casi Amenazada (NT). También se revisó en el Libro Rojo, pero no se encontró a ninguna de las especies de flora registradas. En la lista CITES la especie *Grias multinervia* se ubica en el Apéndice III y *Cedrela montana* en el Apéndice II (Tabla 7.2-13).

Tabla 7.2-13: Especies categorizadas en listas de amenaza internacional

No	Familia	Nombre científico	Ind.	UICN 2021	UICN 2011	CITES 2021
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i>	1	LC	-	-
2	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	1	-	-	-
3	Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2	-	-	-
4	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	42	-	-	-
5	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	6	-	-	-
6	Caricaceae	<i>Carica microcarpa</i>	1	LC	-	-
7	Clusiaceae	<i>Clusia laurifolia</i>	6	-	-	-
8	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	8	LC	-	-
9	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	1	LC	-	-
10	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2	-	-	-
11	Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	1	LC	LC	-
12	Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i>	3	LC	-	-
13	Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	7	LC	-	-
14	Lauraceae	<i>Ocotea rugosa</i>	4	NT	-	-
15	Lauraceae	<i>Persea subcordata</i>	1	LC	-	-
16	Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>	1	VU	-	III
17	Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>	2	-	-	-
18	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	6	-	-	-
19	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	5	NT	-	-
20	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	EN	-	II
21	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	2	LC	-	-
22	Moraceae	<i>Ficus andicola</i>	1	-	-	-
23	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasiana</i>	4	LC	-	-
24	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	7	LC	-	-
25	Myristicaceae	<i>Miconia brevitheca</i>	1	LC	-	-
26	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	3	LC	-	-
27	Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	1	-	-	-
28	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	-	-	-
29	Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	14	LC	-	-
30	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	3	-	-	-

No	Familia	Nombre científico	Ind.	UICN 2021	UICN 2011	CITES 2021
31	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	1	-	-	-
32	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	3	LC	-	-
33	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	10	LC	-	-
34	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	5	LC	-	-
35	Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	3	-	-	-
36	Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	1	VU	VU	-
37	Rubiaceae	<i>Palicourea sp1.</i>	1	-	-	-
38	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	5	-	-	-
39	Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	2	-	-	-
40	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	6	-	-	-
41	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	1	-	-	-
42	Urticaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	5	-	-	-
43	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i>	9	LC	-	-
44	Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	4	LC	-	-
45	Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	2	-	-	-

UICN: EN (En Peligro), VU (Vulnerable), LC (Preocupación Menor), NT (Casi Amenazada)

CITES: Apéndice III: Regulación del comercio de especímenes de especies incluidas en el Apéndice I

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### b. Distribución vertical

Para visualizar la presencia de estratos en el área de muestreo se realizó un diagrama de dispersión para cada uno de los puntos muestreados, el cual corresponde a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total (HT) para el eje de las ordenadas y la altura comercial (HC) en el eje de las abscisas. De los 196 individuos registrados dentro de las parcelas cuantitativas, se observa que tan solo el 2% (4 individuos) se distribuyen en el Sotobosque. El 23,98% (47 individuos) se localiza en el Subdosel. El 22,96% (45 individuos) se consideran como especies emergentes. La mayor distribución de individuos, con el 51% (100) se localizan en el Dosel.

**FT\_P1:** Se observa en el gráfico una buena regeneración natural del bosque indicando que el bosque muestreado es saludable.

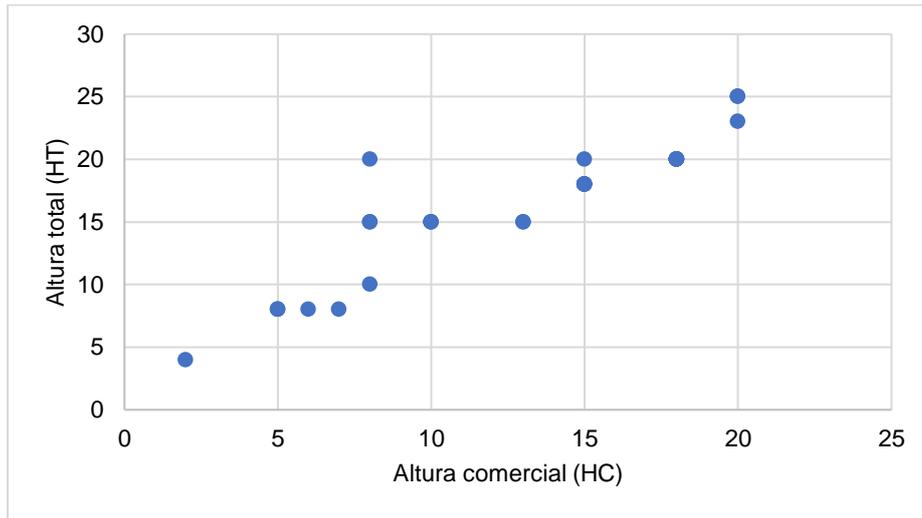


Figura 7.2-11: Distribución vertical de la Parcela FT-P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

**FT\_P2:** El grafico muestra que hay poca intervención dentro del bosque, ya que se observa una regeneración natural bastante avanzada, hay árboles con alturas considerables.

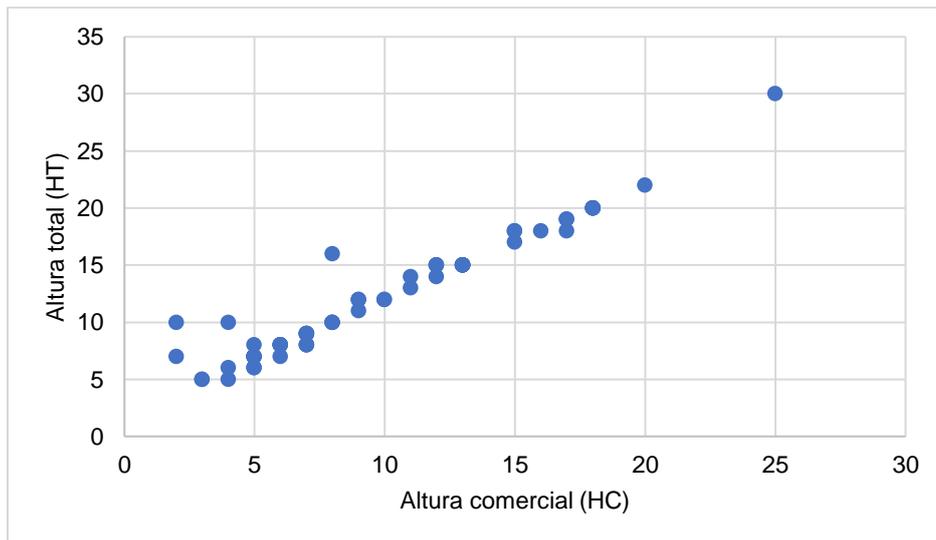


Figura 7.2-12: Distribución vertical de la Parcela FT-P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

**FT\_P3:** Se observa una estratificación mostrando que existe una buena regeneración natural, hay árboles de todos los tamaños. Considerándose un bosque saludable.

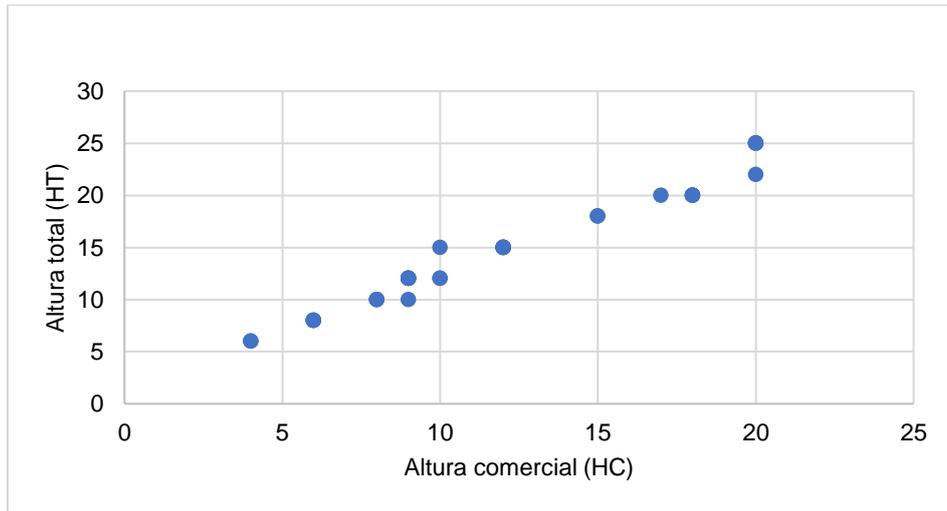


Figura 7.2-13: Distribución vertical de la Parcela FT-P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

**FT\_P4:** La cantidad de individuos muestreados (n=28) indican que hay una regeneración natural en buen estado; sin embargo, se observa que existen algunos individuos con una altura considerable. En la parcela se constató la presencia de individuos sin copa, destruidos por el viento.

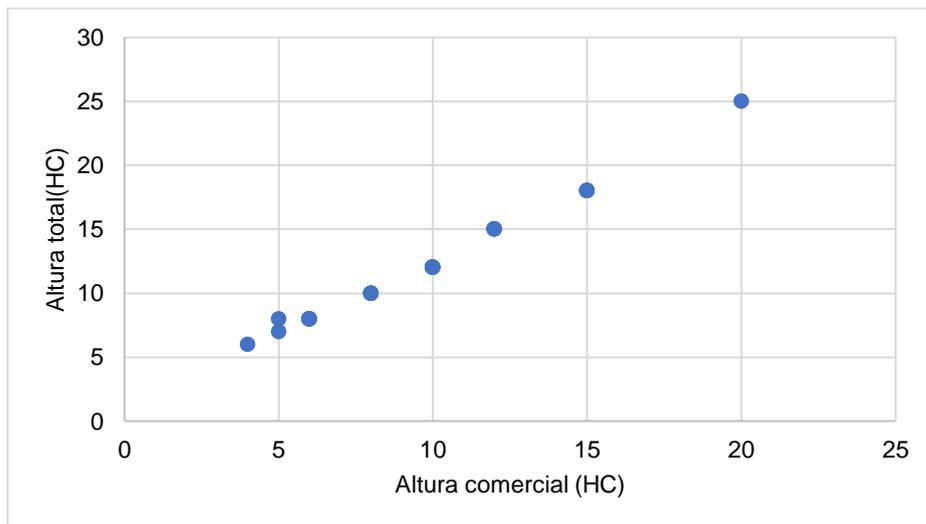


Figura 7.2-14: Distribución vertical de la Parcela FT-P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

**FT\_P5:** El análisis de la distribución indica que existen individuos con una altura considerable, que se intercala con individuos de menor tamaño, mostrando una regeneración natural en buen estado.

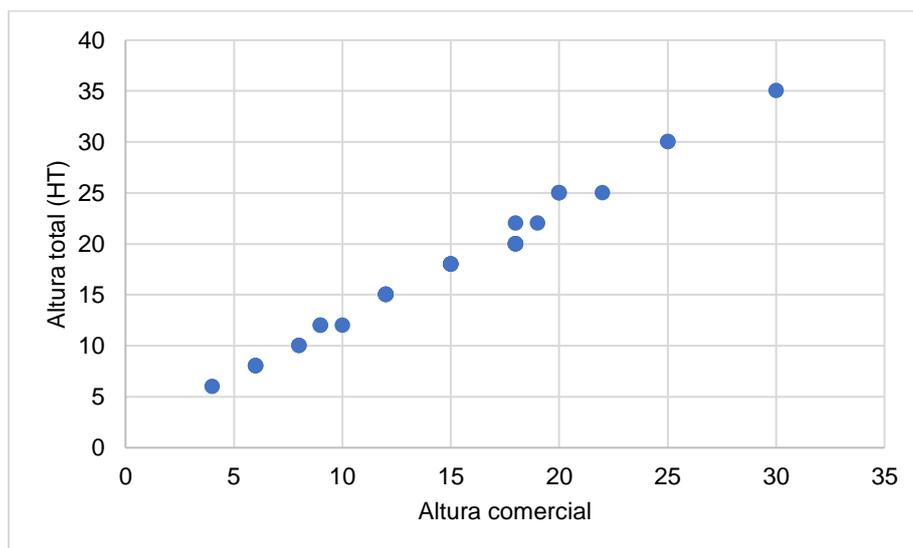


Figura 7.2-15: Distribución vertical de la Parcela FT-P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

### c. Especies indicadoras y sensibles

Las especies registradas en cada sitio de muestreo son indicadoras de calidad de suelo, estado de conservación, intervención, entre otras características. En este estudio se registró especies pioneras, las mismas muestran un estado de sucesión ecológica avanzada, dentro de estas Familias están Rubiaceae y Melastomataceae, que son comunes en suelos degradados y toleran vivir en zonas intervenidos. Mientras que hay otras especies de la Familia Meliaceae que son de crecimiento lento y por lo cual siempre requieren de condiciones óptimas (especies sensibles) para su desarrollo, por lo que nos indica que el sitio en donde se encuentran tiene un suelo rico en nutrientes.

Las especies registradas muestran el estado del bosque, en este caso se puede deducir que se tratan de bosques que fueron intervenidos en algún momento, sin embargo, presentan un estado avanzado de regeneración natural, también hay la presencia de especies que muestran el estado poco conservado (medianamente intervenido – especies de sensibilidad media) de las áreas de bosque, y por último están las que se adaptan a las perturbaciones antropogénicas a estas se les denomina pioneras (sensibilidad baja). Las especies de las familias Rubiaceae y Melastomataceae son las más comunes en sitios degradados, al contrario de las especies de las familias Meliaceae y Moraceae que indican que el suelo tiene nutrientes.

Tabla 7.2-14: Especies indicadoras de tipos de bosques presentes identificadas en el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	ESPECIES INDICADORAS	ESTATUS
Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	Intervención	Nativa
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	Intervención	Nativa
Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	Intervención	Introducida
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Intervención	Nativa

FAMILIA	ESPECIE	ESPECIES INDICADORAS	ESTATUS
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	Sucesión vegetal avanzada	Endémica
Lecythidaceae	<i>Faramea calytrata</i>	Suelo con nutrientes	Nativa
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	Sucesión temprana	Nativa
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Suelo con nutrientes	Nativa
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Suelo con nutrientes	Nativa
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	Suelo con nutrientes	Nativa
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Sucesión temprana	Nativa
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Suelo con nutrientes	Nativa
Rubiaceae	<i>Faramea calytrata</i>	Intervención	Nativa
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Intervención	Nativa
Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	Sucesión vegetal avanzada	Endémica
Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	Sucesión vegetal avanzada	Nativa
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	Intervención	Nativa
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	Sucesión temprana	Nativa
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	Suelo con nutrientes	Nativa

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Especies endémicas

En el área de estudio se registraron a dos especies endémicas: *Nectandra crassiloba* (Lauraceae) y a la especie *Palicourea corniculata* (Rubiaceae).

#### e. Uso del recurso florístico

La vegetación arbórea y arbustiva sirve como refugio para la fauna silvestre, independientemente del tamaño. Es por ello que todas las especies registradas sirven de beneficio para la fauna, ya sea como alimento o refugio. Los pobladores usan algunas especies de flora como leña y/o como especies maderables, cuando la madera es de buena calidad (para construcción o para muebles). Se registraron 24 especies, de las cuales, 22 son nativas y dos son endémicas. La Tabla 7.2-15 detalla las especies principales y los usos locales que se registraron:

Tabla 7.2-15: Uso de las especies de flora reportadas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	ESPECIE	USOS	ESTATUS
Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa

FAMILIA	ESPECIE	USOS	ESTATUS
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Introducida
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Endémica
Lecythidaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Medicinal y refugio para fauna silvestre	Nativa
Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Endémica
Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	Leña y refugio para fauna silvestre	Nativa
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	Maderable y refugio para fauna silvestre	Nativa

Fuente: De La Torre et al., 2008; Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.4.6 Discusión

A lo largo del estudio se constató la fragmentación de bosques en todos los puntos de muestreo, esto muestra que existe una modificación del paisaje boscoso, que generalmente se da por la tasa de deforestación o ampliación de la frontera agrícola (Echeverría et al., 2012, McIntyre y Hobbs, 1999), realizada por la población local, siendo una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo (Turner, 1996).

Las parcelas están ubicadas en remanentes de bosque rodeados de sitios intervenidos como pastizales y zonas destinadas para ganadería y/o agricultura. Los fragmentos de bosque generalmente no son zonas aprovechables para los propietarios, debido a que presentan generalmente pendientes pronunciadas (sobre los 45 grados) de inclinación. Esto coincide con lo indicado por Primack (1998), que dice que la fragmentación de los

bosques se da en las áreas más accesibles, de topografía poco accidentada y con alta productividad; estas áreas son las primeras en ser alteradas para utilizar las tierras para agricultura, extracción forestal o asentamientos humanos.

Algunas de las especies registradas en los puntos de muestreo se caracterizan por ser especies pioneras; es decir, que son las que aparecen primero luego de una intervención antropogénica o natural, las familias representativas de este tipo de especies en el área de estudio, son Rubiáceas y Melastomatáceas.

En cuanto a la diversidad a nivel general se puede observar que existen dos grupos marcados. El primero conformado por las parcelas FT\_P1, FT\_P3 y FT\_P4 que poseen los niveles más altos de acuerdo con el Índice de Shannon (2,35, 2,54 y 2,83 respectivamente), mientras que el otro grupo formado por las parcelas FT\_P2 y FT\_P5 con valores bajos o una diversidad menor al grupo anterior (1,52 y 1,84 respectivamente). Si se revisa los resultados con el índice de Simpson, es posible observar comunidades heterogéneas, salvo el caso de la parcela FT\_P2, donde existe una dominancia clara de *Wettinia quinaria* (Arecaceae) – 1-D= 0,56.

Las especies registradas muestran varios indicadores del estado de conservación de las formaciones vegetales registradas, dentro de ellas se registraron especies que crecen en suelo con nutrientes (sensibles), especies de zonas intervenidas y especies pioneras.

El índice de similitud de Jaccard muestra que la parcela FT\_P2 es muy diferente en cuanto a la composición de especies en relación a las demás parcelas. Por otra parte, las parcelas FT\_P1 y FT\_P4 son las que tienen mayor semejanza en cuanto a su composición de especies, debido a que el tipo de vegetación muestreada en las dos parcelas presenta características similares, y sobre todo comparten especies.

Finalmente, las especies registradas se encuentran en bosques en estado avanzado de sucesión vegetal, por lo cual el estado de salud de los bosques es bueno, esto confirma el análisis de distribución vertical en donde se observa en cada uno de los puntos una distribución gradual en cuanto a la altura de los árboles, indicando la dinámica ecológica de la vegetación local.

#### **7.2.4.7 Conclusiones**

- Se registraron en total 45 especies dentro de las tres formaciones vegetales registradas en el área de estudio. Este número representa a especies propias de zonas intervenidas, con pocos casos de especies endémicas y/o catalogadas en algún estado de amenaza.
- Existe regeneración natural en todos los sitios muestreados, pero en algunos casos se trata de especies pioneras, indicadores que hubo intervención antropogénica, lo cual se comprueba con la apertura de zonas de agricultura y cultivos por parte de los pobladores. Sin embargo, se ha logrado en algunos sitios alcanzar una sucesión vegetal en estado avanzado, lo que ayuda a la vegetación a diversificarse paulatinamente.
- De manera general se presenta una diversidad media de especies en las áreas muestreadas, indicando que dichas especies están distribuidas de manera equitativa a lo largo de las zonas valoradas.

#### 7.2.4.8 Recomendaciones

- Se recomienda levantar información sobre la fenología (periodos cíclicos de las especies) de la vegetación que existe en estos fragmentos de bosque, debido a que actualmente son escasas las zonas con bosque, lo que podría ayudar a indicar los periodos reproductivos de las especies y que puedan ser utilizadas en procesos de revegetación de las áreas intervenidas por el proyecto.
- Colectar semillas de las especies forestales nativas de importancia para futuros proyectos de restauración ecológica en la zona.

#### 7.2.5 Mastofauna

##### 7.2.5.1 Introducción

Los ecosistemas de las estribaciones de la Cordillera de los Andes suponen zonas de alta diversidad, pues converge la composición de los distintos pisos zoogeográficos, esto se replica a lo largo de toda la Cordillera de los Andes, por lo que, la zona de estudio está bajo esta realidad, donde la expansión de la frontera agrícola, junto con otras presiones antropogénicas, pone en peligro los últimos remanentes de bosque a través de una mayor fragmentación y pérdida de la calidad del hábitat (Brito et al, 2015).

Por otra parte, en la zona de estudio se contabilizan 168 especies de mamíferos para el piso zoogeográfico Subtropical Occidental y 85 especies para el piso zoogeográfico Templado, pisos que forman parte del área de influencia del proyecto.

El presente estudio presenta datos de la composición de mamíferos registrada durante el mes de febrero del 2021, y es una referencia clara que estas zonas todavía no han arrojado todos los datos de composición esperados para este tipo de áreas, donde apenas se han registrado 21 especies de mamíferos incluyendo importantes especies como el oso andino (*Tremarctos ornatus*), y el puma (*Puma concolor*) entre los mamíferos grandes, y entre los micromamíferos se tiene registros del ratón cosechador (*Reithrodontomys soederstroemi*) y el murciélago sedoso de cola corta (*Carollia brevicaudum*).

##### 7.2.5.2 Área de Estudio

El área de estudio está ubicada al noroccidente de la provincia de Carchi, y está incluida en la ecorregión Choco-Darién, que puede llegar hasta los 2200 msnm; por esta razón, es uno de los puntos calientes (hotspot) de diversidad a nivel mundial. Según Albuja (1980) esta zona está dentro de dos pisos zoogeográficos: a) Templado y b) Subtropical Occidental, ambos pisos oscilan entre los 1800 hasta los 3000 msnm.

Las condiciones naturales del área de estudio se contrastan con las áreas de pastizales y/o de tierra agropecuaria, las cuales son producto de la actividad desarrollada por los pobladores locales, La intervención antrópica promueve la fragmentación de los hábitats reduciendo la vegetación y formando los remanentes de bosque nativo, que están presentes dentro de tres formaciones vegetales en el área de interés del proyecto.

##### 7.2.5.3 Criterios Metodológicos

La metodología aplicada para el levantamiento de la información de mamíferos para la línea base del proyecto Tres Cerrillos se basó en Evaluaciones Ecológicas Rápidas

(EER), que son un conjunto de metodologías que permiten levantar la mayor cantidad de información en periodos de tiempo cortos, para lo cual, se empleó tres días de análisis para cada punto determinado. El levantamiento de información de campo permitió caracterizar a la mastofauna, obteniendo datos para el análisis la riqueza, abundancia, diversidad y ecología de las especies registradas en la zona.

La metodología para el estudio se basa en la búsqueda de información directa (observación) e información indirecta (huellas, rastros, madrigueras, fecas, comederos, osamentas, etc.); y uso de técnicas específicas como el manejo de redes de neblina y trampas vivas. Estos métodos buscan levantar información de los diferentes grupos de mamíferos: mamíferos grandes y medianos (macro y meso mamíferos), mamíferos pequeños no voladores (roedores y marsupiales) y mamíferos pequeños voladores (murciélagos).

Los métodos utilizados durante este estudio, se describen a continuación.

#### **7.2.5.3.1 Fase de Campo**

El levantamiento de información para la presente línea base se realizó durante las primeras semanas del mes de febrero del presente año. El muestreo se realizó en dos concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera, ambas ubicadas en la provincia de Carchi. Para la caracterización de la mastofauna se hicieron análisis cualitativos que permiten registrar especies de mamíferos de manera directa e indirecta, mientras que, el análisis cuantitativo hace uso de varias técnicas para conocer la composición de grupos específicos de la mastofauna. Las técnicas utilizadas para el registro de mastofauna se describen a continuación.

##### **a. Redes de Neblina**

La captura de los mamíferos voladores (murciélagos) se la realizó con seis redes de neblina de 12 metros x 3 metros y ojo de malla de 32, y que fueron colocadas en cada uno de los transectos (cinco) destinados para el muestreo de este grupo. Las redes se instalaron con una distancia de 25 metros entre cada una de las redes y se cubrió un transecto de muestreo de aproximadamente 150 metros. Las redes fueron abiertas a una distancia del suelo de 3 metros, y estuvieron abiertas entre las 18h00 y las 22h00 horas (4 horas), lo cual generó un total de 24 horas/red por noche de trabajo y 72 horas/red para cada punto de muestreo (Tirira, 1998, 2007).

Los especímenes capturados fueron medidos e identificados con la ayuda de guías de campo (Tirira, 2017), posteriormente fueron fotografiados, marcados con marcador indeleble en un ala con el fin de no recontar los individuos capturados; por último, fueron liberados en el sitio de su captura. Adicionalmente durante los recorridos se realizó la búsqueda de dormideros o refugios que ayuden a la identificación de algunas especies de murciélagos durante los recorridos ( Tirira y Boada, 2012).

##### **b. Trampas para micro y meso mamíferos**

La obtención de datos de este grupo de animales se lo hizo con el uso de 30 trampas no mortales del tipo Sherman y 10 trampas Tomahawk Se colocaron dos trampas Sherman por estación de muestreo y se complementó con una trampa Tomahawk, siendo ubicadas en zonas consideradas óptimas para la presencia de raposas, conejos y otros mamíferos medianos. Las estaciones de trampas estuvieron separadas por 10

metros, buscando abarcar la mayor cantidad de hábitats presentes en los puntos de análisis.

Las trampas permanecieron activas tres días y dos noches consecutivas, con un total de 40 trampas/día, lo cual equivale a un esfuerzo de 120 trampas por sitio de estudio. Las trampas estuvieron activas durante las 24 horas del día, correspondientes a un tiempo de 2880 horas de trapeo por sitio de estudio. Cabe indicar que la geomorfología del área de estudio no permite la colocación de muchas trampas, ya que son zonas quebradas y con pendientes pronunciadas lo que dificulta el establecimiento de estaciones de muestreo.

Para atraer la atención de los micromamíferos no voladores se usó una mezcla de avena, mantequilla de maní, atún y esencia de vainilla; cebo efectivo para atraer raposas, ratones, conejos y algunos carnívoros medianos.

c. Muestreos cualitativos

• Observación directa

El objetivo de esta metodología consistió en visualizar e identificar la mayor cantidad posible de mamíferos en su medio natural y los ecosistemas relacionados con ellos. Esta técnica se aplicó durante los recorridos realizados, tomándose en consideración; hora del avistamiento, tipo de hábitat (borde de río, área boscosa, senderos, área intervenida) y el estrato donde fue observada la especie (Tirira y Boada, 2009).

Los mamíferos grandes y medianos pueden ser identificados a simple vista; por lo cual, los métodos aplicados para su estudio son registro directo o indirecto mediante recorridos por transectos, buscando tener zonas de análisis representativas de cada zona, los recorridos se realizaron en horas de la mañana y la información se complementó durante el trabajo con las trampas no mortales y las redes de neblina en horas de la noche.

• Huellas y otros rastros (observación indirecta)

Esta técnica buscó identificar huellas y la especie del animal que dejó la impresión, se buscó madrigueras, osamentas, fecas, marcas de orina entre otras señales como lo establece (Tirira, 1998). Adicional se reconocieron vocalizaciones y otros sonidos característicos de algunos grupos de mamíferos. Estas técnicas se aplicaron en transectos de observación y recorridos libres realizados.

En cada punto de estudio se estableció un transecto con una longitud aproximada de 1000 metros donde se aplicaron simultáneamente observación directa e indirecta.

• Entrevistas informales

Toda la información fue reforzada con entrevistas aplicadas a las personas que ayudaron como guías durante el tiempo de estudio. Para la obtención de esta información se usaron láminas que ayudaron a los entrevistados a reconocer los mamíferos de la zona, estas láminas fueron tomadas de Tirira (2017).

d. Sustento bibliográfico

Para la obtención de información de los micromamíferos terrestres y voladores se revisó la distribución de las especies dadas por: Albuja, 1999; Patzelt, 2000 y Tirira, 2007 los que poseen claves dicotómicas para identificación de especímenes observados y capturados. El estado de conservación de las especies fue determinado utilizando el

Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador basados en las categorías de clasificación determinadas por la UICN y el CITES (Tirira, 2017) y para el reconocimiento de huellas se utilizó Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

La ubicación de especies en peligro de extinción o endémicas se basó en la publicación del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011), Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (Albuja, 2002 y 1999), la guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017) y la evaluación más reciente de las especies de la UICN (2020).

Los valores de diversidad en porcentajes se obtuvieron comparando el número total de Mamíferos para el Ecuador Continental y el número de Mamíferos registrados durante el presente estudio.

Se determinó el nivel de sensibilidad de las especies registradas, a través de la publicación, Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017). El nicho trófico se determinó considerando la dieta principal de la especie, en base a la Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017) y Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical (Emmons, 1999).

Los registros por información se realizaron en base a las entrevistas realizadas a residentes del área con la ayuda de láminas de Mamíferos del Ecuador (Patzelt, 2000; Emmons y Feer, 1999 y Tirira, 2017) y la Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

e. Limitantes metodológicas

La geomorfología del área de estudio presenta zonas colinadas y quebradas con pendientes pronunciadas, lo que dificultó la colocación de las estaciones de muestreo con trampas, ya que requieren de sitios más planos para que obtengan una mejor estabilidad para la captura de mamíferos. Por otra parte, el muestreo se llevó a cabo durante la época lluviosa, por este motivo, se presentaron varios días con lluvias fuertes y constantes, lo que inhibe en cierta medida la dispersión del olor del cebo y dificulta la captura de animales de este grupo para su registro.

f. Sitios de Muestreo

En la Tabla 7.2-16, se detallan los puntos de muestreo evaluados para el registro de especies de mamíferos por las diferentes metodologías aplicadas durante el trabajo de campo (*ver Anexo E "Cartografía" Mapa 23.2 Mapa Muestreo Mastofauna*).

Tabla 7.2-16 Sitios de Muestreo componente Mastofauna

ÁREA DE MUESTREO/ CONCESIÓN	CÓDIGO	COORDENADAS				METODOLOGÍA	TIPO DE VEGETACIÓN
		WGS 84 Zona 17 Sur					
		X1 (este)	Y1 (norte)	X2 (este)	Y2 (norte)		
Tres Cerrillos	MTr_P1	817362,04	10088705,91	817254,00	10088601,00	Redes de Neblina	Bosque nativo intervenido
	MTt_P1	817563,66	10088722,14	817478,77	10088776,64	Trampas Sherman y Tomahawk	
	MT_P01	817985,00	10088402,00	817112,59	10088887,30	Recorrido de observación	

ÁREA DE MUESTREO/ CONCESIÓN	CÓDIGO	COORDENADAS				METODOLOGÍA	TIPO DE VEGETACIÓN
		WGS 84 Zona 17 Sur					
		X1 (este)	Y1 (norte)	X2 (este)	Y2 (norte)		
La Primavera	MTr_P2	816750,98	10087173,87	816716,00	10087316,00	Redes de Neblina	
	MTt_P2	816666,74	10087326,06	816756,00	10087378,00	Trampas Sherman y Tomahawk	
	MT_P02	816609,93	10087706,65	817126,59	10086850,05	Recorrido de observación	
	MTr_P3	812812,79	10085214,03	812760,14	10085073,54	Redes de Neblina	
	MTt_P3	812644,13	10085305,03	812735,00	10085264,00	Trampas Sherman y Tomahawk	
	MT_P03	812915,13	10085439,39	812857,13	10084637,39	Recorrido de observación	
	MTr_P4	813908,62	10087392,23	814011,99	10087284,45	Redes de Neblina	
	MTt_P4	813833,16	10087419,11	813750,00	10087477,00	Trampas Sherman y Tomahawk	
	MT_P04	814625,13	10087129,39	813730,62	10087574,20	Recorrido de observación	
MTr_P5	810136,22	10089059,48	810225,57	10088937,90	Redes de Neblina		
MTt_P5	809969,00	10088967,41	810059,52	10088923,77	Trampas Sherman y Tomahawk		
MT_P05	810865,89	10089452,89	809924,84	10089132,48	Recorrido de observación		

Código: Componente mastofauna: M. Redes de Neblina: Tr: Transectos con Trampas Sherman: Tt. Punto de observación: PO: Punto inicio transecto: 01. Punto fin de transecto: 02.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### g. Esfuerzo de Muestreo

En la Tabla 7.2-17, se observa el esfuerzo de muestreo realizado para la obtención de datos de mamíferos registrados.

Tabla 7.2-17 Esfuerzo de Muestreo – Componente Mastofauna

PUNTO DE MUESTREO	TIPO DE VEGETACIÓN	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	CANTIDAD x HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
MTr_P1	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Redes de Neblina	6 redes x 4 horas / 3 días	72 horas
MTt_P1	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Trampas Sherman y Tomahawk	40 trampas x 24 / 3 días	2880 horas
MTr_P1	Bosque natural intervenido	Cualitativa	Recorrido de observación	1 recorrido x 4 horas / 1 día	4 horas
MTr_P2	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Redes de Neblina	6 redes x 4 horas / 3 días	72 horas
MTt_P2	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Trampas Sherman y Tomahawk	40 trampas x 24 / 3 días	2880 horas
MTr_P2	Bosque natural intervenido	Cualitativa	Recorrido de observación	1 recorrido x 4 horas / 1 día	4 horas

PUNTO DE MUESTREO	TIPO DE VEGETACIÓN	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	CANTIDAD x HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
MTr_P3	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Redes de Neblina	6 redes x 4 horas / 3 días	72 horas
MTt_P3	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Trampas Sherman y Tomahawk	40 trampas x 24 / 3 días	2880 horas
MTr_P3	Bosque natural intervenido	Cualitativa	Recorrido de observación	1 recorrido x 4 horas / 1 día	4 horas
MTr_P4	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Redes de Neblina	6 redes x 4 horas / 3 días	72 horas
MTt_P4	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Trampas Sherman y Tomahawk	40 trampas x 24 / 3 días	2880 horas
MTr_P4	Bosque natural intervenido	Cualitativa	Recorrido de observación	1 recorrido x 4 horas / 1 día	4 horas
MTr_P5	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Redes de Neblina	6 redes x 4 horas / 3 días	72 horas
MTt_P5	Bosque natural intervenido	Cuantitativa	Trampas Sherman y Tomahawk	40 trampas x 24 / 3 días	2880 horas
MTr_P5	Bosque natural intervenido	Cualitativa	Recorrido de observación	1 recorrido x 4 horas / 1 día	4 horas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.5.3.2 Fase de Gabinete

Se presentan los resultados de manera global, para lo que se considera la riqueza, abundancia, índices de diversidad, así como datos ecológicos de cada especie. Para cada punto de muestreo se analizó también la riqueza, abundancia y la diversidad.

El análisis fue cuantitativo y cualitativo, siendo el análisis cuantitativo la fuente de información que permite establecer datos de diversidad, mientras que los datos cualitativos permiten establecer la riqueza posible (aleatoria) del sitio según datos de presencia/ausencia.

El orden taxonómico se presenta según es propuesto por Wilson y Reeder (2005) y los nombres comunes se tomaron de Tirira (2020.b).

#### a. Riqueza

Este parámetro se refiere al número de especies contabilizadas, detallando la familia y el orden a los que están integrados. El total de las especies se representa por S y el número de individuos por N (Moreno, 2001). La información en relación al número de especies existentes en el piso zoogeográfico y a nivel nacional, se analizan según datos de diversidad presentados en Tirira (2020.b).

#### b. Abundancia

Representa el número (N) de individuos registrados en un área (Moreno, 2001).

- Abundancia relativa

La abundancia relativa se determinó según el número de individuos capturados, y se los clasificó según las categorías que se muestran a continuación, y fue calculado de las

especies que fueron registradas de forma cuantitativa. A continuación, se puede ver los valores considerados.

Valoración:

- Mayor a 10= Abundante
- a 5= Común
- 4 a 2= Poco común
- 1= Raro

c. Curva de Dominancia de Especies

El análisis es reforzado con la elaboración de la curva de dominancia de especies, como resultado se presenta información sobre el número total de individuos registrados por especie con sus frecuencias.

El análisis incluye el número de individuos de cada especie que es dividido por el total de individuos registrados, el valor producto es la proporción de representación de cada especie durante el estudio; este valor es conocido como  $P_i$ .

La fórmula de cálculo es:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

d. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies sirve para conocer la tendencia de crecimiento de la diversidad de las especies registradas en una zona, con lo cual se puede inferir el número de especies esperadas a partir del muestreo (Moreno, 2001; Escalante, 2003; Álvarez et al., 2006).

Esta curva presenta cómo se acumula el número de especies en función del número de muestras registradas en una localidad, de tal manera que la riqueza aumentará hasta llegar a un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003). Esta curva permite estimar la eficiencia del muestreo realizado.

e. Índice de Chao 1

Es un estimador, del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras de una muestra (Chao y Lee, 1992).  $S$  es el número de especies en una muestra,  $a$  es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y  $b$  es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, 2001).

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Chao\ 1 = S + a^2/2b$$

Donde:

- S Número de especies de la muestra.
- a Número de especies que están representadas sólo por un único individuo en la muestra.
- b Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

f. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon-Wiener

La diversidad de mamíferos fue evaluada con el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el cual toma en cuenta los dos componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y número de individuos por especie (Franco-López et al., 1985; Magurran, 1988). Este índice refleja igualdad: mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen una comunidad, mayor es el valor. Por lo tanto, el índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores que van de cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001; Magurran, 2004), la fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:  $H'$  corresponde al índice de diversidad;  $\Sigma$  es la sumatoria;  $\ln$  es el logaritmo natural; y  $p_i$  es la proporción de la muestra ( $n_i/n$ ), que representa el número total de individuos de una especie ( $n_i$ ) dividido para el número total de individuos de todas las especies ( $n$ ).

- Índice de Simpson (D)

El índice de dominancia de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad infinita pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004); es decir, cuanto más se acerca el valor del índice a 1 existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a 0 mayor es la biodiversidad de un hábitat (Villarreal et al., 2006). El índice es igual al número de individuos de una especie dividido para el número total de individuos en la muestra. La fórmula de cálculo es:

$$D = \sum \frac{n_i^2}{N^2} = \sum p_i^2$$

Dónde:  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido para el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001). Este índice se encuentra fuertemente influenciado por las especies más dominantes: a mayor presencia de especies dominantes el valor será más alto (Villarreal et al., 2006).

g. Índices de Similitud

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes, son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Pielou, 1975; Magurran, 1988). Estos índices pueden obtenerse en base

a datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Moreno, 2001).

- Coeficiente de Similitud de Jaccard ( $I_j$ )

Es uno de los principales índices para medir la diversidad beta. El rango de este índice va desde cero (0), cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1), cuando los dos sitios comparados comparten las mismas especies (Moreno, 2001). Este índice relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas y mide las diferencias en la presencia o ausencia de especies (Álvarez et al., 2006).

La fórmula de aplicación es la siguiente:

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

Dónde: A equivale al número de especies en el sitio A; B es el número de especies en el sitio B; C es el número de especies presentes en ambos sitios A y B (especies compartidas).

### 7.2.5.3.3 Aspectos Ecológicos

#### a. Nicho Trófico

El nicho trófico de las especies registradas en el área de estudio se establecerá en categorías de acuerdo a la alimentación que presenta cada una, datos que aparecen básicamente con la ayuda de información bibliográfica (Emmons y Feer, 1999, y Tirira, 2007, entre otros) y observaciones de campo. Las categorías que se presentan entre otras son: frugívoros (Fr), insectívoros (In), herbívoros (He), hematófagos, sangre (Hm), ictiófagos (Pe), carroñeros (Cñ), carnívoros (Cr), nectarívoros (Ne); omnívoros (Om) y folívoros, entre otros.

#### b. Distribución Vertical

Este parámetro se refiere a la locomoción y el uso del estrato de las especies de mamíferos, costumbres terrestres, arborícolas, marinas, acuáticas, voladoras, o incluso especies con costumbres combinadas (Tirira, 2017).

#### c. Hábito

El hábito se refiere a las horas de actividad de las especies de mamíferos, cuando los animales son activos para realizar sus actividades de obtención de alimento, relacionarse con otros individuos de la misma especie entre otras actividades (Tirira, 2017).

#### d. Estado de Conservación de las Especies

- Libros y Listas Rojas

Las especies amenazadas son aquellas que se registran en listas especializadas sobre el tema, siendo la principal fuente los Libros Rojos de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017) para especies amenazadas y en peligro de extinción. Se menciona la categoría en la que se encuentra la especie citada, estas categorías son las siguientes:

- **En Peligro Crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **En Peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **Casi Amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para una categoría de amenaza en el futuro próximo.
- **Datos Insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.
- **Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.
- Apéndices CITES

También serán incluidas las especies que constan en los apéndices de CITES (2017).

- **Apéndice I.** Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos o muertos, como de alguna de sus partes.
- **Apéndice II.** Para especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.
- **Apéndice III.** Para especies de comercio permitido, siempre y cuando la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica a la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

e. Especies Sensibles

La sensibilidad se determinó según el impacto que produce la alteración del hábitat en su presencia, las categorías de sensibilidad propuestas para las especies, de acuerdo con los criterios de Stotz et al. (1996), son:

- **Especies de sensibilidad Alta.** Especies muy sensibles a los cambios en su hábitat, desaparecen del área intervenida.
- **Especies de sensibilidad Media.** Especies que soportan moderados cambios en el hábitat.
- **Especies de sensibilidad Baja.** Especies a las que no les afectan los cambios de hábitat, se adaptan al nuevo entorno y pueden aumentar sus poblaciones.
- Las especies de mamíferos fueron clasificadas en las tres categorías indicadas según su estado de amenaza (basado en Tirira 2011).

f. Especies Indicadoras

Las especies indicadoras no necesariamente son especies amenazadas o en peligro de extinción. Para considerar especies indicadoras y su grado de sensibilidad ambiental se utilizó información y criterios presentados en Emmons y Feer (1999) y Tirira (1998, 2007, 2017) los criterios a considerarse son:

- Especies que ocupan un amplio rango de los hábitats de la zona
- Especies que pueden ser comunes localmente
- Especies que pueden variar en su presencia y/o abundancia relativa debido al nivel de impacto humano; esta relación puede ser positiva o negativa.

De esta manera, según las características específicas de las especies, habrá unas que pueden ser indicadoras de impacto ambiental de hábitats degradados o prístinos.

g. Especies Endémicas

Se refiere a una especie restringida a una zona o región, en el caso de los mamíferos del Ecuador se conocen al momento 41 especies endémicas (Tirira, 2017).

h. Uso del Recurso

Este parámetro se refiere al uso que le dan las comunidades indígenas y colonos al recurso mastozoológico, ya sea para fines alimenticios, míticos, para mantener de mascotas, etc.

## 7.2.5.4 Resultados

### 7.2.5.4.1 Inventario General

a. Riqueza y Abundancia Absoluta

Durante el presente estudio se registraron 21 especies de mamíferos, incluidas en 14 familias y siete órdenes, los registros representan el 12,5% del total de la mastofauna registrada (168) en el piso zoogeográfico Subtropical Occidental, y ante las especies del piso zoogeográfico Templado (85) representan el 24,7% (Tirira, 2020.b), y es el 4,68 % del total de los mamíferos presentes a nivel nacional (448) (Tirira, 2020.b). La riqueza obtenida fue calculada en base a los registros directos e indirectos obtenidos durante la fase de campo en el proyecto Tres Cerrillos.

A continuación, en la Tabla 7.2-18, se detalla la representación.

Tabla 7.2-18: Listado de especies de mamíferos registradas en el área de estudio

No.	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO
1	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Captura, Huellas, Observación, Entrevista
2	Primates	Atelidae	Alouatta	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de manto dorado	Entrevista
3	Chiroptera	Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Captura
4			Carollia	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de seda	Captura

No.	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO
5			Carollia	<i>Carollia castanea</i>	Murciélago cola corta castaño	Captura
6			Sturnira	<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos	Captura
7			Sturnira	<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos	Captura
8			Artibeus	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Captura
9			Platyrrhinus	<i>Platyrrhinus sp.</i>	Murciélago de nariz ancha	Captura
10		Vespertilionidae	Myotis	<i>Myotis sp.</i>	Myotis de puntas plateadas	Captura, Observación
11	Rodentia	Sciuridae	Microsciurus	<i>Microsciurus sp.</i>	Ardilla enana	Observación
12			Notosciurus	<i>Notosciurus sp.</i>	Ardilla de cola roja	Observación
13		Cricetidae	Reithrodontomys	<i>Reithrodontomys soederstromi</i>	Ratón cosechador de Soderstrom	Captura manual
14		Dasyproctidae	Dasyprocta	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Observación, Huellas
15		Cuniculidae	Cuniculus	<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Huella
16	Cingulata	Dasypodidae	Dasyopus	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Huellas
17	Carnivora	Procyonidae	Potos	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	Observación, Huellas
18		Mustelidae	Mustela	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Observación
19		Ursidae	Tremarctos	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso Andino	Entrevista, Huellas
20		Felidae	Puma	<i>Puma concolor</i>	Puma	Entrevista
21	Artiodactyla	Cervidae	Mazama	<i>Mazama rufina</i>	Venado	Observación, Entrevista, Huellas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

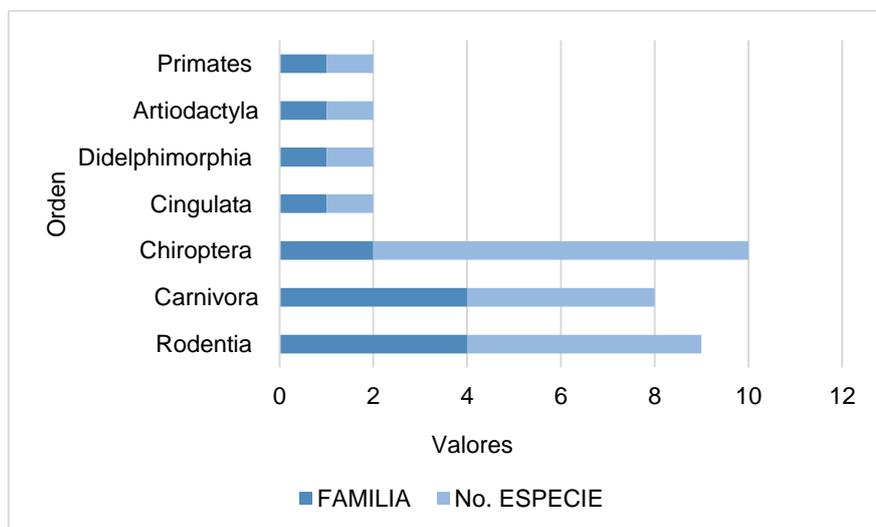


Figura 7.2-16 Riqueza de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Abundancia Relativa

La abundancia relativa se presenta de la siguiente forma: seis especies fueron Poco comunes (60 %) y cuatro especies fueron Raras (40 %). La abundancia relativa de la Tabla a continuación, fue un parámetro determinado con las especies que fueron registradas de forma directa, en este caso solo capturas (Tabla 7.2-19).

Tabla 7.2-19 Especies y frecuencia de registros

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Pi	TOTAL INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis pernigra</i>	0.16	1	Raro
Chiroptera	Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia brevicaudum</i>	0.22	4	Poco común
	Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia perspicillata</i>	0.11	2	Poco común
	Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia castanea</i>	0.06	1	Raro
	Phyllostomidae	Sturnira	<i>Sturnira erythromos</i>	0.22	4	Poco común
	Phyllostomidae	Sturnira	<i>Sturnira bidens</i>	0.11	2	Poco común
	Phyllostomidae	Artibeus	<i>Artibeus lituratus</i>	0.06	1	Raro
	Phyllostomidae	Platyrrhinus	<i>Platyrrhinus sp.</i>	0.06	1	Raro
	Vespertilionidae	Myotis	<i>Myotis sp.</i>	0.16	3	Poco común
Rodentia	Cricetidae	Reithrodontomys	<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	0.11	2	Poco común
Total					21	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Entre las especies Poco comunes (12) registradas se destacan, la zarigüeya común (*Didelphis pernigra*), el Kinkajú (*Potos flavus*), entre los murciélagos de los géneros *Carollia*, *Sturnira*, entre otros registros.

Entre las especies Raras (4), se destacan la comadreja Andina (*Mustela frenata*), el murciélago de cola corta castaño (*Carollia castanea*), el murciélago frutero (*Artibeus lituratus*) y el murciélago de nariz ancha (*Platyrrhinus sp.*).

c. Curva de Dominancia – diversidad

En la curva de dominancia de especies (rango-abundancia) se observa la abundancia registrada durante el estudio e incluye los datos efectivos de campo observaciones o capturas. Se evidencia que los géneros más abundantes para la línea base son: *Carollia brevicaudum* y *Sturnira erythromos*.

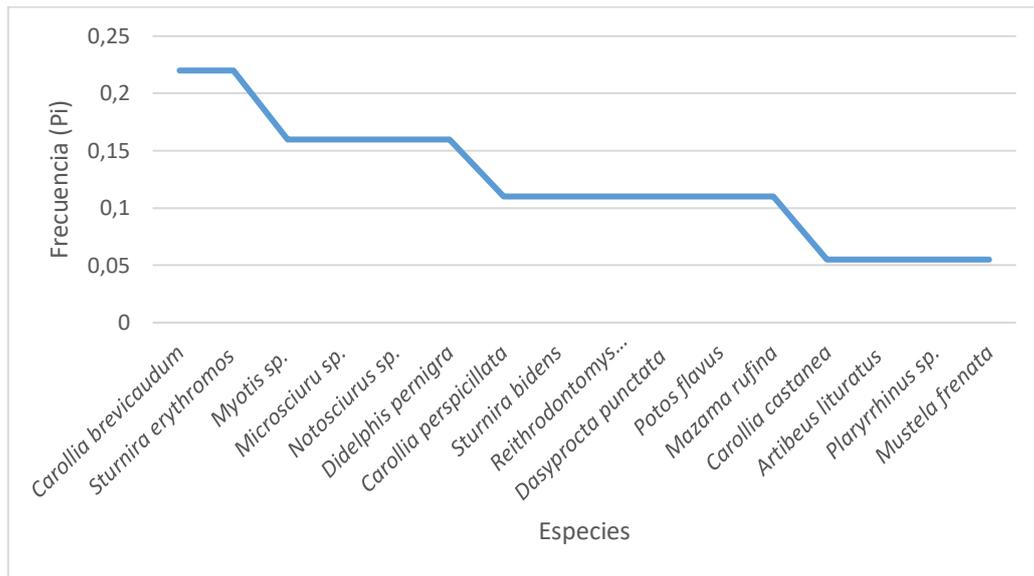


Figura 7.2-17 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.5.4.2 Análisis por Punto de Muestreo (cuantitativo)

Se analizó un total de cinco puntos entre cuantitativos y cualitativos; los resultados y análisis se presentan a continuación.

##### a. Punto de muestreo MT\_P1

- Inventario

El análisis cuantitativo en el punto de estudio MT\_P1 se registró nueve especies de mamíferos, correspondientes a siete géneros, cinco familias y cuatro órdenes.

- Riqueza

Esta riqueza representa un 2 % del total de mamíferos registrados en el Ecuador, y representa el 5,35 % del total de mamíferos incluidos en el piso Subtropical Oriental y el 10,58 % de los mamíferos incluidos en el piso Templado Occidental. La composición de los registros se puede observar en la Tabla 7.2-20.

Tabla 7.2-20: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT\_P1

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Captura	2
2			<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de seda	Captura	2
3			<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos	Captura	3

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
4			<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos	Captura	2
5			<i>Platyrrhinus sp.</i>	Murciélago de nariz ancha	Captura	1
6		Vespertilionidae	<i>Myotis sp.</i>	Myotis de puntas plateadas	Captura, Observación	2
7	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Observación	-
8	Carnívora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo, Kinkajú	Observación	-
9	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Venado	Observación	-
TOTAL						13

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

El orden mejor representado para el sitio de muestreo fue Chiroptera, con dos familias y seis especies. Los otros órdenes incluyen una especie únicamente. Mientras que las especies más abundantes en este punto de estudio fueron *Sturnira erythromos* y *Myotis sp.*

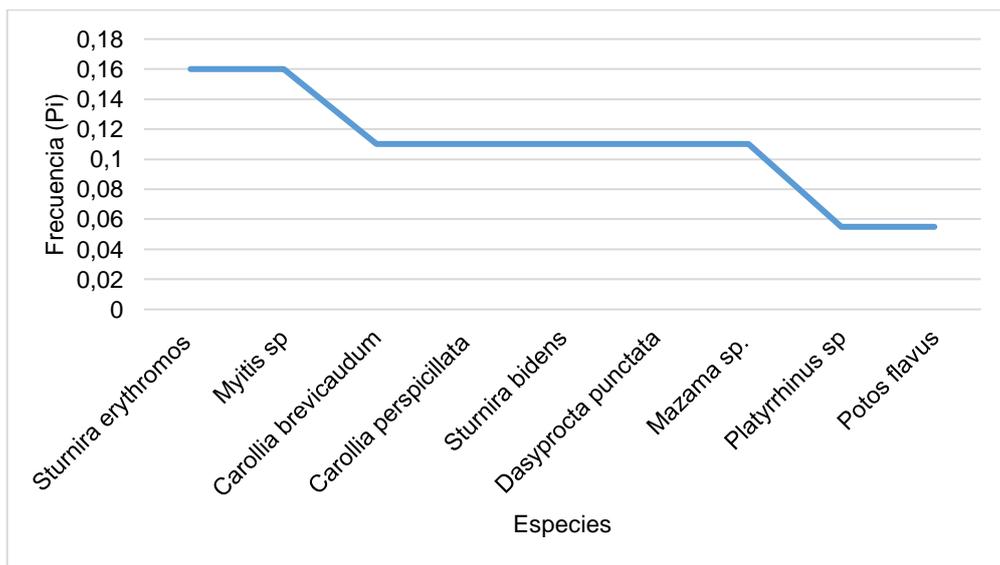


Figura 7.2-18 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Punto de muestreo MT\_P2

- Inventario

El análisis cuantitativo en el punto de estudio MT\_P2 se registró cuatro especies de mamíferos, correspondientes a cuatro géneros, cuatro familias y tres órdenes.

- Riqueza

Esta riqueza representa un 0,89 % del total de mamíferos registrados en el Ecuador, y representa el 2,3 % del total de mamíferos incluidos en el piso Subtropical Oriental y el 4,7 % de los mamíferos incluidos en el piso Templado Occidental. La composición de los registros se observa en la Tabla 7.2-21.

Tabla 7.2-21: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT\_P2

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Observación	-
2	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis</i> sp.	Myotis de puntas plateadas	Captura, Observación	1
3	Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus</i> sp.	Ardilla enana	Observación	-
4	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Observación	-
TOTAL						1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

El orden mejor representado para el sitio de muestreo fue Chiroptera, con dos familias y dos especies. Otros órdenes incluyen una especie únicamente. No se realizó la curva de abundancia de especies, pues todos los registros en el punto tienen un registro.

c. Punto de muestreo MT\_P3

- Inventario

En análisis cuantitativo del punto de estudio MT\_P3 se registraron seis especies de mamíferos, correspondientes a seis géneros, cuatro familias y tres órdenes.

- Riqueza

Esta riqueza representa un 1,33 % del total de mamíferos registrados en el Ecuador, y representa el 3,57 % del total de mamíferos incluidos en el piso Subtropical Oriental y el 7,05 % de los mamíferos incluidos en el piso Templado Occidental. La composición de los registros se observa en la Tabla 7.2-22.

Tabla 7.2-22: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT\_P3

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Captura	1
2			<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos	Captura	1

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
3	Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus</i> sp.	Ardilla enana	Observación	-
4			<i>Notosciurus</i> sp.	Ardilla de cola roja	Observación	-
5		Cricetidae	<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	Ratón cosechador de Soderstrom	Captura manual	2
6	Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Cusumbo, Kinkajú	Observación	-
TOTAL						4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

El orden mejor representado para el sitio de muestreo fue Rodentia, con dos familias y tres especies, en representación sigue el orden de los Chiropteros (murciélagos) que incluye dos especies. Los otros órdenes incluyen una especie únicamente. Mientras que la especie más abundante en este punto de estudio fue *Reithrodontomys soederstroemi* (Ratón cosechador de Soderstrom).

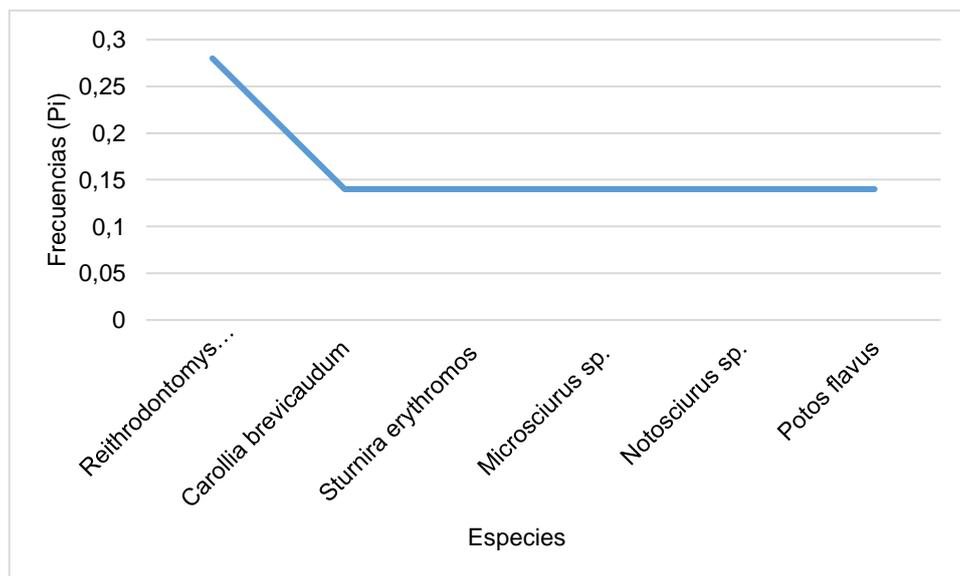


Figura 7.2-19 Curva de dominancia – diversidad en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Punto de muestreo MT\_P4

- Inventario

En análisis cuantitativo del punto de estudio MT\_P4 se registraron tres especies de mamíferos, correspondientes a tres géneros, dos familias y dos órdenes.

- Riqueza

Esta riqueza representa un 0,66 % del total de mamíferos registrados en el Ecuador, y representa el 1,78 % del total de mamíferos incluidos en el piso Subtropical Oriental y el 3,52 % de los mamíferos incluidos en el piso Templado Occidental. La composición de los registros se observa en la tabla a continuación (Tabla 7.2-23).

Tabla 7.2-23: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT\_P4

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Observación	-
2	Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus</i> sp.	Ardila enana	Observación	-
3			<i>Notosciurus</i> sp.	Ardilla de cola roja	Captura manual	1
TOTAL						1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

El orden mejor representado para el sitio de muestreo fue Rodentia, con dos especies incluidas en una familia. No se realizó la curva de dominancia de especies pues los registros de la zona incluyen todos los mismos números de especies.

e. Punto de muestreo MT\_P5

- Inventario

El análisis cuantitativo en el punto de estudio MT\_P5 se registró cinco especies de mamíferos, correspondientes a cuatro géneros, tres familias y tres órdenes.

- Riqueza

Esta riqueza representa un 1,11 % del total de mamíferos registrados en el Ecuador, y representa el 2,97 % del total de mamíferos incluidos en el piso Subtropical Oriental y el 5,88 % de los mamíferos incluidos en el piso Templado Occidental. La composición de los registros se puede observar en la tabla a continuación (Tabla 7.2-24).

Tabla 7.2-24: Especies de mamíferos registradas en el punto de muestreo MT\_P5

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Captura	1
2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Captura	1
3			<i>Carollia castanea</i>	Murciélago cola corta castaño	Captura	1
4			<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Captura	1

No.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE REGISTRO	ABUNDANCIA
5	Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus</i> sp	Ardilla de cola roja	Observación	-
TOTAL						4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

El orden mejor representado para el sitio de muestreo fue Chiroptera, con una familia y tres especies. Los otros órdenes incluyen una especie únicamente. No se realizó la curva de dominancia pues todos los registros tienen un solo individuo.

f. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon – Wiener

Los resultados de índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) se presentan a continuación, y se basan en los registros directos obtenidos, se presenta la diversidad global y por punto de análisis.

El punto de estudio con mayor diversidad fue PMM1, donde se obtuvo valores ( $H' = 2.13$ ), mientras que el valor más bajo ( $H' = 1.09$ ), lo presentó el punto PMM4. De los cinco puntos de análisis, cuatro puntos presentaron una diversidad baja y uno con diversidad media, mientras que la diversidad global se presenta como Media. En la Tabla 7.2-25 se pueden ver los valores calculados.

Tabla 7.2-25 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

CONCESIÓN/SITIO DE MUESTREO	PUNTO DE MUESTREO	VALORES	INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE
Proyecto Minero	Global	2.67	Diversidad Media
Concesión Tres Cerrillos	PMM1	2.13	Diversidad Media
	PMM 2	1.38	Diversidad Baja
Concesión La Primavera	PMM 3	1.74	Diversidad Baja
	PMM 4	1.09	Diversidad Baja
	PMM 5	1.60	Diversidad Baja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice de Diversidad de Simpson (1-D)

Los resultados de índice de diversidad de Simpson ( $D$ ) indica que según este índice para todo el estudio el valor de diversidad es  $D = 0.92$ . Los valores para cada localidad de estudio indican que el rango de valores se mantuvo entre  $D = 0.66$  y  $0.92$ , incluyendo diversidades medias y altas, en cuanto a la dominancia de especies registradas en los distintos puntos de muestreo. La Tabla 7.2-26, detalla el valor del índice de Simpson registrado en el área del proyecto.

Tabla 7.2-26 Índice de Diversidad de Simpson (1-D) de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

CONCESIÓN/SITIO DE MUESTREO	PUNTO DE MUESTREO	VALORES	INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE
Proyecto Minero	Global	0.92	Diversidad Alta
Concesión Tres Cerrillos	1	0.87	Diversidad Alta
	2	0.75	Diversidad Media
Concesión La Primavera	3	0.81	Diversidad Alta
	4	0.66	Diversidad Media
	5	0.80	Diversidad Alta

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### g. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación se realizó con los registros directos obtenidos durante el estudio, para un total de 16 especies registradas. La curva obtenida está basada en el esfuerzo de muestreo realizado en los cinco puntos cuantitativos.

El análisis arroja una curva con tendencia al crecimiento, esto es confirmado por el arreglo logarítmico, por lo que es probable que la curva se estabilice con el aumento del esfuerzo de muestreo (Figura 7.2-20), debido a que el calculo de Chao 1 indica que se estima registrar hasta 17 especies.

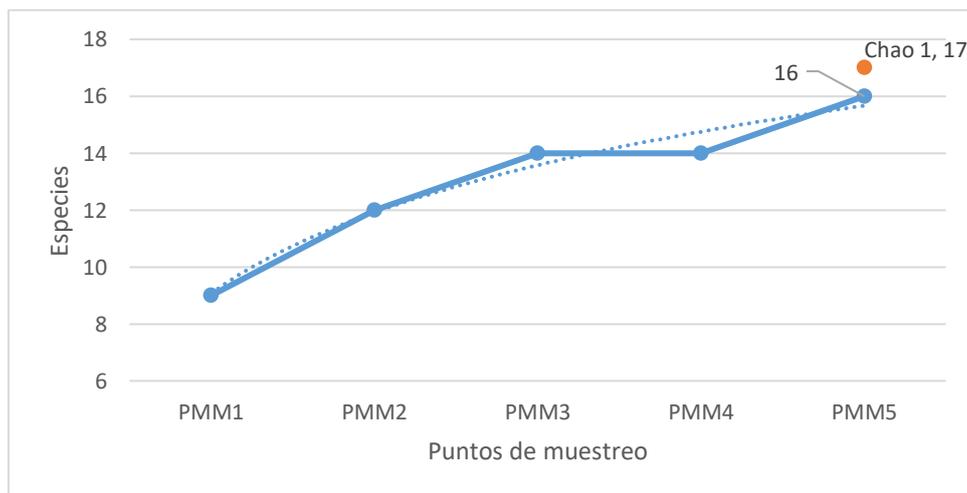


Figura 7.2-20 Curva de Acumulación de especies de mamíferos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### h. Índice de Chao 1

El índice de Chao 1 expresa 17 (94,11 %); es decir, que, para culminar con el número máximo de especies, falta el 5,89 % de esfuerzo de muestreo, este índice fue calculado únicamente con las especies registradas de forma directa.

i. Índice de Similitud de Jaccard (Diversidad Beta)

Para determinar la similitud entre los puntos de estudio se utilizó el índice de Jaccard, y se obtuvo valores que establecen similitudes que van desde 26% hasta el 36%, dejando una disimilitud mayor al 64 %.

El punto PMM1 se ve separado de los otros puntos de muestreo indicando que posee pocas especies compartidas con el resto de puntos. El punto PMM2 engloba a los puntos PMM3, PMM4 y PMM5, mostrando una similitud del 20% de especies entre estos puntos. El punto PMM5 presentó una similaridad del 25% con los puntos PMM3 y PMM4. Por último, los puntos PMM3 y PMM4 presentan la mayor similitud con un porcentaje del 41%. Mientras más parecida sea la composición de especies entre los puntos de muestreo, comparten un mayor número de especies. Este valor fue menor al 50% lo que muestra que existe diferencias en la composición y estructura de las comunidades de mamíferos registradas en el área de estudio. La Figura 7.2-21 producto de este análisis se puede ver a continuación.

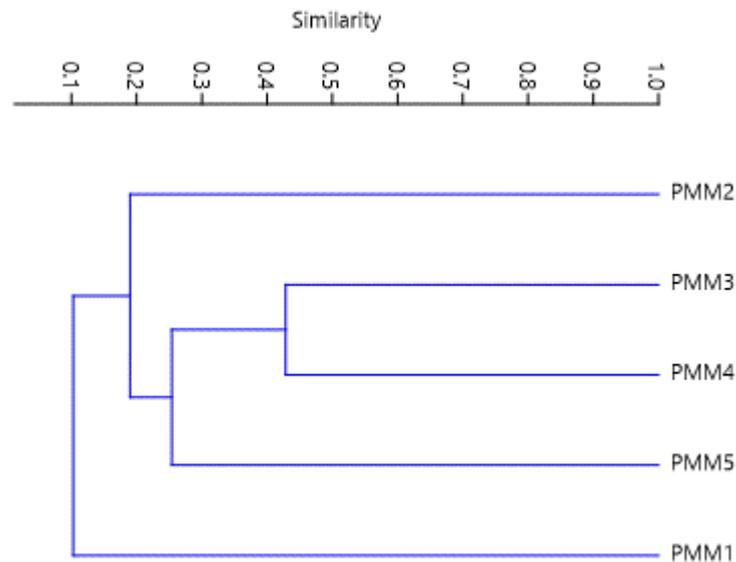


Figura 7.2-21 Índice de Similitud de Jaccard –Mastofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

**7.2.5.4.3 Análisis por Punto de Muestreo (cualitativo)**

En los cinco puntos de muestreo cualitativo se encontraron, la mayoría por observación, un total de 12 especies, pertenecientes a 12 géneros y 11 familias.

a. MT\_P01

Se contabilizaron siete especies de mamíferos dentro de este análisis, se registró una especie de marsupial (Didelphimorphia), dos especies de roedores (Rodentia), una especie de armadillo (Cingulata), dos especies de carnívoros (Carnivora) y una especie de venado (Artiodactyla).

Tabla 7.2-27 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT\_P01

Orden	Familia	Especie	Tipo de Registro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Entrevista
Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus sp.</i>	Entrevista
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Observación
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Huella
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Observación
	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Huella
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Observación
Total			7 especies

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Durante el recorrido no se registraron especies de manera directa, los registros que se obtuvieron fueron de manera indirecta (observación), el camino recorrido para este transecto es un acceso a fincas, que incluso es recorrido con mulas, por lo que el registro de huellas fue muy complicado en el sector, aunque se registraron algunas brómeliás consumidas por mamíferos de la zona.

b. MT\_P02

Se contabilizaron siete especies de mamíferos dentro de este análisis, se registró una especie de marsupial (Didelphimorphia), una especie de primate (Primate), una especie de roedor (Rodentia), tres especies de carnívoros (Carnivora) y una especie de venado (Artiodactyla).

Tabla 7.2-28 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT\_P02

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Observación
Primate	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Entrevista
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Huella
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Observación
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Entrevista
	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Huella
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Entrevista
Total			7 especies

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Durante el recorrido no se registraron especies de manera directa, los registros que se obtuvieron fueron de manera indirecta (observación), hay importantes registros como el del oso Andino (*Tremarctos ornatus*) que se registró por el hallazgo de bromelias consumidas, este registro se realizó en sobre los 2000 m. Otros registros como el del

puma (*Puma concolor*) fue por entrevistas manifiestan que esta especie es observada en la zona cuando existe ganado en el sector y también se reportó que tiempo atrás un puma fue cazado por atacar ganado ovino.

c. MT\_P03

Se contabilizaron seis especies de mamíferos dentro de este análisis, se registró cuatro especies de roedores (Rodentia), una especie de aradillo (Cingulata) y una especie de carnívoro (Carnivora).

Tabla 7.2-29 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT\_P03

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus</i> sp	Observación
		<i>Notosciurus</i> sp	Observación
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Huella
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Huella
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Huella
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Observación
Total			6 especies

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Durante el recorrido no se registraron especies de manera directa, los registros que se obtuvieron fueron de manera indirecta, los registros se dieron en la parte más baja de la zona de análisis principalmente los de guantas, guatusas y armadillos.

d. MT\_P04

Se contabilizaron cinco especies de mamíferos dentro de este análisis, se registró un marsupial (Didelphimorphia), tres especies de roedores (Rodentia) y una especie de venado (Artiodactyla).

Tabla 7.2-30 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT\_P04

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Observación
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus</i> sp	Observación
		<i>Notosciurus</i> sp	Observación
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Huella
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Huella
Total			5 especies

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Durante el recorrido no se registraron especies de manera directa, las ardillas registradas fueron por reportes de otros componentes de trabajo en el sector (observación). Mientras que la especie de venado y guanta se registraron por huellas.

e. MT\_P05

Se contabilizaron cinco especies de mamíferos dentro de este análisis, se registró un marsupial (Didelphimorphia), una especie de roedor (Rodentia) y una especie de carnívoro (Carnivora).

Tabla 7.2-31 Mastofauna registrada en el punto cualitativo MT\_P05

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Huella
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Huella
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Huella
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Huella
Total			4 especies

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Durante el recorrido realizado en este punto se registraron varias huellas y madrigueras de las especies registradas.

f. Índice de Similitud cualitativo (presencia/ausencia) - mastofauna

El punto MT\_P02 se ve separado de los otros puntos de muestreo indicando que posee pocas especies compartidas con el resto sitios evaluados. El punto MT\_P04 engloba a los puntos MT\_P03, MT\_P05 y MT\_P01, mostrando una similitud del 38% de especies entre estos puntos. El punto MT\_P03 presentó una similaridad del 42% con los puntos MT\_P05 y MT\_P01. Por último, los puntos MT\_P05 y MT\_P01 presentan la mayor similitud con un porcentaje del 57%. Mientras más parecida sea la composición de especies entre los puntos de muestreo, comparten un mayor número de especies. Este valor fue menor al 60% lo que muestra que existen diferencias en la composición y estructura de las comunidades de mamíferos registradas en el área de estudio. La Figura 7.2-22 producto de este análisis se puede ver a continuación.

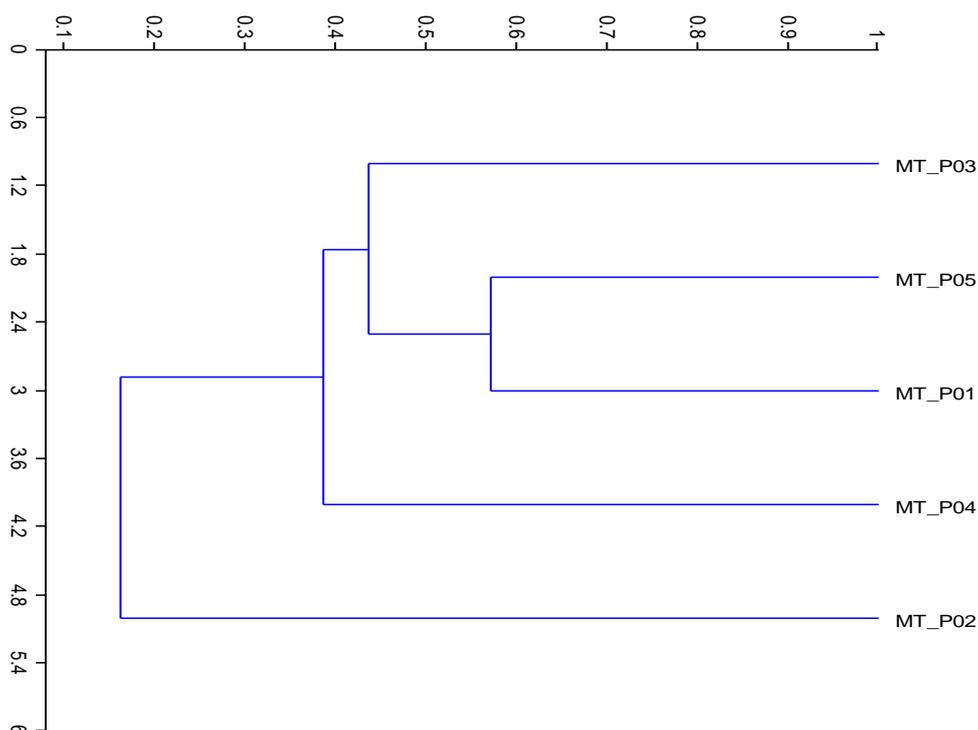


Figura 7.2-22 Índice de Similitud Cualitativo –Mastofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.5.4.4 Aspectos Ecológicos

Los aspectos ecológicos, como el nicho trófico, hábitos, sociabilidad y estratos que ocupan los mamíferos en el bosque, se presentan en la Tabla 7.2-32, más adelante se detallan los resultados de los aspectos ecológicos mencionados.

Tabla 7.2-32 Aspectos Ecológicos de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SENSIBILIDAD	SOCIABILIDAD	HÁBITO	DISTRIBUCIÓN VERTICAL	NICHO TRÓFICO
<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Baja	Solitario	Nocturno	Terrestre/arborícola	Om
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de manto dorado	Alta	Gregario	Diurno	Arborícola	He/In
<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Baja	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de seda	Baja	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Carollia castanea</i>	Murciélago cola corta castaño	Baja	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de	Media	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SENSIBILIDAD	SOCIABILIDAD	HÁBITO	DISTRIBUCIÓN VERTICAL	NICHO TRÓFICO
	hombros amarillos					
<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos	Media	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Media	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Platyrrhinus sp.</i>	Murciélago de nariz ancha	Media	Gregario	Nocturno	Aéreo	Fr
<i>Myotis sp.</i>	Myotis de puntas plateadas	Media	Gregario	Nocturno	Aéreo	In
<i>Microsciurus sp.</i>	Ardilla enana	Media	Solitario	Diurno	Arbóricola	In
<i>Notosciurus sp.</i>	Ardilla de cola roja	Media	Solitario	Diurno	Arbóricola	Fr
<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	Ratón cosechador de Soderstrom	Media	Solitario	Nocturno	Terrestre	Fr
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Baja	Solitario	Diurno	Terrestre	Fr
<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Media	Solitario	Diurno	Terrestre	Fr
<i>Dasyplus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Baja	Solitario	Nocturno	Terrestre	In
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	Media	Solitario	Nocturno	Arbóricola	Fr/In
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Alta	Solitario	Diurno/nocturno	Terrestre	Cr
<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso Andino	Alta	Solitario	Diurno	Terrestre/arbóricola	Om
<i>Puma concolor</i>	Puma	Alta	Solitario	Nocturno	Terrestre/arbóricola	Cr
<i>Mazama rufina</i>	Venado	Media	Solitario	Diurno/nocturno	Terrestre	HE

Leyenda: A: Alta, M: Media, B: Bajo; S: Solitario; G: Gregario; N: Nocturno; D: Diurno; T: Terrestre; A: Aéreo; Ar: Arbóreo; Fr: Frugívoro; In: Insectívoro; Hm: Hematófago; Om: Omnívoro; Ca: Carnívoro; He: Herbívoro.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### a. Nicho Trófico

Durante el estudio se registraron siete diferentes tipos de nichos tróficos, cinco de ellos básicos y dos mixtos: Frugívoro (Fr) (52%), Insectívoro (In) (14%), Herbívora (He) (5%), Omnívora (Om) (9%), y Carnívora (Cr) (10%). Los nichos mixtos fueron Frugívoro/Insectívora (5%) y Herbívoro/Insectívoro (5%).

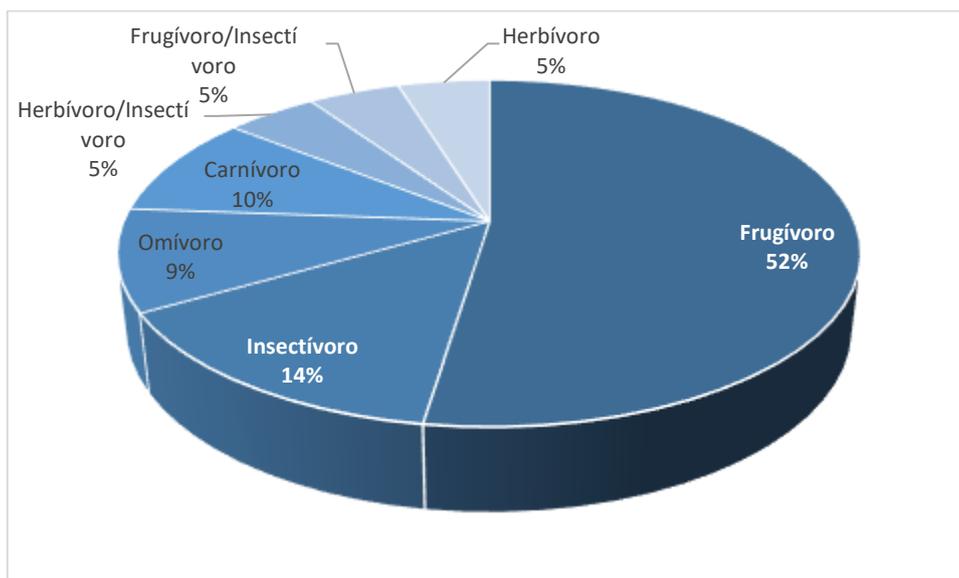


Figura 7.2-23 Distribución porcentual de las preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el área de estudio

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Once especies representan al nicho Frugívoro, lo que corresponde al 52% del total de especies registradas, se destacan los quirópteros: *Carollia brevicaudum*, *C. castanea*, *C. perspicillata*, *Artibeus lituratus* y roedores como: *Cuniculus paca*, *Notosciurus sp.* y *Dasyprocta punctata*.

El nicho Insectívoro (In) sigue en representación con tres especies y aporta el 14% de los registros. En representación siguen los gremios Omnívoro (Om) y Carnívoro (Cr) que incluyen dos especies respectivamente.

Mientras que el gremio Herbívoro (He) incluye una especie y tiene el 5% de la representación de nichos tróficos incluidos en el estudio.

Por último, los nichos mixtos Herbívoro/Insectívoro y Frugívoro/Insectívoro están representados por una especie, es decir el 5% de los registros.

#### b. Hábito

Los hábitos representados por la mastofauna durante el estudio incluyen 13 especies con hábitos nocturnos es decir el 62% de los registros, seis especies con hábitos diurnos aporta el 29% de los registros y por último dos especies presentan una preferencia actividad Diurno/Nocturno y aportan el 10% de los registros. En la Tabla 7.2-33 se pueden ver las especies registradas y su hábito.

Tabla 7.2-33: Hábito de los mamíferos registrados en el área de estudio

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ACTIVIDAD
<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Nocturno
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de mantoorado	Diurno
<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Nocturno

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ACTIVIDAD
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de seda	Nocturno
<i>Carollia castanea</i>	Murciélago cola corta castaño	Nocturno
<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos	Nocturno
<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos	Nocturno
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Nocturno
<i>Platyrrhinus sp.</i>	Murciélago de nariz ancha	Nocturno
<i>Myotis sp.</i>	Myotis de puntas plateadas	Nocturno
<i>Microsciurus sp.</i>	Ardilla enana	Diurno
<i>Notosciurus sp.</i>	Ardilla de cola roja	Diurno
<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	Ratón cosechador de Soderstrom	Nocturno
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Diurno
<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	Diurno
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Nocturno
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	Nocturno
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Diurno/nocturno
<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso Andino	Diurno
<i>Puma concolor</i>	Puma	Nocturno
<i>Mazama rufina</i>	Venado	Diurno/nocturno

Leyenda: N: Nocturna; D: Diurna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### c. Distribución Vertical

La distribución vertical identificada de las especies de mamíferos de la zona de estudio incluyó cuatro estratos: Aéreo, Terrestre, Arborícola y un grupo de mamíferos tienen una preferencia mixta, presentando actividad de dos diferentes estratos (Figura 7.2-24).

La distribución vertical aérea es la mejor representada en el estudio y es de uso exclusivo de los murciélagos e incluye ocho especies (38%). Siguen los mamíferos con costumbre Terrestre, donde se contabilizan seis especies (29%), algunas especies de mamíferos terrestres registrados son: *Dasyprocta punctata*, *Puma concolor*, *Mazama rufina*, entre otras especies.

La distribución vertical Arborícola incluye cuatro especies (19%), donde se destaca la única especie de primate registrado *Alouatta palliata*, el carnívoro *Potos flavus* y las ardillas *Notosciurus sp.* y *Microsciurus sp.*

Por último las especies que tienen un comportamiento Terrestre/Arborícola fueron tres y aportan el 14% de los registros.

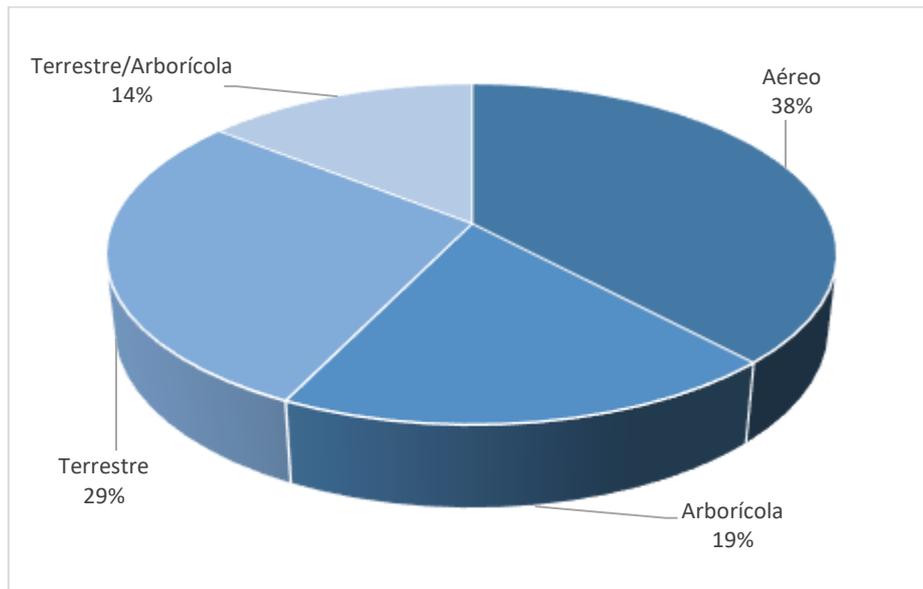


Figura 7.2-24 Porcentaje de tipo de distribución vertical de mamíferos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Estado de Conservación

Según el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador seis especies están consideradas dentro de alguna categoría de preocupación mayor de la lista, una especie fue considerada como Casi Amenazada (NT): *Microsciurus* sp. Tres especies están consideradas como Vulnerables (VU): *Alouatta palliata*, *Puma concolor* y *Mazama rufina*. Y una especie se considerada En Peligro (EN): *Tremarctos ornatus*.

Según la UICN tres especies están consideradas dentro de alguna categoría de preocupación mayor, *Alouatta palliata* En Peligro (EN); *Tremarctos ornatus* y *Mazama rufina* en estado Vulnerable (VU).

En la siguiente tabla se puede ver el estatus de conservación de las especies incluidas en este análisis (Tabla 7.2-34).

Tabla 7.2-34 Estado de conservación de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN		
		UICN (2020)	CITES (2020)	LISTA ROJA ECUADOR (2011)
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de mantoorado	EN	I	VU
<i>Microsciurus</i> sp.	Ardilla enana	N/A	N/A	NT
<i>Notosciurus</i> sp.	Ardilla de cola roja	N/A	N/A	LC
<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	Ratón cosechador de Soderstrom	N/A	N/A	N/A
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	N/A	III	N/A
<i>Cuniculus paca</i>	Paca de tierras bajas	LC	III	NT

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN		
		UICN (2020)	CITES (2020)	LISTA ROJA ECUADOR (2011)
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	N/A	N/A	N/A
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	LC	III	LC
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	N/A	N/A	N/A
<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso Andino	VU	I	EN
<i>Puma concolor</i>	Puma	LC	II	VU
<i>Mazama rufina</i>	Venado	VU	-	VU

Código: II=Apéndice II, III= Apéndice III; CR= En Peligro Crítico, EN=En Peligro, NT= Casi Amenazada, VU=Vulnerable, LC= Preocupación Menor, DD= Datos Insuficientes. N/A: No aplica

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Se registraron seis especies consideradas dentro de algún Apéndice CITES, una especie está incluida en el apéndice II, en este apéndice figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle su comercio.

Tres especies están dentro del apéndice III, las especies incluidas en este apéndice es a solicitud de una parte que reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Por último, dos especies están dentro del apéndice I aquí se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas, estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies (CITES, 2020).

En la Tabla 7.2-34 se resume las especies que están incluidas en los diferentes Apéndices.

#### e. Especies Indicadoras

En la zona de estudio se identificaron a especies que pueden ser consideradas como indicadoras. Especies de mamíferos grandes y medianos como: *Mazama rufina*, *Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*; estas especies reflejan que la zona de estudio mantiene zonas boscosas donde las especies se pueden refugiar y encontrar fuentes de alimento.

Un grupo de mamíferos que puede ser usado como indicador para estudios de esta índole es el de los murciélagos, este es un grupo que representa una proporción considerable de la mastofauna del Neotrópico, y su análisis ayuda a comprender procesos ecológicos que de los ecosistemas (Bracamonte, 2018).

La importancia de este grupo radica en la amplia diversidad de nichos tróficos en los que están incluidos, lo que los ubica en diferentes niveles de las cadenas trófica y son parte de procesos ecológicos fundamentales como la polinización, la dispersión de semillas y la regulación de poblaciones de insectos (Fleming et al. 2009; Kunz et al. 2011).

Las especies registradas corresponden a especies frugívoras incluidas en los géneros *Artibeus*, *Carollia* y *Sturnira*; algunas de estas especies se adaptan bien a zonas con intervención, o zonas fragmentadas por la actividad antrópica.

Otras especies indicadoras de buena calidad de hábitat son especies que no son comunes en zonas con actividad humana y sus requerimientos de hábitat los hace raros, se pueden enumerar *Puma concolor*, *Mustela frenata*, entre otras especies.

No se registró especies que se consideren como indicadoras de mala calidad de hábitat.

#### f. Especies Sensibles

Con respecto a la sensibilidad de las especies de mamíferos en el área de estudio, de las 21 especies registradas, seis especies tienen sensibilidad Baja con el 29% de los registros, 11 especies tienen sensibilidad Media con el 52% de los registros, y, por último, las especies con sensibilidad Alta fueron cuatro especies y es el 19% del registro del estudio.

Entre las especies con sensibilidad alta se encuentran el mono aullador de manto dorado (*Alouatta palliata*), la comadreja Andina (*Mustela frenata*), el oso Andino (*Tremarctos ornatus*) y el puma (*Puma concolor*) estos mamíferos fueron registrados de manera directa e indirecta. La sensibilidad de las especies de mamíferos registradas en el presente estudio se ve en la Tabla 7.2-35.

Tabla 7.2-35 Sensibilidad de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SENSIBILIDAD
<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya común	Baja
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de manto dorado	Alta
<i>Carollia brevicaudum</i>	Murciélago sedoso de cola corta	Baja
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de seda	Baja
<i>Carollia castanea</i>	Murciélago cola corta castaño	Baja
<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos	Media
<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos	Media
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Media
<i>Plaryrrhinus sp.</i>	Murciélago de nariz ancha	Media
<i>Myotis sp.</i>	Myotis de puntas plateadas	Media
<i>Microsciuru sp.</i>	Arilla enana	Media
<i>Notosciurus sp.</i>	Ardilla de cola roja	Media
<i>Reithrodontomys soederstroemi</i>	Raton cosechador de Soderstrom	Media
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Baja
<i>Cunicuus paca</i>	Paca de tierras bajas	Media

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SENSIBILIDAD
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Baja
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	Media
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Alta
<i>Tremartos ornatus</i>	Oso Andino	Alta
<i>Puma concolor</i>	Puma	Alta
<i>Mazama rufina</i>	Venado	Media

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### g. Endemismo

Se registró a una especie endémica *Reithrodontomys soederstroemi*, en el pasado esta especie estaba referida como *Reithrodontomys mexicanus*; esta especie está presente en bosques primarios, secundarios, y áreas intervenidas como cultivos y eventualmente cerca de casas de campo (Tirira, 2007).

#### h. Uso del Recurso

Según lo observado en la zona, las conversaciones con los guías y algunos habitantes del sector, en la zona se practican cacería y está orientada principalmente a especies que según los moradores causan perjuicio a sus actividades agropecuarias; en esta categoría están incluidas las guatusas, comadrejas, raposas y pumas.

También reportaron cacería para consumo, esta actividad incluso la realizan con la ayuda de perros que han entrenado para facilitar la caza, entre los mamíferos más consumidos están: guantas, guatusas, armadillos, venados y raposas, este último también es aprovechado como especie con propiedades medicinales, se considera que la especie tiene propiedades contra el asma y la desnutrición.

#### i. Áreas Sensibles

Para las especies de mamíferos no se registraron zonas sensibles durante el estudio, pero se debe mencionar que, para los mamíferos, las zonas de bosque son áreas sensibles que sirven para su refugio y obtención de alimento, más en áreas con tantos niveles de degradación como las que presentan las concesiones, debido a las actividades agropecuarias que realizan los comuneros.

### 7.2.5.5 Discusión

El orden de los Quirópteros (murciélagos) es el mejor representado durante el presente estudio, se contabilizaron ocho especies incluidas en dos familias, según Bracamonte (2018), este grupo de mamíferos pueden ser considerados indicadores pues permiten comprender procesos ecológicos que se dan en los diferentes ecosistemas.

Al ser el grupo más abundante durante el estudio hay que considerar que los murciélagos desempeñan un importante papel en la dinámica de los ecosistemas, al incluir especies de todos los niveles tróficos y al establecer relaciones estrechas con especies vegetales importantes (Gorchov et al., 1993).

Tomando en consideración que durante el estudio el gremio trófico más abundante fue el de los frugívoros, la presencia de estas especies, podría ser la más importante dentro de las cadenas tróficas, por lo que cualquier cambio en el número de especies o en la abundancia de las especies que son parte de su dieta, afectaría este grupo de mamíferos (Bermúdez, 2018).

En la zona de estudio se esperaba mayor registro de micromamíferos no voladores, esto debido a su capacidad de adaptación, y a que, según varios autores, este grupo está bien representado en esta región (Carleton y Musser, 2005; Patton et al., 2015). Se considera que este grupo es abundante y es parte fundamental de los procesos ecológicos de otros grupos de animales, por lo que según Solari et al.; (2011), podría ser un reflejo del estado de las poblaciones de otros grupos de animales, en este caso sus depredadores.

Los micromamíferos no voladores también podrían ser un buen grupo bioindicador para la zona, pero habría que determinar porque no se registraron más especies dentro del estudio, registrándose únicamente una especie.

#### 7.2.5.6 Conclusiones

- Las 21 especies de mamíferos registradas corresponden a 14 familias y nueve órdenes.
- Según el análisis de la abundancia las especies Poco comunes fueron las más abundantes, seguidas de las especies Raras, en este estudio no se registró ningún otro tipo de abundancia.
- Las especies con mayor número de registros fueron los murciélagos *Carollia brevicaudum* y *Sturnira erythromos*.
- Se capturaron micromamíferos no voladores (ratones) de manera manual, en las trampas no se registraron estos mamíferos, lo que puede estar relacionado a las fuertes lluvias que se presentaban durante horas de la madrugada y por la mañana.
- De los puntos analizados cuantitativamente, el punto con mayor número de registros fue el ubicado en el sector de Las Juntas (PMM1), donde se registraron un total de nueve especies con 18 individuos.
- Con respecto a la sensibilidad, las especies con sensibilidad baja fueron las más abundantes en el estudio, 11 presentan esta sensibilidad. Las especies con sensibilidad Alta fueron cuatro, dentro de las cuales se incluyen especies como, *Puma concolor* y *Alouatta palliata*.
- La cacería para consumo de proteína es una de las actividades frecuentes de la comunidad, considerándose que esta actividad no es indispensable para la supervivencia en el sector, pues estas son comunidades de colonos y sus costumbres alimenticias no dependen de este recurso.
- No se registraron especies endémicas.
- Los análisis de diversidad de especies se hicieron siguiendo la última lista de mamíferos del Ecuador (Tirira, 2020.b), última actualización publicada.

#### 7.2.5.7 Recomendaciones

- Realizar el estudio en diferente época climática, así se podrán confrontar los resultados de las dos épocas estacionales para determinar los cambios en la composición y estructura de este componente.

- Crear planes de educación ambiental tanto para la comunidad como para las personas que ingresaran a realizar trabajos en la zona.
- Establecer zonas de conservación para las especies de fauna silvestre, que permitan la conectividad de las áreas boscosas existentes en la zona de estudio con áreas protegidas cercanas, con lo que se asegura que la fauna silvestre tenga movilidad entre estas áreas.
- Establecer límites de velocidad dentro de la concesión para evitar atropellamientos de la fauna silvestre en las vías de acceso al proyecto.
- Socializar los resultados de este estudio y los siguientes (monitoreo) con las comunidades y los trabajadores como una forma de aporte al conocimiento ambiental de estas comunidades.

## **7.2.6 Avifauna**

### **7.2.6.1 Introducción**

Ecuador presenta una gran variedad de hábitats y ecosistemas, a los cuales se han adaptado distintas especies y variedades de plantas y animales, por lo que ostenta el título de país megadiverso (Sierra1999). Esta variedad de ecosistemas es el hábitat de un sinnúmero de aves, encontrándose hasta la fecha 1690 especies registradas (1632 confirmadas y documentadas, y 58 no documentadas) (Freile, y otros, 2019).

Dentro de esa diversidad y tomando en cuenta la ubicación de los sitios muestreados para el registro de aves, la zona de estudio se encuentra en dos pisos zoogeográficos, Piso Tropical Occidental y en el Piso Zoogeográfico Templado, en las cuales se han registrado aproximadamente 560 especies de aves y 488 especies de aves respectivamente, para cada piso, según Albuja y otros (2012).

Asimismo, el sitio de estudio presenta ecosistemas que tienen un rango altitudinal que varía entre los 500 a 2000 msnm (MAE, 2013) incluyendo áreas de bosque en las zonas altas y quebradas que son características del área de influencia del proyecto. A medida que la altitud aumenta los patrones de diversidad de aves disminuyen, siendo entre los 1000 a 1300 m, la altitud que más concentra aves (Sierra,1999; Granizo 2002). Es por esto que los patrones de diversidad de aves dentro del área del proyecto son menores en zonas con mayor altitud que en las zonas que son más bajas y poseen una mayor altitud.

Adicionalmente, las aves presentan varios servicios ecosistémicos importantes, como el control de plagas, son alimento, son polinizadores, elimina cadáveres de animales, entre otros (Birdlife Internacional, 2018). Es importante conocer la ecología de este grupo para poder determinar las zonas sensibles y posibles planes de conservación de este grupo en el área de estudio.

Finalmente, durante la fase de campo del presente estudio se realizó el levantamiento de la línea base de aves con la finalidad de conocer la riqueza, abundancia, diversidad y ecología de este grupo en el área de interés del proyecto. El área de estudio presenta varios remanentes de bosque donde se establecieron los puntos de muestreo y se realizó el inventario de aves; los resultados obtenidos se detallan a continuación.

### **7.2.6.2 Área de estudio**

El área de estudio está ubicada en la provincia de Carchi, en el Proyecto Minero Tres Cerrillos, y está conformada por dos pisos zoogeográficos: el Piso Subtropical

Occidental y el piso Templado) (Albuja, y otros, 2012). Cabe notar que el área de estudio, tiene una alta intervención antrópica debido a la presencia de colonos, los cuales usan las tierras para actividades agropecuarias. La alteración de las áreas y apertura de frontera agrícola reduce la vegetación nativa provocando disminución de la fauna, factor que puede haber intervenido en los resultados obtenidos de la riqueza de especies de este grupo.

Esta zona se caracteriza por presentar áreas con pendientes fuertes, colinadas y con bosques de ladera. Los pocos remanentes de vegetación natural están aislados, en su mayoría debido a su ubicación en zonas poco accesibles y que no son aptas para la crianza de ganado vacuno y/o cultivos, que son la base de ingreso de las comunidades asentadas en el área de influencia de este proyecto.

### **7.2.6.3 Criterios Metodológicos**

Se efectuó una combinación de métodos de inventario de la avifauna que permitan proveer una eficiente y apropiada recolección de datos sobre la composición y diversidad de las especies. Estos métodos fueron de tipo cuantitativo, incluyendo transectos de observación con puntos de conteo, y la captura de aves empleando redes de neblina. Estos métodos fueron complementados de manera cualitativa por observaciones oportunistas y grabaciones de cantos de aves.

Es importante indicar que las metodologías tuvieron que ser adaptadas a las características físicas y morfológicas del área de estudio, debido a que en su mayoría son zonas con pendientes bastante pronunciadas, que dificultan el establecimiento de transectos lineales.

#### **7.2.6.3.1 Fase de Campo**

La fase de campo fue realizada durante el mes de febrero del 2021. Para la realización del análisis de resultados se tomaron en cuenta los datos que fueron obtenidos en campo. La data generada permitió determinar la composición y estructura de las poblaciones de la fauna de aves presentes en la zona, para lo cual se ejecutaron estudios cuantitativos y cualitativos, los cuales se describen a continuación.

##### **a. Redes de Neblina**

Dentro del estudio cuantitativo, se procedió a instalar 5 estaciones de muestreo, las cuales estaban integradas por 5 y 6 redes de neblina de 12 metros cada una (el número de redes se colocó de acuerdo a la geomorfología y extensión de los sitios de muestreo) por 3 metros de alto y un ojo de malla de 32. Cabe recalcar que este es un método ampliamente utilizado a través de los años, ya que es un instrumento práctico para la realización de inventarios y/o monitoreos de poblaciones, tanto de aves, como de murciélagos, brindando datos de la demografía de la población (Villareal, y otros, 2006). Las redes fueron ubicadas en sitios estratégicos, con el fin de intentar capturar el mayor número posible de aves. El horario de muestreo fue en la mañana de 5h30 a 10h30 y por la tarde de 15h00 a 18h00. Las aves que fueron capturadas mediante este método, fueron identificadas in situ con la ayuda de bibliografía especializada y actualizada en este grupo (Ridgely & Greenfield, 2006; Hylty & Brown, 2001; Restall, et al., 2006).

Las aves capturadas en las redes, fueron marcadas mediante un pequeño corte en una pluma de la cola, con el fin de evitar un potencial sesgo, al confundir eventualmente a dos o más individuos de la misma especie capturados o una posible recaptura.

Finalmente, se tomaron fotografías de las aves como parte del registro, y otros datos importantes para su identificación; una vez registradas fueron liberadas. En el anexo fotográfico (Anexo B-2 Registro fotográfico – Componente Avifauna) se muestran algunas especies que fueron observadas en la zona de estudio, recalcando que no hubo la necesidad de coleccionar especímenes, ya que todos fueron previamente identificados in situ, para luego confirmar su taxonomía con claves o bibliografía de este grupo.

b. Recorridos de Observación

Dentro del estudio cualitativo se ejecutaron caminatas de observación de aves las que se ejecutaron en horas de la mañana o del atardecer, durante una hora, en diferentes horarios, debido a las condiciones climáticas presentes en el área de estudio (época lluviosa). Los transectos de observación (aproximadamente de 500 m) efectuados trataron de abarcar diferentes ecosistemas y con distinto grado de conservación, ya que de esta forma se obtiene una mejor idea de las aves presentes en la zona, así como su estado de conservación. En estas caminatas se realizó identificaciones de aves por su canto y por observación directa (puntos de conteo), para lo que se utilizó la ayuda de un par de binoculares (Nikon de 10 X 40) y bibliografía especializada: Ridgely et. al. (2006), Hilty et. al. (1986) y Restall et. al. (2006).

c. Observaciones oportunistas y registro de vocalizaciones

Dentro del estudio cualitativo, adicionalmente a las metodologías utilizadas, se realizaron grabaciones de cantos de aves que no pudieron ser identificadas en el sitio, acompañado de identificaciones casuales de aves que se observaron aleatoriamente, la duración de este estudio fue de 30 minutos. Posteriormente se efectuó un reconocimiento de los cantos utilizando grabaciones especializadas: (Moore, Krabbe, & Jahn, 2013) y la base de datos en línea Xeno-canto (2021). Los recorridos de forma aleatoria tomaron una distancia de aproximadamente 100 m dentro del área de cada punto de muestreo evaluado.

d. Limitantes metodológicas

La geomorfología del área de estudio presenta zonas colinadas y quebradas con pendientes pronunciadas, lo que dificultó la colocación de las estaciones de redes de neblina, ya que requieren de sitios más planos y un poco más abiertos para la captura de aves. También la época lluviosa, durante la cual se desarrolló la fase decampo, presentó varios días con lluvias fuertes y constantes, lo que provoca la ausencia (muy bajos registros) de aves que se refugiaban durante la lluvia.

e. Sitios de Muestreo

Dentro del área de estudio se realizó el levantamiento de datos de aves en cinco sitios de muestreo. Se aplicó diversas metodologías (cuantitativas y cualitativas) con la finalidad de obtener la mayor cantidad posible de datos que permitan conocer e identificar las aves que viven en la zona de influencia del proyecto (ver Anexo E "Cartografía" Mapa 23.3 Mapa Muestreo Avifauna). A continuación (Tabla 7.2-36), se presentan los sitios que fueron muestreados en el presente estudio.

Tabla 7.2-36 Sitios de muestreo componente Avifauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

CONCESIÓN	PUNTO DE MUESTREO CÓDIGO	COORDENADAS		METODOLOGÍA	TIPO DE VEGETACIÓN
		WGS 84 Zona 17 Sur			
		ESTE	NORTE		
Tres Cerrillos	AvT_P1_01	817279,00	10088667,00	Redes de neblina	Bosque secundario intervenido, se denota la presencia de tala selectiva, presencia de caminos.
	AvT_P1_02	817256,12	10088518,45	Redes de neblina	
	A_T1_01	817724,05	10088845,04	Transecto	
	A_T1_02	817868,94	10088364,44	Transecto	
	AvT_P01_01	817667,03	10088698,55	Transecto de observación	
	AvT_P01_02	817571,03	10088672,55	Transecto de observación	
	AvT_P2_01	816665,27	10087369,55	Redes de neblina	Bosque secundario intervenido, cerca de punto de agua, se denota la presencia de pastizales y caminos.
	AvT_P2_02	816700,00	10087222,00	Redes de neblina	
	A_T2_01	816614,02	10087696,71	Transecto	
	A_T2_02	816733,00	10087211,00	Transecto	
	AvT_P02_01	816617,97	10087351,19	Transecto de observación	
	AvT_P02_02	816654,00	10087257,00	Transecto de observación	
La Primavera	AvT_P3_01	812963,60	10085306,42	Redes de neblina	Bosque de franja altamente intervenido presencia de árboles esporádicos, rodeados de pastizales, cultivos. Caminos de comunidad, lleno de sembríos.
	AvT_P3_02	812814,33	10085306,37	Redes de neblina	
	A_T3_01	812783,00	10085325,00	Transecto	
	A_T3_02	812979,13	10084864,00	Transecto	
	AvT_P03_01	812917,33	10085348,09	Transecto de observación	
	AvT_P03_02	812983,26	10085423,01	Transecto de observación	
	AvT_P4_01	813781,62	10087512,88	Redes de neblina	Remanente Boscoso (Parche), empinado bosque secundario intervenido, rodeado de pastizales, Ganado vacuno, junto a un cuerpo hídrico.
	AvT_P4_02	813855,86	10087379,84	Redes de neblina	
	A_T4_01	813963,59	10087827,90	Transecto	
	A_T4_02	813860,83	10087333,99	Transecto	
	AvT_P04_01	813811,69	10087506,38	Transecto de observación	
	AvT_P04_02	813762,62	10087592,88	Transecto de observación	
	AvT_P5_01	809926,70	10088874,65	Redes de neblina	Remanente boscoso altamente intervenido, extracción de tala, pastizal, dosel ausente. Rodeado
	AvT_P5_02	810053,56	10088793,37	Redes de neblina	
A_T5_01	809889,00	10088993,00	Transecto		

CONCESIÓN	PUNTO DE MUESTREO CÓDIGO	COORDENADAS		METODOLOGÍA	TIPO DE VEGETACIÓN
		WGS 84 Zona 17 Sur			
		ESTE	NORTE		
	A_T5_02	810353,31	10089188,70	Transecto	de arbustos, ganado.
	AvT_P05_01	809982,00	10088909,00	Transecto de observación	
	AvT_P05_02	810083,30	10088920,08	Transecto de observación	

Código: Componente Aves: Av. Tres Cerrillos: T. Punto de muestreo: P. Punto de observación: P0.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### f. Esfuerzo de Muestreo

Se evaluaron cinco puntos de muestreo cuantitativo y cinco puntos de muestreo cualitativo dentro del área del proyecto. En la Tabla 7.2-37 y la Tabla 7.2-38 se muestran en detalle el esfuerzo de muestreo por metodología aplicada.

- Puntos Cuantitativos

Tabla 7.2-37 Esfuerzo de muestreo componente Avifauna (Cuantitativo)

CONCESIÓN	PUNTO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	HORAS x DÍA x RED	HORAS TOTAL
Tres Cerrillos	Las Juntas – P1	Cuantitativo	Redes de neblina	8 X 3 X 6	144
	Cielo Azul – P2	Cuantitativo	Redes de neblina	8 X 3 X 6	144
La Primavera	El Espejo 2 – P3	Cuantitativo	Redes de neblina	8 X 3 X 6	144
	Las Tablas – P4	Cuantitativo	Redes de neblina	8 X 3 X 6	144
	El Carmen – P5	Cuantitativo	Redes de neblina	8 X 3 X 6	144
<b>Total</b>					<b>720</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Puntos Cualitativos

Tabla 7.2-38 Esfuerzo de muestreo componente Avifauna (Cualitativo) – Transectos de observación (Puntos de conteo)

CONCESIÓN	PUNTO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
Tres Cerrillos	Las Juntas – P1	Cualitativo	Transecto de observación	1 X 3	3
	Cielo Azul – P2	Cualitativo	Transecto de observación	1 X 3	3
La Primavera	El Espejo 2 – P3	Cualitativo	Transecto de observación	1 X 3	3
	Las Tablas – P4	Cualitativo	Transecto de observación	1 X 3	3
	El Carmen – P5	Cualitativo	Transecto de observación	1 X 3	3
<b>Total</b>					<b>15</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

Tabla 7.2-39 Muestreo componente Avifauna (Cualitativo) – Transecto de observaciones oportunistas

CONCESIÓN	PUNTO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	HORAS x DÍA
Tres Cerrillos	Las Juntas – P1	Cualitativo	Observación oportunista	Indeterminadas
	Cielo Azul – P2	Cualitativo	Observación oportunista	Indeterminadas
La Primavera	El Espejo 2 – P5	Cualitativo	Observación oportunista	Indeterminadas
	Las Tablas – P3	Cualitativo	Observación oportunista	Indeterminadas
	El Carmen – P4	Cualitativo	Observación oportunista	Indeterminadas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

### 7.2.6.3.2 Fase de Gabinete

Durante la fase de gabinete, en primer lugar, se revisaron los datos obtenidos en campo, luego se procedió a computarlos, para con esto realizar el análisis de riqueza, abundancia, diversidad y ecología de las aves. A continuación, se describen los análisis aplicados.

Para realizar los cálculos de la riqueza, abundancia y diversidad se utilizaron únicamente los datos obtenidos en campo de forma cuantitativa, la información fue complementada con los datos de aves registrados de forma cualitativa.

#### a. Riqueza

Número de especies registradas en un área (Moreno, 2001).

#### b. Abundancia

Para este cálculo se tomó en cuenta al número total de individuos por especie que se encuentra en cada sitio de muestreo (Moreno, 2001). La abundancia total de especies se la obtiene del sumatorio total de todos los individuos que han sido registrados en un estudio, se lo representa como (N) (Ecuambiente, 2015). Se anota el total de individuos que fueron registrados por tipo de estudio y por punto de muestreo.

#### c. Abundancia relativa

Para calcular la abundancia relativa se siguió el criterio establecido en Ridgely et al. (1998) citado en Ecuambiente (2015), el cual fue modificado para estudios cortos, siguiendo los siguientes criterios:

- **Abundante:** Registrada todos los días, en número significativos (más de nueve individuos).
- **Común:** Localmente común, o localmente bastante común. Registrada casi todos los días de muestreo, aunque en pequeños números (entre cinco y ocho individuos).
- **Poco Común:** Especie poco común, registrada cada dos días de muestreo en promedio (entre dos y cuatro individuos).

- **Raro:** Especie rara, con muy pocos registros. También se refiere a especies capturadas en las redes una vez y no detectada de otra forma (un individuo).

A continuación, se incluye la tabla de interpretación de valores de abundancia relativa para aves.

Tabla 7.2-40 Interpretación del resultado de la Abundancia Relativa

Abundancia Relativa	Número de especies
Abundante	Más de 9 individuos
Común	Entre 5 y 8 individuos
Poco común	Entre 4 y 2 individuos
Rara	Solamente un individuo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

En el caso de toda la zona, se multiplicó por el número de los sitios que fueron visitados, así, por ejemplo: 3 (sitios visitados) x 7 (número de individuos) = 21, dando como resultado una especie Poco Común (Categoría x 3).

d. Curva de Dominancia – diversidad de Especies

Para la ejecución de esta curva, se procedió a ver el número (frecuencia) de especies registradas por familia, que es una proporción de representación de cada especie registrada en el estudio o Pi (Moreno, 2001).

e. Curva de Acumulación de Especies

Esta curva nos permite conocer la tendencia de incremento de la diversidad de las especies que fueron registradas en una zona determinada, con lo cual, se puede inferir el número de especies esperadas a partir de un muestreo (Moreno, 2001; Espinosa, 2003). Esta curva muestra cómo se acumula el número de especies en función del número de muestras registradas en una localidad, de tal manera que la riqueza aumentará hasta llegar a un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota. Esta curva nos permite estimar si el muestreo realizado fue el suficiente.

f. Índice de Chao 1

Este se sustenta en el número de especies en una comunidad que se basa en el número de especies raras en la muestra (Moreno, 2001). Este estimador fue calculado utilizando el programa estadístico Past (software).

g. Índices de Diversidad

Estos índices nos permiten conocer la composición de una comunidad. (Moreno C., 2001). En el caso del presente trabajo se utilizaron:

- Índice de Shannon-Wiener

Es un índice que se usa para cuantificar la biodiversidad específica. El índice permite analizar la riqueza y la abundancia de las especies, considera la cantidad de especies

que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Este método se basa en la idea de que la mayor diversidad corresponde a la mayor incertidumbre al escoger aleatoriamente a un individuo de una especie en particular (Gliessman, 2002)

Su fórmula es:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

H = Índice de Diversidad de Shannon -Wiener

Ni = Número de individuos en el sistema

pi = abundancia relativa

Este índice se “expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice” Shannon 1948 en Mora-Donjuán, Burbano-Vargas, Méndez-Osorio, & Castro-Rojas (2017).

- Índice de Simpson (D)

Este índice da la probabilidad que dos individuos, que fueron tomados al azar de una muestra, en dos capturas sucesivas sean de la misma especie (Moreno, 2001).

$$D = \sum p_i^2$$

pi = Abundancia proporcional de la especie i

D= Índice de diversidad

Según lo expresa Briceño (2020), se tiene que es una representación gráfica de la probabilidad de que dos individuos, dentro de una misma región y seleccionados al azar, sean de la misma especie. El rango del índice de Simpson va de 0 a 1, así:

- En cuanto más se acerca el valor de D a 1, menor es la diversidad del hábitat.
- En cuanto más se acerca el valor de D a 0, mayor es la diversidad del hábitat.

Es decir, cuanto mayor es el valor de D, menor es la diversidad. Esto no es fácil de interpretar de manera intuitiva y podría generar confusión, razón por la cual se llegó al consenso de restar el valor de D a 1, quedando de la siguiente manera: 1- D, por lo tanto, cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad de la muestra.

- Índices de Similitud

Este tipo de índices, nos indican si dos muestras son semejantes debido a las especies que contienen, es así que se los considera una medida inversa de la diversidad Beta.

- Coeficiente de Similitud de Jaccard (Ij)

Moreno (2001), indica que el intervalo va de 0 cuando no hay especies compartidas entre los sitios analizados y 1 cuando comparten todas las especies. Su fórmula es.

$$I_j = c / (a + b - c)$$

Donde

- a= Número de especies en A
- b= Número de especies en B
- c= Número de especies en ambos sitios

### 7.2.6.3.3 Aspectos Ecológicos

Para determinar los aspectos ecológicos de las especies registradas en la zona de estudio, se procedió a investigar bibliografía especializada (que se la indica en cada ítem) y a efectuar una pequeña entrevista a los guías locales.

#### a. Nicho Trófico

Se determinó el alimento de las aves tomando en cuenta las recomendaciones dadas por Ridgely y Greenfield (2006) y los datos presentes en Freire y Poveda (2021).

#### b. Distribución Vertical

La distribución vertical de la avifauna se determinó utilizando la Guía de Aves del Ecuador de Ridgely y Greenfield (2006).

#### c. Hábito

Se procedió a determinar el hábito de cada especie en base a las publicaciones de Ridgely y Greenfield (2006).

#### d. Estado de conservación de las especies

Para las especies singulares se analizó si en la zona existen especies amenazadas, para lo cual se revisó el listado presente en Freire y otros (2019) y los datos presentes en la UICN (2021) y CITES (2021).

En el caso de las especies que se encuentran en los apéndices CITES y en los listados UICN, se cotejó las especies registradas con las presentes en las bases de datos de estas instituciones.

- Especies Sensibles

Para determinar la respuesta de las aves a los cambios en su hábitat y la resistencia que presentan a los mismos (sensibilidad) se revisaron los datos presentes en Stotz, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits (1996), quienes dan una clasificación que se basa en variables cualitativas fundamentadas en observaciones y en notas de campo no publicadas, acerca de la capacidad que tienen las aves de soportar cambios en su entorno, propone que algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a perturbaciones humanas que otras, y las categoriza en 3 niveles: alta media y baja.

- **Especies de sensibilidad alta (A).** - Son aquellas especies que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, que no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas, la mayoría de estas especies no

pueden vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de sus hábitats migrando a sitios más estables. Sin embargo, por las actuales presiones de destrucción de hábitats, algunas de estas especies se pueden encontrar en áreas de bosques secundarios no tan modificados y con remanentes de bosque natural. Estas especies se constituyen en buenas indicadores de la salud del medio ambiente.

- **Especies de sensibilidad media (M).** - Son aquellas que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también son registradas en áreas poco alteradas, bordes de bosque y que, siendo sensibles a las actividades o cambios en su ecosistema, pueden soportar un cierto grado de afectación dentro de su hábitat, como por ejemplo una tala selectiva del bosque, se mantienen en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.

- **Especies de sensibilidad baja (B).** - Son aquellas especies colonizadoras que sí pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

- Especies Indicadoras

Para esto se utilizó las especies catalogadas con una sensibilidad alta por Stotz, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits (2006), que fueron registradas.

- Especies Endémicas

Para esto se cotejó las especies presentes en Ridgely y Greenfield (2006) con las registradas en la zona.

- Migración

Para esto se cotejó las especies presentes en Ridgely y Greenfield (2006) con las registradas en la zona.

e. Áreas Sensibles

**Áreas sensibles desde el punto de vista físico**

Tomado en cuenta que en la zona se encuentran sitios con fuertes pendientes, la probabilidad de encontrar áreas sensibles fue baja.

**Áreas sensibles desde el punto de vista biótico**

Según Fabara (1999) hay que tener en cuenta que se pueden encontrar ciertos hábitats que poseen una mayor sensibilidad, debido principalmente a sus características ecológicas. Algunos de estos lugares presentan una importancia para las aves.

**Tipos de áreas sensibles**

- **Los Comederos.** - Son por su generalidad plantas y árboles sobre todo en época de fructificación, además de zonas donde hay hormigueros.
- **Saladeros.** - Son sitios donde se encuentra arcilla y lodo, el cual presenta algunos minerales

- **Bañaderos.** - Son pequeños charcos de agua que se forman con la lluvia en lugares agrietados.
- **Vertientes de agua (Bebederos).** - Sitios proveedores de agua fresca.

En la Tabla 7.2-41 se muestra la calificación dada a estos sitios.

Tabla 7.2-41 Calificación de sitios sensibles de aves

Sitio sensible	Categoría
Arboles-comederos	Media
Termitero, Hormigueros –comedero	Media
Bañadero, Dormidero	Baja
Bebedero	Media
Saladero	Alta

Fuente: Fabara, 1999.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Uso del Recurso

Estos datos fueron obtenidos consultando al guía local y habitantes del lugar, y contrastando con la información de Ridgely y Greenfield (2006).

## 7.2.6.4 Resultados

### 7.2.6.4.1 Inventario General

Las listas completas de especies de aves por punto de muestreo se encuentran en el Anexo C-2 (Tablas bióticas – Componente Avifauna). En la zona de estudio se identificaron en total 79 especies las cuales se incluyen en la tabla a continuación:

Tabla 7.2-42 Especies de aves registradas (cualitativo y cuantitativo)

Orden	Familia	Especie	Nombre en español	Tipo de Registro
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	Observación
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical	Observación
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma Ventiochrácea	Observación
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso	Observación
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	Observación
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symrator</i>	Ermitaño Ventrileonado	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera johannae</i>	Picolanza Frentiazul	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliangelus exortis</i>	Solángel Turmalina	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo Colivioleta	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta	Captura

Orden	Familia	Especie	Nombre en español	Tipo de Registro
Apodiformes	Trochilidae	<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelo	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colaespátula Zamarrito (Colibrí Colaraqueta)	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita Amatista	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul	Captura
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	Captura
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	Observación
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	Observación
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	Observación
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila Pechinegra	Observación
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leucopternis semiplumbeus</i>	Gavilán Semiplomizo	Auditivo
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal Cabecidorado	Observación
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón Enmascarado	Observación
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador Grande	Observación
Piciformes	Capitonidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Barbudo Cabecirrojo	Captura
Piciformes	Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)	Observación
Piciformes	Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Tucán Andino Piquilaminado	Observación
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Dorsicarmesí	Captura
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado	Observación
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito Pizarroso	Observación
Passeriformes	Grallariidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Gralaria Coronicastaña (Tororoi Coronicastaña)	Observación
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus opacus</i>	Tapaculo Paramero / Paramo Tapaculo	Captura
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos Punteado	Observación
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral Andino	Captura
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara	Captura
Passeriformes	Cotingidae	<i>Pipreola riefferii</i>	Frutero Verdinegro	Observación
Passeriformes	Cotingidae	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino	Observación
Passeriformes	Cotingidae	<i>Pyroderus scutatus</i>	Cuervo Higuero Golirrojo	Observación

Orden	Familia	Especie	Nombre en español	Tipo de Registro
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	Observación
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado	Captura
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común / Common Tody- Flycatcher	Captura
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	Captura
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete Silbador Sureño	Observación
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	Auditivo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Norteño	Observación
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	Mosquerito Crestinaranja	Captura
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Fluvicola nengeta</i>	Tirano de Agua Enmascarado	Observación
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos	Observación
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo	Captura
Passeriformes	Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Cinclo Gorri blanco	Observación
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino	Captura
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Europeo	Observación
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor	Captura
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia saturata</i>	Eufonia Coroninaranja	Observación
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo	Observación
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis semiflava</i>	Antifacito Coronioliva	Observación
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitayumi</i>	Parula Tropical	Observación
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis coronata</i>	Reinita Coronirrojiza	Captura
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza	Observación
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	Observación
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Pinzón Sabanero Común	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor Enmascarado	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Loriotus cristatus</i>	Tangara Crestiflama	Observación
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón Pechicarmesí	Observación
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero Negriblanco	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)	Captura

Orden	Familia	Especie	Nombre en español	Tipo de Registro
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero Flavo	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Semillerito Cariamarillo	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Bangsia flavovirens</i>	Clorospingo Verdiamarillo	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Chalcothraupis ruficervix</i>	Tangara Nuquidorada	Observación
Passeriformes	Thraupidae	<i>Stilpnia larvata</i>	Tangara Capuchidorada	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara Lentejuelada	Observación
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Captura
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	Observación

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### a. Riqueza y Abundancia Absoluta

Tomando en cuenta los datos obtenidos en campo, en la zona se registró un total de 216 individuos, 79 especies, las cuales, pertenecen a 26 familias y nueve órdenes. Si comparamos este resultado con las 1690 especies de aves existentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan el apenas el 3,91% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-25 se muestran dichas relaciones.

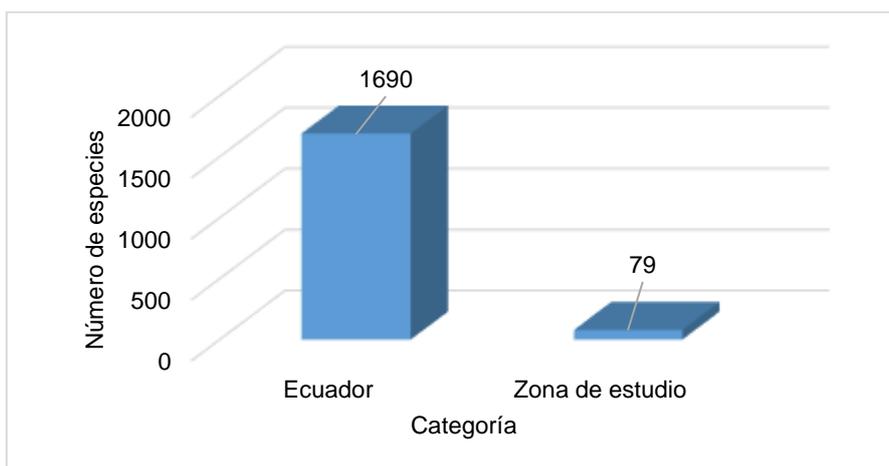


Figura 7.2-25 Comparación del número de especies de aves entre la Zona de estudio y Ecuador

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, la más representativa fue Thraupidae con un 21,21% del total obtenido, seguidamente se encuentra la familia Trochilidae con el 19,70%, y, el resto de familias obtuvieron un menor porcentaje como se observa en la Figura 7.2-26.

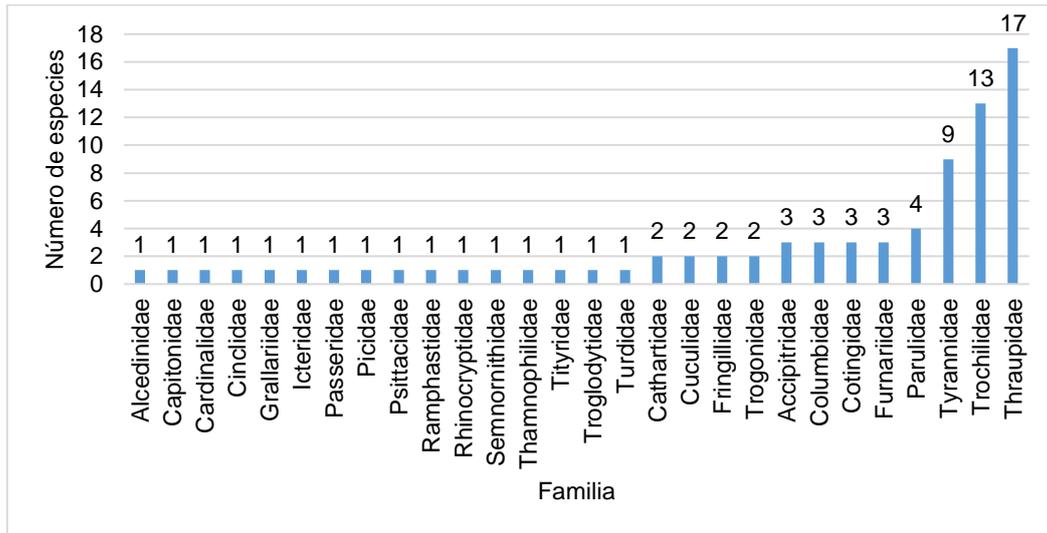


Figura 7.2-26 Número de especies de aves registradas por familias

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, 33 especies son abundantes y 44 comunes (Tabla 7.2-43).

Tabla 7.2-43 Especies de aves y su abundancia relativa

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	Abundante
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical	Común
		<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma Ventiochrácea	Común
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso	Común
		<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	Abundante
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	Abundante
		<i>Doryfera johannae</i>	Picolanza Frentiazul	Común
		<i>Heliangelus exortis</i>	Solángel Turmalina	Común
		<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo Colivioleta	Abundante
		<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta	Común
		<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso	Abundante
		<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo	Abundante
		<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelo	Común
		<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colaespátula Zamarrito (Colibrí Colaraqueta)	Común
		<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca	Común

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
		<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita Amatista	Común
		<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul	Común
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	Común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	Común
		<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	Común
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	Abundante
		<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila Pechinegra	Abundante
		<i>Leucopternis semiplumbeus</i>	Gavilán Semiplomizo	Común
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal Cabecidorado	Abundante
		<i>Trogon personatus</i>	Trogón Enmascarado	Abundante
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador Grande	Abundante
Piciformes	Capitonidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Barbudo Cabecirrojo	Abundante
	Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)	Abundante
	Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Tucán Andino Piquilaminado	Común
	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Dorsicarmesí	Común
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado	Abundante
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito Pizarroso	Común
	Grallariidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Gralaria Coronicastaña (Tororo Coronicastaño)	Común
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus opacus</i>	Tapaculo Paramero / Paramo Tapaculo	Común
	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos Punteado	Común
		<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral Andino	Común
		<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara	Abundante
	Cotingidae	<i>Pipreola riefferii</i>	Frutero Verdinegro	Común
		<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino	Abundante
		<i>Pyroderus scutatus</i>	Cuervo Higuero Golirrojo	Común
	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	Abundante
	Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado	Común
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común / Common Tody-Flycatcher	Común
		<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	Abundante

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete Silbador Sureño	Común
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	Abundante
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Norteño	Abundante
		<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	Mosquerito Crestinaranja	Común
		<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos	Abundante
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo	Común
	Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Cinclo Gorriblanco	Común
	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino	Común
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo	Abundante
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor	Común
		<i>Euphonia saturata</i>	Eufonia Coroninaranja	Común
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo	Común
	Parulidae	<i>Geothlypis semiflava</i>	Antifacito Coronioliva	Común
		<i>Setophaga pitiauyumi</i>	Parula Tropical	Común
		<i>Myiothlypis coronata</i>	Reinita Coronirrojiza	Común
		<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza	Abundante
	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Pinzón Sabanero Común	Abundante
		<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflores Enmascarado	Abundante
		<i>Loriotus cristatus</i>	Tangara Crestiflama	Común
		<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama	Abundante
		<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón Pechicarmesí	Común
		<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable	Común
		<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero Negriblanco	Abundante
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)	Abundante
		<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado	Abundante
		<i>Coereba flaveola</i>	Mielero Flavo	Abundante
		<i>Coereba flaveola</i>	Semillerito Cariamarillo	Abundante
		<i>Bangsia flavovirens</i>	Clorospingo Verdiamarillo	Común
		<i>Chalcothraupis ruficervix</i>	Tangara Nuquidorada	Abundante
		<i>Stilpnia larvata</i>	Tangara Capuchidorada	Común
		<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara Lentejuelada	Común

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Abundante
		<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	Común

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Curva de Dominancia de Especies

Se incluyeron las curvas de dominancia para cada punto de muestreo en: Resultados – 7.2.6.4.2. Análisis por punto de muestreo.

Las especies dominantes fueron: *Pionus chalcopterus* (42 individuos), *Sporophila nigricollis* (11 individuos), *Elanoides forficatus* (7 individuos), *Semnornis ramphastinus* (7 individuos) y *Rupicola peruvianus* (7 individuos). El resto de especies presentó valores menores a 10 individuos (Figura 7.2-42).

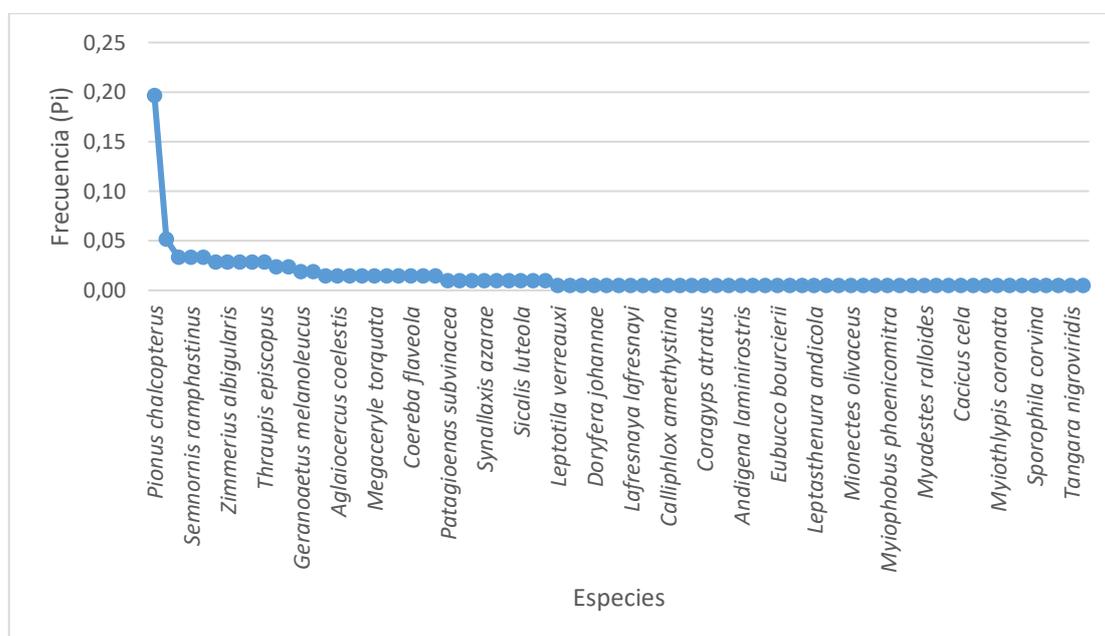


Figura 7.2-27 Dominancia/diversidad de aves

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Índices de Diversidad

e. Índice de Shannon – Wiener y de Simpson

De acuerdo con el índice de Shannon – Wiener en el área de estudio existe una diversidad alta (3.32). El punto de muestreo 1 (Las Juntas) registró la diversidad más baja y el punto de muestreo 4 (Las tablas) presentó la diversidad más alta con 2.47. Esto indica que las especies están presentes de manera equitativa a lo largo de la zona de estudio.

En cuanto al índice de diversidad de Simpson, de manera general se registró una diversidad alta (0.95). Todos los puntos presentan una diversidad que oscila entre media

a alta, indicando que existen especies dominantes en los puntos valorados en mayor proporción que las especies de menor abundancia. En la Tabla 7.2-44 se presentan los índices obtenidos para cada zona, y, para las concesiones.

Tabla 7.2-44 Interpretación de los índices de diversidad para aves

Punto de muestreo	Sector	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson
P1	Las Juntas	4	5	1.33	0.72
P2	Cielo Azul	10	17	2.17	0.83
P3	Espejo 2	5	6	1.56	0.77
P4	Las Tablas	20	45	2.47	0.91
P5	El Carmen	9	11	2.15	0.88
<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>83</b>	<b>3.32</b>	<b>0.95</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### f. Curva de Acumulación de Especies

En el área de estudio se registraron en total 79 especies; sin embargo, la curva no llega a estabilizarse, y muestra una tendencia creciente, indicando que si se aumenta el esfuerzo de muestreo podrían agregarse más especies al listado de aves de esta zona.

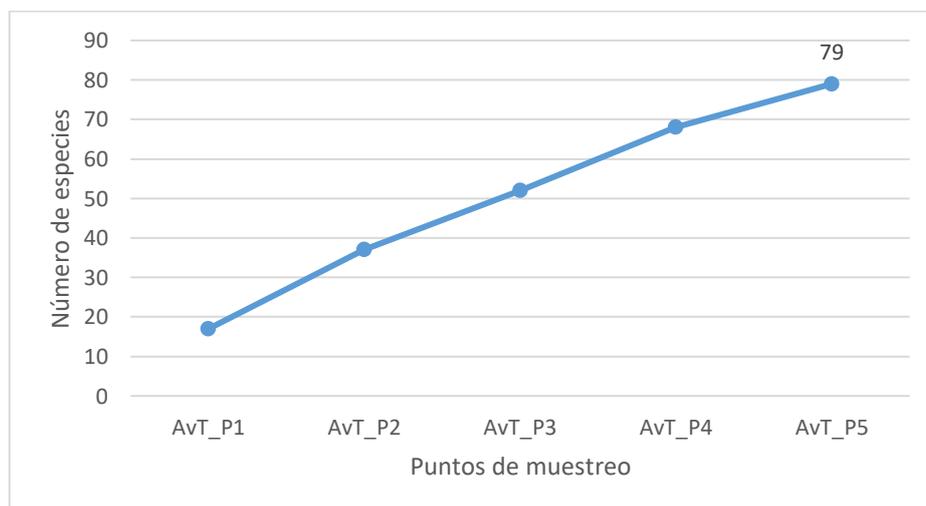


Figura 7.2-28 Curva de acumulación de especies de aves

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### g. Índice de Chao 1

El índice de Chao 1 mostró que las especies estimadas para el área de estudio son 87, que en relación a las especies registradas ( $n=79$ ) durante la fase de campo, indican que todavía falta por registrar un porcentaje de 9% de aves. Este resultado va de acuerdo con la curva de acumulación de especies que muestra una asíntota en crecimiento. En la Figura 7.2-29 se muestran los resultados obtenidos mediante la estimación de este índice.

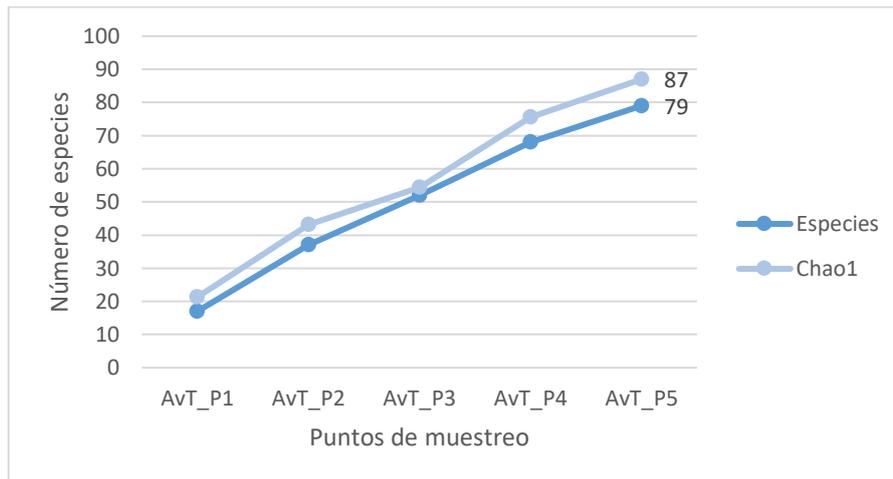


Figura 7.2-29 Curva de Chao 1 – componente aves

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### h. Índice de Similitud de Jaccard (Diversidad Beta)

El índice de Jaccard analizado muestra bajos porcentajes de similitud (menores al 50%) en cuanto a la composición de las comunidades de aves entre los puntos de muestreo evaluados. El porcentaje de similitud más alto (20%) está entre los puntos AvT-P4 y AvT-P5, probablemente debido a que son zonas que están ubicadas más cerca de las vías de acceso al proyecto incluyendo especies similares entre ambas áreas.

Adicionalmente se observa que se forman tres grupos en cuanto a su similaridad; el primer grupo formado por los puntos AvT-P1 y AvT-P3 con un 14%, los puntos AvT-P4 y AvT-P5 con el 20%, y, el punto AVT-P02 que se separa de ambos grupos mostrando una similitud menor. La Figura 7.2-30 muestra los resultados de similitud.

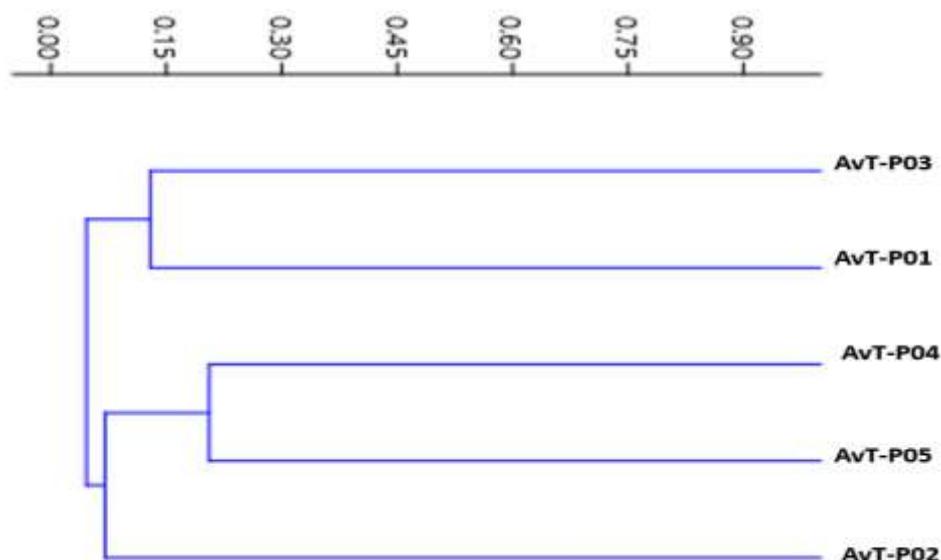


Figura 7.2-30 Índice de Similitud de Jaccard para aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.6.4.2 Análisis por punto de muestreo

##### a. Punto de muestreo 1 – AVT-P1

- Inventario

En la zona denominada como Cielo Azul se logró registrar dos órdenes, cuatro familias, 10 especies y 17 individuos. En la Tabla 7.2-45 se muestra el registro de aves para este punto.

Tabla 7.2-45 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P1

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	Ermitaño Ventrileonado
		<i>Heliangelus exortis</i>	Solángel Turmalina
		<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo Colivioleta
		<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta
		<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso
		<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo
		<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelo
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus opacus</i>	Tapaculo Paramero / Paramo Tapaculo
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor
	Parulidae	<i>Myiothlypis coronata</i>	Reinita Coronirrojoza

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza y Abundancia Absoluta

En la zona se registró un total de 17 individuos distribuidos en 10 especies, las cuales, en comparación con las 1690 especies de aves presentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan el apenas el 3,91% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-31 se muestran los resultados.

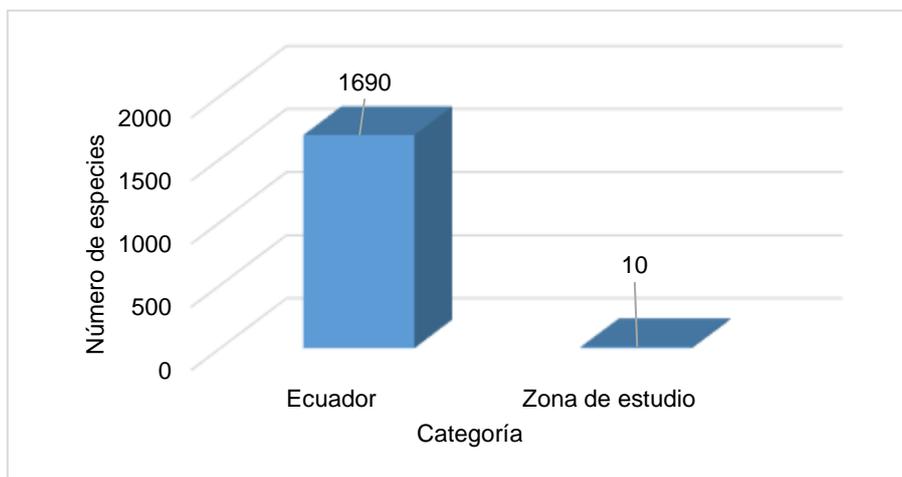


Figura 7.2-31 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, la más representativa fue Thraupidae con un 70% del total obtenido; el resto de familias obtuvieron un menor porcentaje como se puede observar a continuación.

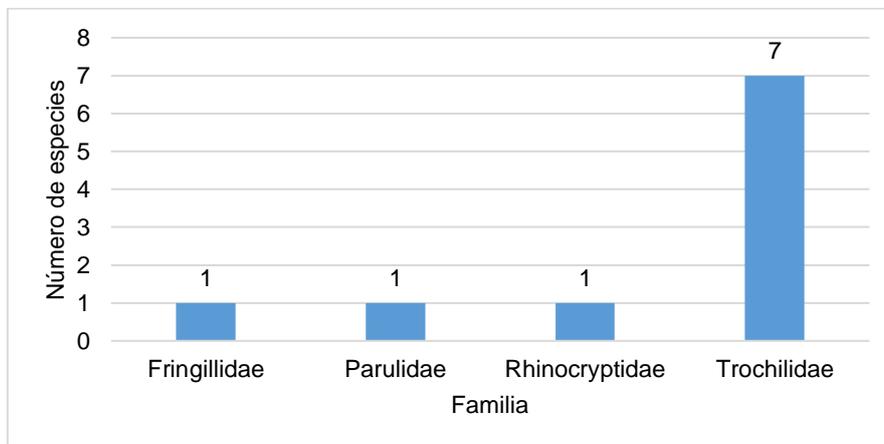


Figura 7.2-32 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, seis especies son raras y cuatro poco comunes (Tabla 7.2-46).

Tabla 7.2-46 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P1

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symmatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	Poco común
		<i>Helianthus exortis</i>	Solángel Turmalina	Rara
		<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo Colivioleta	Poco común
		<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta	Rara
		<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso	Poco común
		<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo	Poco común
		<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelo	Rara
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus opacus</i>	Tapaculo Paramero / Paramo Tapaculo	Rara
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor	Rara
	Parulidae	<i>Myiothlypis coronata</i>	Reinita Coronirrojiza	Rara

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Curva de Dominancia de Especies

Las especies dominantes fueron *Phaethornis symmatophorus*, *Agelaiocercus coelestis* y *Coeligena wilsoni* todas con 18 individuos. El resto de especies presentó valores menores a 12 individuos (Figura 7.2-33).

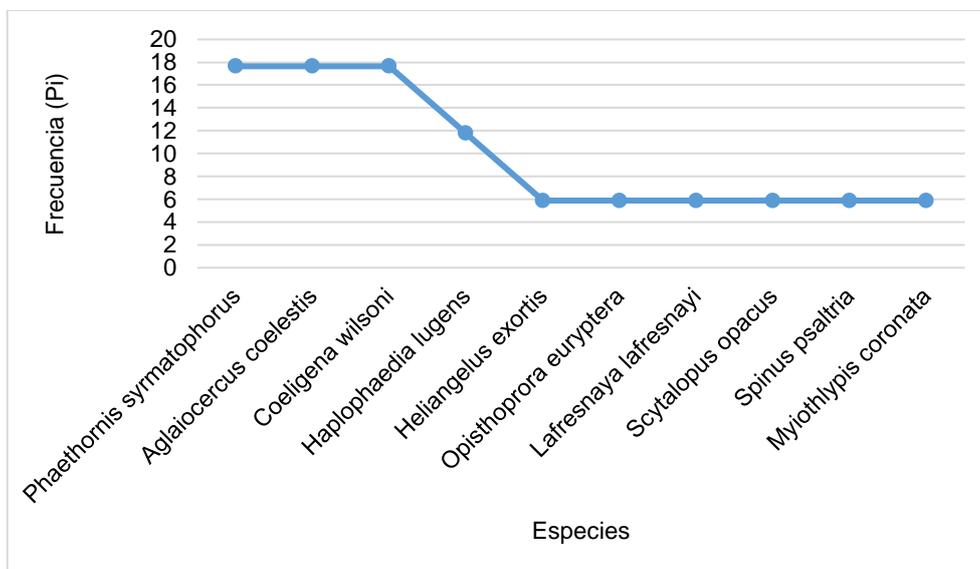


Figura 7.2-33 Dominancia/diversidad de aves – Avt\_P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Punto de muestreo 2 – AvT-P2

- Inventario

En la zona denominada como Las Juntas se logró registrar un orden, dos familias, cuatro especies y cinco individuos. En la Tabla 7.2-47 se muestra el registro de aves para este punto.

Tabla 7.2-47 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P2

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral Andino
	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama
		<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado
		<i>Bangsia flavovirens</i>	Clorospingo Verdiamarillo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza y Abundancia Absoluta

En la zona se registraron cinco individuos de cuatro especies, dos familias y un orden. Si se compara con las 1690 especies de aves presentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan apenas el 0,95% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-35 se muestran los resultados.

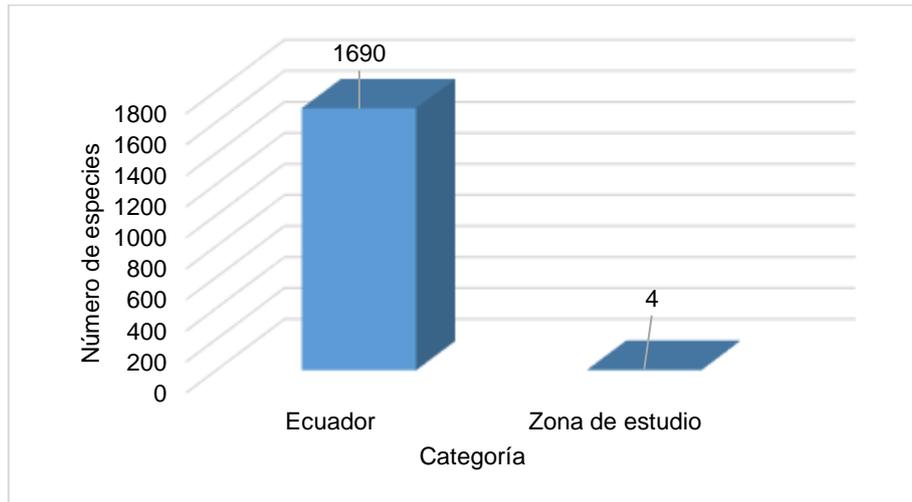


Figura 7.2-34 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, tenemos que la más representativa fue Thraupidae con un 75% del total obtenido; el resto de familias obtuvieron un menor porcentaje como se puede observar en la figura a continuación.

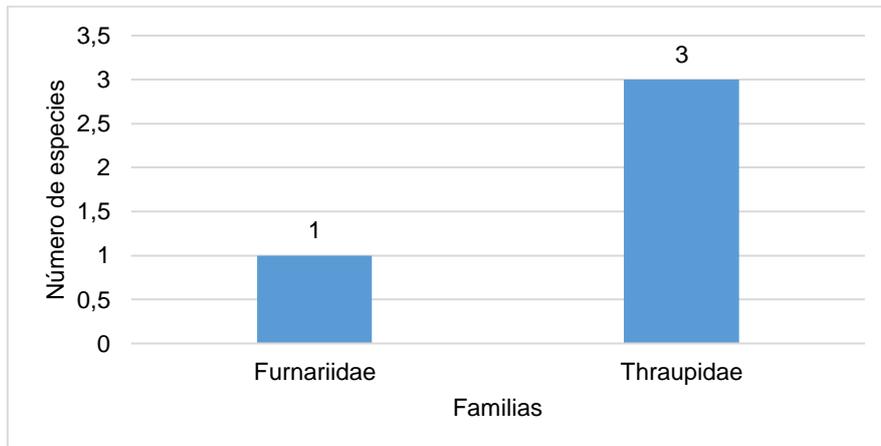


Figura 7.2-35 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, tres especies son raras y una poco común (Tabla 7.2-46 Tabla 7.2-48).

Tabla 7.2-48 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P2

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral Andino	Rara
	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama	Poco común
	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado	Rara
	Thraupidae	<i>Bangsia flavovirens</i>	Clorospingo Verdiamarillo	Rara

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Curva de Dominancia de Especies

La especie dominante fue *Rhamphocelus flammigerus* con dos registros. El resto de especies presentó al menos un individuo (Figura 7.2-36).

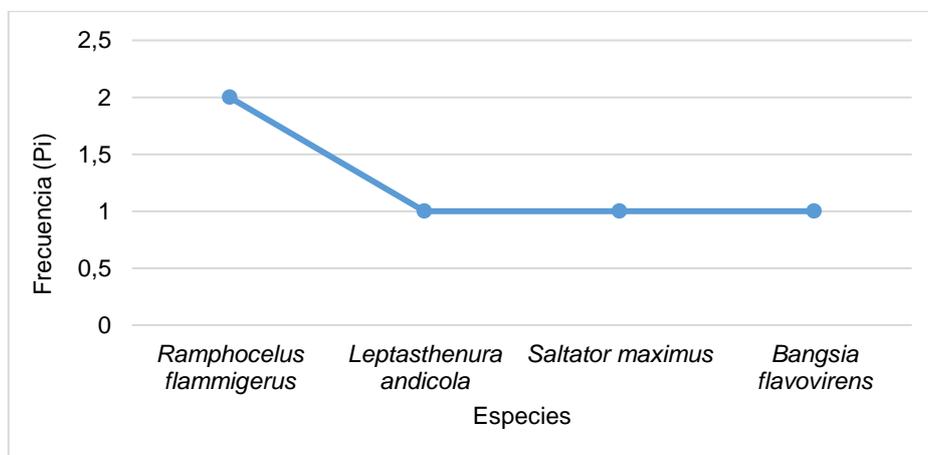


Figura 7.2-36 Dominancia/diversidad de aves – Avt\_P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Punto de muestreo 3 – AvT-P3

- Inventario

En la zona denominada como Espejo 2 se logró registrar un orden, dos familias, 20 especies y 45 individuos. En la Tabla 7.2-49 se muestra el registro de aves para este punto.

Tabla 7.2-49 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P3

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado
		<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colaespátula Zamarrito (Colibrí Colaraqueta)
		<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca
		<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa
	Capitonidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Barbudo Cabecirrojo
	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara
	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común / Common Tody-Flycatcher
		<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo
	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino
	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Pinzón Sabanero Común

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
		<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama
		<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero Negriblanco
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)
		<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado
		<i>Coereba flaveola</i>	Mielerero Flavo
		<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillerito Cariamarillo
		<i>Stilpnia larvata</i>	Tangara Capuchidorada
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza y Abundancia Absoluta

Tomando en cuenta los datos que fueron obtenidos en campo, en la zona se registró un total de 45 individuos, 20 especies siete familias y un orden. Si se compara con las 1690 especies de aves presentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan el apenas el 1,29% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-37 se muestran los resultados.

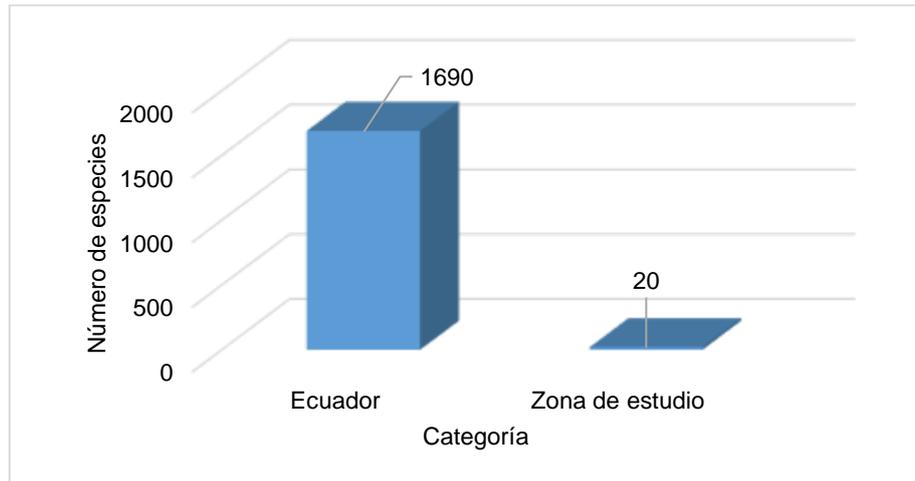


Figura 7.2-37 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, tenemos que la más representativa fue Thraupidae con un 75% del total obtenido; el resto de familias obtuvieron un menor porcentaje como se puede observar a continuación.

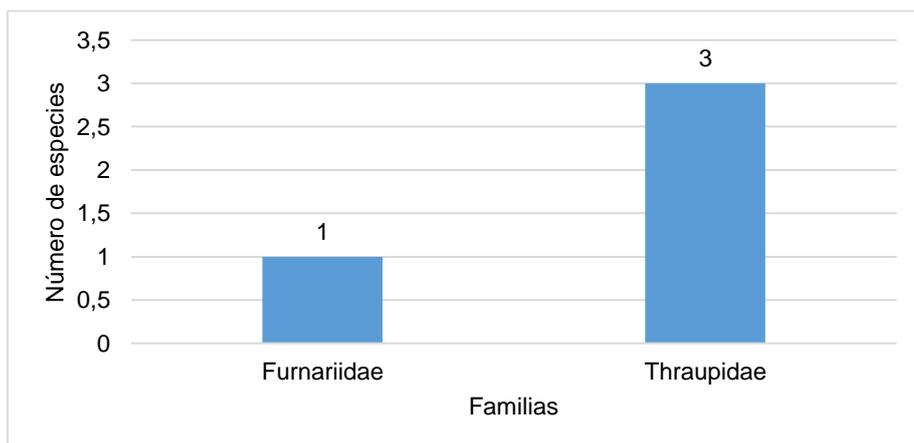


Figura 7.2-38 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, nueve especies son raras 10 son poco comunes y una es abundante (Tabla 7.2-50).

Tabla 7.2-50 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P3

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	Rara
		<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colaespátula Zamarrito (Colibrí Colaraqueta)	Rara
		<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca	Rara
		<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul	Rara
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	Rara
Piciformes	Capitonidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Barbudo Cabecirrojo	Poco común
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara	Poco común
	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común / Common Tody-Flycatcher	Rara
		<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	Poco común
		<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo	Rara
	Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino	Rara
	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Pinzón Sabanero Común	Poco común
		<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama	Poco común
		<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero Negriblanco	Poco común
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)	Abundante
		<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteadado	Poco común
<i>Coereba flaveola</i>		Mielero Flavo	Poco común	
<i>Coereba flaveola</i>		Semillerito Cariamarillo	Poco común	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
		<i>Stilpnia larvata</i>	Tangara Capuchidorada	Rara
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Poco común

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Curva de Dominancia de Especies

La especie dominante fue *Sporophila nigricollis* con 20 individuos. El resto de especies presentó valores menores a 10 individuos (Figura 7.2-39).

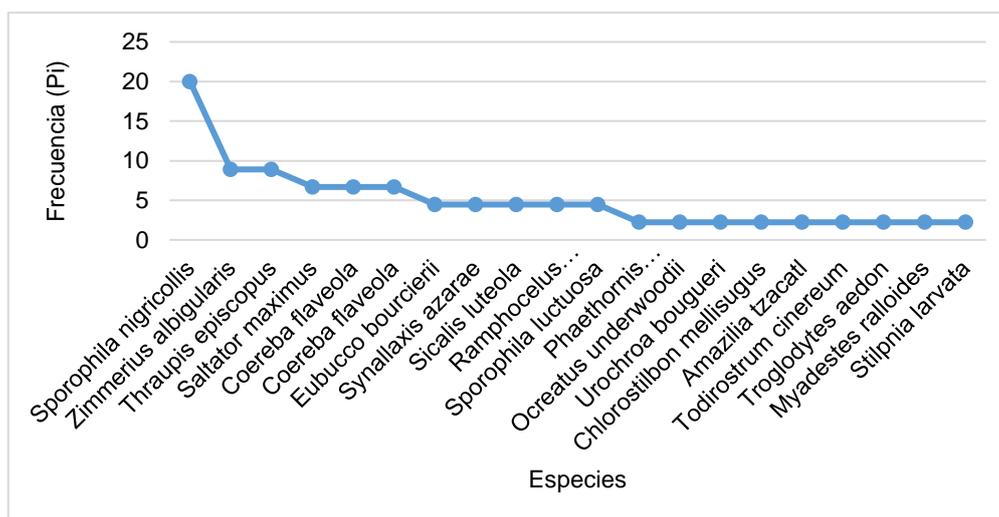


Figura 7.2-39 Dominancia/diversidad de aves – AvT\_P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Punto de muestreo AvT-P4

- Inventario

En la zona denominada como Las Tablas se logró registrar tres órdenes, cuatro familias, nueve especies y 11 individuos. En la Tabla 7.2-51 se muestra el registro de aves para este punto.

Tabla 7.2-51 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P4

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symmatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado
		<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Dorsicarmesí
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó
	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama
		<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza y Abundancia Absoluta

En la zona se registraron 11 individuos, nueve especies, cuatro familias y tres órdenes. Este resultado si lo comparamos con las 1690 especies de aves presentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan el apenas el 7% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-41 se muestran los resultados.

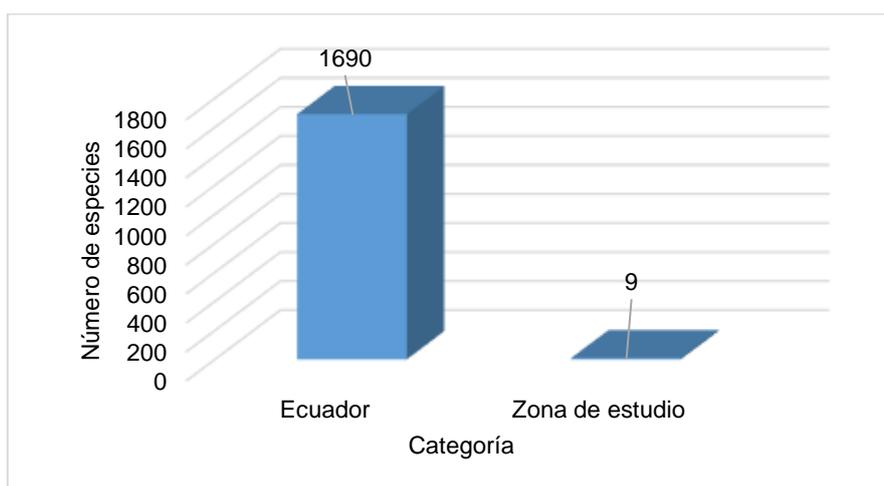


Figura 7.2-40 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AVT-P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, la más representativa fue Thraupidae con un 44,44% del total obtenido; el resto de familias obtuvieron un menor porcentaje como se puede observar a continuación.

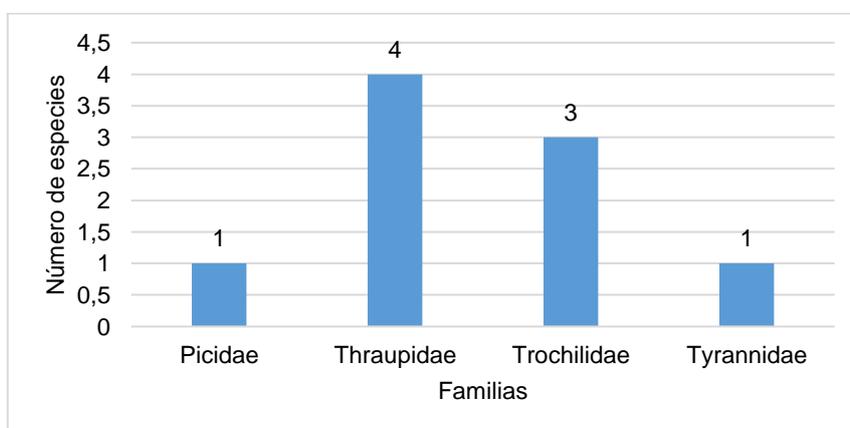


Figura 7.2-41 Número de especies de aves registradas por familias – AVT-P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, siete especies son raras y dos son poco comunes (Tabla 7.2-52).

Tabla 7.2-52 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P4

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis symatophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	Rara
		<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca	Rara
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	Rara
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Dorsicarnesí	Rara
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	Tiranolete del Chocó	Poco común
	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiflama	Rara
		<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable	Rara
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Ventriamarillo (Ventriamarillento)	Poco común
		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Rara

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Curva de Dominancia de Especies

Las especies dominantes fueron *Zimmerius albigularis* y *Sporophila nigricollis*, ambas con 18 individuos. El resto de especies presentó valores menores a 10 individuos (Figura 7.2-42).

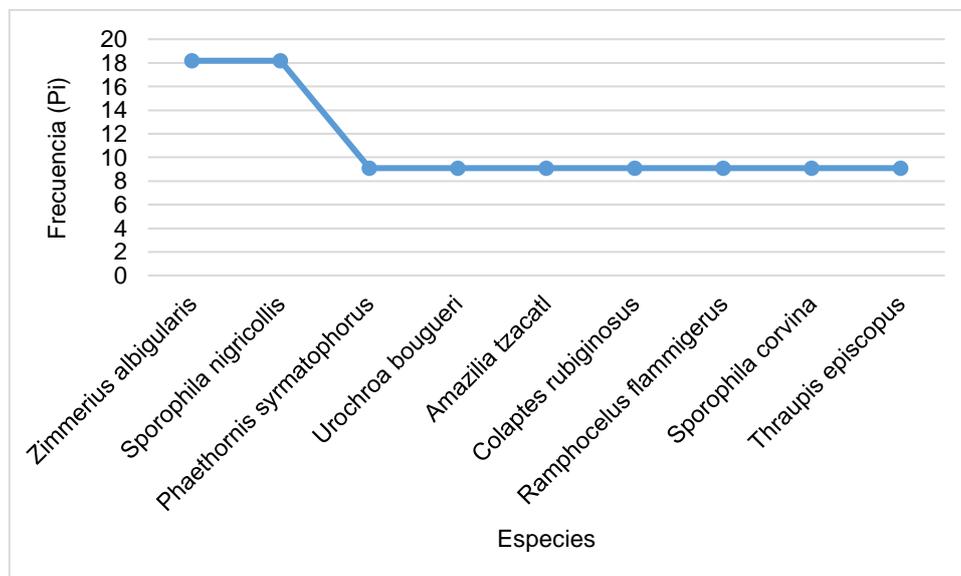


Figura 7.2-42 Dominancia/diversidad de aves – Avt\_P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Punto de muestreo AvT\_P5

- Inventario

En la zona denominada como El Carmen se logró registrar dos órdenes, tres familias, cinco especies y siete individuos. En la Tabla 7.2-53 se muestra el registro de aves para este punto.

Tabla 7.2-53 Especies de aves registradas (cuantitativo) – AvT-P5

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera johannae</i>	Picolanza Frentiazul
		<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita Amatista
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado
		<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	Mosquerito Crestinaranja
	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor Enmascarado

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza y Abundancia Absoluta

Tomando en cuenta los datos que fueron obtenidos en campo, en la zona se registraron siete individuos, cinco especies, tres familias y dos órdenes. Este resultado si lo comparamos con las 1690 especies de aves presentes en el Ecuador (Freile, y otros, 2019), representan el apenas el 0,30% del total de aves registradas para Ecuador. En la Figura 7.2-43 se muestran los resultados.

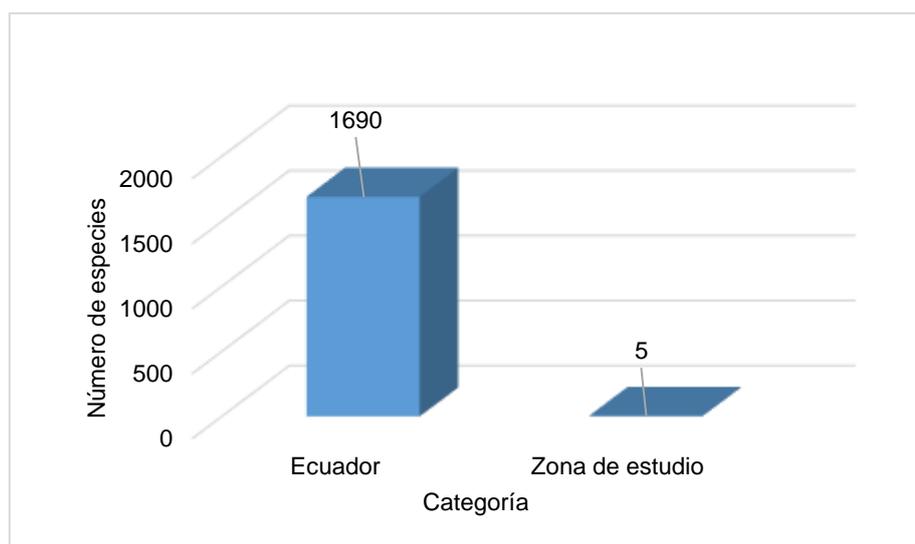


Figura 7.2-43 Número de especies de aves registradas en el área de estudio– AvT-P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En cuanto a las familias registradas, tenemos que la más representativas fueron Trochilidae y Tyrannidae con dos especies cada una, y un 40% (cada una) del total obtenido, y, la familia Thraupidae con un registro. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

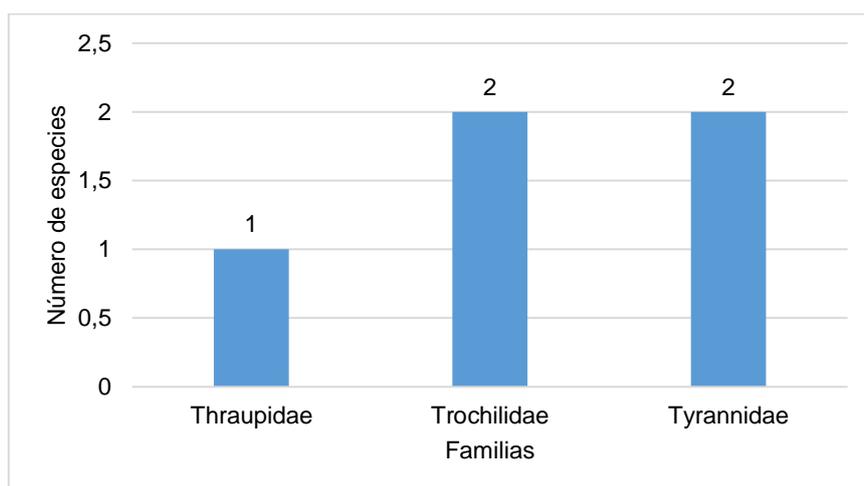


Figura 7.2-44 Número de especies de aves registradas por familias – AvT-P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia Relativa

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron, tres especies son raras y dos son poco comunes (Tabla 7.2-46).

Tabla 7.2-54 Especies de aves y su abundancia relativa – AvT-P5

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	ABUNDANCIA
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera johannae</i>	Picolanza Frentiazul	Rara
		<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita Amatista	Rara
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado	Poco común
		<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	Mosquerito Crestinaranja	Rara
	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pinchaflor Enmascarado	Poco común

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Curva de Dominancia de Especies

Las especies dominantes fueron *Mionectes olivaceus* y *Diglossa cyanea* con 29 registros cada una. El resto de especies presentó valores menores a 14 individuos (Figura 7.2-45).

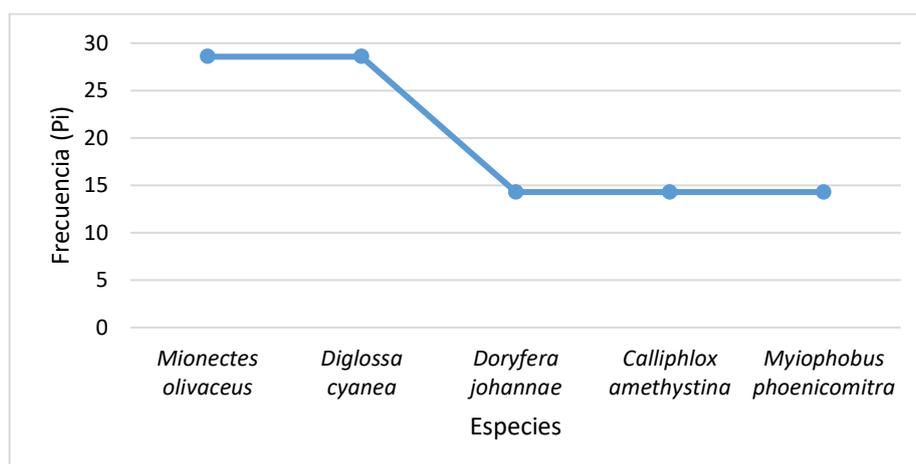


Figura 7.2-45 Dominancia/diversidad de aves – AvT\_P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.6.4.3 Puntos de muestreo cualitativo

A continuación, se incluyen los listados de especies de aves registradas en los cinco puntos de muestreo cualitativo evaluados durante la fase de campo.

##### a. Punto de muestreo 1 – AvT-P01

- Inventario

En la zona denominada como Cielo Azul se logró identificar las siguientes especies de aves:

Tabla 7.2-55 Especies de aves registradas en el punto AvT-P01

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal Cabecidorado
		<i>Trogon personatus</i>	Trogón Enmascarado
Piciformes	Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado
Passeriformes	Grallariidae	<i>Eubucco bourcierii</i>	Gralaria Coronicastaña (Tororoi Coronicastaño)
	Cotingidae	<i>Pipreola riefferii</i>	Frutero Verdinegro
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete Silbador Sureño
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo
	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

b. Punto de muestreo 2 – AvT-P02

- Inventario

En la zona denominada como Las Juntas, se logró identificar las siguientes especies de aves:

Tabla 7.2-56 Especies de aves registradas - AvT-P02

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma Ventiocrácea
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta
		<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila Pechinegra
		<i>Leucopternis semiplumbeus</i>	Gavilán Semiplomizo
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal Cabecidorado
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula schisticolor</i>	Hormiguerito Pizarroso
	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos Punteado
	Cotingidae	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino
		<i>Pyroderus scutatus</i>	Cuervo Higuero Golirrojo
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical
		<i>Tyrannus</i>	Tirano Norteño
	Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Cinclo Gorriblanco
	Fringillidae	<i>Euphonia saturata</i>	Eufonia Coroninaranja
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo
	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza
	Thraupidae	<i>Loriotus cristatus</i>	Tangara Crestiflama
		<i>Chalcothraupis ruficervix</i>	Tangara Nuquidorada
		<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara Lentejuelada
<i>Thraupis palmarum</i>		Tangara Palmera	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

c. Punto de muestreo 3 – AvT-P03

- Inventario

En la zona denominada como Espejo 2, se logró identificar las siguientes especies de aves:

Tabla 7.2-57 Especies de aves registradas - AvT-P03

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Parula Tropical
	Thraupidae	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón Pechicarnesí

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

d. Punto de muestreo 4 – AvT-P04

- Inventario

En la zona denominada como Las Tablas, se logró identificar las siguientes especies de aves.

Tabla 7.2-58 Especies de aves registradas – AvT-P04

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador Grande
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado
Passeriformes	Cotingidae	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino
	Tyrannidae	<i>Fluvicola nengeta</i>	Tirano de Agua Enmascarado
		<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos
	Parulidae	<i>Geothlypis semiflava</i>	Antifacito Coronioliva

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

e. Punto de muestreo 5 – AvT-P05

- Inventario

En la zona denominada como El Carmen, se logró identificar las siguientes especies de aves:

Tabla 7.2-59 Especies de aves registradas – AvT-p05

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza
Coraciformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador Grande
Piciformes	Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)
	Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Tucán Andino Piquilaminado
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL
	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

f. Índice de Similitud Cualitativo (presencia/ausencia) de aves

El índice de similitud analizado de forma cualitativa (presencia/ausencia) muestra una distribución diferente en cuanto al análisis de especies registradas de modo cuantitativo. Sin embargo, se mantiene la formación de tres grupos en cuanto a la semejanza de composición de especies, el primer grupo formado por los puntos AvT\_P03 y AvT\_P03, luego el segundo grupo con los puntos AvT\_P04, AvT\_P05 y AvT\_P01. La mayor similitud se halló en el grupo conformado por los puntos AvT\_P05 y AvT\_P01 con un 24%, luego se encuentra el punto AvT\_P04 con una similaridad menor al 12% en relación a los puntos AvT\_P05 y AvT\_P01, y, finalmente el grupo formado por los puntos AvT\_P02 y AvT\_P03, que al igual que el anterior, presenta una similitud menor al 12%.

Los valores de similaridad entre todos los puntos para la muestra cualitativa indicaron que existe una diferencia amplia en cuanto a la composición de especies entre los puntos, con más del 80% de disimilaridad. La Figura 7.2-46 muestra la continuación los resultados de similitud.

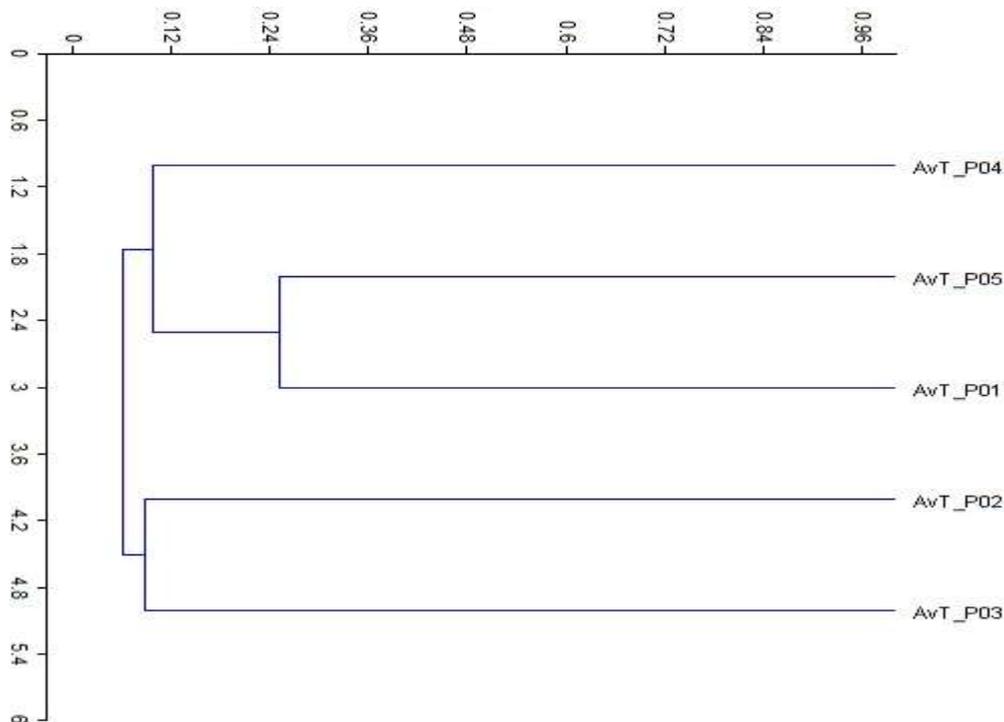


Figura 7.2-46 Índice de Similitud Cualitativo para aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.6.4.4 Aspectos Ecológicos

Los resultados analizados en cuanto a los aspectos ecológicos de las aves registradas en el área de estudio se detallan a continuación.

a. Nicho Trófico

Las especies registradas en el área de estudio se clasificaron en 11 gremios alimenticios, siendo el más representativo el gremio de los Insectívoros con 20 especies, posteriormente se encuentran los Frugívoros con 18 especies, luego el gremio de Nectarívoros con 17 especies. El resto de gremios mostraron menos de 10 especies. En la Tabla 7.2-60 se puede apreciar a que nicho corresponde cada especie registrada.

Tabla 7.2-60 Nicho trófico de las aves registradas – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Nicho trófico	Número de especies
Frugívoro-Semillero	1
Frugívoro	18
Semillero	10
Insectívoro	20
Carnívoro	2
Omnívoro	2
Nectarívoros	17
Piscívoro	1
Carnívoro-insectívoro	2
Frugívoro-insectívoro	5
Frugívoro-Semillero	1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Hábito

Tomando en cuenta que la mayoría de transectos efectuados en la zona, se realizaron en horas del día, se tiene que el 100% de las aves registradas presentan un hábito diurno.

c. Distribución Vertical

El estrato más representativo fue el Sotobosque con el 60% de registros, seguido del Subdosel con 29% de registros. El resto de estratos registraron menos del 5% de especies. Cabe indicar que las redes de neblina se colocan en el Subdosel, por esta razón, se registran más especies en este estrato. En la siguiente tabla se muestran los estratos donde fueron registradas las aves de este sector.

Tabla 7.2-61 Distribución vertical de las aves registradas – Proyecto Minero Tres Cerrillos

DISTRIBUCIÓN VERTICAL	NÚMERO DE ESPECIES	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL
Aéreo	4	5.06
Dosel	2	2.53
Subdosel	23	29.11

DISTRIBUCIÓN VERTICAL	NÚMERO DE ESPECIES	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL
Terrestre	1	1,27
Sotobosque	47	59.49
Acuático	2	2.53

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Estado de Conservación de las Especies

De acuerdo a la UICN (2020) se registraron tres especies categorizadas como Vulnerables (VU), una catalogada como Casi Amenazada (NT) y el resto de especies como Preocupación Menor (LT). El Libro Rojo (2017) indicó a cuatro especies en estado Vulnerable (VU), dos especies Casi Amenazadas (NT), una especie En Peligro (EN) y el resto de especies como Preocupación Menor (LT). La revisión de CITES (2020) indicó a 17 especies en el Apéndice II, una especie en el Apéndice III y seis especies no determinadas. La evaluación se hizo en base a las especies que presentan alguna categoría de amenaza; a continuación, en la Tabla 7.2-62 se muestran los resultados de este aspecto.

Tabla 7.2-62 Estado de Conservación de Aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN (2020)	LIBRO ROJO (2017)	CITES (2020)
Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	Vulnerable	Vulnerable	-
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical	Vulnerable	Vulnerable	-
	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma Venticrácea	Vulnerable	Vulnerable	-
Trochilidae	<i>Phaethornis symrathophorus</i>	Ermitaño Ventrileonado	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Doryfera johannae</i>	Picolanza Frentiazul	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Helianthus exortis</i>	Solángel Turmalina	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso	Casi amenazada	Vulnerable	Apéndice 2
	<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelo	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colaespátula Zamarrito (Colibrí Colaraqueta)	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Urochroa bougueri</i>	Estrella Coliblanca	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Calliphlox amethystina</i>	Estrellita Amatista	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda Coliazul	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufa	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN (2020)	LIBRO ROJO (2017)	CITES (2020)
	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila Pechinegra	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Leucopternis semiplumbeus</i>	Gavilán Semiplomizo	Preocupación menor	Vulnerable	Apéndice 2
Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)	Casi amenazada	Casi amenazada	Apéndice 3
Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Tucán Andino Piquilaminado	Casi amenazada	Vulnerable	-
Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro Alibronceado	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos Punteado	Preocupación menor	Casi amenazada	-
Cotingidae	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallo de la Peña Andino	Preocupación menor	Preocupación menor	Apéndice 2
	<i>Pyroderus scutatus</i>	Cuervo Higuero Golirrojo	Preocupación menor	En peligro	-

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Especies Indicadoras

En el área de estudio se registraron a diferentes especies de aves, dentro de las cuales las que presentan alta sensibilidad son las siguientes: *Patagioenas subvinacea*, *Haplophaedia lugens*, *Urochroa bougueri*, *Leucopternis semiplumbeus*, *Andigena laminirostris*, *Myiophobus phoenicomitra* y *Bangsia flavovirens*.

#### f. Especies Sensibles

Dentro de las aves registradas, se tiene que, en su mayor parte presentaron una sensibilidad baja a los cambios en el medio (n=38, 48%), luego con 33 especies están las aves de sensibilidad media (42%), y finalmente con ocho especies las de sensibilidad alta (10%). En el siguiente gráfico se presenta su distribución porcentual.

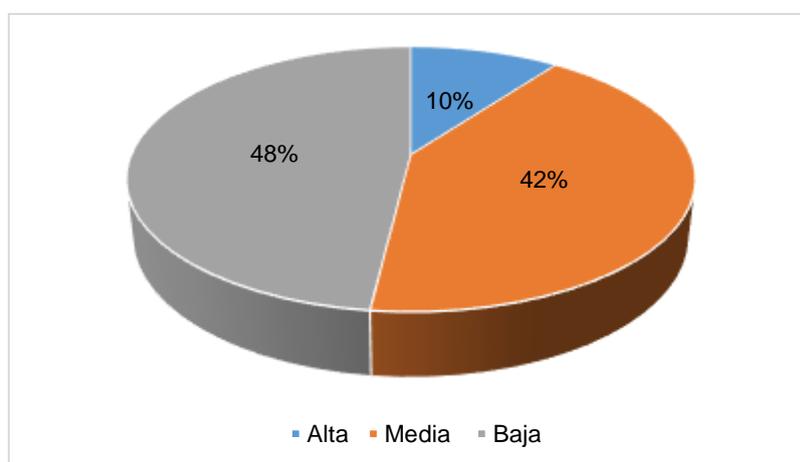


Figura 7.2-47 Sensibilidad por número de especies de aves – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Las especies de aves que presentaron una sensibilidad alta a los cambios en el ambiente y que fueron registradas en el estudio son: *Patagioenas subvinacea*, *Haplophaedia lugens*, *Coeligena wilsoni*, *Urochroa bougueri*, *Leucopternis*

*semitlumbus*, *Andigena laminirostris*, *Myiophobus phoenicomitra* y *Bangsia flavovirens*.

g. Endemismo

Según los datos presentes en Ridgely y Greenfield (2006), se obtuvo que 10 especies de aves presentan algún tipo de endemismo, las cuales se las presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7.2-63 Especies endémicas regionales encontradas en el área de estudio

No.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma Ventiocrácea
2	Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus coelestis</i>	Silfo Colivioleta
3			<i>Opisthoprora euryptera</i>	Piquiavoceta
4			<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito Canoso
5			<i>Coeligena wilsoni</i>	Inca Pardo
6	Piciformes	Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Barbudo Tucán (Yumbo)
7		Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Tucán Andino Piquilaminado
8	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	Mosquerito Crestinaranja
9		Thraupidae	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón Pechicarmesí
10			<i>Bangsia flavovirens</i>	Clorospingo Verdiamarillo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

h. Migración

En la zona se registraron cuatro especies de aves que se encuentran en los listados de especies migratorias de Ridgely y Greenfield (2006), las cuales son: *Cathartes aura*, *Elanoides forficatus*, *Tyrannus tyrannus* y *Piranga rubra*.

i. Áreas Sensibles

No se registraron áreas sensibles para la ornitofauna en el área de influencia del proyecto, debido a que las especies de aves en su mayoría no se encuentran dentro de un estado grave de conservación. Las especies registradas como vulnerables están distribuidas en otras zonas aledañas y del país, por lo tanto, no fueron consideradas como aves en estado de peligro.

j. Uso del Recurso

En la zona de estudio no se registraron muchas especies que presten algún interés a las personas que viven en el lugar, sin embargo, se anotaron tres especies que suelen ser usadas por pobladores del lugar como mascotas o alimento. A continuación, se muestran los resultados del uso.

Tabla 7.2-64 Especies endémicas regionales encontradas en el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE USO	USO
Semnornithidae	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Mascota
Ramphastidae	<i>Andigena laminirostris</i>	Alimento
Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	Mascota

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.6.5 Discusión

La zona de estudio se encuentra en dos pisos zoogeográficos: Piso Subtropical Occidental y en el Templado, zonas muy ricas en la presencia de ornitofauna, ya que en los mismos se encuentran registradas aproximadamente 488 especies según Albuja y otros (2012), lo que muestra que en la zona aún faltan estudios por realizar para poder tener más registros. Tomando en cuenta estos resultados, se denota que se registró una pequeña parte de aves en la zona, debido a factores climáticos (lluvias fuertes) presentes al momento de realizar el muestreo.

Tomando en cuenta los datos del estudio de Albuja y otros (2012), los sitios inventariados corresponden a las zonas de vida Bosque muy húmedo Pre-Montano-Bajo, Bosque húmedo Premontano (Piso Subtropical Occidental), la estepa espinosa Montano-Bajo, bosque seco Montano bajo y Bosque húmedo Montano Bajo (Piso Templado). En estos pisos podemos encontrar especies de importancia para la conservación según Albuja y otros (2012), lo cual está de acuerdo con los resultados de este estudio, donde se registró la presencia de algunas especies que se encuentran en los listados indicados por Albuja, indicando que los remanentes de bosque del área de estudio, son un refugio para las aves y mantienen recursos para su desarrollo.

En el Piso Templado, existe una alta diversidad de ornitofauna, ya que se registran 485 especies según Albuja y otros (2012), que, en contraste con las especies registradas en este estudio, indica que en monitoreos posteriores se podría registrar nuevas especies de aves para el área de influencia del proyecto.

Pese a que la zona visitada presenta una fuerte acción antrópica, aun podemos encontrar especies de aves que muestran una buena salud de los pequeños remanentes boscosos; las aves que presentan algún tipo de migración muestran la importancia de mantener y mejorar la salud del bosque. Si bien son pocas las especies de aves que son utilizadas por el ser humano, podemos inferir que aún hay personas que muestran una interdependencia con este grupo, lastimosamente de una forma negativa para las aves.

### 7.2.6.6 Conclusiones

- Hay que considerar que la zona mantiene diferentes especies de aves con una alta diversidad, y es capaz de mantener en su interior diversas relaciones tróficas, como gremios alimenticios, que nos indican que en la zona aún se mantienen buenos parches boscosos pese a la presión antrópica que han sufrido por las actividades agropecuarias de las comunidades locales.
- Se registraron algunas especies ubicadas en alguna categoría de amenaza dentro de las listas UICN, CITES y el Libro Rojo de aves. Se debe tomar en

cuenta que estas especies podrían desaparecer debido a la fragmentación continua del hábitat ejecutada por los pobladores locales, por lo que se deben tener en cuenta como especies bioindicadoras y monitorearlas para conocer el estado de estas poblaciones dentro del área de estudio.

- Por otra parte, en la zona de estudio, se encontraron un gran número de especies indicadoras de sitios alterados, lo que nos muestra que en el área se está produciendo un daño por parte de los pobladores o por la presencia de trabajadores, por lo que es menester acciones que lleven a mantener los remanentes de bosque del área de estudio.

### **7.2.6.7 Recomendaciones**

- Es necesario efectuar diversos estudios en la zona, tomando en cuenta las fechas de lluvias y migración de las aves, es así que se propone efectuar estudios en época seca y lluviosa, para obtener mejores resultados, y conocer de mejor forma las especies presentes en la zona.
- Se recomienda efectuar un programa de reforestación con especies propias del lugar, tomando en cuenta la importancia que las mismas presentan para las aves.
- Se recomienda impartir talleres de educación ambiental a la población local sobre las aves presentes en el área de estudio, ya que su conocimiento, ayudará a la conservación de las aves en el área de influencia del proyecto.

## **7.2.7 Herpetofauna**

### **7.2.7.1 Introducción**

Durante las últimas décadas la biodiversidad en anfibios y reptiles ha incrementado, ubicando a Ecuador como un país megadiverso a nivel regional y mundial; sin embargo, y a pesar de numerosos estudios, aún se subestima la diversidad de especies por varios grupos en complejos crípticos (Chris Funk, Caminer, & Ron, 2012). Actualmente en Ecuador, la biodiversidad estimada de anfibios es de 633 especies y endemismo 40%, y el último año (2019) se han descrito 24 nuevas especies, siendo el mayor número registrado en los últimos 40 años (Valencia & Garzón, 2011; PUCE, 2019a). Mientras en reptiles la diversidad alfa se estima en 482 especies y endemismo cerca del 30%, describiendo 53 nuevas especies en la última década (PUCE, 2019b; Torres-Carvajal, Pazmiño-Otamendi, & Salazar-Valenzuela, 2019; Valencia & Garzón, 2011). Mostrando constantes cambios en las bases de datos nacionales y regionales (Ribeiro-Júnior et al., 2020).

Los anfibios y reptiles son especies indicadoras de calidad ambiental. Los anfibios, al poseer piel desnuda, son considerados como sensibles a variaciones temporales o permanentes en los ecosistemas; es así, que ciertos grupos como centrolénidos o dendrobátidos, muestran mayor sensibilidad a perturbaciones, y son las primeras en desaparecer (Valencia & Garzón, 2011). En reptiles, si bien su fenotipo los hace resistentes a cambios ambientales la fragmentación del hábitat produce una disminución de su diversidad.

La evaluación está inmersa en los estudios de caracterización rápida para la biodiversidad, la cual es una herramienta adecuada para la obtención de información en períodos de tiempo corto. Si bien, el presente no reemplaza estudios longitudinales, se establece como una evaluación rápida con listas preliminares de especies en un

determinado sitio, y sus características ecológicas asociadas; con el fin de obtener datos suficientes para establecer áreas sensibles o posibles eventos de reducción poblacional.

Por lo expuesto, el presente estudio busca evaluar la condición ambiental en las Concesiones Mineras Tres Cerrillos y La Primavera, ubicadas en la Provincia del Carchi, Cantones Espejo y Mira.

#### **7.2.7.2 Área de estudio**

El Proyecto Minero Tres Cerrillos, está conformado por las Concesiones Tres Cerrillos y La Primavera, las cuales están ubicadas en la Provincia del Carchi, en los Cantones Espejo y Mira. De acuerdo a la clasificación zoogeográfica del Ecuador (Albuja, L. y Arcos, R., 2007) se encuentra en los Pisos Zoogeográfico Templado que va desde 1800 - 2000 a 2800 - 3000 y el Piso Subtropical Occidental que oscila entre los 800 - 1000 a 1800 - 2000 de altitud.

#### **7.2.7.3 Criterios Metodológicos**

Las Evaluación Ecológica Rápida (EER) es una herramienta útil de planificación para la conservación, la cual se implementa cada vez más para la rápida caracterización de la biodiversidad de una zona, ya que proporcionan información básica sobre la biodiversidad de una zona determinada e identifican los objetos de conservación para los cuales formulan metas y estrategias de manejo (TNC, 2002).

Se emplearon transectos lineales debido a que, es la técnica más eficaz para estudiar densidades poblacionales de reptiles y anfibios en diferentes pisos altitudinales y en diferentes tipos de hábitats (Jaeger, 1994), lográndose un alto éxito de observaciones en función del esfuerzo de muestreo invertido.

Los transectos de Registros de Encuentros Visuales (REV) son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman et al., 1995) y a lo largo de riachuelos en zonas neotropicales, mientras que, las caminatas libres resultan apropiadas para estudios de anfibios y reptiles (Crump y Scott, 1994).

Por otro lado, la remoción de hojarasca es una técnica útil para cuantificar especies de anfibios y reptiles que emplean diversos microhábitats como (hojarasca, musgo, raíces, piedras, y troncos) y se utilizó a lo largo del transecto y en sitios escogidos al azar.

El levantamiento de línea base se realizó a través de técnicas cuantitativas y cualitativas, descritas a continuación:

##### **7.2.7.3.1 Fase de Campo**

El levantamiento de línea base se lo realizó durante el mes de febrero de 2021. El método cuantitativo aplicado en este estudio fue la realización de transectos lineales de 400 metros de longitud, por 4 metros de ancho (dos metros de cada lado) en cada uno de los puntos de colecta. El muestreo fue realizado de forma sistemática, recorridos diarios diurnos en horario de 9h a 12h y nocturnos en horario 19h00 a 23h00, mientras que el registro auditivo se lo realizó en el horario de 22h00 a 23h00. Para el método cualitativo se realizaron recorridos libres de 800 metros con la finalidad de realizar la búsqueda activa de anfibios y reptiles durante el día.

Las metodologías para la identificación de las poblaciones de anfibios y reptiles que habitan en el área son ampliamente utilizadas para estudios de inventarios y monitoreos ajustados a periodos de tiempos cortos (Lips & Reaser, 2000). A continuación, se describen de forma detallada los métodos de levantamiento de información de datos para la caracterización de los anfibios y reptiles.

### **Muestreos Cuantitativos**

#### a. Transectos de Registro de Encuentros Visuales (REVs) diurnos y nocturnos

La metodología corresponde a una combinación de dos propuestas metodológicas (Crump & Scott, 1994; Lips et al., 2001), la cual consistió en recorridos a través de los diferentes transectos de 400 m y 4 m de banda, en la búsqueda activa de anfibios y reptiles desde nivel de suelo hasta 2,5m metros sobre el suelo, y con el haz de luz de la linterna hasta 2 metros a cada lado del transecto. Recorriéndose dos veces al día, en horarios de 9h00 a 12h00 (diurno) y 19h00 a 23h00 (nocturno). Esta metodología representa la forma más utilizada que permite medir la composición de especies y de aspectos ecológicos (Pearman y López, 1995).

### **Muestreos Cualitativos**

#### b. Caminatas libres:

Registros adicionales fueron obtenidos de manera aleatoria o resultado de búsquedas específicas. En esta sección se realizaron recorridos libres de aproximadamente 800 metros. Consistió en una búsqueda activa de anfibios y reptiles durante el día o la noche (2 horas), en búsqueda de anfibios y reptiles, sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto el revisar minuciosamente todos los microhábitats disponibles) (Angulo et al., 2006), estas caminatas proveen información adicional de riqueza, reproducción y etología.

#### c. Limitantes metodológicas

Durante el estudio en las concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera la limitante metodológica fue la presencia de largos periodos de lluvia muy fuerte durante toda la fase de muestreo.

#### d. Identificación Taxonómica y Almacenamiento de datos

Los especímenes capturados fueron transportados en bolsas plásticas (anfibios) y de tela (reptiles), identificados, fotografiados y liberados la última noche de cada transecto. Se realizó la descripción taxonómica preliminar y datos ecológicos.

No se utilizó la técnica de marcaje de los herpetozoos registrados, dado que la tasa de recaptura es muy baja, por lo que se reduce la probabilidad de sobrestimar los tamaños poblacionales por recapturas (Cabrera-Guzmán y Reynoso, 2012).

#### e. Sitios de Muestreo

En la Tabla 7.2-65 se describe cada uno de los puntos donde se llevó a cabo el muestreo de herpetofauna. La ubicación de los puntos también se puede ver en el Anexo E "Cartografía" Mapa 23.4 Mapa Muestreo Herpetofauna.

Tabla 7.2-65 Sitios de muestreo componente Herpetofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

ÁREA DE MUESTREO  CÓDIGO		COORDENADAS		METODOLOGÍA	TIPO DE VEGETACIÓN
		WGS 84			
		ESTE	NORTE		
Concesión Minera Tres Cerrillos	HT1_P1	817375,89	10088706,05	Muestreo cuantitativo/ Recorridos de observación en transecto para búsqueda y conteo de individuos	Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales y áreas de suro
	HT1_P2	817116,71	10088398,04		
	HT2_P1	816790,00	10087063,00	Muestreo cuantitativo/ Recorridos de observación en transecto para búsqueda y conteo de individuos.	Bosque secundario, quebrada, pastizales aledaños
	HT2_P2	816732,00	10087461,00		
Concesión Minera La Primavera	HT3_P1	812785,94	10085414,65	Muestreo cuantitativo/ Recorridos de observación en transecto para búsqueda y conteo de individuos.	Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales
	HT3_P2	812755,00	10085014,00		
	HT4_P1	813715,10	10087539,61	Muestreo cuantitativo/ Recorridos de observación en transecto para búsqueda y conteo de individuos.	Remanente de bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia, presencia de ganado
	HT4_P2	814037,10	10087298,61		
	HT5_P1	810141,97	10089088,76	Muestreo cuantitativo/ Recorridos de observación en transecto para búsqueda y conteo de individuos.	Remanente de bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia, presencia de ganado
	HT5_P2	810109,97	10088688,76		
Concesión Minera Tres Cerrillos	H-PO1-01	817400,56	10088750,01	Muestreo cualitativo /Caminatas Libres	Bosque secundario, con extracción de madera
	H-PO1-02	818073,89	10088316,56		
	H-PO2-01	816668,11	10087661,08	Muestreo cualitativo /Caminatas Libres	Pastizal con árboles aislados remanentes
	H-PO2-02	817006,11	10086931,08		
	H-PO3-01	812811,35	10085096,77	Muestreo cualitativo /Caminatas Libres	Bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia, presencia de ganado
	H-PO3-02	813506,00	10084697,00		
Concesión Minera La Primavera	H-PO4-01	814042,88	10087810,20	Muestreo cualitativo /Caminatas Libres	Vía, rodeado de pastizal
	H-PO4-02	814719,49	10088227,39		
	H-PO5-01	809973,41	10089059,77	Muestreo cualitativo /Caminatas Libres	Pastos con árboles aislados remanentes
	H-PO5-02	810644,82	10089503,69		

Código: HT\_P: Puntos de Muestreo de Herpetofauna, HT\_PO: Punto de observación Herpetofauna. Los valores 01 y 02, indican el inicio y fin del transecto respectivamente.

Fuente: Información del levantamiento de campo, febrero 2021.

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

f. Esfuerzo de Muestreo

Se realizó el muestreo de cinco puntos cuantitativos y cinco cualitativos para el registro de especies de anfibios y reptiles. En la Tabla 7.2-66 se muestra el cálculo del esfuerzo de muestreo de herpetofauna.

Tabla 7.2-66 Esfuerzo de muestreo de Herpetofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

PUNTO DE MUESTREO	METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	CANTIDAD x HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
HT_P1	REV's Transectos (400 m x 4 m)	Cuantitativo	1 transecto x 3 horas diurno y 4 horas nocturno/3 días	21 horas
HT_P2	REV's Transectos (400 m x 4 m)	Cuantitativo	1 transecto x 3 horas diurno y 4 horas nocturno/3 días	21 horas
HT_P3	REV's Transectos (400 m x 4 m)	Cuantitativo	1 transecto x 3 horas diurno y 4 horas nocturno/3 días	21 horas
HT_P4	REV's Transectos (400 m x 4 m)	Cuantitativo	1 transecto x 3 horas diurno y 4 horas nocturno/3 días	21 horas
HT_P5	REV's Transectos (400 m x 4 m)	Cuantitativo	1 transecto x 3 horas diurno y 4 horas nocturno/3 días	21 horas
HT_PO1	Recorridos libres	Cualitativo	1 recorrido por 2 horas diurno	2 Horas
HT_PO2	Recorridos libres	Cualitativo	1 recorrido por 2 horas diurno	2 Horas
HT_PO3	Recorridos libres	Cualitativo	1 recorrido por 2 horas diurno	2 Horas
HT_PO4	Recorridos libres	Cualitativo	1 recorrido por 2 horas diurno	2 Horas
HT_PO5	Recorridos libres	Cualitativo	1 recorrido por 2 horas diurno	2 Horas
<b>Total</b>				<b>115 horas</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

**7.2.7.3.2 Fase de Gabinete**

Debido al considerable número de claves taxonómicas y catálogos fotográficos, la identificación se realizó con relativa facilidad con claves específicas y posterior confirmación con guías fotográficas y bases de datos (Duellman, 1978; PUCE, 2019a, 2019b; Valencia & Garzón, 2011) en especies poco conocidas con variabilidad genotípica u ontogénica. Además de análisis en aspectos ecológicos caracterizados en campo.

a. Riqueza

La riqueza específica (S), se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta la importancia de las mismas, es la forma más sencilla de medir la biodiversidad (Moreno, 2001).

b. Abundancia Absoluta y Relativa

La abundancia absoluta es el número de individuos de todas las especies presentes encontrados en cada uno de los transectos o puntos de muestreo. La abundancia relativa (Pi) es la cantidad a nivel proporcional, calculada, de los individuos de una especie con respecto al porcentaje observado de la población total en un área determinada (Aguirre, 2013). Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$P_i = n_i / N$$

Dónde:

P<sub>i</sub>= Abundancia relativa

n<sub>i</sub>= Número de individuos de la especie i

N= Número total de la muestra

c. Curva de dominancia – diversidad de especies

La curva de dominancia-diversidad describe de forma gráfica la relación entre la abundancia y las especies ordenadas en categorías de la más a la menos abundante (Villareal et al., 2006).

d. Curva de Acumulación de Especies

Permite estimar el esfuerzo de muestreo para conseguir resultados fiables, extrapola el número de especies observado en un inventario estimando el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003)

e. Índice de Chao 1

Es un estimador basado en la abundancia, los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a cierta clase. Se basa en el número de especies raras en la muestra. Indicando el estimado de especies que aún podrían ser colectadas (Moreno, 2001).

$$\text{Chao } 1 = a^2 / 2b$$

a= Número de especies representadas por un solo individuo.

b= Especies representadas por dos individuos.

f. Índices de Diversidad

• Índice de Shannon-Wiener (H')

Se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo perteneciente a una determinada especie en un ecosistema. Se calcula de la siguiente forma:

$$H' = -\sum p_i * \ln(p_i)$$

Dónde:

H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad

$\sum$  = sumatoria

Pi = proporción de la muestra (ni/n)

ln = logaritmo natural

En este índice mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, mayor es el valor del índice. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero (0), cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988), (Moreno, Barragán, & Pineda, 2011).

Los valores del índice de Shannon obtenidos de datos empíricos por lo general caen dentro de valores 1,5 y 3,5, y raramente sobrepasan el 4 (Magurran, 1988).

Es necesario mencionar que, los valores de este índice no deberían utilizarse como criterio único y definido para expresar la biodiversidad de un área determinada.

- Índice de Diversidad de Simpson (D)

Generalmente el Índice es presentado como  $1/\lambda$  ya que a medida que  $\lambda$  aumenta la diversidad decrece. La relación entre el índice de Simpson y la riqueza de especies está influenciada por la distribución de abundancias, y en realidad es bastante insensible a la riqueza de especies (Moreno, 2001). Los valores del índice están en un rango de 0 – 1, de esta manera: Dominancia baja= 0- 0,35; Dominancia media= 0,36- 0,75; y Dominancia alta= 0,76- 1

$$D = \sum [P_i]^{-2}$$

Dónde:

$\sum$ = Sumatoria

1= Constante del Índice de Simpson corregido

Pi<sup>2</sup>= Proporción de individuos elevado al cuadrado

g. Análisis de coeficiente de similitud de Jaccard

Permite comparar miembros de dos conjuntos para establecer especies compartidas y distintas, es una medida de similitud con un rango de 0 a 100%. Cuanto mayor es el porcentaje mayor similitud presenta (Moreno, 2001).

$$J = c/(a+b-c)$$

Dónde:

- $J$ = Índice de similitud de Jaccard
- $a$ = Número de especies de la muestra 1
- $b$ = Número de especies de la muestra 2
- $c$ = Número de especies compartidas entre las dos muestras

### 7.2.7.3.3 Aspectos Ecológicos

#### a. Nicho trófico

La estructura en gremios de una comunidad son modelos de utilización de los recursos, está relacionado con las características particulares del hábitat, disponibilidad de alimento, así como el tipo y distribución de los sustratos del forrajeo. Grupos de especies dentro de una comunidad utilizan recursos comunes o comparten características similares. La caracterización corresponde a información analizada por (Duellman, 1989; Vitt & de la Torre, 2008)

- **Insectívoros generalistas:** denominado así a los organismos depredadores de insectos generalmente, teniendo una dieta variable.
- **Insectívoros especialistas:** dieta basada en insectos.
- **Omnívoro:** son aquellos que se alimentan tanto de animales como de plantas.
- **Herbívoro:** alimentación en base a plantas.
- **Carnívoro:** dieta que consiste principal o exclusivamente del consumo de carne.

#### b. Distribución vertical de las especies

La distribución vertical se clasificó en cuatro niveles en base a las observaciones de Duellman, (1978).

- **Terrestre:** 0-0.25m
- **Primer estrato:** 0.26-0.50m
- **Segundo estrato:** 0.51-1.0m
- **Tercer estrato:** >1.0m

#### c. Hábito

Características en el comportamiento de las especies en relación a hábitat en donde se encuentran coexistiendo con individuos de la misma especie o distintas

- **Diurnos terrestres (DT):** aquellos que están activos principalmente durante el día sobre estrato terrestre.
- **Diurno arbóreo (DA):** aquellos que están activos durante el día en estratos arbóreos.

- **Nocturno terrestre (NT):** aquellos que están activos principalmente durante la noche sobre el suelo.
- **Nocturno arbustivo (NA):** aquellos que están activos durante la noche en estratos arbóreos.

d. Reproducción

Se realizó un análisis del comportamiento reproductivo de las especies de anfibios encontrados, para lo cual se utilizó la clasificación propuesta por Duellman y Trueb en 1994; donde se identifican 27 modos reproductivos (Tabla 7.2-67) en las ranas y sapos. Mientras que, para los reptiles (Tabla 7.2-68), se fundamenta en las publicaciones realizadas por Fontanilla et al., (1999); Pérez- Santos y Moreno, (1991).

Tabla 7.2-67 Modos reproductivos del grupo herpetofauna

TIPO DE HUEVOS	LUGAR DE DEPÓSITO	MODO REPRODUCTIVO	MODO
Acuáticos	Depositados en agua	Huevos y renacuajos son depositados en aguas lénticas.	1
		Huevos y renacuajos son depositados en aguas lólicas.	2
		Huevos y renacuajos que comen en agua de agujeros o en árboles o plantas aéreas.	4
	Huevos introducidos en el dorso de la hembra.	Huevos son depositados en el dorso de la hembra que está en el agua, de los cuales nacen subadultos.	11
Terrestres o Arbóreos	En el suelo o madrigueras	De los huevos nacen renacuajos que son llevados por un adulto al agua.	14
		De los huevos nacen pequeños subadultos.	17
	Depositados en árboles	De los huevos nacen renacuajos que caen en pozas o riachuelos.	18
	Nidos de espuma	Nido en madriguera; subsecuentemente se inunda, los renacuajos se alimentan en posas o riachuelos.	21
	Huevos cargados por un adulto	Huevos cargados por el dorso o marsupio de la hembra; ranas con desarrollo directo.	27
No Evaluada			NE

Fuente: Duellman y Trueb, 1994.

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Tabla 7.2-68 Tipos de reproducción de los reptiles

	MODO REPRODUCTIVO	MODO
Ovovivíparo	Modalidad de reproducción donde los huevos permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta su eclosión.	28
Vivíparo	Modalidad de reproducción que incluye desarrollo directo, las crías nacen vivas.	29
Ovíparo	Modalidad de reproducción que incluye el depósito de huevos en el medio externo donde completan su desarrollo antes de la eclosión.	30

Fuente: Fontanilla et al., 1999; Pérez- Santos y Moreno, 1991.

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

e. Estado de conservación de las especies

El estatus de las especies se realizó en base a literatura especializada a nivel mundial (CITES, 2020; UICN, 2021) y fuentes nacionales, donde se definen el nivel de amenaza de las distintas especies de reptiles (Carrillo, Aldás, & Altamirano, 2005; PUCE, 2019b) y anfibios (PUCE, 2019a; Ron, Guayasamín, Coloma, Menéndez, & Guerrero, 2008).

A continuación, se describen las categorías de amenaza de acuerdo la UICN:

- **En Peligro Crítico (CR).** Cuando la especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **En Peligro (EN).** Cuando la especie enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **Vulnerable (VU).** Cuando la especie enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
- **Casi Amenazada (NT).** Cuando la especie está cerca de calificar o es probable que califique para una categoría de amenaza en el futuro próximo.
- **Datos Insuficientes (DD).** Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su estado de conservación; sin embargo, no es una categoría de amenaza. Indica que se requiere más información sobre esta especie.
- **Preocupación menor (LC).** Para especies comunes y de amplia distribución.
- **No Evaluada (NE).** Especies recientemente descritas o poco comunes.

Dentro de esta categoría también se incluye información de las especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2019), de la cual Ecuador es país miembro. Esta convención considera tres Apéndices, como son:

- **Apéndice I.** Para especies en peligro de extinción. Existe prohibición absoluta de comercialización, tanto para animales vivos o muertos, como de alguna de sus partes.
- **Apéndice II.** Para especies no amenazadas, pero podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren de protección y no deben ser traficadas libremente.
- **Apéndice III.** Para especies de comercio permitido, siempre y cuando la autoridad administrativa del país de origen certifique que la exportación no perjudica la supervivencia de la especie y que los animales fueron obtenidos legalmente.

f. Sensibilidad de especies

Para determinar la sensibilidad de una especie frente a actividades humanas y al cambio climático, la UICN (Bland et al., 2016) ha categorizado cinco factores que determinan la sensibilidad de especies:

- Hábitat restringido.
- Poca tolerancia o resiliencia a cambios ambientales.
- Poca capacidad de dispersión.
- Dependencia a una característica ambiental específica (e.g. humedad).
- Dependencias ecológicas (e.g. reproducción)

De acuerdo con lo mencionado, las especies sensibles serán clasificadas en base a tres criterios:

- **Alta:** Especies especializadas, encontradas en un único hábitat o microhábitats.
- **Media:** moderadamente especializada, encontrada en dos a tres hábitats.
- **Baja:** Poco especializada o generalista, presenta un nicho ecológico amplio.

g. Especies indicadoras

Las especies indicadoras hacen referencia a como su presencia define una condición ambiental, siendo más sensitivas de una región, actuando así como indicadoras de las condiciones ambientales (Valencia & Garzón, 2011).

h. Especies endémicas

Especies con limitado o reducido ámbito geográfico, no se presenta de forma natural en ningún otra parte de una región o a nivel mundial (NatureServe, 2012).

i. Uso del Recurso

Especies que están siendo utilizadas con cualquier fin por parte de los pobladores locales, alimentación, comercio, entretenimiento, mascotas etc. Esto se puede registrar mediante avistamientos, reportes de otros estudios y en encuestas a los pobladores locales. Uno de los usos potenciales es la contribución al bienestar humano como fuente de medicina, también cultural ya que tienen diversos significados simbólicos relacionados a la fertilidad y la regeneración de la vida (Ron et al., 2019).

j. Áreas Sensibles

Las áreas sensibles, son los componentes de un ecosistema que pueden sufrir daños graves severos (medio ambiente y/o cultural) y en muchos casos de manera irreversible como consecuencia de la actividad humana, así el grado de sensibilidad ambiental dependerá del nivel de conservación o degradación del ecosistema, y sobre todo de la presencia de acciones externas (OCP, 2001).

Tabla 7.2-69 Nivel de degradación ambiental

ESCALA	NIVEL DE DEGRADACIÓN ANTRÓPICA
<b>Nulo (1)</b>	Corresponde a un área no alterada, casi prístina. Elevada calidad ambiental y de paisaje. Se mantienen las condiciones naturales originales.
<b>Bajo (2)</b>	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajas. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente.
<b>Moderado (3)</b>	Las alteraciones al ecosistema, el paisaje y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden a alejarse del punto de equilibrio.
<b>Alto (4)</b>	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio. Las condiciones originales pueden restablecerse con grandes esfuerzos en tiempos prolongados.
<b>Crítico (5)</b>	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteración y pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamente irreversible.

Fuente: OCP, 2001

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

## 7.2.7.4 Resultados

### 7.2.7.4.1 Inventario General

#### a. Riqueza y Abundancia Absoluta

Los anfibios representaron el 83.3% (n=10) de la riqueza, la familia de mayor representatividad fue Strabomantidae con el 50% (n=6), seguido de Centrolenidae con el 16,6% (n=2), mientras Bufonidae e Hylidae estuvieron representadas por una especie. El punto HT\_P1 (Las Juntas), HT\_P2 (Cielo Azul) representan el de mayor riqueza registrada en anfibios en contraste a los puntos HT\_P5 (El Carmen), HT\_P4 (Las Tablas) y HT\_P3 (Espejo 2) que muestran la menor riqueza.

En reptiles, su representatividad en la comunidad de herpetofauna está presente con la familia Colubridae con el 16,6% (n=2) de la riqueza en los puntos HT\_P1 (Las Juntas) y HT\_P2 (Cielo Azul) y la familia Iguanidae: Corytophanidae representada con una especie *Basiliscus galeritus* para los puntos HT\_P01 (Las Juntas) y HT\_P05 (El Carmen).

En la Figura 7.2-48 se indica la riqueza de la herpetofauna por familias:

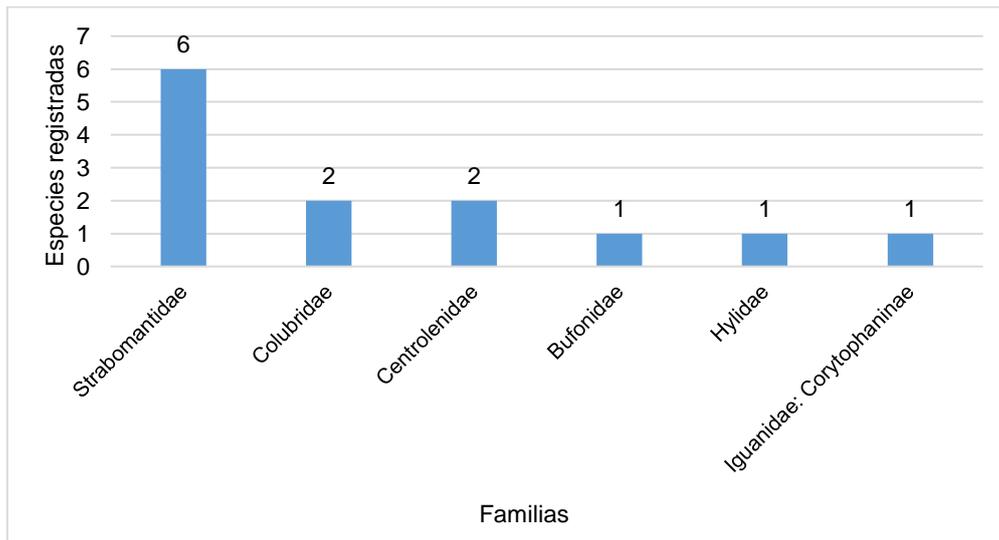


Figura 7.2-48 Riqueza de la herpetofauna por familias – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

A continuación, en la Tabla 7.2-70, se incluye la tabla de registros de especies de anfibios y reptiles registradas en el área de estudio.

Tabla 7.2-70 Registros de Anfibios y Reptiles del Proyecto Tres Cerrillos

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Tipos de registro
Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Rana de cristal variable	Cuantitativo
	Centrolenidae	<i>Nymphargus griffithsi</i>	Rana de cristal de Ecuador	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis calcarulatus</i>	Cutín de espolones	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis crenunguis</i>	Cutín gigante	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis festae</i>	Cutín paramero	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis scolodiscus</i>	Cutín melón	Cuantitativo
	Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.	Cutín	Cuantitativo
	Bufonidae	<i>Rhinella alata</i>	Sapo del Obispo	Cuantitativo
	Hylidae	<i>Smilisca phaeota</i>	Rana bueyera	Cuantitativo
Squamata Sauria	Colubridae: Dipsadinae	<i>Clelia equatoriana</i>	Chontas ecuatorianas	Cuantitativo
	Colubridae: Colubrinae	<i>Tantilla</i> cf. <i>melanocephala</i>	Culebras ciempiés de cabeza negra	Cuantitativo
Squamata Sauria	Iguanidae: Corytophaninae	<i>Basiliscus galeritus</i>	Pasa-ríos	Cualitativo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- **Abundancia absoluta**

La abundancia absoluta de la herpetofauna fue de 154 individuos, siendo el grupo de anfibios el de mayor representatividad con el 98.7% (n=152) en contraste con el 1.3%

(n=2) de la abundancia de reptiles. El punto HT\_P5 ubicado en El Carmen muestra mayor abundancia de anfibios en contraste con el punto del HT\_P2 en Cielo Azul con la menor abundancia.

En reptiles se muestra una abundancia sin diferencias significativas. Entre las familias de mayor representatividad, se encuentra la familia de anfibios Strabomantidae con el 46.1% siendo el de mayor abundancia, seguido de la familia Centrolenidae con el 15.4%, finalmente las familias Bufonidae e Hylidae con el 15.2% (Figura 7.2-49).

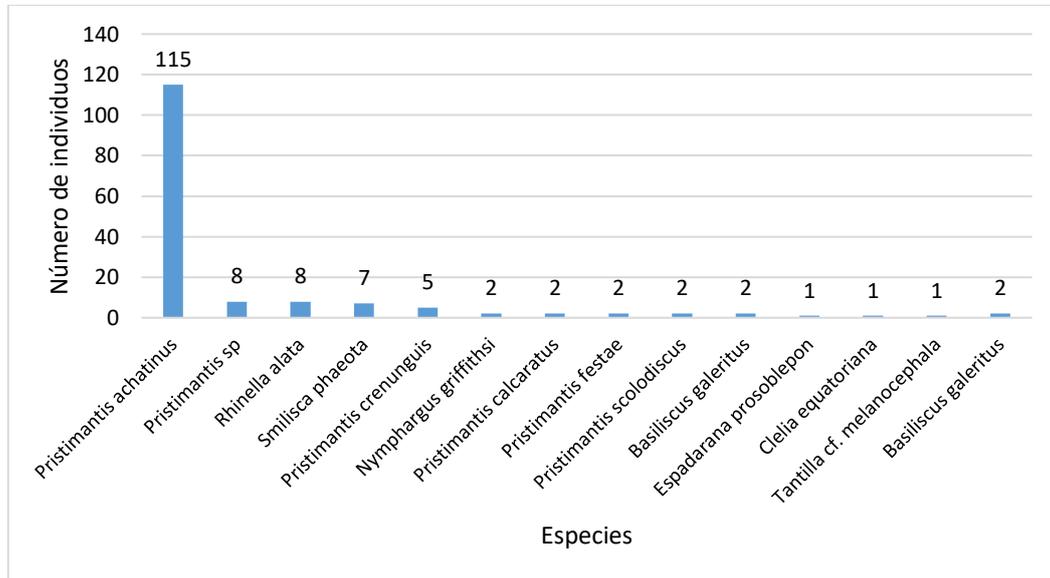


Figura 7.2-49 Abundancia absoluta de la Herpetofauna - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia Relativa

La abundancia relativa para la herpetofauna registrada dentro de las concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera muestra que la mayor dominancia está representada por la especie *Pristimantis achatinus* (74%), la tendencia muestra baja dominancia de las especies en general (Figura 7.2-50).

Entre las de menor representatividad se encuentra *Espadarana prosoblepon*, *Nymphargus griffithsi*, *Pristimantis calcaratus*, *Pristimantis crenunguis*, *Pristimantis festae*, *Pristimantis scolodiscus*, *Pristimantis sp*, *Rhinella alata*, *Smilisca phaeota*, *Clelia equatoriana*, *Tantilla cf. melanocephala*, *Basiliscus galeritus*.

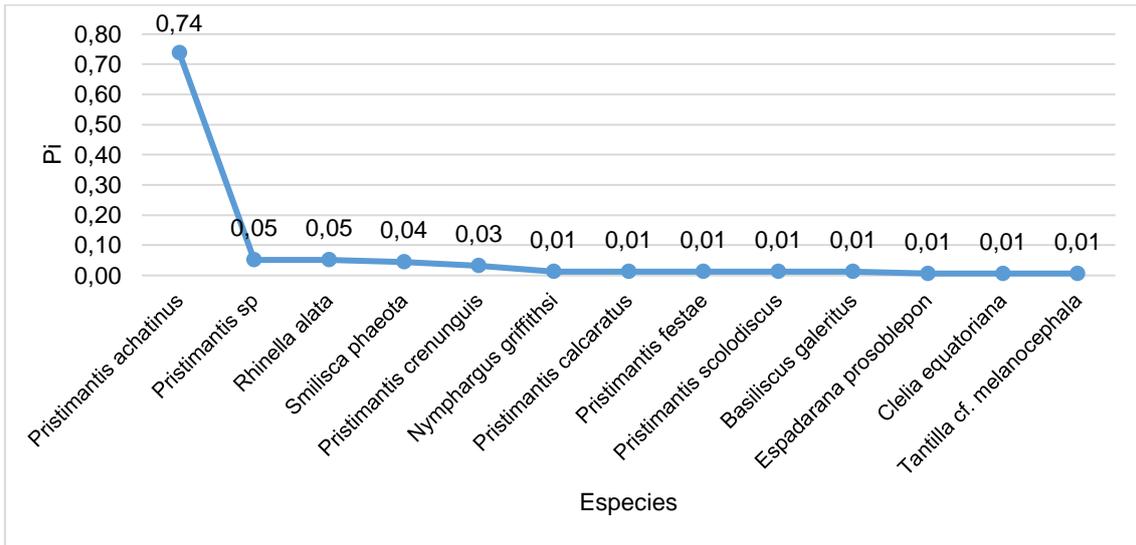


Figura 7.2-50. Curva de Dominancia/diversidad de anfibios y reptiles – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### b. Curva de Dominancia de Especies

La curva de dominancia para la herpetofauna registrada dentro de las concesiones mineras Tres Cerrillos y la Primavera está representada por la especie *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente) con 115 individuos respectivamente, seguido de las especies *Pristimantis sp* (Rana cutín) y *Rhinella alata* (Sapo del Obispo) representadas con ocho individuos cada una, y en menor representatividad se encuentran *Espadarana prosoblepon* (Rana de cristal variable), *Nymphargus griffithsi* (Rana de cristal de Ecuador), *Pristimantis calcaratus* (Cutín de espolones), *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante), *Pristimantis festae* (Cutín paramero), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), *Smilisca phaeota* (Rana bueyera), *Basiliscus galeritus* (Pasariós), *Clelia equatoriana* (Chonta ecuatoriana), *Tantilla cf. melanocephala* (Culebra sin pies de cabeza negra). La Figura 7.2-51 muestra los resultados de la curva.

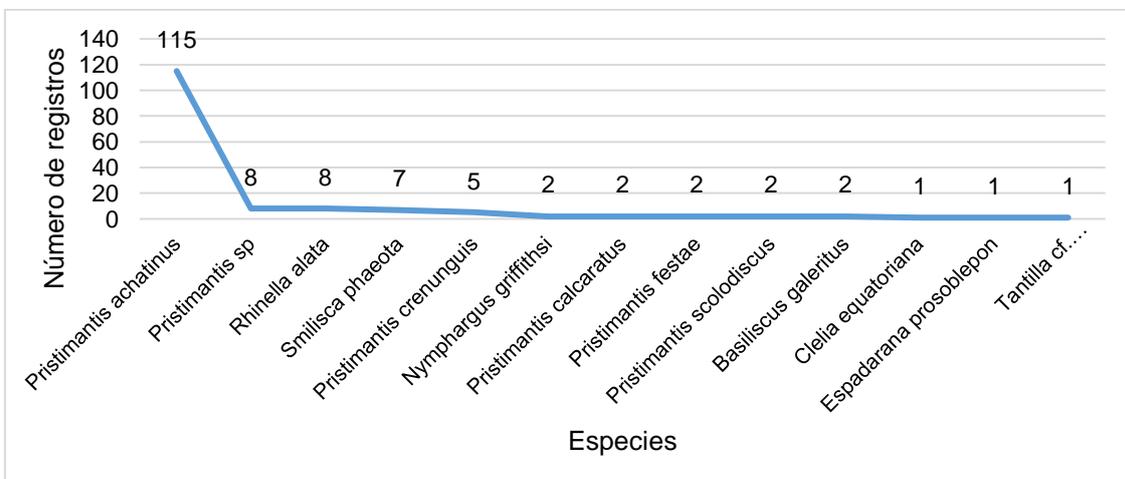


Figura 7.2-51 Curva de dominancia- diversidad de especies – Herpetofauna - – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.7.4.2 Análisis por Punto de Muestreo

#### c. Punto de muestreo 1 (HT-P1)

- **Inventario**

Para el punto HT\_P1 ubicado en las Juntas, se registraron cinco especies, las cuales se detallan en la Tabla 7.2-71.

Tabla 7.2-71 Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT\_P1

N	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
1	Amphibia	Anura	Centrolenidae	<i>Espadarana prosoblepon</i>	Rana de cristal variable	1
2			Centrolenidae	<i>Nymphargus griffithsi</i>	Rana de cristal de Ecuador	2
3			Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente	13
4			Strabomantidae	<i>Pristimantis scolodiscus</i>	Cutín melón	2
5	Reptilia	Squamata : Serpentes	Colubridae	<i>Clelia equatoriana</i>	Chontas ecuatorianas	1
<b>TOTAL</b>						19

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza

Se registró un total de cinco especies para el punto HT\_P1 ubicado en las Juntas, el grupo de anfibios tuvo la mayor representatividad en las distintas clasificaciones taxonómicas, además obtuvo el 80% de riqueza de especies de este punto, mientras en reptiles se presentan con una especie, *Clelia equatoriana* (Chonta ecuatoriana) (Figura 7.2-52).

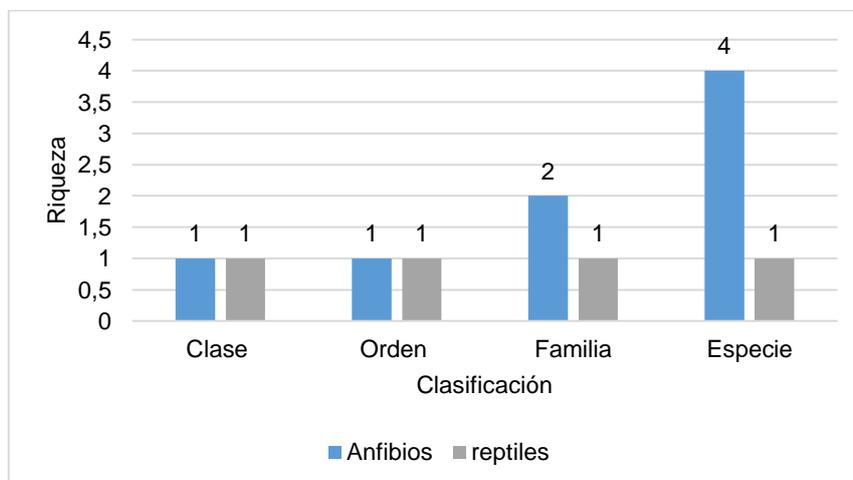


Figura 7.2-52 Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT-P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia relativa

La abundancia relativa expresada en la curva de dominancia para la herpetofauna en el punto HT\_P1, muestra la división de dos grupos, la mayor dominancia estuvo representada por la especie *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), con un  $P_i=0.7$ , en contraste con las de menor proporción se encontraron *Espadarana prosoblepon* (Rana de cristal variable), *Nymphargus griffithsi* (Rana de cristal de Ecuador), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), *Clelia equatoriana* (Chonta ecuatoriana) (Figura 7.2-53).

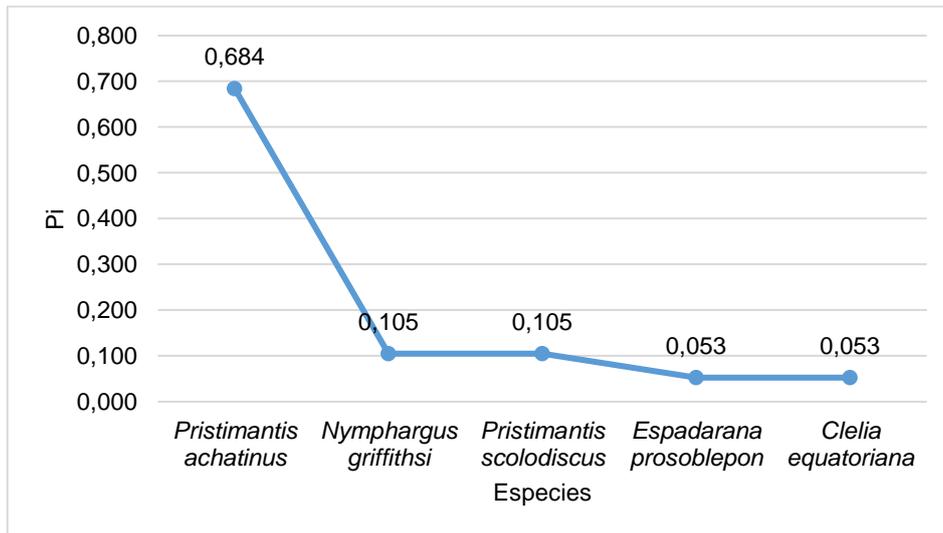


Figura 7.2-53 Curva de dominancia- diversidad de especies – HT\_P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

d. Punto de muestreo 2 (HT\_P2)

**Inventario**

Para el punto HT\_P2 ubicado en las Cielo Azul, se registraron cinco especies, las cuales se detallan en la Tabla 7.2-72.

Tabla 7.2-72 Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT\_P2

N°	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
1	Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis calcaratus</i>	Cutín de espolones	2
2			Strabomantidae	<i>Pristimantis festae</i>	Cutín paramero	2
3			Strabomantidae	<i>Pristimantis sp.</i>	Cutín	8
4			Bufonidae	<i>Rhinella alata</i>	Sapo del Obispo	1
5	Reptilia	Squamata: Serpentes	Colubridae:	<i>Tantilla cf. melanocephala</i>	Culebras ciempiés de cabeza negra	1
<b>TOTAL</b>						14

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza

Se registró un total de cinco especies para el punto HT\_P2 ubicado en Cielo Azul, el grupo de anfibios muestra representatividad en las distintas clasificaciones taxonómicas, obtuvo el 80 % riqueza de especies de este punto. La familia de mayor representatividad en anfibios fue Strabomantidae con tres especies (60%) siguiendo con la familia Bufonidae representada por una sola especie *Rhinella alata* (Sapo del obispo) (Figura 7.2-54).

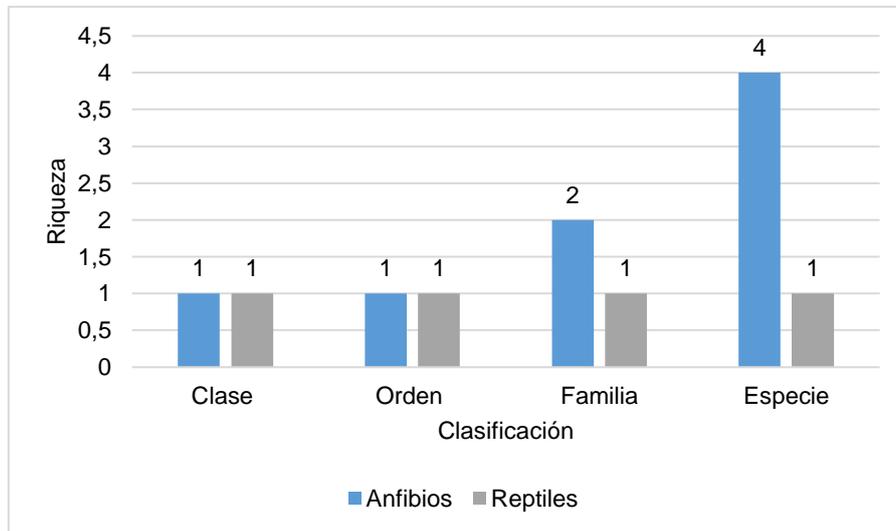


Figura 7.2-54. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT\_P2

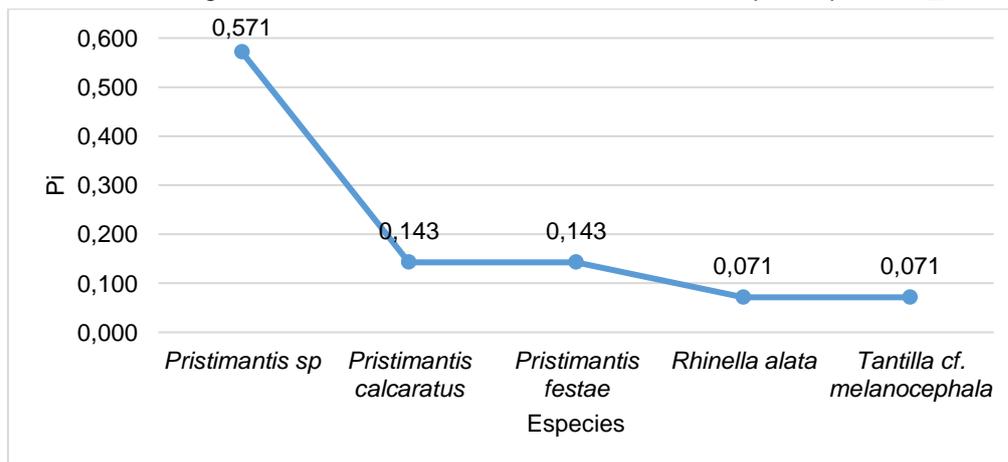
Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia relativa

La abundancia relativa expresada en la curva de dominancia para la herpetofauna en el punto HT\_P2, muestra que mayor dominancia estuvo representada por la especie *Pristimantis sp.*, con un  $P_i=0.57$ , en contraste con la menor proporción registrada en las especies *Pristimantis calcaratus* (Cutín de espolones), *Pristimantis festae* (Cutín paramero), *Rhinella alata* (Sapo del obispo), *Tantilla cf. melanocephala* (Culebra sin pies de cabeza negra) (Figura 7.2-55).

Figura 7.2-55 Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT\_P2



Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

e. Punto de muestreo 3 (HT\_P3)

**Inventario**

Para el punto HT\_P3 ubicado en las Espejo 2, se registraron dos especies, las cuales se detallan en la Figura 7.2-74.

Tabla 7.2-73. Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT\_P3

N°	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
1	Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente	12
2			Strabomantidae	<i>Pristimantis crenunguis</i>	Cutín gigante	5
<b>TOTAL</b>						<b>17</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza

Se registró un total de dos especies para el punto HT\_P3 ubicado en Espejo 2, representado por la familia Strabomantidae con las especies *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante) (Figura 7.2-56).

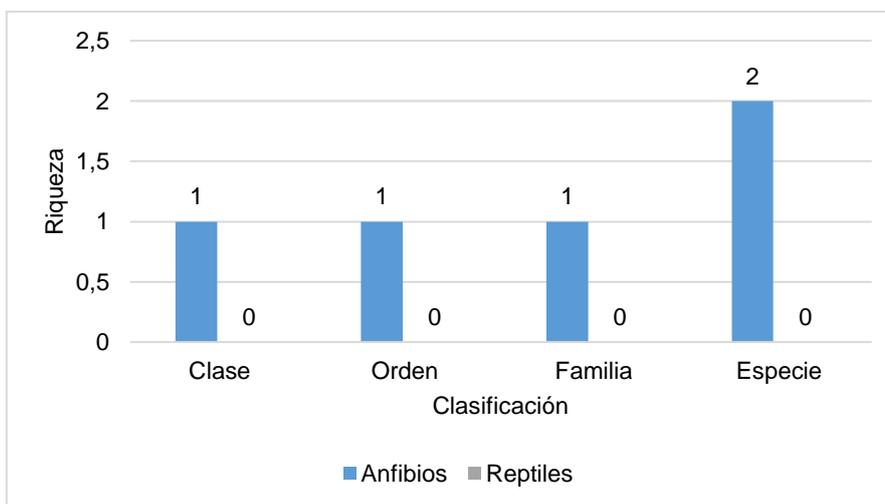


Figura 7.2-56. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT\_P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia relativa

La abundancia relativa expresada en la curva de dominancia para la herpetofauna en el punto HT\_P3, la dominancia estuvo representada por las especies *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), con un  $P_i=12$ , en contraste con la de menor proporción *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante) con un  $P_i=5$  (Figura 7.2-57).

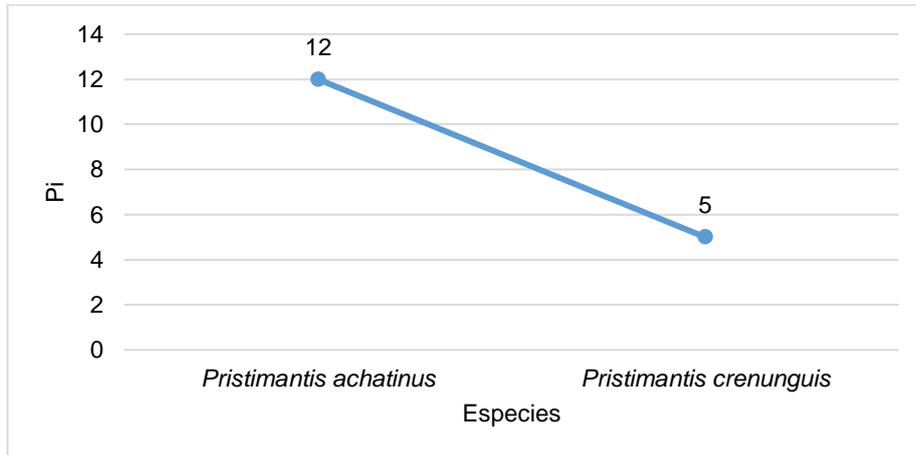


Figura 7.2-57 Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT\_P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

f. Punto de muestreo 4 (HT\_P4)

**Inventario**

Para el punto HT\_P4 ubicado en Las tablas, se registró una especie, las cual se detalla en la Tabla 7.2-74.

Tabla 7.2-74. Especies de anfibios registradas en el punto HT\_P4

N°	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
1	Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente	29
<b>TOTAL</b>						<b>29</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza

Se registró un total de una especie para el punto HT\_P4 ubicado en Las tablas, la orden anura representado por la especie *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente) (Figura 7.2-58).

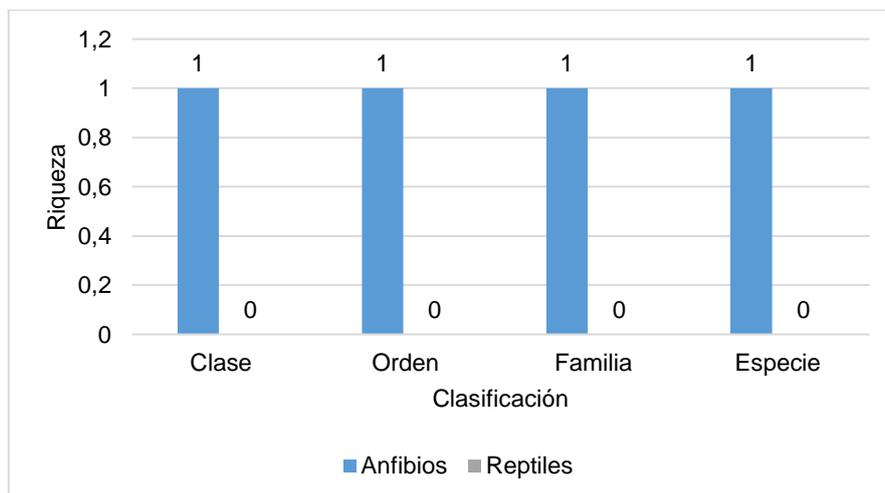


Figura 7.2-58. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT\_P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia relativa

La abundancia relativa expresada en la curva de dominancia para la herpetofauna en el punto HT\_P4, estuvo representada por una sola especie: *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), con un  $P_i=1,000$ . Al no existir más registros solamente se tiene la frecuencia de la especie mencionada y no se grafica la curva (Figura 7.2-59).

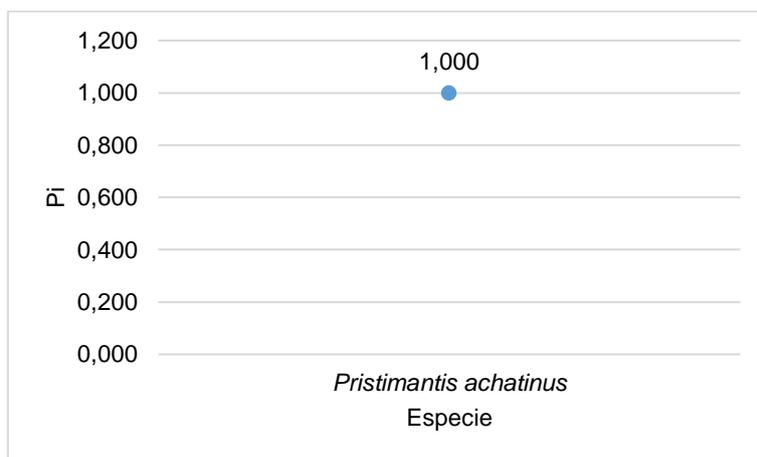


Figura 7.2-59. Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT\_P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

g. Punto de muestreo 5 (HT\_P5)

**Inventario**

Para el punto HT\_P5 ubicado en el Carmen, se registraron tres especies, las cuales se detallan en la Figura 7.2-76. .

Tabla 7.2-75. Especies de anfibios y reptiles registradas en el punto HT\_P5

N°	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia
1	Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	Cutín común de occidente	61
2			Bufonidae	<i>Rhinella alata</i>	Sapo del Obispo	7
3			Hylidae	<i>Smilisca phaeota</i>	Rana bueyera	2
<b>TOTAL</b>						75

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Riqueza

Se registró un total de tres especies de la orden anura para el punto HT\_P5 ubicado en El Carmen. Representado con una especie por familia, Strabomantidae, Bufonidae, Hylidae (Figura 7.2-60).

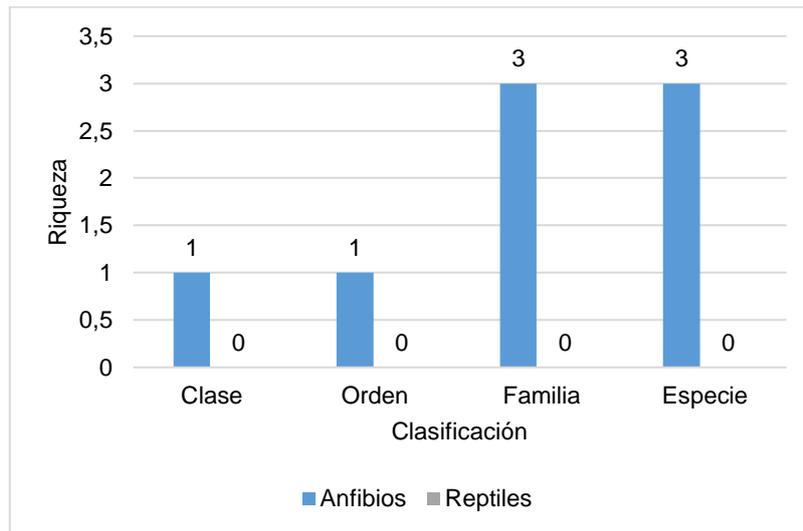


Figura 7.2-60. Composición taxonómica de anfibios y reptiles en el punto HT\_P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia relativa

La abundancia relativa expresada en la curva de dominancia para la herpetofauna en el punto HT\_P5, la mayor dominancia estuvo representada por la especie *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente) con un  $P_i=0.8$ , en contraste con la menor proporción se encontraron *Rhinella alata* (Sapo del Obispo), y, *Smilisca phaeota* (Rana bueyera) con un  $P_i=0.09$ , cada una (Figura 7.2-61).

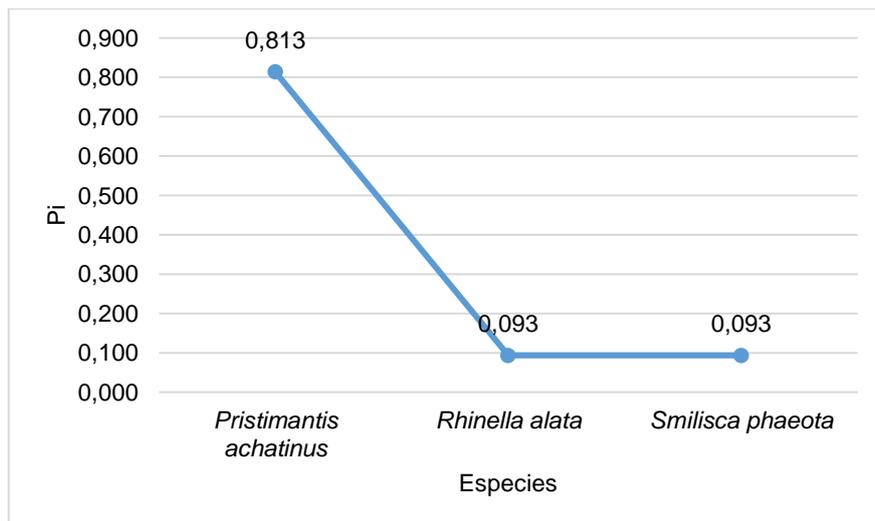


Figura 7.2-61 . Curva de dominancia- diversidad de especies punto HT\_P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### h. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon – Wiener

La diversidad alfa registrada por medio del Índice de Shannon-Wiener para el presente estudio refleja un valor de 1,15 bits, interpretándose como diversidad baja (Tabla 7.2-76).

Tabla 7.2-76. Interpretación del índice de Shannon – Wiener - Componente Herpetofauna

ÍNDICE DE SHANNON – WIENER	INTERPRETACIÓN DE DIVERSIDAD
1.15	Diversidad baja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

La diversidad alfa registrada por medio del Índice de Shannon-Wiener para el punto HT\_P1 presenta un valor de 1,04 bits, según Magurran (2004) corresponde a diversidad baja, para el punto HT\_P2 presenta un valor de 1,25 bits, corresponde a diversidad baja, para el punto HT\_P3 presenta un valor de 0,6 bits, correspondiendo a diversidad baja, el punto HT\_P4 presenta un valor de 0 bits, corresponde a diversidad baja, el punto HT\_P5 presenta un valor de 0,61 bits, el cual corresponde a diversidad baja. En la Tabla 7.2-77 se presentan los valores de diversidad evaluados.

Tabla 7.2-77 Interpretación del índice de Shannon – Wiener por punto de muestreo - Componente Herpetofauna

PUNTOS DE MUESTREO	RIQUEZA	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	INTERPRETACIÓN DE DIVERSIDAD
HT_P1	5	19	1.04	Diversidad baja
HT_P2	5	14	1.25	Diversidad baja
HT_P3	2	17	0.60	Diversidad baja
HT_P4	1	29	0.00	Diversidad baja
HT_P5	3	75	0.61	Diversidad baja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice de Simpson

La diversidad según el Índice de Simpson para el presente estudio, muestra un valor de 0.44, el valor indica diversidad baja (Tabla 7.2-78).

Tabla 7.2-78 Interpretación del índice de Simpson - Componente Herpetofauna

ÍNDICE DE SIMPSON	INTERPRETACIÓN DE DIVERSIDAD
0.44	Diversidad baja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

La diversidad según el Índice de Simpson para el punto HT\_P1 muestra un valor de 0.5, el valor representa alta dominancia de las especies en la comunidad con tendencia a una mayor abundancia; el valor de Simpson indica diversidad media, para el punto HT\_P2 muestra un valor de 0.62, representando alta dominancia de las especies en la comunidad con tendencia a una mayor abundancia.

El valor de Simpson indica diversidad media, para el punto HT\_P3 se muestra un valor de 0,41, el valor representa baja dominancia de las especies en la comunidad, indicando diversidad baja; en el punto HT\_P4 se muestra un valor de 0 indicando una baja

diversidad. Finalmente para el punto HT\_P5 se muestra un valor de 0.32, representando baja dominancia de las especies en la comunidad, el valor de Simpson indica diversidad baja (Tabla 7.2-79).

Tabla 7.2-79 Interpretación del índice de Simpson por punto de muestreo – Componente Herpetofauna

PUNTOS DE MUESTREO	RIQUEZA	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SIMPSON	INTERPRETACIÓN DE DIVERSIDAD
HT_P1	5	19	0.50	Diversidad media
HT_P2	5	14	0.62	Diversidad media
HT_P3	2	17	0.41	Diversidad baja
HT_P4	1	29	0.00	Diversidad baja
HT_P5	3	75	0.32	Diversidad baja

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### i. Curva de Acumulación de Especies

El esfuerzo de muestreo a través de la curva de acumulación de especies mostrada en la siguiente figura indica que de la curva aún no está próxima a alcanzar el valor estimado, observando los niveles altos y bajos esperados, con tendencia de seguir creciendo y aumentar el número de especies.

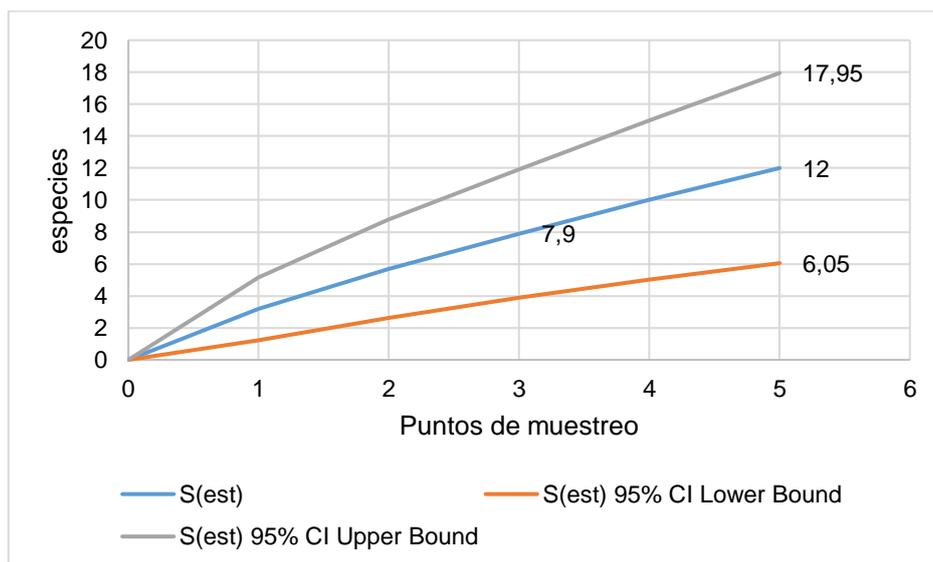


Figura 7.2-62 Curva de acumulación de especies - Herpetofauna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice de Chao 1

El esfuerzo de muestreo a través de la curva de acumulación de especies muestra en la Figura 7.2-63, la curva muestra una tendencia ascendente y esta próxima a alcanzar el estimado de Chao 1 ( $S=12,6$ ), indicando que es posible incrementar pocas especies (1) a las encontradas ( $S_{obs}=12$ ).

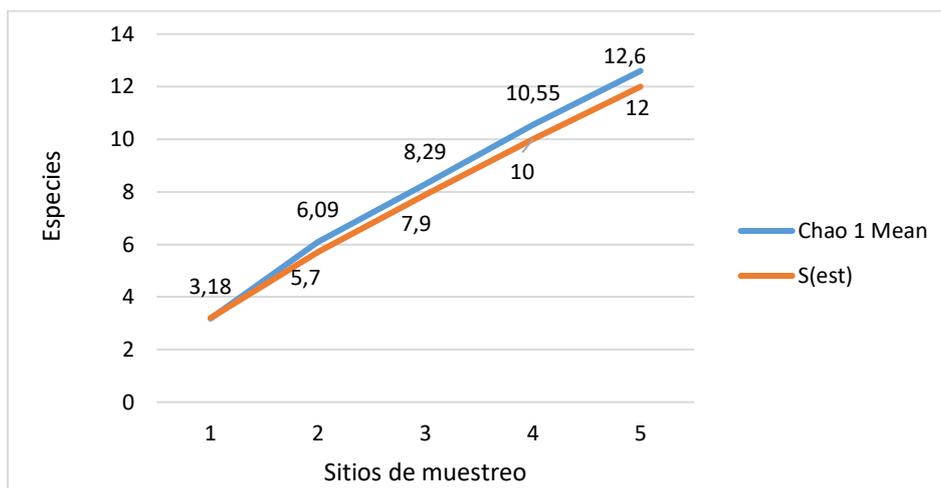


Figura 7.2-63 Curva de Chao 1 - Herpetofauna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

j. Índice de Similitud de Jaccard

En base al número de especies registradas por punto de muestreo, se registró que HT\_P1 y HT\_P3 son los más afines con el 66,66% de sus especies, esto se debe a que ambas localidades están dentro de un mismo ecosistema; continúan los puntos HT\_P4 y HT\_P5 con una ponderación de similitud del 55,76% de sus especies, las localidades HT\_P1 y HT\_P4 poseen una similitud del 54,16% manteniendo características ecológicas similares permitiendo este porcentaje de similitud. Caso contrario ocurre con las localidades cuyos ecosistemas son distintos, como en los puntos HT\_P5 y HT\_P1 con el 27,65%, HT\_P5 y HT\_P2 con el 2,24 %, donde las especies responden de manera directa al tipo de ecosistema en el que se encuentran. La siguiente Figura 7.2-64 muestra los resultados del clúster de similitud de Jaccard.

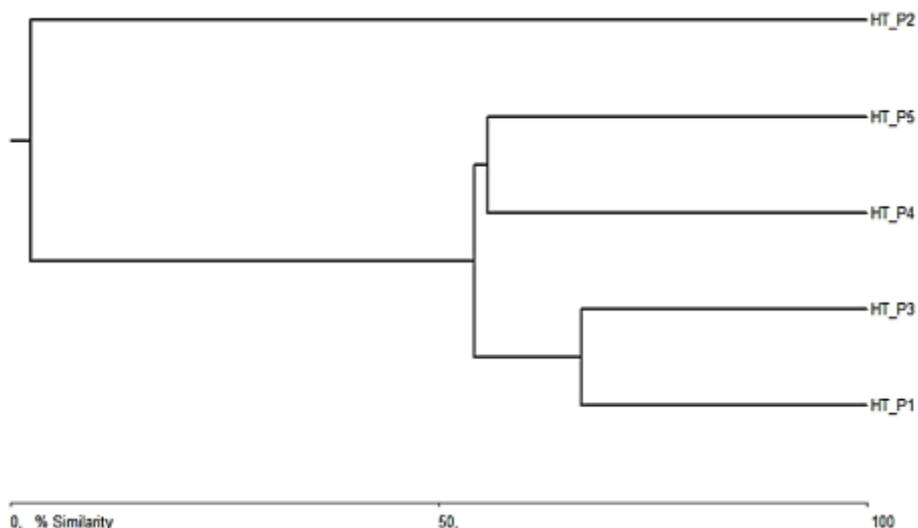


Figura 7.2-64 Diagrama de Similitud de Jaccard – Componente Herpetofauna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.7.4.3 Análisis por punto de muestreo cualitativo

El análisis cualitativo de los cinco puntos evaluados, mostró solamente una especie representada por la clase Reptilia, el orden Squamata: Sauria - *Basiliscus galeritus*, en los puntos H-PO1 (Las Juntas) en la concesión minera Tres Cerrillos, y en el punto, H-PO5 (El Carmen) en concesión minera La Primavera, respectivamente (Tabla 7.2-79).

Tabla 7.2-80. Composición y estructura de la herpetofauna registrada en los puntos de muestreo cualitativo.

N°	Clase	Orden	Familia	Especie	H-PO1	H-PO2	H-PO3	H-PO4	H-PO5	Tipo de registro
1	Reptilia	Squamata	Iguanidae: Corytophaninae	<i>Basiliscus galeritus</i>	x				x	Observación

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

### 7.2.7.4.4 Aspectos Ecológicos

#### a. Nicho trófico

De forma general y en base al recurso alimenticio, de la comunidad de anfibios y reptiles, el grupo de mayor representatividad corresponde a insectívoros generalistas con el 46,2% (n=6). Ya específicamente, dentro del grupo de anfibios el grupo más conspicuo corresponde a insectívoros generalistas con el 39% (n=5), luego está el grupo de insectívoros especialistas con el 31% (n=4), donde se encuentran las especies *Nymphargus griffithsi* (Rana de cristal de Ecuador), *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante), *Rhinella alata* (Sapo del Obispo), y el grupo de especies omnívoras, con el 8% (n=2). En reptiles, la clase ofiofaga (8%; n=2) está representado por la especie *Clelia equatoriana* (Chonta), insectívoros generalistas representado por *Tantilla cf. melanocephala* (Culebras ciempiés de cabeza negra) y finalmente omnívoro representado por *Basiliscus galeritus* (Pasa-ríos) (Figura 7.2-65).

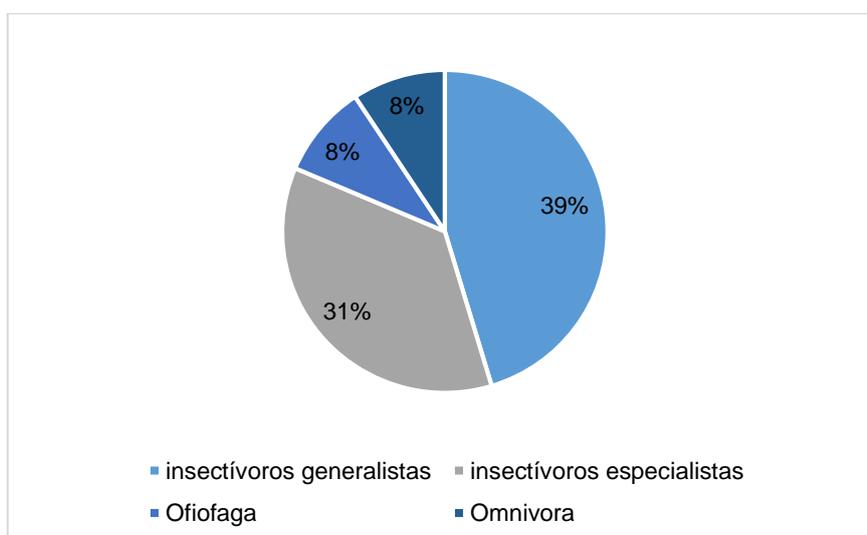


Figura 7.2-65. Distribución de nicho trófico, – Componente Herpetofauna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

b. Distribución vertical

Respecto a la distribución por estratos en la comunidad de herpetofauna registrada en el presente estudio tenemos el 46% (n=6) en el estrato terrestre, seguido del primer estrato con 23% (n=3), segundo y tercer estrato con 15% (n=2). Dentro del orden Anura, los estratos terrestres con 31% (n=4) representado por las especies *Pristimantis festae* (Cutín paramero), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), *Pristimantis* sp., *Rhinella alata* (Sapo del Obispo). En el orden Squamata, el estrato terrestre obtuvo la mayor representatividad con el 31% (n=2), representado por las especies *Clelia equatoriana* (Chontas ecuatorianas), *Tantilla cf. melanocephala* (Culebras ciempiés de cabeza negra) y con el segundo estrato 8% (n=1) representado con la especie *Basiliscus galeritus* (Pasa-ríos). Los resultados de la distribución vertical se muestran en la siguiente figura.

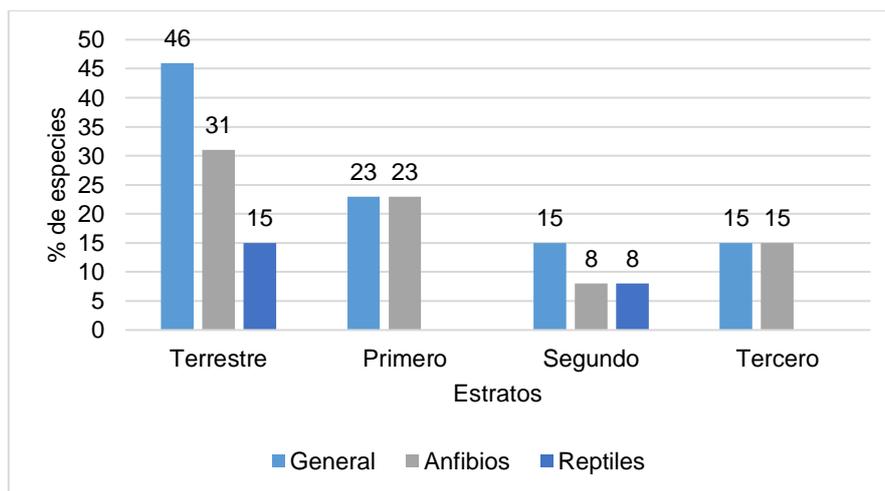


Figura 7.2-66. Distribución vertical de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

c. Hábito

En la comunidad de anfibios y reptiles se ha identificado que el patrón de actividad más importante es nocturno terrestre con el 61% (n=8). Dentro del orden Anura las especies que corresponden a nocturno terrestre son: *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), *Pristimantis calcarulatus* (Cutín de espolones), *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante), *Pristimantis festae* (Cutín paramero), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), *Pristimantis* sp., *Smilisca phaeota* (Rana bueyera).

Mientras que en el orden Squamata, el patrón diurno terrestre, diurno arbóreo, nocturno terrestre estuvieron representados con el 8% (n=3), con las especies *Clelia equatoriana* (Chontas ecuatorianas), *Tantilla cf. melanocephala* (Culebras ciempiés de cabeza negra), *Basiliscus galeritus* (Pasa-ríos). Los resultados de la clasificación de los hábitos se muestran en la Figura 7.2-67.

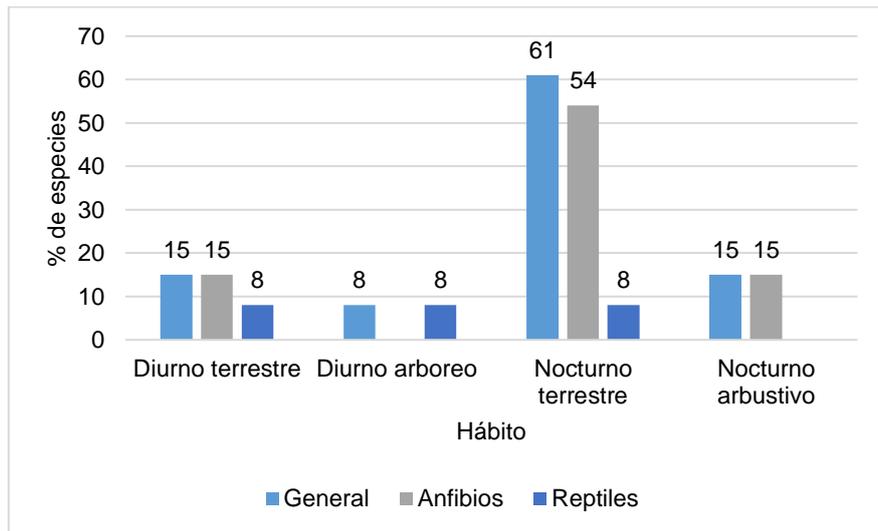


Figura 7.2-67. Distribución de hábitos de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### d. Modos reproductivos

Dentro de los modos de reproducción de la comunidad de herpetofauna, el de mayor representatividad corresponde al modo 17 (de los huevos nacen subadultos). Siendo éste el más frecuente modo de reproducción en anfibios donde se encuentran las cuatro especies, *Pristimantis achatinus*, *Pristimantis calcarulatus*, *Pristimantis crenunguis* y *Rhinella alata* mientras el modo 18 (de los huevos nacen renacuajos) está representado con dos especies.

En anfibios el modo de reproducción con mayor representatividad es con el modo 17 (de los huevos nacen subadultos) con 31%, y con menor representatividad tenemos el modo reproductivo 1 (Huevos y renacuajos son depositados en aguas lénticas) con la especie *Smilisca phaeota* (Rana bueyera). Además, en la muestra de anfibios se desconoce en base a la literatura el modo de reproducción de *Pristimantis festae*, *Pristimantis scolodiscus* y *Pristimantis* sp.

Mientras que en reptiles el modo 30 (ovíparos) está representado con 23% por las especies *Clelia equatoriana*, *Tantilla* cf. *melanocephala* y *Basiliscus galeritus*.

Los resultados de la clasificación de los modos reproductivos se muestran en la Figura 7.2-68.

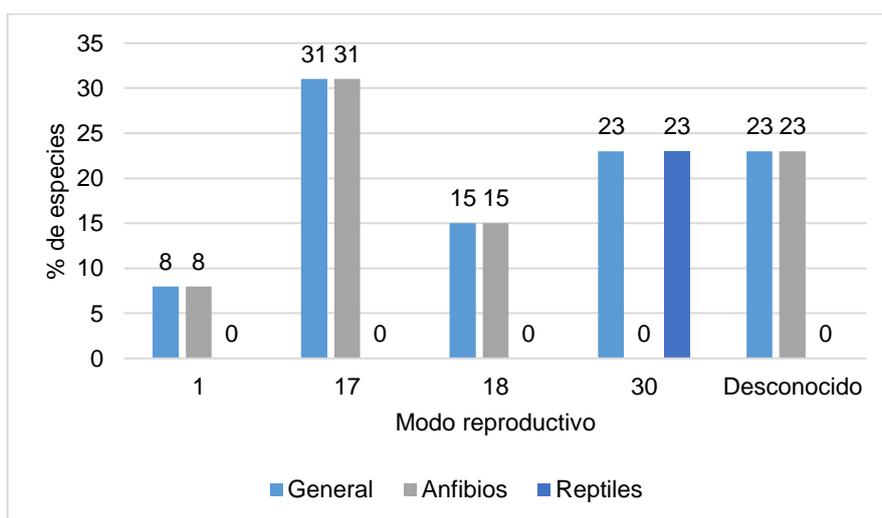


Figura 7.2-68. Distribución de modos reproductivos de especies de Herpetofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

e. Estado de conservación de las especies

En la tabla a continuación, la especie *Nymphargus griffithsi* se considera una especie importante para la conservación por su estatus de Vulnerable (VU) según la UICN (2020) y Lista Roja de Ecuador, además de *Pristimantis calcarulatus* y *Pristimantis scolodiscus*, también consideradas Vulnerables (VU) en Ecuador. Otras especies que requieren seguimiento son *Pristimantis scolodiscus*, *Clelia equatoriana*, con su estatus Casi Amenazada (NT), *Pristimantis festae* y *Pristimantis crenunguis* siendo especies endémicas, a pesar de estar dentro de la categoría de preocupación menor en la lista roja del Ecuador, se ven amenazadas por el deterioro de su hábitat por la agricultura y ganadería, *Pristimantis festae* siendo medianamente sensible.

Tabla 7.2-81. Estatus de conservación de la Herpetofauna registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

N°	Especies	UICN 2020	LISTA ECUADOR	CITES 2020	SENSIBILIDAD
1	<i>Espadarana prosoblepon</i>	LC	LC	Ningún apéndice	Baja
2	<i>Nymphargus griffithsi</i>	VU	VU	Ningún apéndice	Baja
3	<i>Pristimantis achatinus</i>	LC	LC	Ningún apéndice	Baja
4	<i>Pristimantis calcarulatus</i>	VU	LC	Ningún apéndice	Media
5	<i>Pristimantis crenunguis</i>	LC	LC	Ningún apéndice	Baja
6	<i>Pristimantis festae</i>	EN	LC	Ningún apéndice	Media
7	<i>Pristimantis scolodiscus</i>	VU	NT	Ningún apéndice	Baja
8	<i>Pristimantis sp.</i>	-	-	-	-
9	<i>Rhinella alata</i>	DD	NE	Ningún apéndice	Baja
10	<i>Smilisca phaeota</i>	LC	LC	Ningún apéndice	Baja
11	<i>Clelia equatoriana</i>	LC	NT	Ningún apéndice	Baja

N°	Especies	UICN 2020	LISTA ECUADOR	CITES 2020	SENSIBILIDAD
12	<i>Tantilla cf. melanocephala</i>	LC	NE	Ningún apéndice	Baja
13	<i>Basiliscus galeritus</i>	LC	LC	Ningún apéndice	Baja

Significado: VU: Vulnerable, EN: En Peligro, LC: Preocupación menor, NT: Casi Amenazada, DD: Datos insuficientes.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### f. Especies sensibles

La comunidad de anfibios y reptiles de las concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera, en su mayoría presentan sensibilidad baja con un 83% (n=10). En anfibios 58% (n=7) representado por las especies *Espadarana prosoblepon* (Rana de cristal variable), *Nymphargus griffithsi* (Rana de cristal de Ecuador), *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), *Rhinella alata* (Sapo del Obispo), *Smilisca phaeota* (Rana bueyera), y con un 17% (n=2) de sensibilidad media representado por las especies *Pristimantis calcaratus* (Cutín de espolones), *Pristimantis festae* (Cutín paramero), En reptiles 25% (n=3) de sensibilidad baja representado por las especies *Clelia equatoriana* (Chontas ecuatorianas), *Tantilla cf. melanocephala* (Culebras ciempiés de cabeza negra), *Basiliscus galeritus* (Pasa-ríos).

#### g. Especies indicadoras

Las especies registradas en las concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera presentan la capacidad de habitar en áreas disturbadas, plantaciones, cultivos de cacao, banano, áreas superficiales y cerca a poblaciones, presentando una cierta capacidad de adaptarse a zonas alteradas, por lo tanto, su presencia indicaría zonas con un cierto nivel de fragmentación del hábitat, a excepción de *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante) donde las principales amenazas para su hábitat son la agricultura y ganadería. La especie *Pristimantis festae* siendo sus mayores amenazas la destrucción y degradación del hábitat. (PUCE, 2021b; Ron, S. R, Guayasamín, J. M, & Menéndez-Guerrero, P, 2011.), y, por último, *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), una especie poco tolerante a modificaciones del hábitat, sus amenazas: la deforestación y el desarrollo agrícola (IUCN, 2018).

#### h. Endemismo

Dentro de la herpetofauna registrada en la Concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera, existen dos especies que son endémicas: El "cutín gigante" *Pristimantis crenunguis*, que se distribuye en provincias de Pichincha, Carchi, Imbabura, Cañar, Esmeraldas, Los Ríos, Cotopaxi, Santo Domingo de los Tsáchilas; y, el "cutín paramero", *Pristimantis festae* distribuido en las provincias de Napo, Carchi, Imbabura, Tungurahua.

#### i. Áreas Sensibles

Las áreas sensibles en base al componente biótico presentadas para este estudio y los diferentes puntos de muestreo se presentan en la Tabla 7.2-82.

Tabla 7.2-82. Nivel de degradación antrópica para los puntos de muestreo de la Concesión minera Tres Cerrillos y La Primavera

ESCALA	NIVEL DE DEGRADACIÓN ANTRÓPICA
Moderado (3)	HT_P1/ Las Juntas/ Concesión minera Tres Cerrillos
	HT_P2/ Cielo Azul/ Concesión minera Tres Cerrillos
Alto (4)	HT_P3/ Espejo 2/ Concesión minera La Primavera
	HT_P4/ Las Tablas/ Concesión minera La Primavera
	HT_P5/ El Carmen/ Concesión minera La Primavera

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

#### j. Uso del recurso

Los pobladores locales no poseen un amplio conocimiento de los anfibios y reptiles presentes en la zona; sin embargo, se registró información de que ciertas especies de culebras son sacrificadas por considerarse un peligro para los pobladores locales, como las especies *Bothrops asper* (Equis del occidente), *Clelia equatoriana* (Chontas ecuatorianas) y algunas especies de Colúbridos en general.

#### 7.2.7.5 Discusión

Entre los principales problemas al momento de realizar evaluaciones con el fin de replicar o evaluar, es la heterogeneidad de las metodologías, lo que dificulta la aplicación de sus resultados. Por lo cual la metodología aplicada (Heyer et al., 1994; Lips et al., 2001) para el presente estudio fueron transectos lineales debido a que, es la técnica más eficaz para estudiar densidades poblacionales (Jaeger, 1994).

En el presente reporte se encuentra una especie de la familia Strabomantidae; *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), la información disponible sugiere que es una especie poco tolerante a modificaciones del hábitat, y que sus poblaciones estarían disminuyendo debido a la pérdida de hábitat causada por la deforestación y el desarrollo agrícola (IUCN, 2018), siendo una razón para fomentar cierto tipo de estudios para su conservación (PUCE, 2019a).

Los estudios de evaluación rápida permiten obtener información oportuna de la diversidad de la fauna local, para la acción inmediata en casos de observar una disminución abrupta o reemplazos de especies indicadoras o cierto grado de importancia (Valencia & Garzón, 2011), el presente reporte indica una diversidad alfa de 13 especies.

Dentro de la caracterización en el presente reporte, la mayor representatividad para anfibios en cuando a nicho trófico fue de insectívoros generalistas representado por las especies: *Espadarana prosoblepon* (Rana de cristal variable), *Pristimantis calcarulatus* (Cutín de espolones), *Pristimantis festae* (Cutín paramero), *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón) y *Smilisca phaeota* (Rana bueyera) y del gremio especialistas *Nymphargus griffithsi* (Rana de cristal de Ecuador), *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), *Rhinella alata* (Sapo del Obispo), dentro de este grupo la mayor parte de anfibios fueron nocturnos terrestres.

En relación a la sensibilidad de las especies tenemos a *Pristimantis calcarulatus*, siendo una especie que presento una sensibilidad media, actualmente esta especie se clasifica

como vulnerable bajo los siguientes criterios de la UICN: (1) la extensión de su hábitad es menor a los 20.000 km<sup>2</sup>; (2) su distribución está muy fragmentada; y (3) hay una disminución continua de la extensión y la calidad de su hábitad de bosque primario. Por otra parte, tenemos las especies indicadoras representadas por *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante), *Pristimantis festae*, *Pristimantis scolodiscus* (Cutín melón), todas estas amenazadas por la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y la deforestación, de ellas las especies *P. festae* y *P. crenunguis* son endémicas.

En un estudio realizado por Valencia & Garzón, (2011), los reptiles son considerados como depredadores voraces; tal comportamiento también se ha registrado, ya que, en el área de influencia del proyecto, donde se encontró a la especie *Clelia equatoriana* (Chontas ecuatorianas) siendo una especie ofiófaga. En el estudio mencionado, se reporta un caso de depredación por parte de *C. equatoriana* a una serpiente simpátrica del género *Atractus*. Este registro demuestra que al igual que sus congéneres, esta especie, presenta el particular hábito de alimentarse de otras serpientes (Rojas-Morales, 2012), aunque es probable que se alimente también de otros animales. Por lo tanto, las serpientes del género *Clelia* juegan un importante papel en la regulación de las poblaciones de otras serpientes, incluyendo a grandes serpientes venenosas como las del género *Bothrops* (Campbell & Lamar, 2004).

Los reptiles en su mayoría presentaron el patrón de nocturnos terrestres, los mismos que estuvieron asociados a bosque secundario, lugar que presenta mayor vegetación terrestre permitiendo su establecimiento, siendo un lugar idóneo de protección para los huevos, modo de reproducción 30 (ovíparos) registrado en las especies de reptiles de las concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera.

#### 7.2.7.6 Conclusiones

- El punto de muestreo HT\_P1 y HT\_P2 ubicado en Las Juntas y Cielo Azul, respectivamente, representan el área de mayor diversidad de especies (cinco especies en cada punto), en relación a los otros puntos de muestreo con una diversidad baja, representada en dominancia por la especie *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente) ( $P_i=0.68$ ) para HT\_P1. Para el punto HT\_P2 se encuentra una especie endémica representada por *Pristimantis festae* (Cutín paramero).
- El punto de muestreo HT\_P3 se encuentra representado con una especie endémica de la familia Strabomantidae, *Pristimantis crenunguis* (Cutín gigante).
- El punto de muestreo HT\_P4 fue representado por una sola especie, *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente), siendo la especie con mayor abundancia registrada en el presente estudio, una de las especies de anfibios más comunes en las estribaciones occidentales de los Andes, sus poblaciones se encuentran estables y no enfrenta ninguna amenaza significativa. Habita bosques secundarios y áreas abiertas artificiales, no ha sido registrada en bosque primario y se reproduce aparentemente durante todo el año.
- El punto de muestreo HT\_P5 ubicado en el Carmen, está representado por tres especies: *Pristimantis achatinus* (Cutín común de occidente) siendo la especie con más abundancia con un  $P_i=0.81$  en relación a las otras especies: *Rhinella*

*alata* (Sapo del Obispo) y *Smilisca phaeota* (Rana bueyera) con un Pi: 0,09 respectivamente.

### 7.2.7.7 Recomendaciones

- Realizar seguimiento a especies endémicas como: *Pristimantis festae* y *Pristimantis crenunguis* (Cutines) y también a las especies clasificadas en algún estatus de conservación importante como son las especies: *Nymphargus griffithsi*, *Pristimantis calcarulatus*, *Pristimantis scolodiscus*, *Pristimantis scolodiscus*, y la especie que presento sensibilidad media: *Pristimantis calcarulatus*, dentro de las Concesiones Mineras Tres Cerrillos y La Primavera.
- Establecer a grandes rasgos las características del paisaje y, agudizar el análisis de mayor detalle en los sitios que demanden atención para los fines de conservación al iniciar las actividades del proyecto.
- En estudios posteriores (monitoreos), estandarizar el método de muestreo puede reducir la variación, como, por ejemplo, utilizar siempre el mismo observador, la hora y condiciones ambientales.

## 7.2.8 Invertebrados Terrestres

### 7.2.8.1 Introducción

Los insectos son el grupo más abundante y diverso de todos los animales, se estima representan más del 85% de las especies vivientes, en los bosques de la Amazonía pueden llegar a conformar hasta el 93% de la biomasa total en una hectárea (Guzmán-Mendoza, 2016), cifra que refleja su importancia al momento de entender la magnitud de la biodiversidad sobre el planeta.

Los insectos han sido de gran importancia para el hombre dado su papel dentro de los ecosistemas, tales como: la polinización de plantas ya sea de manera directa o indirecta, la translocación de energía, la fijación de nitrógeno al suelo, proveer a los humanos de tejidos, tintes y medicinas naturales (Amat & Vargas, 1991), también son la base de la dieta de aves, mamíferos y reptiles e incluso son utilizados como bioindicadores para estudios de alteración de hábitats. Sin embargo, pese a su imperante rol en la ecología, cuando un paisaje se ve sujeto a modificaciones son ellos quienes sufren más afectaciones que el resto de taxas llegando al punto máximo que su pérdida parcial o total, esto generaría efectos en cascada dentro de comunidades enteras.

Los coleópteros constituyen el más rico y variado orden de la Clase Insecta, con aproximadamente 357,899 especies descritas, correspondiendo cerca de 40% del total de insectos y aproximadamente el 30% de los animales, de estos, los escarabajos coprófago son un taxón focal excelente para el estudio de las interacciones entre perturbaciones antropogénicas y estructura de la Comunidad, además de estar estrechamente relacionados con variaciones en la cobertura vegetal y calidad de hábitat (Favila, 1997); (Forsyth, 1997) características que permiten reflejar el estado de conservación del bosque y el grado de intervención en los ecosistemas naturales.

El grupo de los Coleópteros considerado como más importantes son los escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae) que presentan varias relaciones intraespecíficas una de las características más importantes en la biología de los coleópteros coprófagos, es

la relocalización del recurso, que implica el uso del alimento como sustrato para nidificación y/o alimentación (Halffter & Matthews 1966). Según el método de relocalización, los coprófagos se clasifican en tres grupos funcionales endocópridos o residentes, paracópridos o cavadores y telecópridos o rodadores (Halffter & Edmonds, 1982; Hanski & Cambefort, 1991), en los cuales la cantidad de bolas de crías, arquitectura y complejidad del nido varía de acuerdo con la especie (Doube, 1990).

Las especies de la familia Scarabaeidae responden de manera directa a la estructura de las Comunidades existentes en un hábitat, presentándose relaciones de especialización a un determinado tipo de recurso (Davis et al., 2001). Esta relación permitió proponer a este grupo como bioindicador de perturbaciones en diferentes hábitats (Celi & Dávalos, 2001); (Halffter & Favila, 1993); (Favila & Halffter, 1997), demostrando que la deforestación incide en la riqueza de especies en esta familia (Howden & Nealis, 1975); (Klein, 1989); (Escobar, 1994); (Escobar, 2004); (Amat et al., 1997).

Las poblaciones de escarabajos copronecrófagos al utilizar el alimento como recurso de nidificación y/o alimentación ha implicado que este grupo presenten distintos grados de especialización a un determinado tipo de recurso alimenticio el cual está ligado a la presencia de mamíferos, roedores entre otros, esto a su vez permite que estén directamente relacionadas a la estructura de las distintas comunidades de fauna existentes en un hábitat, (Davis, 2001).

Esta especialización permitió proponer a los escarabajos copronecrófagos como grupo bioindicador de perturbaciones en los diferentes hábitats siendo este grupo más utilizado en estudios ambientales (Celi & Dávalos, 2001; Halffter & Favila, 1993; Favila & Halffter, 1997), esta característica además ha permitido demostrar que la pérdida de cobertura vegetal, por las distintas presiones antropogénicas incide directamente en la disminución de riqueza de especies en esta familia (Howden & Nealis, 1975; Klein, 1989; Escobar F. 1994; Escobar, 2004; Amat & Lopera, 1997).

(Klein, 1989) menciona que los escarabajos coprófago debido a su sensibilidad a los cambios en el ecosistema por las distintas presiones antropológicas, permite considerar a este grupo de escarabajos como un grupo bioindicador a las afectaciones de un ecosistema natural, mediante la continuidad de sus poblaciones en el tiempo (Nilsson, Arup, & Baranowski, 1994), además que este grupo de especies, por su fácil recolección permiten una fácil estandarización de estándares metodológicos y aplicación en estudio ambientales (Carvajal et al, 2011).

Las mariposas diurnas son consideradas como un grupo bioindicador porque responden al disturbio más rápidamente que los vertebrados, lo que les da un fácil potencial de indicadores de cambio ecológico (Kremen, 1992; Kremen et al., 1993; Hamer et al., 1997). Además de ser de gran importancia en el ecosistema, por sus roles ecológicos, ser sensibles a cambios en la vegetación y cobertura arbórea (Brown & Hutchings, 1997), y estar asociadas específicamente con determinados hábitats, ecosistemas, tipos de vegetación y clima (Prieto & Constantino, 1996)

Debido a su belleza natural, las mariposas son excelentes especies bandera para la conservación del hábitat (Lovejoy et al., 1986; Brown, 1991), el uso de mariposas como indicadores presentan mayor fidelidad ecológica, en comparación con otros taxones, por tanto, son más aptas para el reconocimiento de hábitat y comunidades vegetales que

los otros grupos, es de esperar que dicha fidelidad sea aún más alta en nuestras latitudes.

La importancia de un mejor entendimiento del grupo de las mariposas radica en la importancia del grupo Lepidóptera en la polinización de plantas (Romoser y Stoffolano, 1994). Esta relación mutualística nace a principios de la Era Cenozoica, mediante un proceso de coevolución desarrollado durante millones de años. A esto se debe que haya una gran biodiversidad de mariposas, las mismas que mantienen relaciones específicas con las plantas (Romoser y Stoffolano, 1994; Brues, 1924).

Es necesario recalcar que los lepidópteros tienen gran importancia para la sociedad humana sobre todo en la producción de frutos tropicales, como: mango, anonas, banano, guanábana, aguacate, chirimoya, entre varias otras. Esto se debe a la necesidad de las plantas de polinizadores debido a la imposibilidad de auto fecundarse (Peña, 2003).

Esta estrecha relación con las plantas convierte a las mariposas en un excelente bioindicador; además, el hecho de que las generaciones de mariposas son cortas en relación a las generaciones de las plantas, hace que sea posible medir la variación poblacional inmediatamente después de la alteración ecológica (Brown, 1997). Otro aspecto importante es la fácil identificación del taxón ya que este grupo ha sido ampliamente estudiado y coleccionado por los museos de ciencias naturales (Sparrow et al., 1994).

El objetivo del presente estudio es caracterizar la comunidad de escarabajos copronecrófagos, Lepidópteros y de insectos terrestres mediante los datos obtenidos, además de evaluar el estado de conservación en el que se encuentran los bosques que están dentro del área del proyecto; para lo cual se trabajó de manera cuantitativa y cualitativa.

#### **7.2.8.2 Área de estudio**

El sitio de muestreo se encuentra ubicada al norte del Ecuador, en los cantones Espejo y Mira, de la provincia del Carchi, el área de estudio posee tres tipos de bosque: 1) Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes, 2) Bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes y 3) Bosque siempreverde montano piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes, con una temperatura anual entre 18-22°C y recibe precipitaciones entre 1000–1500mm, principalmente distribuidas de enero a mayo, aunque sin una clara estacionalidad a lo largo del año.

Los puntos de muestreo establecidos para el estudio biológico están caracterizados por remanentes boscosos intervenidos altamente empinados, rodeados por extensas áreas de pastizal, cultivos de subsistencia como se detalla a continuación:

- **PME-01 (ET-P01):** Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales y áreas de suro.
- **PME-02 (ET-P02):** Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales.
- **PME-03 (ET-P03):** Remanente boscoso intervenido rodeado de pastizales.

- **PME-04 (ET-P04):** Remanente de bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia y caminos de verano.
- **PME-05 (ET-P05):** Bosque secundario intervenido con extracción de madera rodeado de pastizales.

### 7.2.8.3 Criterios Metodológicos

Se estableció una metodología que logró obtener la mayor cantidad de datos posibles que permitieron identificar de forma clara y precisa como se encuentran los diferentes puntos de muestreo, dichas metodologías están basadas en los parámetros aplicados en Estudios Ecológicos Rápidos (EER) que han sido utilizados por Celi & Dávalos (2001); Carvajal y Villamarín (2007), Carvajal et al., (2011), Villareal et al., (2006), Escobar y Chacón-Ulloa (2001).

Por lo mencionado para los puntos de muestreo cuantitativos se realizó la implantación de trampas pitfall “vivas” con dos tipos de cebos (excremento y carroña) para la colecta de escarabajos copronecrófagos (Carvajal et al., 2011; Escobar y Chacón-Ulloa, 2001; Villareal et al., 2006) y el uso de trampas VSR para las poblaciones de Lepidópteros diurnos (Villareal et al., 2006; Gaviria & Henao, 2014; Rydon, 1964).

Para el muestreo de los puntos cualitativos se usaron transectos de 200 m en el cual se realizó registros en los distintos estratos, hábitat y micro hábitats, mediante colecta activa (Carvajal et al., 2011; Villareal et al., 2006).

#### 7.2.8.3.1 Fase de Campo

La colecta de la información primaria mediante muestreos cuantitativos, y, secundaria proveniente de los muestreos cualitativos de las especies de invertebrados terrestres se ejecutó en febrero del presente año, la temporalidad presente durante la ejecución de los muestreos fue de lluvias durante toda la jornada. Los muestreos cuantitativos tuvieron una efectividad de 48h mientras que los muestreos cualitativos fueron de un esfuerzo de muestreo de 2h.

##### a. Muestreo de Escarabajos

Para el área de muestreo se establecieron 5 transectos de 200m de longitud, en cada transecto se colocó 20 trampas de caída 10 trampas cebadas con excremento humano y 10 trampas con carroña (pescado en descomposición y atún) alternadas una de otra cada 10 m de distancia en base a lo sugerido por Carvajal et al., (2011) obteniendo un total de 20 estaciones de muestreo.

Se dejó actuar las trampas por un lapso de tiempo de 48h las cuales fueron revisadas cada 24h (Carvajal y Villamarín, 2007; Villareal et al., 2006) evitando así la mortandad y huida de las mismas.

Las trampas pitfall consisten en tarrinas de plástico de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad con orificios laterales y que fueron enterradas al nivel del suelo (Celi y Dávalos 2001); de esta forma las tapas constituyen un “techo” que evita el ingreso de agua (Celi y Dávalos 2001).

Las especies de Escarabajos copronecrófagos fueron fotografiadas e identificadas in situ, mediante el material de identificación recomendado por Medina y Lopera (2000), que se basa en utilizar claves dicotómicas y fotografías de alta resolución fotocopiadas, (Vaz-de-Mello et al., 2011; Génier, 2009) y conocimiento propio para escarabajos copronecrófagos evitando así el sacrificio de las mismas.

b. Muestreo de Lepidópteros

Para el registro de las especies de Lepidópteros diurnos se establecieron en total 5 transectos de 100m de longitud, para cada transecto se instalaron 10 trampas Van Someren Rydon (VSR) (Rydon, 1964; Gaviria & Henao, 2014) distanciadas 10 m entre sí (Uehara-Prado et al., 2007; Uehara-Prado et al., 2008, Tufto et al., 2012) a una altura aproximada de 1,50 m desde el suelo (Daily & Ehrlich 1995).

Las trampas estuvieron cebadas de la siguiente manera; cinco trampas con pescado y camarón en descomposición y cinco trampas con una mezcla de frutas fermentadas (banano, guayaba, pera) alternadas una de otra en base a los sugerido por Villarreal et al., (2006). Este método es bastante sencillo y muy utilizado para la captura de mariposas diurnas, las trampas se dejaron instaladas durante 48 horas siendo revisadas tres veces diarias por una persona, cada 3 horas (Villarreal et al., 2006; Gaviria & Henao, 2014; Rydon, 1964).

Los especímenes colectados fueron fotografiados in situ, evitando así su sacrificio, puesto que existe material de identificación para su identificación sin ser sacrificadas, para la identificación taxonómica de las mariposas, se utilizó la ilustración: Ecología de las Mariposas del Ecuador (Silva, 2011) y la publicación Hadas aladas del Yasuní (Checa, 2013).

c. Muestreo de invertebrados

Para el muestreo cualitativo, se implementó cinco transectos en un rango de 200 de longitud, registrando la entomofauna existente del área de estudio en un periodo de tiempo de 2 horas, mediante colecta manual, observación directa y búsqueda activa en la hojarasca, troncos, arbustos y demás sitios de reposo y anidación de las especies de invertebrados (Carvajal et al., 2011; Villarreal et al., 2006).

Cabe mencionar que el nivel de identificación para este tipo de órdenes fue al nivel de especie en el mayor de los casos a excepción de aquellas especies cuya identificación fue a nivel familia ya que las claves taxonómicas son muy limitadas y generales.

d. Limitantes metodológicas

Debido a que la fase de campo se realizó durante la época lluviosa, el registro de algunas especies de invertebrados fue baja, señalando por ejemplo, que únicamente en el punto ETv\_P2 se registró la lluvia dificultó la dispersión del cebo y el registro de individuos de este grupo.

e. Sitios de Muestreo

Se analizaron cinco puntos de muestreo cuantitativos usando trampas pitfall (registro de escarabajos), trampas VSR (registro de mariposas), y cinco puntos cualitativos (registro de otros invertebrados), que cubren la zona alta, media y baja del área de estudio para abarcar todos los ecosistemas presentes Tabla 7.2-83 (ver Anexo E "Cartografía", Mapa 23.5 Mapa de Muestreo Invertebrados).

Tabla 7.2-83 Sitios de muestreo del componente Entomofauna

ÁREA DE MUESTREO	CÓDIGO	METODOLOGÍA	COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 N		TIPO DE VEGETACIÓN
			X1 (ESTE)	Y1 (NORTE)	
Proyecto Minero Tres Cerillos	ETp_P1	Trampas pitfall	817237,00	10088536,00	Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales y áreas de suro
			817435,11	10088508,58	
	ETv_P1	Trampas VSR	817575,34	10088600,02	
			817674,75	10088589,13	
	ET_P01	Transecto de observación	817940,00	10088881,00	
			817934,83	10088681,07	
	ETp_P2	Trampas pitfall	816823,66	10087126,88	Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales
			816625,00	10087150,00	
	ETv_P2	Trampas VSR	816673,00	10087249,00	
			816744,38	10087178,96	
	ET_P02	Transecto de observación	816717,00	10087236,00	
			816820,05	10087407,41	
	ETp_P3	Trampas pitfall	813120,00	10085265,00	Remanente boscoso intervenido rodeado de pastizales
			813279,57	10085144,42	
	ETv_P3	Trampas VSR	813087,20	10085429,96	
812987,82			10085441,03		
ET_P03	Transecto de observación	813121,00	10085425,00		
		813063,22	10085233,53		
ETp_P4	Trampas pitfall	813770,83	10087325,30	Remanente de bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia y caminos de verano	
		813970,44	10087312,83		
ETv_P4	Trampas VSR	813722,00	10087335,00		
		813796,91	10087401,24		
ET_P04	Transecto de observación	813645,78	10087247,28		
		813806,38	10087366,46		
ETp_P5	Trampas pitfall	810235,00	10089124,00	Bosque secundario intervenido con extracción de madera rodeado de pastizales	
		810431,96	10089089,24		
ETv_P5	Trampas VSR	810217,00	10089025,00		
		810218,29	10089124,99		
ET_P05		810146,24	10089104,78		

ÁREA DE MUESTREO	CÓDIGO	METODOLOGÍA	COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 N		TIPO DE VEGETACIÓN
			X1 (ESTE)	Y1 (NORTE)	
			Transecto de observación	809946,00	

Código: Entomofauna: E. Tres Cerrillos: T. Trampas Pitfall: p. Van Someren Rydon: v. Punto: P. 01: Número de punto.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### f. Esfuerzo de Muestreo

Para el área de estudio se establecieron cinco puntos de muestreo, en cada localidad se implementó muestreos cuantitativos con 20 trampas pitfall y 10 trampas VSR en transectos independientes por un lapso de 48h respectivamente. Además, se estableció un transecto cualitativo para registro de otros órdenes de invertebrados terrestres.

Tabla 7.2-84 Esfuerzo Muestreo de Entomofauna

TIPO DE VEGETACIÓN	Código	Metodología	CANTIDAD x HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales y áreas de suro	ETp_P1	Trampas pitfall	20 trampas x 1 transecto x 48 horas	960 horas de muestreo
	ETv_P1	Trampas VSR	10 trampas x 1 transecto x 48 horas	480 horas de muestreo
	ET_P01	Transecto de observación	2 personas x 1 transecto x 2 horas	4 horas de muestreo
Bosque secundario altamente colinado con extracción de madera rodeado de pastizales	ETp_P2	Trampas pitfall	20 trampas x 1 transecto x 48 horas	960 horas de muestreo
	ETv_P2	Trampas VSR	10 trampas x 1 transecto x 48 horas	480 horas de muestreo
	ET_P02	Transecto de observación	2 personas x 1 transecto x 2 horas	4 horas de muestreo
Remanente boscoso intervenido rodeado de pastizales	ETp_P3	Trampas pitfall	20 trampas x 1 transecto x 48 horas	960 horas de muestreo
	ETv_P3	Trampas VSR	10 trampas x 1 transecto x 48 horas	480 horas de muestreo
	ET_P03	Transecto de observación	2 personas x 1 transecto x 2 horas	4 horas de muestreo
Remanente de bosque secundario muy intervenido rodeado de pastizales, cultivos de subsistencia y caminos de verano	ETp_P4	Trampas pitfall	20 trampas x 1 transecto x 48 horas	960 horas de muestreo
	ETv_P4	Trampas VSR	10 trampas x 1 transecto x 48 horas	480 horas de muestreo
	ET_P04	Transecto de observación	2 personas x 1 transecto x 2 horas	4 horas de muestreo
Bosque secundario intervenido con extracción de madera rodeado de pastizales	ETp_P5	Trampas pitfall	20 trampas x 1 transecto x 48 horas	960 horas de muestreo
	ETv_P5	Trampas VSR	10 trampas x 1 transecto x 48 horas	480 horas de muestreo
	ET_P05	Transecto de observación	2 personas x 1 transecto x 2 horas	4 horas de muestreo

Código: Entomofauna: E. Tres Cerrillos: T. Trampas Pitfall: p. Van Someren Rydon: v. Punto: P. 01: Número de punto.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.8.3.2 Fase de Gabinete

Describir brevemente en base a que bibliografía (actualizada) se realizaron los análisis de información.

a. Riqueza

La Riqueza se representa como el número total de especies que se registró en cada punto de muestreo y se la identificó con la letra (S) (Moreno, 2001).

b. Abundancia

En cuanto a la abundancia absoluta se refiere, es el número de individuos total de especies registradas (Moreno, 2001).

c. Abundancia relativa

En cuanto a la abundancia relativa, es la proporción con la que contribuye cada especie a la abundancia total en una comunidad, se expresa como  $P_i$  y consiste en la división del número de individuos de la especie  $i$  para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica (Moreno, 2001). La clasificación de la abundancia relativa para invertebrados terrestres será la determinada por Araujo (2005), y que indica las siguientes categorías: Dominantes con abundancias superiores a 50 individuos, Abundantes de 10 a 49 individuos, Comunes de 4 a 9 individuos, y Raras de 1 a 3 individuos (Araujo, 2005).

d. Curva de Dominancia de Especies

Las curvas de Dominancia/Diversidad son un modelo de distribución mediante el cual se puede desarrollar una interpretación ecológica del estado de los ecosistemas que se encuentran evaluados. En las abscisas (eje x) se representan las especies, ordenadas desde la más abundante hasta la menos abundante, mientras que en el eje de las ordenadas (eje y) se presenta el número total de individuos por especie.

Dependiendo del modelo de distribución (para cada indicador) se pueden inferir los siguientes resultados (Magurran, 2004).

e. Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies están diseñadas para determinar si las muestras tomadas en los puntos de estudio son representativas. Indican la tasa a la cual se registran las especies en una comunidad a través de la relación de las especies capturadas (eje de las abscisas x) y su abundancia de captura (eje de las ordenadas y). A medida que el número de especies crece, la probabilidad de añadir una nueva disminuye de manera proporcional, hasta llegar a 0. Cuando la curva de acumulación es asintótica, revela que el número de especies no se incrementará a pesar de que se aumenten las unidades de muestreo (Magurran, 2004).

f. Índice de Chao 1

El índice Chao 1 estima el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras presentes en la muestra, razón por la cual su valor es muy sensible a la cantidad de especies raras registradas. Su fórmula es (Moreno C. , 2000)

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

Donde:

$S_{obs}$  representa el total de especies registradas,

$F1$  es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y

$F2$  es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

La representatividad del muestreo fue evaluada en base al índice de Chao 1 y a los valores de número de especies registrado en el muestreo.

Con la finalidad de obtener la curva de acumulación, se utilizaron los datos estimados e intervalos de confianza proporcionados por el programa EstimateS (V.9.1.0; Colwell 2013), software especializado que permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción, mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

#### g. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon-Wiener

Este índice “mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección”. Varía desde 0, en comunidades con una sola especie o taxón, hasta valores del logaritmo de  $S$ , cuando existen comunidades con muchos taxones representadas por pocos individuos en el mismo número. Este índice incorpora el análisis de equidad de las especies presentes (Magurran, 2004).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

Donde la proporción de especies  $i$ , relativa al total de especies ( $p_i$ ), es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción ( $\ln p_i$ ). El producto resultante es sumado entre las especies, y multiplicado por  $-1$ .

- Índice de Simpson ( $D$ )

El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos escogidos aleatoriamente de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie. Se calcula por la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  es la proporción de individuos encontrados de la especie  $i$ .

Mientras menor sea el valor  $D$ , menor será la dominancia y mayor la diversidad, ya que se interpreta como que es más probable que la comunidad se encuentre formada por individuos de una o pocas especies (Magurran, 2004).

Los índices de diversidad que se emplean en el presente trabajo (Shannon y Simpson) combinan la cantidad de especies y sus abundancias relativas dentro de una comunidad, evaluando, tanto la riqueza específica como cuan equitativas son sus abundancias. El problema es que estos índices son a veces difíciles de interpretar.

Un valor aislado de un índice de diversidad puede confundir la importancia relativa de sus dos componentes (riqueza y equitatividad). Por ejemplo, el mismo valor de un índice puede obtenerse tanto de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Es por esta razón que la interpretación que existía para los índices, basándose en un rango de valores, ha caído en desuso, por lo que debe emplearse el valor de los índices y el número de especies

(riqueza) que se han registrado en estudios o investigaciones anteriores para su interpretación (Schlegel, 2001).

- Índices de Similitud

La diversidad Beta expresa el grado de similitud en composición de especies y sus abundancias entre dos o más muestras. Comprende el grado de heterogeneidad que puede existir dentro de un ecosistema mediante las tasas de cambio en la composición de especies o medidas de similitud (Ñique, 2010). El análisis de diversidad beta se realiza con la finalidad de comparar las diferencias en riqueza (Jaccard) entre secciones de estudio, y determinar los cambios a mediano y largo plazo con relación al efecto de borde.

- Coeficiente de Similitud de Jaccard (Ij)

El coeficiente de similitud de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Es un método cualitativo, debido a que no toma en cuenta las abundancias registradas para cada una de las especies; por lo tanto, no hace comparaciones de la biodiversidad entre las áreas de estudio (Ñique, 2010).

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

- a = número de especies presentes en el sitio A
- b = número de especies presentes en el sitio B
- c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

### **7.2.8.3.3 Aspectos Ecológicos**

Describir de manera general como se evalúan o determinan los aspectos ecológicos, y colocar referencias bibliográficas actualizadas para este grupo y la información ecológica requerida.

#### **a. Nicho Trófico**

Oficio de una especie dentro de su población o la función de esta, dentro de la comunidad no hace referencia al espacio físico que ocupa el organismo, sino a su función.

Se analizan los gremios tróficos reconociendo tres clases de escarabajos de acuerdo a su estado de nidificación y comportamiento 1) Cavadores o paracópridos, 2) Rodadores o telecópridos, 3) Moradores o endocópridos (Villamarín, 2014).

#### **b. Distribución Vertical**

La distribución vertical para la entomofauna se determina en función del estrato, en donde se encuentran los diferentes grupos de insectos dentro del bosque: suelo, sotobosque, subdosel y dosel.

c. Hábito

Es la práctica o costumbre adquirida por la repetición constante de la misma actividad. (Hábitos alimenticios). Para el grupo de los escarabajos copronecrófagos se analiza las relaciones con el tipo de alimentación, especialistas a un tipo de alimento y Copro/Necrófago que prefieren varios tipos de alimentos (Villamarín, 2014).

Mientras que para los demás grupos de invertebrados se identificará las distintas estrategias alimenticias diferentes que poseen como los Herbívoros, Carroñeros, Saprófagos, Depredadores entre otros.

d. Horario de Actividad

Es la preferencia que poseen las especies de invertebrados para su pico de actividad, en el que desarrollan sus actividades ecológicas, reproductivas, alimenticias, entre otros.

El horario de actividad para las especies de escarabajos copronecrófagos se realizará en base a lo indicado por (Villamarín, 2014), para el resto de órdenes de invertebrados se utilizará los horarios de sus respectivas familias.

e. Estado de conservación de las especies

El estado de conservación está determinado a los valores de sensibilidad, estado de conservación o amenaza que presentan en base a la lista, UICN, Cites y en base a ScarabNet, 2009.

f. Especies Sensibles

Aquellas que se asocian a condiciones específicas del hábitat o cuyo rango de amplitud es muy restringido a los parámetros fijos. Se realiza un análisis de estructura de individuos; donde se clasifica a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos y dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante (Araujo, 2005).

g. Especies Indicadoras

Se determina como especies indicadoras aquellas que poseen determinado grado de adaptación a los cambios ambientales (Carvajal et al., 2011) para el caso de las especies de escarabajos se considera aquellas que poseen poca tolerancia a los cambios ambientales (Celi, 2001); (Halffter, 1993); (Favila, 1997).

h. Especies Endémicas

Las especies endémicas serán analizadas bajo su rango de distribución regional provincial en base a lo publicado por Chamorro et al, (2019).

i. Uso del Recurso

Se refiere al tipo de uso al que están sometidas las especies de insectos del estudio, sean de uso comercial, artesanal, cultural o ritual, que afecten a la disminución de las poblaciones de la entomofauna del área de estudio.

## j. Áreas Sensibles

La determinación de áreas sensibles se establecerá en base a las especies sensibles registradas, características de los ecosistemas evaluados, Diversidad obtenida, endemismo y aspectos ecológicos importantes de las especies registradas.

### 7.2.8.4 Resultados

#### 7.2.8.4.1 Inventario General

Los datos obtenidos para el estudio provienen de los muestreos cuantitativos con la implantación de trampas pitfall vivas para captura de escarabajos copronecrófagos; la instalación de trampas Van Someren Rydon (VSR) para el registro de especies de mariposas diurnas y de los muestreos cualitativos mediante búsqueda activa, dichos puntos se encuentran distribuidos por toda el área de estudio.

Por lo mencionado para el área de estudio se registró un total tres clases, 11 órdenes, 20 familias y 46 especies de invertebrados terrestres (Figura 7.2-69).

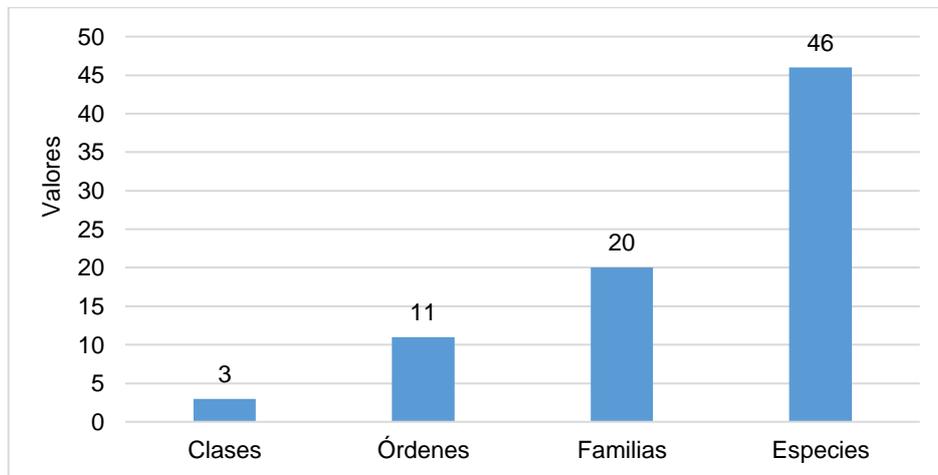


Figura 7.2-69 Riqueza total de invertebrados terrestres – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

La riqueza obtenida mediante las distintas técnicas de muestreo empleadas se encuentra distribuida de la siguiente manera; los puntos de muestreo cuantitativos registraron un total de una clase, dos órdenes, dos familias y 16 especies de invertebrados terrestres (escarabajos y mariposas); los puntos cualitativos registran un total de tres clases, 11 órdenes, 19 familias y 30 especies de otros órdenes de invertebrados terrestres (Figura 7.2-70).

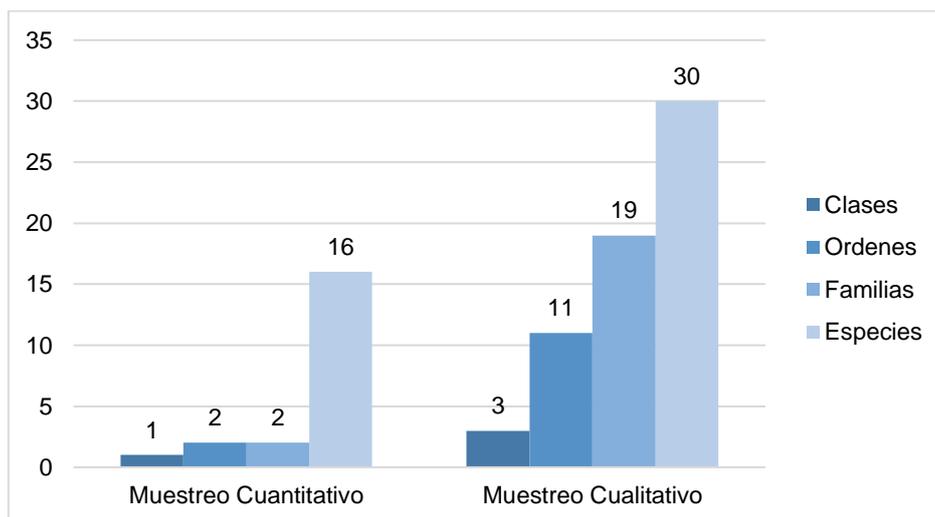


Figura 7.2-70 Riqueza total de invertebrados terrestres registrada por tipo de muestreo - – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

La riqueza obtenida antes descrita fue analizada por tipo de metodología empleada, donde los Escarabajos copronecrófagos registraron una clase, un orden, una familia y 15 especies, para el orden de los Lepidóptera presentaron una clase, un orden, una familia y una especie, por último, las especies de otros ordenes de invertebrados terrestres obtuvieron un total de tres clases, 11 órdenes, 19 familias y 30 especies como se observa en la Figura 7.2-71.

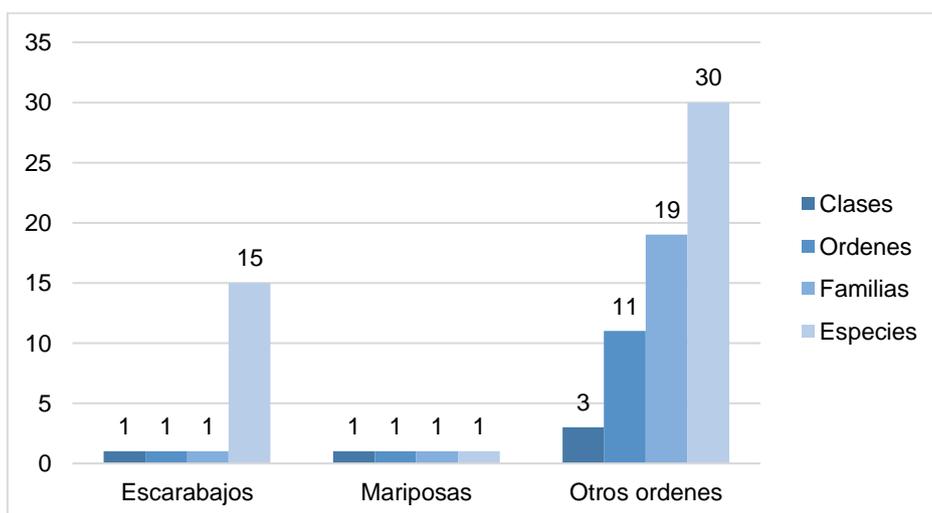


Figura 7.2-71 Riqueza total de invertebrados terrestres registradas por grupo de estudio - – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Por último, el total de abundancia de invertebrados obtenida fue de 487 individuos de invertebrados (únicamente muestreos cuantitativos), de los cuales 486 son provenientes del muestreo de captura de escarabajos copronecrófagos con trampas pitfall y un individuo corresponde a la única especie de lepidóptero mediante trampas VSR.

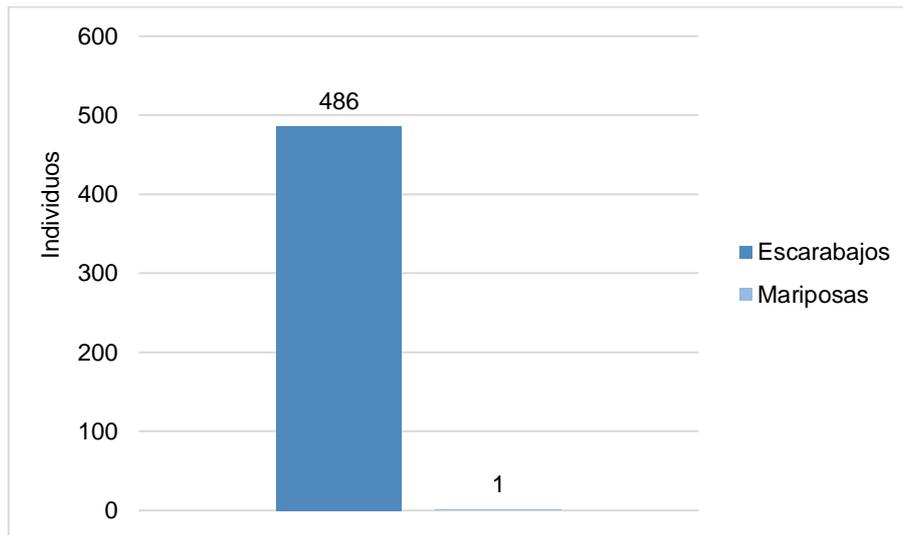


Figura 7.2-72 Abundancia total de escarabajos y mariposas registradas por grupo de estudio – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

a. Riqueza y Abundancia Absoluta Coleópteros

En el área de estudio, al analizar al grupo de los bioindicadores (Coleoptera: Scarabaeidae), se contabilizó la presencia de 15 especies de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae) dentro de 486 individuos, ver Tabla 7.2-85.

Tabla 7.2-85 Escarabajos registrados (Coleoptera: Scarabaeidae)

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Coleoptera	Scarabaeidae	Escarabajo Copronecrófago	Coprophanæus	<i>Coprophanæus edmonsi</i>	19
			Deltophilum	<i>Deltophilum batesi</i>	155
				<i>Deltophilum gibbosum amazonicum</i>	20
				<i>Deltophilum tesellatum</i>	114
				<i>Dichotomius aff protectus</i>	7
			Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>	79
				<i>Dichotomius sp.</i>	13
				Eurysternus	<i>Eurysternus caribæus</i>
			Ontherus	<i>Ontherus aff compressicornis</i>	12
			Onthophagus	<i>Onthophagus belorhinus</i>	1
				<i>Onthophagus sp.</i>	6
				<i>Onthophagus stockwelli</i>	1
			<i>Sulcophanæus</i>	<i>Sulcophanæus velutinus</i>	10

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
			Uroxys	<i>Uroxys</i> sp.	11
				<i>Uroxys</i> sp. 1	8
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>486</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### b. Abundancia Relativa

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005).

Por lo mencionado encontramos siete especies abundantes, tres especies comunes, tres especies dominantes y, por último, dos especies raras como se observa en la siguiente Figura 7.2-73.

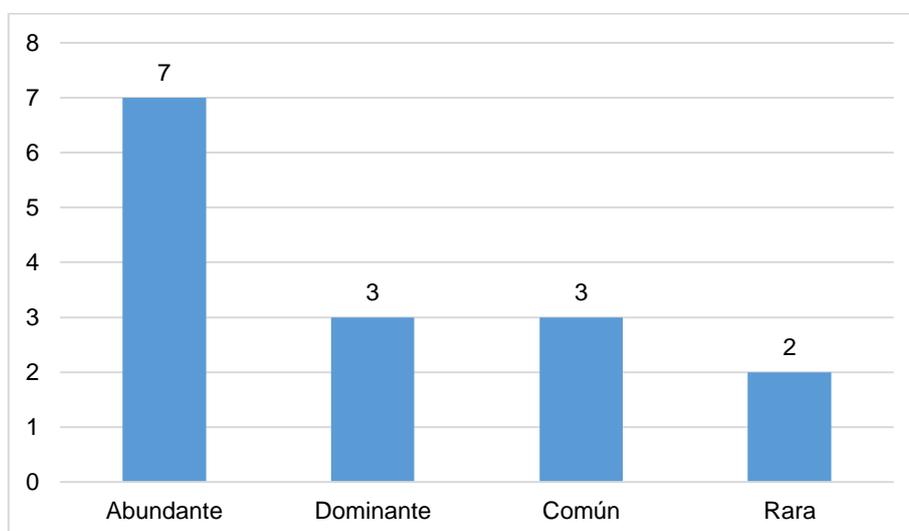


Figura 7.2-73 Abundancia Relativa de especies de escarabajos peloteros registrados

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### c. Curva de Dominancia de Especies

Las especies dominantes registradas para el área de estudio fueron *Deltochilum batesi* con un valor de (n=155 ind.; pi= 0.319) seguido de *Deltochilum tesellatum* con (n=114 ind.; pi= 0.235), la especie *Dichotomius satanas* registro (n=79 ind.; pi= 0.163).

Entre las especies abundantes fueron *Eurysternus caribaeus* con un valor de (n=30 ind.; pi= 0.062), con (n=20 ind.; pi= 0.041) a la especie *Deltochilum gibbosum amazonicum*, continuamos con la especie *Coprophanaeus edmonsi* registro (n=19 ind.; pi= 0.039), *Dichotomius* sp., registro (n=13 ind.; pi= 0.027), *Ontherus* aff *compresicornis* registro (n=12 ind.; pi= 0.025), *Uroxys* sp., obtuvo un valor de (n=11 ind.; pi= 0.023) y *Sulcophanaeus velutinus* con un valor de (n=10 ind.; pi= 0.021).

Las especies comunes registradas en el área de estudio fueron *Uroxys* sp. 1 con un valor de (n=8 ind.; pi= 0.016), *Dichotomius* aff *protectus* con un valor de (n=7 ind.; pi= 0.014) y *Onthophagus* sp., con un valor de (n=6 ind.; pi= 0.012).

Por último, encontramos a dos especies menos frecuentes *Onthophagus belorhinus* con un valor de (n=1 ind.; pi= 0.002) y *Onthophagus stockwelli* con un valor de (n=1 ind.; pi= 0.002) como se observa en la Figura 7.2-74).

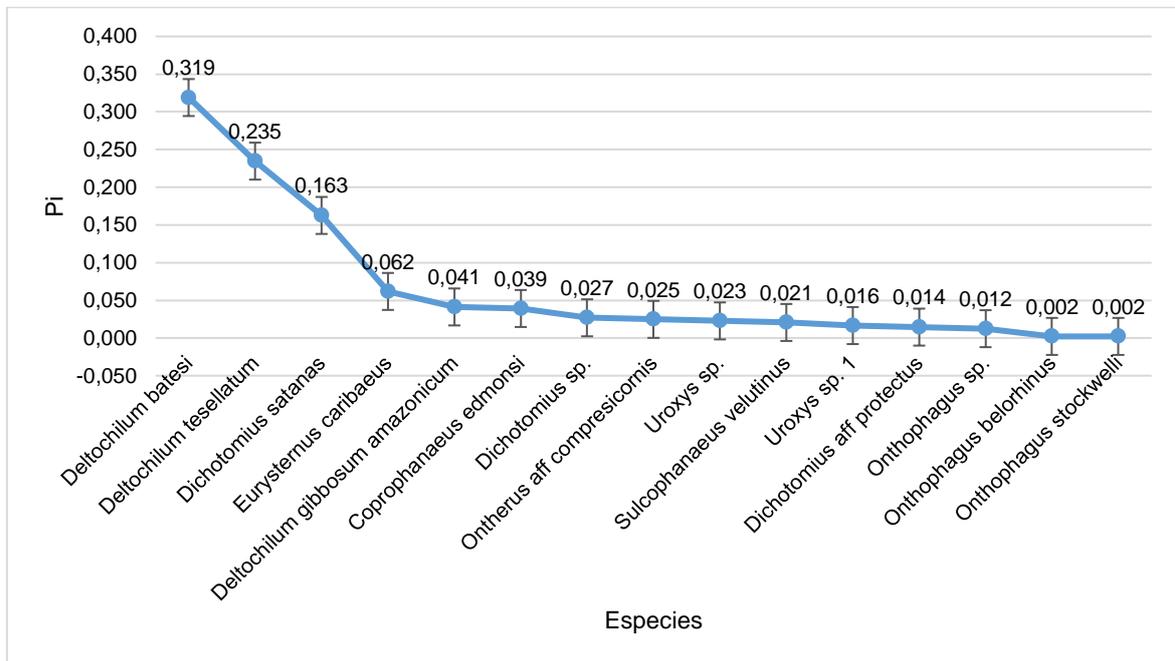


Figura 7.2-74 Curva de dominancia – diversidad de escarabajos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Riqueza y Abundancia Absoluta Lepidópteros

En el área de estudio, se registró una especie bioindicadora de la familia Lepidoptera, con un solo individuo (Tabla 7.2-85).

Tabla 7.2-86 Mariposas (Lepidópteras) registradas en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Lepidoptera	Geometridae	Mariposa	<i>Erateina cometaris</i>	1
1	1	1	1	1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Abundancia Relativa

La especie registrada presentó un solo individuo por lo cual, se la considera como especie rara. (Figura 7.2-73).

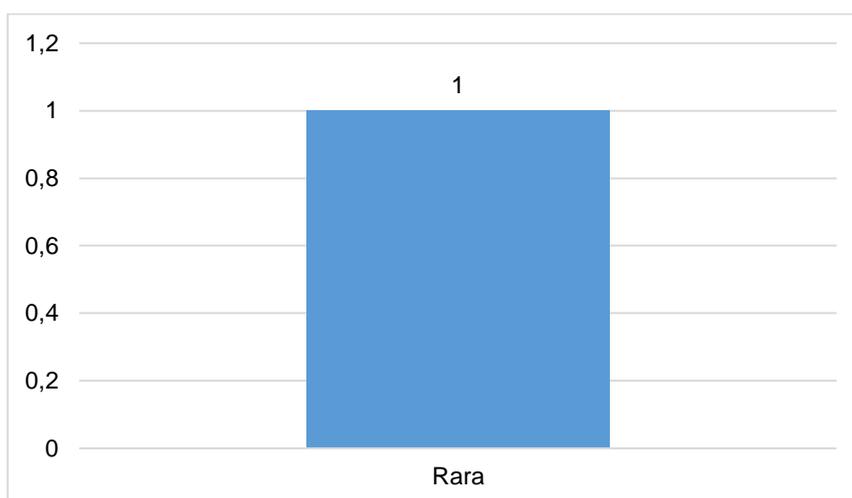


Figura 7.2-75 Número de especies de mariposas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

f. Curva de Dominancia de Especies - Lepidópteros

No se puede realizar este análisis al haber obtenido una única especie de lepidóptero para el área de estudio mediante trampas VSR.

**7.2.8.4.2 Análisis por Punto de Muestreo**

El detalle de registros de los escarabajos, mariposas (muestreos cuantitativos) y registro de otros órdenes de invertebrados (muestreos cualitativos) se presenta por puntos de muestreo a continuación.

a. Inventario Coleópteros (Cuantitativo)

- Punto de muestreo 1 – ETp P1

**Riqueza y Abundancia Absoluta**

La Tabla 7.2-87, se presenta el listado de especies de escarabajos copronecrófagos registradas en ETp\_P1. Se registraron siete géneros, 10 especies y 106 individuos.

Tabla 7.2-87 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp\_P1

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Scarabaeidae	Escarabajo Copronecrófago	Coprophanaeus	<i>Coprophanaeus edmonsi</i>	8
		Deltophilum	<i>Deltophilum batesi</i>	32
			<i>Deltophilum gibbosum amazonicum</i>	8
			<i>Deltophilum tesellatum</i>	28
			Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>
		Eurysternus	<i>Eurysternus caribaeus</i>	9
		Onthophagus	<i>Onthophagus stockwelli</i>	1

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
			<i>Onthophagus belorhinus</i>	1
		<i>Sulcophanaeus</i>	<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	1
		Uroxys	<i>Uroxys</i> sp.	4
1	-	7	10	106

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Del total de las especies de Escarabajos Copronecrófagos registrados se observa que las especies abundantes son tres; *Deltochilum batesi* con un valor de ( $\pi=0,302$ ;  $n=32$ ), seguido de *Deltochilum tesellatum* con ( $\pi=0,264$ ;  $n=28$ ), *Dichotomius satanas* presenta valores de ( $\pi=0,132$ ;  $n=14$ ).

Las especies comunes fueron las siguientes *Eurystemus caribaeus* posee valores de ( $\pi=0,085$ ;  $n=9$ ), seguido de *Coprophanaeus edmonsi*, *Deltochilum gibbosum amazonicum* las cuales presentan valores de  $\pi=0,075$  ( $n=8$ ), la especie *Uroxys* sp., posee valores de ( $\pi=0,038$ ;  $n=4$ ).

Por último, las especies raras registradas son *Onthophagus stockwelli*, *Onthophagus belorhinus*, *Sulcophanaeus velutinus* presentan valores de ( $\pi=0,009$ ;  $n=1$  ind) respectivamente como se observa en la Figura 7.2-76.

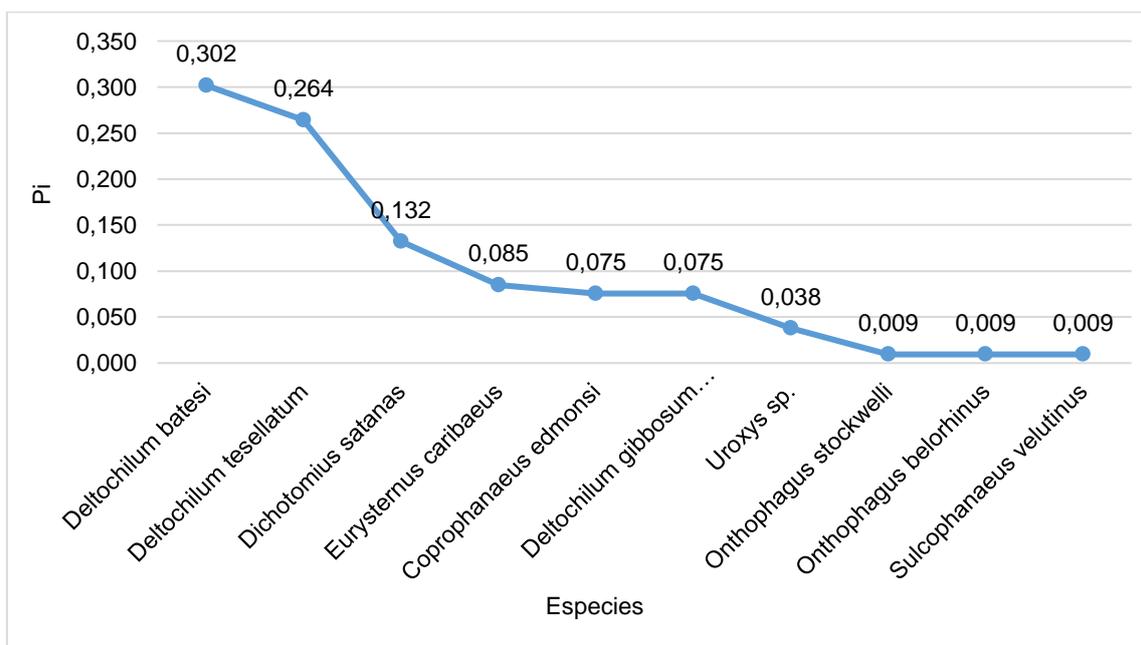


Figura 7.2-76 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp\_P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Abundancia relativa

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005).

En base a estas categorías de clasificación las especies de escarabajos copronecrófagos presentaron cuatro especies comunes que equivalen el 40%, se registró además tres especies abundantes y tres especies raras que equivalen al 30%, respectivamente (Figura 7.2-77).

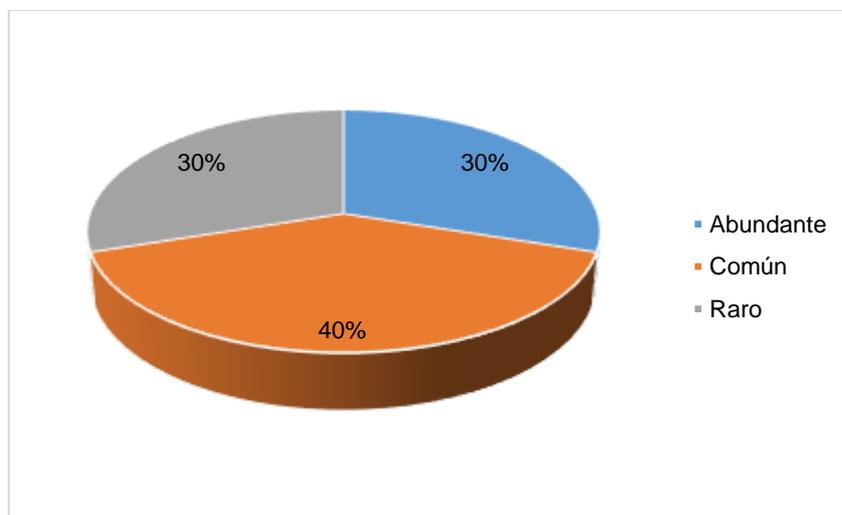


Figura 7.2-77 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp\_P1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-88 se presenta las especies de escarabajos copronecrófagos que fueron registrados en el punto de muestreo cuantitativo ETp\_P1 con su respectiva categoría de abundancia relativa.

Tabla 7.2-88 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp\_P1

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Deltochilum batesi</i>	32	A
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	28	A
		<i>Dichotomius satanas</i>	14	A
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	9	C
		<i>Coprophanæus edmonsi</i>	8	C
		<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	8	C
		<i>Uroxys sp.</i>	4	C
		<i>Onthophagus stockwelli</i>	1	R
		<i>Onthophagus belorhinus</i>	1	R
		<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	1	R
Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.				

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Punto de muestreo 2 – ETp\_P2

**Riqueza y Abundancia Absoluta**

Para este punto de muestreo ETp\_P2. Se registró un total de tres géneros, seis especies y 126 individuos como se observa en la Tabla 7.2-89.

Tabla 7.2-89 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp\_P2

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Scarabaeidae	Escarabajo copronecrófago	Deltochilum	<i>Deltochilum batesi</i>	46
			<i>Deltochilum tesellatum</i>	35
		Dichotomius	<i>Dichotomius aff protectus</i>	7
			<i>Dichotomius sp.</i>	6
			<i>Dichotomius satanas</i>	26
		Ontherus	<i>Ontherus aff compresicornis</i>	6
1	1	3	6	126

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

De las especies de Escarabajos Copronecrófagos registradas para este punto de muestreo, registramos tres especies abundantes *Deltochilum batesi* con un valor de ( $\pi_i=0,365$ ;  $n=46$ ), seguido de *Deltochilum tesellatum* con ( $\pi_i=0,278$ ;  $n=35$ ), *Dichotomius satanas* presenta valores de ( $\pi_i=0,206$ ;  $n=26$ ); por último, encontramos a las especies comunes *Dichotomius aff protectus* posee valores de ( $\pi_i=0,056$ ;  $n=7$ ), *Dichotomius sp.*, *Ontherus aff compresicornis* con valores de ( $\pi_i: 0,048$ ;  $n=6$  ind) respectivamente como se observa en la siguiente Figura 7.2-78.

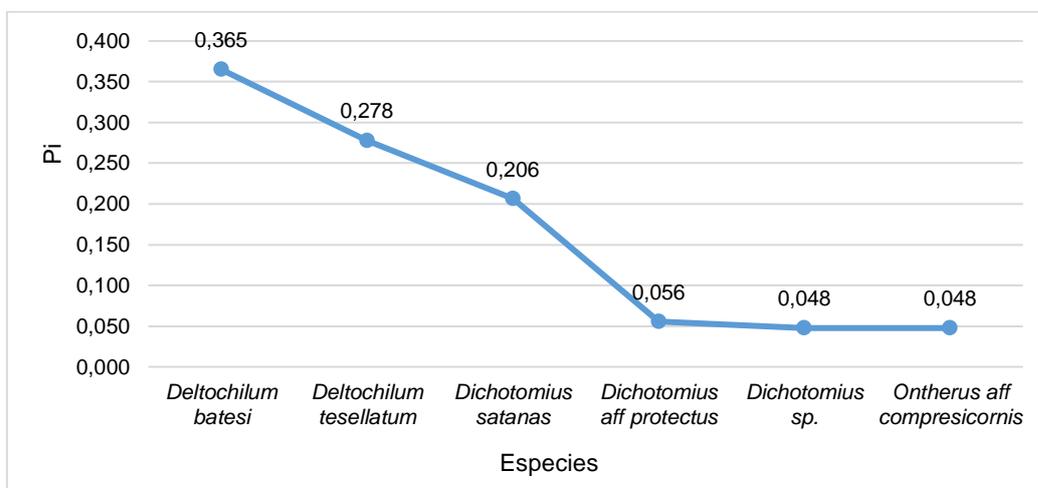


Figura 7.2-78 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp\_P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

**Abundancia relativa**

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con

abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005).

Por lo mencionado las especies de escarabajos copronecrófagos registraron tres especies comunes que equivalen el 50%, se registró además tres especies abundantes que equivale el 50% respectivamente (Figura 7.2-79).

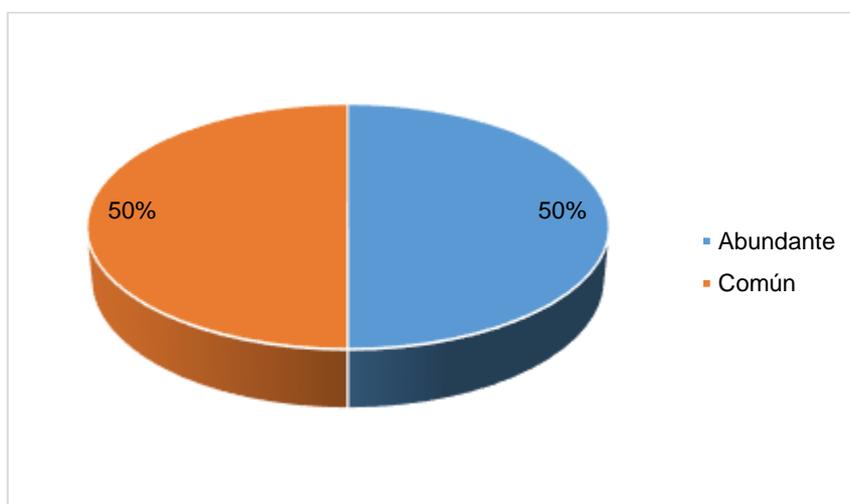


Figura 7.2-79 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp\_P2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Las especies de escarabajos copronecrófagos que fueron registrados en ETp\_P2 se presentan en la Tabla 7.2-90 con su respectiva categoría de abundancia relativa.

Tabla 7.2-90 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp\_P2

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Deltochilum batesi</i>	46	A
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	35	A
		<i>Dichotomius satanas</i>	26	A
		<i>Dichotomius aff protectus</i>	7	C
		<i>Dichotomius sp.</i>	6	C
		<i>Ontherus aff compresicornis</i>	6	C
Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.				

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Punto de muestreo 3 – ETp\_P3

#### **Riqueza y Abundancia Absoluta**

La Tabla 7.2-91 se presenta el listado de especies de escarabajos copronecrófagos registradas en ETp\_P3. Se registraron tres géneros, cinco especies y 47 individuos.

Tabla 7.2-91 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp\_P3

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Scarabaeidae	Escarabajo Copronecrófago	Deltochilum	<i>Deltochilum batesi</i>	15
			<i>Deltochilum tesellatum</i>	10
		Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>	9
			<i>Dichotomius sp.</i>	7
		Ontherus	<i>Ontherus aff compresicornis</i>	6
1	-	3	5	47

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Las especies abundantes fueron *Deltochilum batesi* con un valor de ( $\pi=0,319$ ;  $n=15$ ), seguido de *Deltochilum tesellatum* con ( $\pi=0,213$ ;  $n=10$ ), *Dichotomius satanas* presenta valores de ( $\pi=0,191$ ;  $n=9$ ); las especies comunes *Dichotomius sp.*, posee valores de ( $\pi=0,149$ ;  $n=7$ ), seguido de *Ontherus aff compresicornis* presentan valores de ( $\pi=0,128$ ;  $n=6$  ind) como se observa en la Figura 7.2-80.

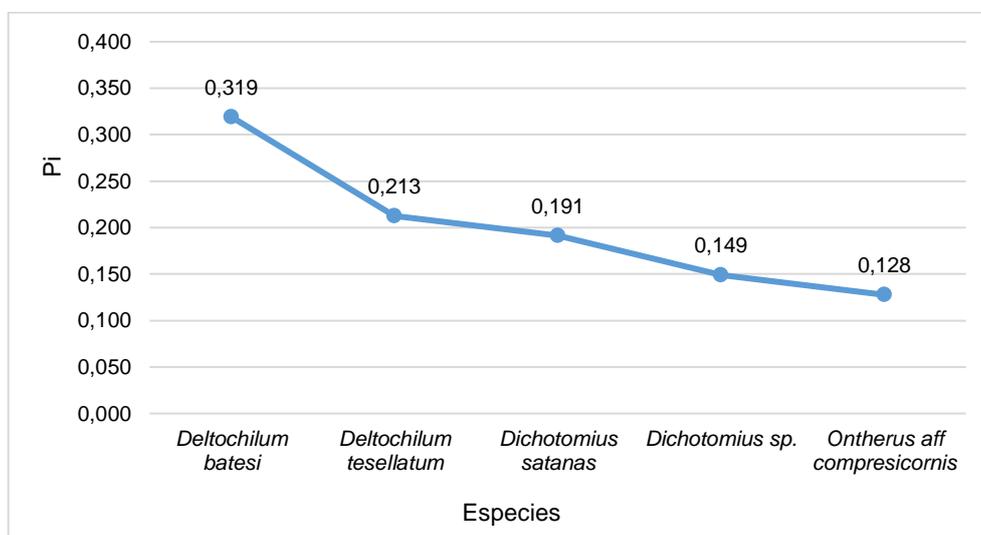


Figura 7.2-80 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp\_P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Abundancia relativa

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005).

De las cinco especies registradas, dos especies son abundantes que equivalen el 40%, las tres especies restantes son comunes que equivale el 60% respectivamente (Figura 7.2-81).

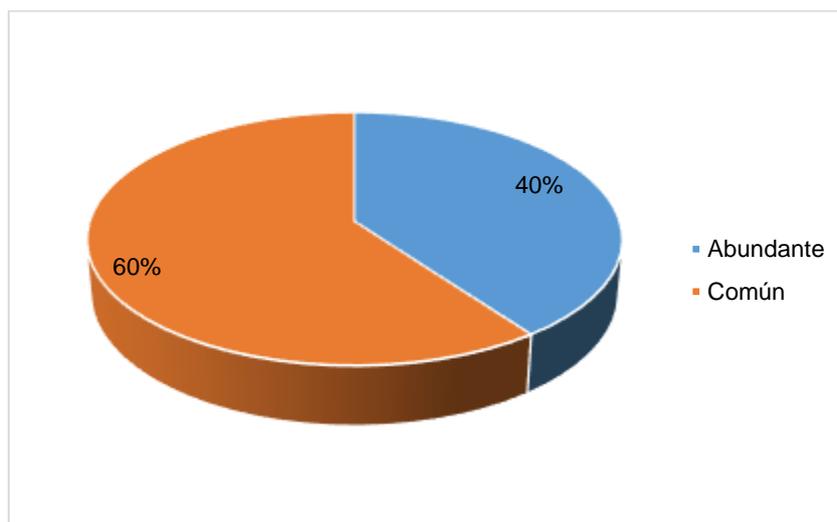


Figura 7.2-81 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp\_P3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-92 se presenta las especies de escarabajos copronecrófagos con su respectiva categoría de abundancia relativa, registrados para el punto de muestreo cuantitativo ETp\_P3.

Tabla 7.2-92 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp\_P3

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Deltochilum batesi</i>	15	A
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	10	A
		<i>Dichotomius satanas</i>	9	C
		<i>Dichotomius sp.</i>	7	C
		<i>Ontherus aff Compresicornis</i>	6	C
Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.				

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Punto de muestreo 4 – ETp P4

### Riqueza y Abundancia Absoluta

Para el punto de muestreo ETp\_P4 mediante la captura de escarabajos copronecrófagos con trampas pitfall, se registraron cuatro géneros, siete especies y 67 individuos como se observa en la Tabla 7.2-93.

Tabla 7.2-93 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp\_P4

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Scarabaeidae	Escarabajo Copronecrófago	Deltochilum	<i>Deltochilum batesi</i>	26
			<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	12

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
			<i>Deltochilum tesellatum</i>	8
		Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>	6
		Eurysternus	<i>Eurysternus caribaeus</i>	5
		Uroxys	<i>Uroxys</i> sp	4
			<i>Uroxys</i> sp. 1	6
1	-	4	7	67

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En esta localidad de muestreo de las siete especies registradas, tres son abundantes *Deltochilum batesi* con un valor de ( $\pi=0,388$ ;  $n=26$ ), seguido de *Deltochilum gibbosum amazonicum* con ( $\pi=0,179$ ;  $n=12$ ), *Deltochilum tesellatum* presenta valores de ( $\pi=0,119$ ;  $n=8$ ); mientras que las siguientes especies fueron comunes *Dichotomius satanas*, *Uroxys* sp.1 poseen valores de ( $\pi=0,090$ ;  $n=6$ ) respectivamente, seguido de *Eurysternus caribaeus* con un valores de  $\pi=0,075$  ( $n=5$ ), por último, a *Uroxys* sp., con un valor de ( $\pi=0,060$ ;  $n=4$  ind) como se observa en la Figura 7.2-82.

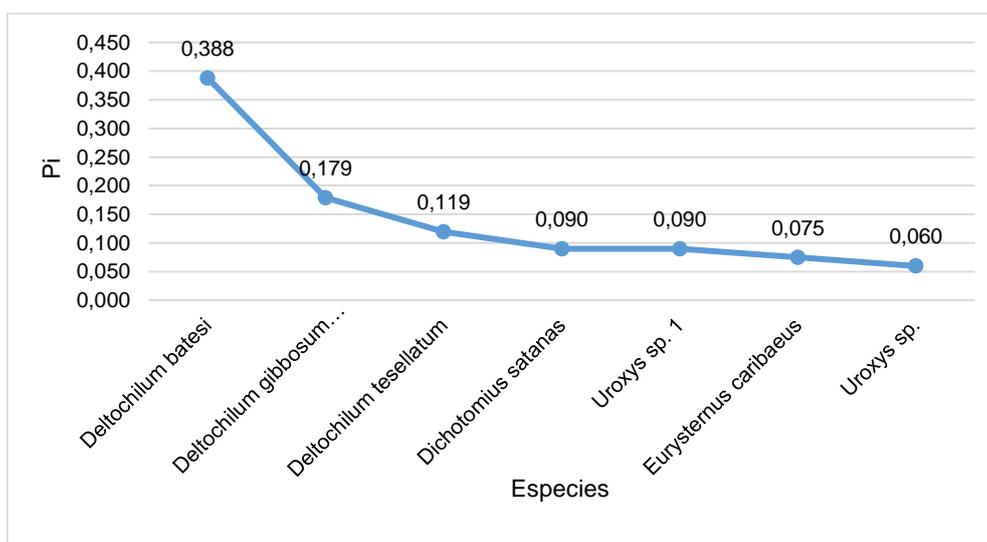


Figura 7.2-82 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp\_P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Abundancia relativa

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005).

Por lo mencionado las especies de escarabajos copronecrófagos presentaron cuatro especies comunes que equivalen el 57%, se registró además tres especies abundantes que equivale el 43% restante (Figura 7.2-83).

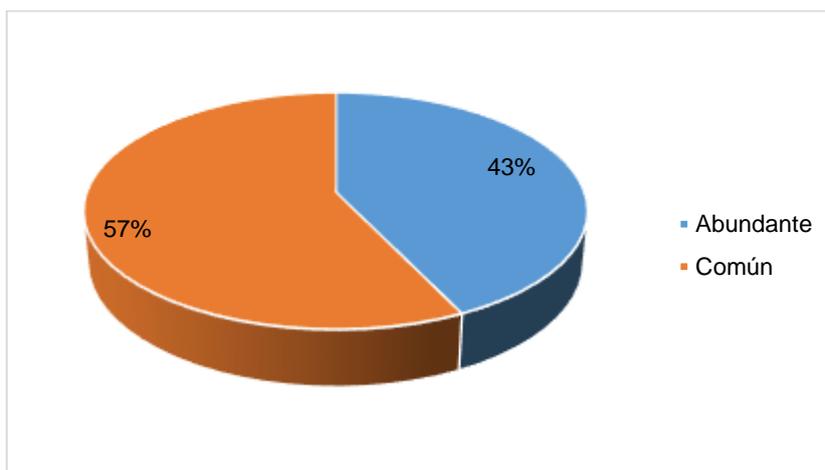


Figura 7.2-83 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp\_P4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-94 se presenta las especies de escarabajos copronecrófagos que fueron registrados en el punto de muestreo cuantitativo ETp\_P4 con su respectiva categoría de abundancia relativa.

Tabla 7.2-94 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp\_P4

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Deltochilum batesi</i>	26	A
		<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	12	A
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	8	A
		<i>Dichotomius satanas</i>	6	C
		<i>Uroxys sp. 1</i>	6	C
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	5	C
		<i>Uroxys sp.</i>	4	C
Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.				

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Punto de muestreo 5 – ETp\_P5

### Riqueza y Abundancia Absoluta

La localidad ETp\_P5 registró un total de especies de escarabajos copronecrófagos registradas en ETp\_P5. Se registró un total de siete géneros, nueve especies y 140 individuos como se observa en la Tabla 7.2-95.

Tabla 7.2-95 Especies registradas de escarabajos copronecrófagos en el ETp\_P5

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Scarabaeidae		Coprophanaeus	<i>Coprophanaeus edmonsi</i>	11

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
	Escarabajo Copronecrófago	Deltochilum	<i>Deltochilum batesi</i>	36
			<i>Deltochilum tesellatum</i>	33
		Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>	24
		Eurystemus	<i>Eurystemus caribaeus</i>	16
		Onthophagus	<i>Onthophagus sp.</i>	6
		<i>Sulcophanaeus</i>	<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	9
		Uroxys	<i>Uroxys sp.</i>	3
		<i>Sulcophanaeus</i>	<i>Uroxys sp. 1</i>	2
1	-	7	9	140

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Del total de la muestra obtenida las especies abundantes fueron *Deltochilum batesi* con un valor de ( $\pi=0,257$ ;  $n=36$ ), seguido de *Deltochilum tesellatum* con ( $\pi=0,236$ ;  $n=33$ ), *Dichotomius satanas* presento valores de ( $\pi=0,171$ ;  $n=24$ ), la especie *Eurystemus caribaeus* posee valores de ( $\pi=0,114$ ;  $n=16$ ), seguido de *Coprophanaeus edmonsi* presentan valores de  $\pi=0,079$  ( $n=11$ ).

Continuamos con las especies comunes; *Sulcophanaeus velutinus* con valores de ( $\pi=0,06$ ;  $n=9$ ), la especie *Onthophagus sp.*, presenta valores de ( $\pi=0,043$ ;  $n=6$  ind), por último, encontramos a las especies raras las cuales son *Uroxys sp.*, que posee valores de ( $\pi=0,021$ ;  $n=3$ ) y *Uroxys sp. 1* con valores de ( $\pi=0,014$ ;  $n=2$ ), como se observa en la Figura 7.2-84.

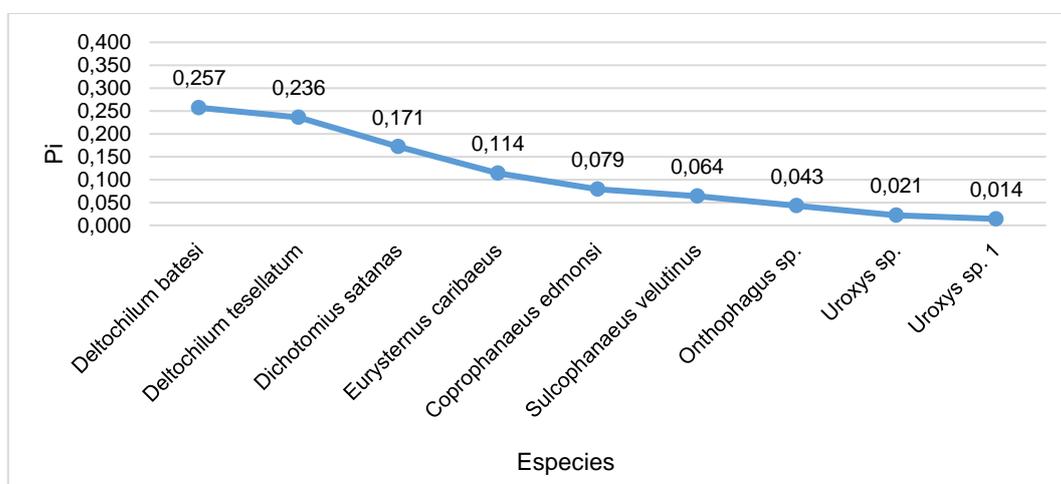


Figura 7.2-84 Curva dominancia – abundancia de especies de escarabajos del ETp\_P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Abundancia relativa

En cuanto al análisis de la abundancia relativa agrupamos a las especies de invertebrados registrados en el área de estudio en cuatro categorías dominantes con abundancias superiores a 50 ind., abundantes 10 a 49 ind., comunes de 4 a 9 ind., y raras de 1 a 3 ind (Araujo, 2005). De las categorías antes mencionadas, se registró tres categorías, por tanto, cinco especies son abundantes que equivalen el 56%, por último, se registró dos especies comunes y raras que equivale el 22% respectivamente (Figura 7.2-85).

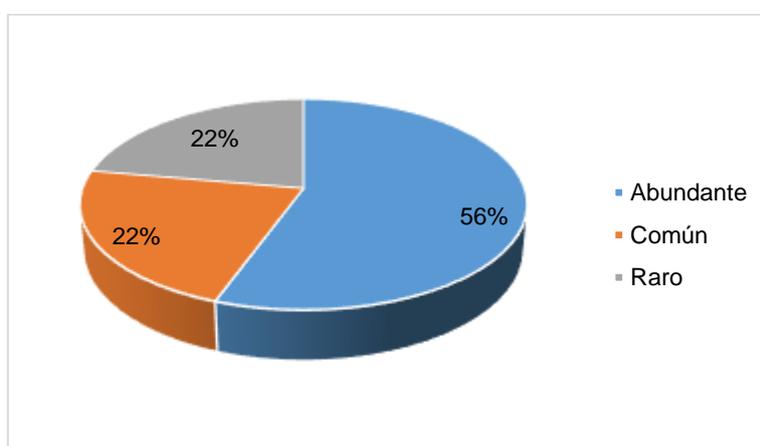


Figura 7.2-85 Porcentaje de abundancia relativa de especies de escarabajos del ETp\_P5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-96 se presenta las especies de escarabajos copronecrófagos que fueron registrados en el punto de muestreo cuantitativo ETp\_P5 con su respectiva categoría de abundancia relativa.

Tabla 7.2-96 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETp\_P5

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Deltochilum batesi</i>	36	A
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	33	A
		<i>Dichotomius satanas</i>	24	A
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	16	A
		<i>Coprophanaeus edmonsi</i>	11	A
		<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	9	C
		<i>Onthophagus sp.</i>	6	C
		<i>Uroxys sp.</i>	3	R
		<i>Uroxys sp. 1</i>	2	R

Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Inventario Lepidópteros (Cuantitativo)

- Riqueza, Abundancia Absoluta y Abundancia relativa

Debido a las condiciones meteorológicas que fueron muy complicadas en el área de estudio, el único punto de muestreo que registró una especie de Lepidópteros fue ETv\_P2, el resto de localidades de estudio no se pudo registrar especies puesto que se tuvo presencia de lluvias muy fuertes en los sitios de muestreo. Por lo mencionado para el punto de muestreo ETv\_P2 la especie registrada fue *Erateina cometaris* perteneciente a la familia Geometridae (Tabla 7.2-97).

Tabla 7.2-97 Especie de mariposa registrada en el ETv\_P2

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	ABUNDANCIA
Mariposa	Geometridae	Erateina	<i>Erateina cometaris</i>	1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Esta única especie de lepidóptero registrado representa el 100% de la muestra considerándose como rara en base al nivel de estructura relativa (1 a 3 individuos) (Tabla 7.2-98).

Tabla 7.2-98 Abundancia Relativa de las Especies Registradas en ETv\_P2

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
Geometridae	Mariposa	<i>Erateina cometaris</i>	1	R
Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind.				

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Inventario otros órdenes de invertebrados (Cualitativo)

- Riqueza

Las especies registradas provienen de los cinco puntos de muestreo mediante la técnica de búsqueda activa con captura. Para el área de estudio se obtuvo el registró de tres clases, 11 órdenes, 19 familias y 30 especies de invertebrados terrestres (Figura 7.2-86).

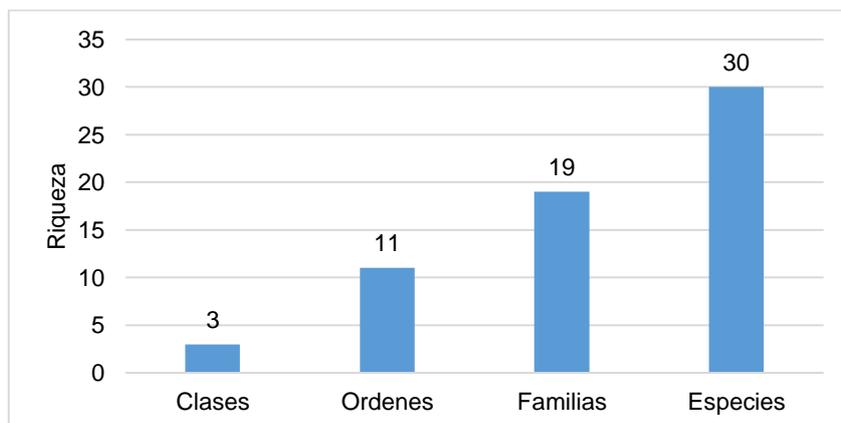


Figura 7.2-86 Riqueza de invertebrados terrestres registrados en los puntos cualitativos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

El análisis del número de especies presentes en cada sitio de muestreo, se encuentra de la siguiente manera; el punto ET\_P01 registró seis especies, con cinco especies encontramos a ET\_P02, el punto ET\_P03 presentó cuatro especies, nueve para ET\_P04 y, por último, para ET\_P05 se registró 13 especies (Figura 7.2-87).

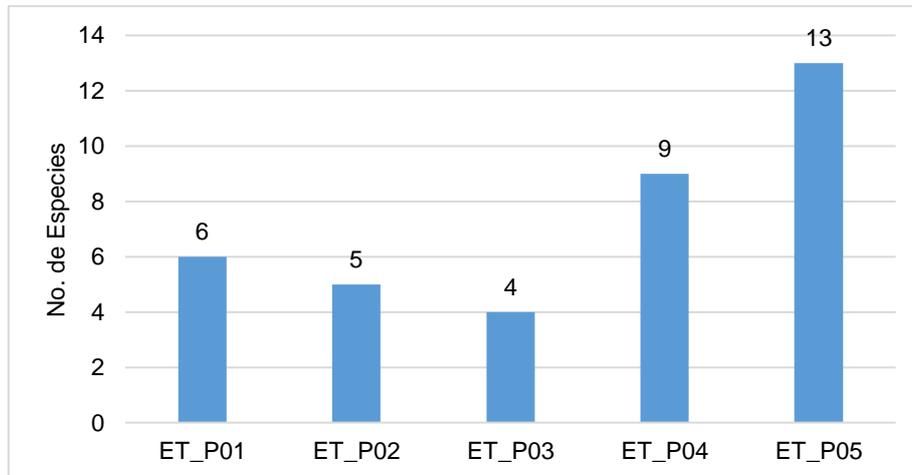


Figura 7.2-87 Riqueza de otros órdenes de invertebrados terrestres registrados por localidad de muestreo cualitativo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Analizando la dominancia de los órdenes registrados en base al número de familias que presentaron cada orden, observamos que existe una predominancia notoria del orden Lepidoptera con 14 familias sobre el resto de órdenes, el segundo orden predominante es Orthoptera con cuatro familias, seguido del orden Hemiptera con tres familias, con dos familias encontramos a Coleoptera, por último, Diptera, Phasmida, Hymenoptera, Scorpiones, Araneae, Polydesmida, Orthoptera con una familia, respectivamente (Figura 7.2-88).

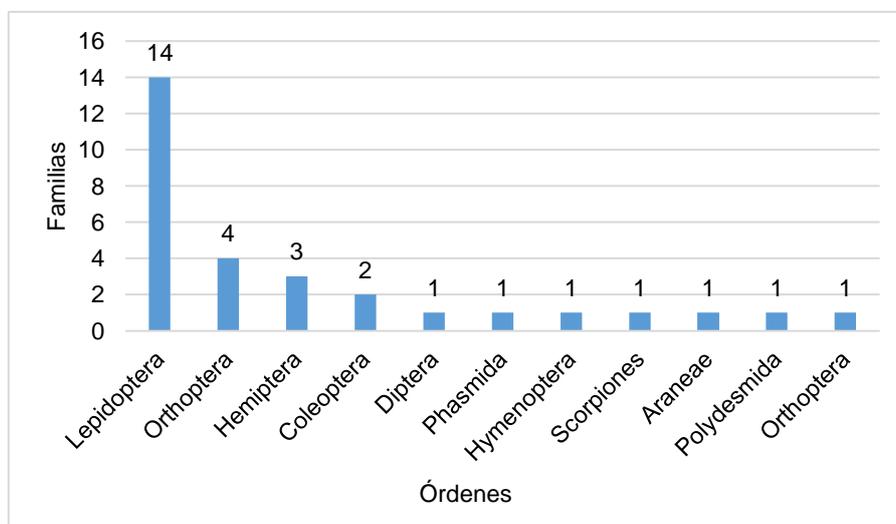


Figura 7.2-88 Dominancia de órdenes de invertebrados por número de familias registradas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En el análisis de la dominancia de las familias de invertebrados terrestres registrados en los puntos cualitativos está determinado al número de especies que presenta cada familia, en base a este contexto la familia dominante es Nymphalidae con nueve especies, seguido de las familias Geometridae, Coreidae, Acrididae con dos familias respectivamente, por último, las familia Papilionidae, Lycaenidae, Saturniidae, Cicadidae, Lycidae, Chrysomelidae, Orthoptera ND, Romaleidae, Sarcophagidae, Diapheromeridae, Formicidae, Buthidae, Ctenidae, Paradoxosomatidae, Tettigoniidae registraron una especie, respectivamente (Figura 7.2-89).

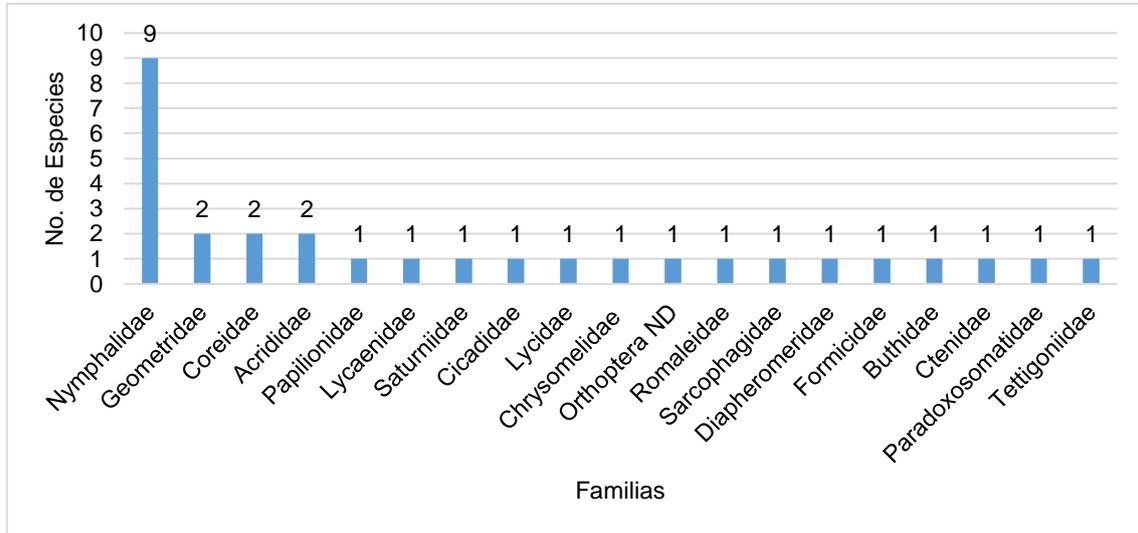


Figura 7.2-89 Dominancia de familias de invertebrados registrados en base al número de especies registradas

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

De forma general, se registró tres clases, once órdenes, 19 familias y 30 especies de invertebrados terrestres dentro del área de estudio. En la Tabla 7.2-99 se presenta las especies de los otros órdenes de invertebrados terrestres registrados en los cinco puntos de muestreo cualitativos.

Tabla 7.2-99 Especies de invertebrados registrados en los puntos de muestreo cualitativos

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ET_P01	ET_P02	ET_P03	ET_P04	ET_P05
Insecta	Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Phylloptera</i> sp.	Saltamontes hoja	x				
	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Altinote ozomene</i>	Mariposa				x	
			<i>Podotricha judith</i>					x	
			<i>Cithaerias pireta</i>		x	x		x	
			<i>Morpho amathonte</i>			x			
			<i>Actinote pellenea</i>			x			
			<i>Hermeuptychia</i> sp.					x	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ET_P01	ET_P02	ET_P03	ET_P04	ET_P05	
			<i>Taygetomorpha puritana</i>	Larva de mariposa				x		
			<i>Anartia amathea roeselia</i>		x			x	x	
			ND						x	
			Papilionidae	<i>Protesilaus earis</i>	Mariposa					x
			Lycaenidae	<i>Hemiargus</i> sp.		x			x	x
			Geometridae	<i>Pantherodes colubraria</i>						x
				ND	Larva de polilla			x		
		Saturniidae	<i>Eacles imperialis opaca</i>	Polilla				x		
	Hemiptera	Cicadidae	<i>Zammara strepens</i>	Cigarra	x					
		Coreidae	ND	Chinche		x				
	<i>Sephina</i> sp.				x					
	Coleoptera	Lycidae	<i>Calopteron</i> sp.	Escarabajo alas de red			x			
		Chrysomelidae	<i>Macrohaltica</i> sp.	Escarabajo de las hojas					x	
	Orthoptera		ND	Saltamontes			x			
			Romaleidae		ND			x		
		Acrididae	<i>Abracris flavolineata</i>							x
			<i>Ommatolampis</i> sp.							x
	Diptera	Sarcophagidae	ND	Mosca de la carne	x				x	
	Phasmida	Diapheromeridae	<i>Libethra aff strigiventris</i>	Insecto palo					x	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	Hormiga cortadora de hojas					x	
Arachnida	Scorpiones	Buthidae	<i>Tityus</i> sp.	Escorpión				x		
	Araneae	Ctenidae	<i>Ctenus</i> sp.	Araña errante					x	
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	ND	Mil pies				x		
<b>3</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>30</b>							

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índices de Diversidad – Escarabajos copronecrófagos

### Índice de Shannon – Wiener

La aplicación del índice de diversidad de Shannon para todas las localidades de estudio, observamos que todos los puntos de muestreo poseen una diversidad media con valores de 1,83 bits para ETp\_P01; 1,5 bits para ETp\_P02; 1,55 bits para ETp\_P03,

1,72 bits para ETp\_P04 y 1,89 bits para ETp\_P05, estos valores nos indican que las áreas de muestreo se encuentran en ambientes moderadamente alterados con cambios en su estructura vegetal (Magurran, 2004) (Tabla 7.2-100).

Tabla 7.2-100 Interpretación del índice de diversidad de Shannon – Wiener - Escarabajos

PUNTOS	RIQUEZA (S)	ABUNDANCIA (N)	SHANNON-WIENER (H')	INTERPRETACIÓN
ETp_P1	10	106	1.83	Diversidad Media
ETp_P2	6	126	1.50	Diversidad Media
ETp_P3	5	47	1.55	Diversidad Media
ETp_P4	7	67	1.72	Diversidad Media
ETp_P5	9	140	1.89	Diversidad Media

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### **Índice de dominancia de Simpson**

El índice de dominancia de Simpson nos indica de igual manera que todas las localidades muestreadas presentan una baja dominancia del 0,18 a 0,20 bajo lo sugerido por Magurran, (2004), estos valores indican que la mayoría de especies registradas son especies comunes y se encuentran en toda el área de estudio (Tabla 7.2-101).

Tabla 7.2-101 Interpretación del índice de diversidad de Simpson - Escarabajos

PUNTOS	RIQUEZA (S)	SIMPSON 1-D	DOMINANCE_D	INTERPRETACIÓN
ETp_P1	10	0,80	0,20	Baja dominancia
ETp_P2	6	0,73	0,27	Baja dominancia
ETp_P3	5	0,77	0,23	Baja dominancia
ETp_P4	7	0,77	0,23	Baja dominancia
ETp_P5	9	0,82	0,18	Baja dominancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### **Índice de Chao 1**

El índice de Chao 1 (Tabla 7.2-102) aplicado indica que se ha colectado el 100% de las especies potenciales bajo las condiciones en las que se ejecutó el muestreo vs las registradas para las localidades ETp\_P02, ETp\_P03, ETp\_P04 y ETp\_P05; mientras que para el punto ETp\_P01 da un valor de 13 especies potenciales a las 10 especies registradas

Sin embargo, el índice de equitabilidad o grado de expresión actual de las muestras nos dio valores de 0,79 para ETp\_P1, 0,83 para ETp\_P2, 0,96 para ETp\_P3, 0,79 para ETp\_P4 y 0,86 para ETp\_P5 indicando que no se ha colectado el 100% de las especies posibles para cada localidad en esa época del año y bajo las condiciones ecológicas propias del lugar.

Cabe recalcar que los porcentajes de equitabilidad indican el porcentaje de especies colectadas mientras más se acercan a 1 significa que se ha colectado el 100% de las especies.

Tabla 7.2-102 Índice de Chao 1 y equitabilidad de escarabajos registrados en el área de estudio

PUNTOS	RIQUEZA (S)	CHAO 1	EQUITABILIDAD (J)
ETp_P01	10	13	0,79
ETp_P02	6	6	0,83
ETp_P03	5	5	0,96
ETp_P04	7	7	0,79
ETp_P05	9	9	0,86

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índices de Diversidad - Lepidópteros

Para el grupo de lepidópteros mediante captura con trampas VSR se obtuvo una única especie con un individuo en el punto ETv\_P02, por tanto, dichos valores no reflejan valores interpretativos en cuanto a diversidad, dominancia y especies potenciales se refiere como podemos observar en la Tabla 7.2-103.

Tabla 7.2-103 Valores de riqueza, abundancia, diversidad de Shannon – Wiener, dominancia de Simpson, Chao 1 y equitabilidad registrados en el área de estudio

PUNTO	RIQUEZA (S)	ABUNDANCIA (N)	SHANNON-WIENER (H')	DOMINANCE_D	CHAO 1	EQUITABILIDAD (J)
ETv_P01	1	0	0	1	1	-

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índices de Similitud (Diversidad Beta)

#### **Índice de Jaccard**

Para la realización de este análisis de similitud, únicamente se utilizaron los datos que presentaron un esfuerzo de muestreo estandarizado y con datos cuantitativos, en referencia a los grupos bioindicadores (Scarabaeidae y Lepidoptera), debido a que en base a estos datos se puede comparar la estructura y composición de estas comunidades, lo que nos indica si existen o no diferencias, entre las áreas muestreadas.

En base a lo expuesto, las localidades ETp\_P3 y ETp\_P2 poseen una similitud del 90% de sus especies debido a que están ubicados en el mismo ecosistema al igual que la altitud en ambos puntos (>2000 msnm); se pudo evidenciar además que a medida que la altura es menor en los puntos de muestreo la similitud de especies entre puntos descende como se observa en los puntos ETp\_P5 y ETp\_P4 con el 75% seguido de los puntos ETp\_P5 y ETp\_P1 con el 73%; ETp\_P4 y ETp\_P1 con el 70% esto se debe a que la especialización de las especies estudiadas y características ecológicas del bosque que permite un mayor desarrollo de las poblaciones de entomofauna.

Otro factor que podemos evidenciar es la baja similitud de especies que existe entre localidades cuyo ecosistema es distinto como observamos en la Figura 7.2-90 con un 40% de similitud entre los puntos de 3 y 2 (boque siempreverde montano de Cordillera

Occidental de los Andes) con los puntos 1 - 5 (Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes) y con el punto 4 (Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes).

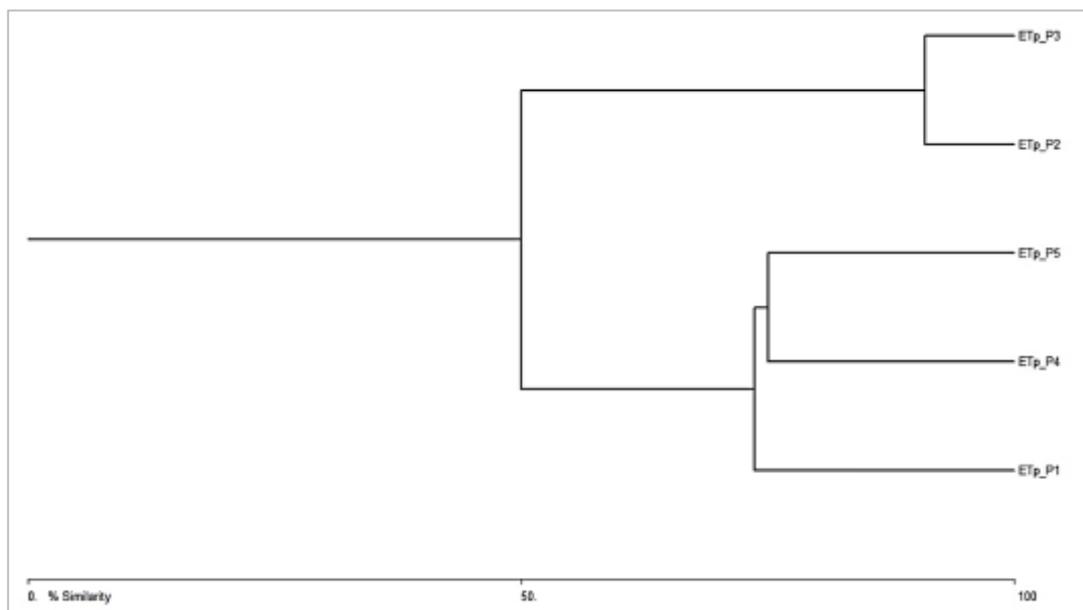


Figura 7.2-90: Índice de Similitud de Jaccard - Coleópteros

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Para el grupo de Lepidópteros no se puede realizar el análisis debido a que un solo punto registra datos cuantitativos de especies de lepidópteros en el área de influencia del proyecto.

- Índices de Similitud Cualitativo (presencia/ausencia)

El análisis de similitud presentó una baja similaridad entre las áreas evaluadas con menos del 25%. Además indica la formación de cuatro grupos, siendo el grupo con mayor similitud el de los puntos ET\_P04 y ET\_P01 con el 24%. El punto ET\_P05 con un 13% de similaridad en relación a los puntos ET\_P04 y ET\_P01, seguido del punto EY\_P02 con el 5% de similitud en relación a los tres puntos anteriores. El punto ET\_P03 queda por fuera del análisis ya que presentó 0% de similaridad en relación a los otros cuatro puntos de muestreo valorados.

Al igual que el análisis anterior (con métodos cuantitativos), podemos evidenciar la baja similitud de especies que existe entre localidades cuyo ecosistema es distinto entre los cinco puntos, como se puede observar en la Figura 7.2-91. Finalmente, se indica que la composición de especies entre los sitios de muestreo es diferente entre los sitios evaluados.

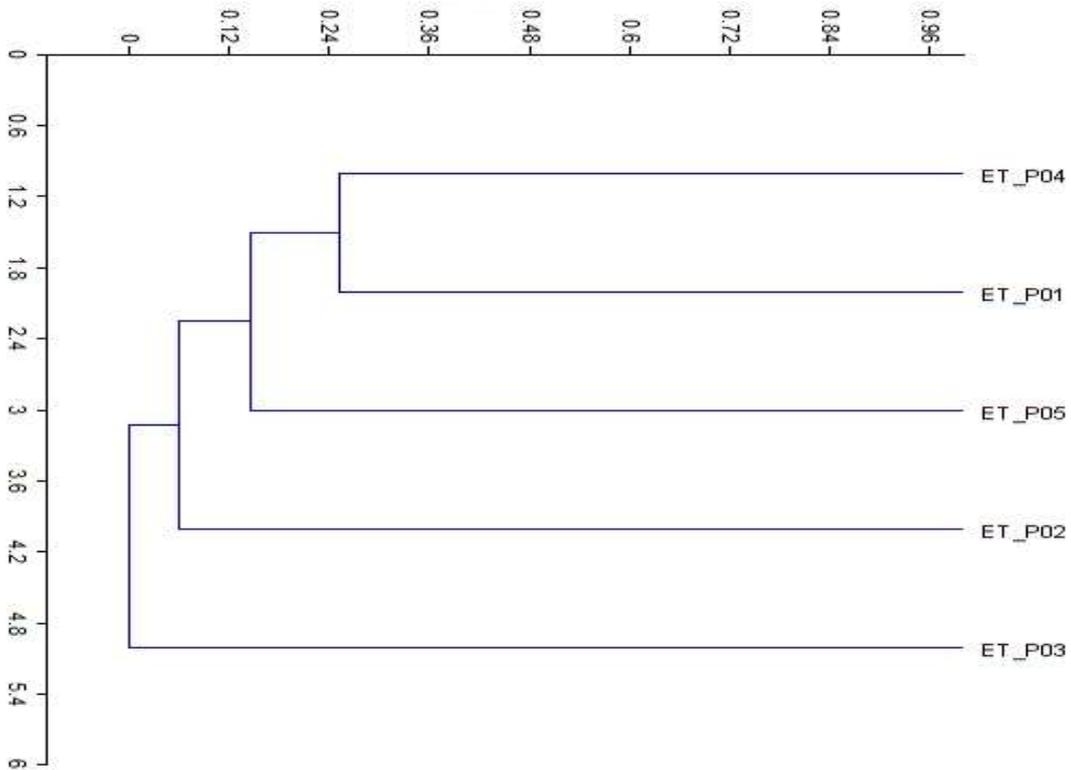


Figura 7.2-91: Índice de Similitud Cualitativo – Invertebrados terrestres

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Aspectos Ecológicos

**Nicho Trófico**

Las distintas estrategias alimenticias de las especies de invertebrados terrestres (mariposas, escarabajos peloteros, otros órdenes de invertebrados) permite conocer el grado de especialización de las poblaciones de insectos a los distintos tipos de ecosistemas en los que se encuentran, en el actual estudio se registraron nueve estrategias alimenticias.

Por lo mencionado, el grupo los escarabajos copronecrófagos registrados mediante la implementación de trampas pitfall, presentaron dos gremios tróficos Copro/Necrófago con cuatro especies y coprófago con 11 especies, como se observa en la Figura 7.2-92.

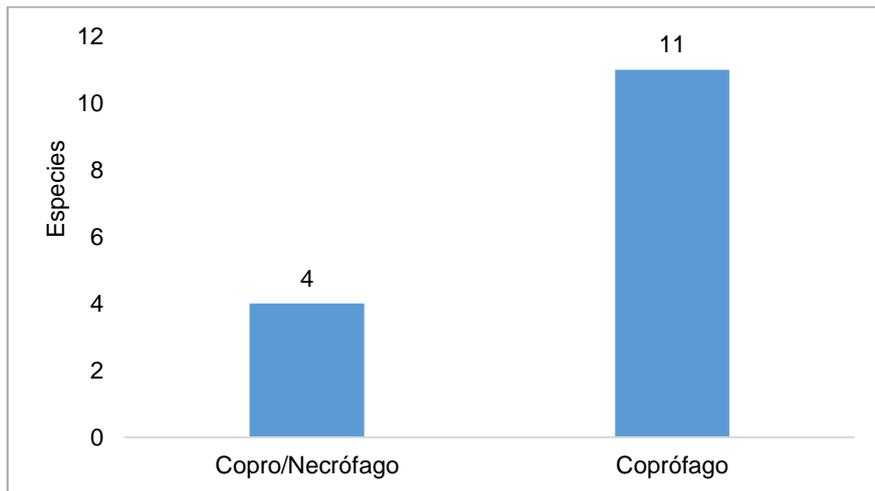


Figura 7.2-92: Gremios tróficos registrados para escarabajos copronecrófagos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

El gremio de las especies coprófagas es el predominante con el 73% las cuales se alimentan de excremento de mamíferos y otros vertebrados, seguido del gremio Copro/Necrófago las cuales se alimentan tanto de excremento como de carroña de vertebrados estos representan el 27% restante de la muestra colectada (Figura 7.2-93).

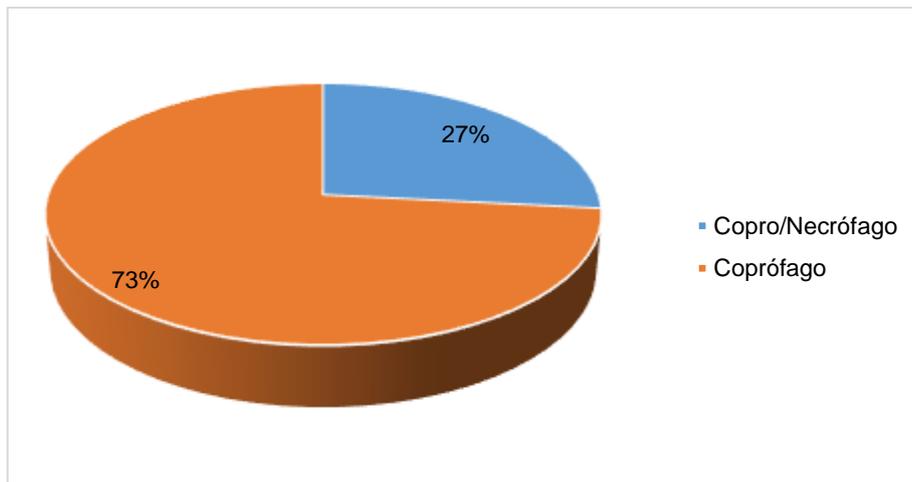


Figura 7.2-93: Proporción de los gremios tróficos registrados para escarabajos copronecrófagos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-104 se puede observar las distintas estrategias alimenticias de las poblaciones de Escarabajos copronecrófagos censados en el área de estudio.

Tabla 7.2-104 Gremios tróficos registrados de especies de escarabajos copronecrófagos registrados

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GREMIO TRÓFICO
Scarabaeidae	Escarabajo copronecrófago	<i>Coprophanæus edmonsi</i>	CN
		<i>Deltochilum batesi</i>	CN
		<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	CN

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍCO	GREMIO TRÓFICO
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	CN
		<i>Dichotomius aff protectus</i>	C
		<i>Dichotomius satanas</i>	C
		<i>Dichotomius sp.</i>	C
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	C
		<i>Ontherus aff compresicornis</i>	C
		<i>Onthophagus belorhinus</i>	C
		<i>Onthophagus sp.</i>	C
		<i>Onthophagus stockwelli</i>	C
		<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	C
		<i>Uroxys sp</i>	C
		<i>Uroxys sp. 1</i>	C
Leyenda: CN: Copro/Necrófago; C: Coprófago			

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

Del grupo de lepidópteros la única especie registrada mediante captura con trampas VSR pertenece al gremio trófico necrófago (Tabla 7.2-105).

Tabla 7.2-105 Gremio trófico registrado de especie de lepidóptero

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍCO	GREMIO TRÓFICO
Geometridae	Mariposa	<i>Erateina cometaris</i>	Necrófago

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

El gremio registrado corresponde al 100% de la muestra obtenida, para el grupo de Lepidópteros mediante el muestreo con trampas VSR (Figura 7.2-94).

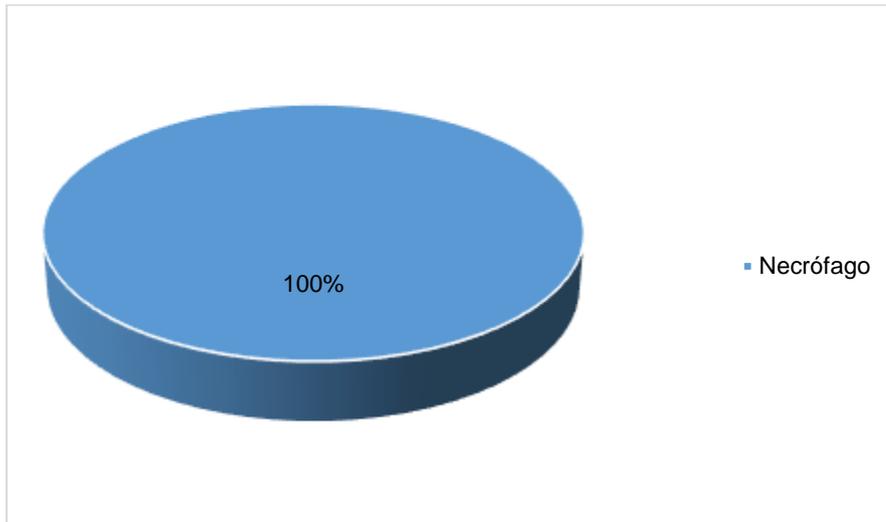


Figura 7.2-94: Proporción del gremio trófico registrado para lepidópteros

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

Para las especies de otros órdenes de invertebrados presentaron seis estrategias alimenticias, de esta manera el gremio Nectarívoro y el gremio Fitófagos son los predominantes sobre el resto de gremios con un total de 12 especies, los gremios Saprófagos e Insectívoro presentan dos especies respectivamente. El resto de gremios registrados Micófago y Necrófago registraron una especie respectivamente como se observa en la Figura 7.2-95.

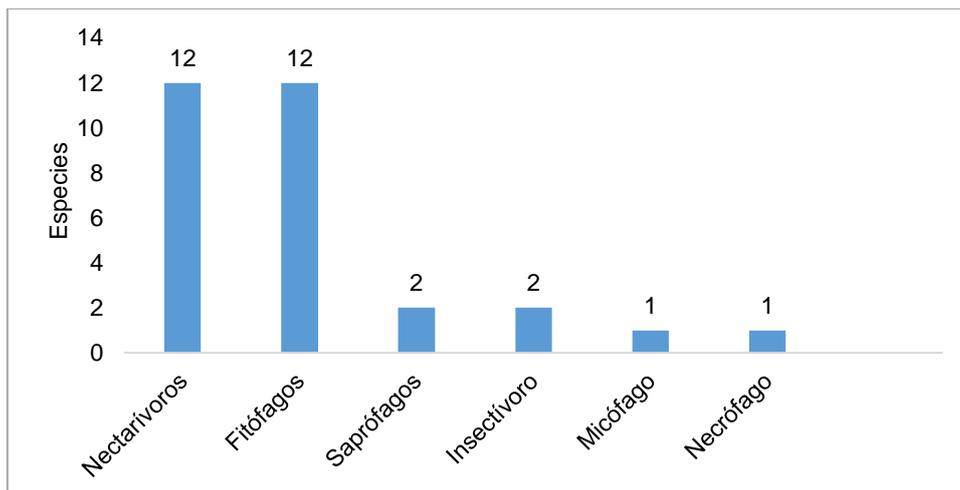


Figura 7.2-95: Gremios tróficos registrados para otros órdenes de invertebrados terrestres

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Como se indicó en el párrafo anterior se registró seis estrategias alimenticias para las especies de otros órdenes de invertebrados de los cuales el gremio Nectarívoro cuyas especies se alimentan de néctar de las flores y aportan el 40% (12 especies); seguido del gremio fitófago con el 40% este gremio registró 12 especies las cuales se alimentan de especies vegetales, tanto de hojas, tallos como néctar; continúa el gremio saprófago con el 7% con dos especies las cuales son organismos que obtienen nutrientes al consumir biomasa animal o vegetal muerta o en descomposición, el gremio Insectívoro

cuyas especies poseen su dieta a base de insectos aportan de igual manera el 7% del total de la muestra (Figura 7.2-96).

Los gremios restantes aportan el 3% respectivamente y son los siguientes: el gremio micófago cuyas especies poseen un régimen alimentario que consistente en consumir hongos y el gremio necrófago cuya dieta se basa en consumir materia animal en descomposición (Figura 7.2-96).

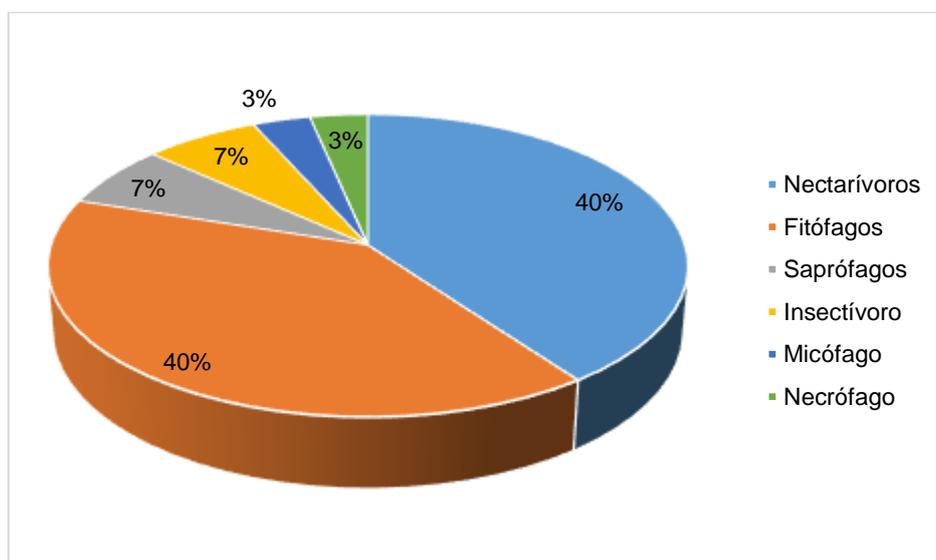


Figura 7.2-96: Proporción de los gremios tróficos registrados para otros órdenes de invertebrados terrestres

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

De manera forma para los otros órdenes de invertebrados terrestres se describe las distintas estrategias alimenticias censada en el área de estudio (Tabla 7.2-106).

Tabla 7.2-106 Gremios tróficos registrados de otras especies de Invertebrados Registrados

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GREMIO TROFICO
Insecta	Orthoptera	Tettigoniidae	Saltamontes hoja	<i>Phylloptera</i> sp.	Ft
	Lepidoptera	Nymphalidae	Mariposa	<i>Altinote ozomene</i>	Nec
				<i>Podotricha judith</i>	Nec
				<i>Cithaerias pireta pireta</i>	Nec
				<i>Morpho Amathonte</i>	Nec
				<i>Actinote pellenea</i>	Nec
				<i>Hermeuptychia</i> sp.	Nec
				<i>Taygetomorpha puritana</i>	Nec
				<i>Anartia amathea roeselia</i>	Nec
		Larva de mariposa	ND	Ft	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	GREMIO TROFICO
		Papilionidae	Mariposa	<i>Protesilaus earis</i>	Nec
		Lycaenidae		<i>Hemiargus</i> sp.	Nec
		Geometridae		<i>Pantherodes colubraria</i>	Nec
			Larva de polilla	ND	Ft
		Saturniidae	Polilla	<i>Eacles imperialis opaca</i>	Nec
	Hemiptera	Cicadidae	Cigarra	<i>Zammara strepens</i>	Ft
		Coreidae	Chinche	ND	Ft
				<i>Sephina</i> sp.	Ft
	Coleoptera	Lycidae	Escarabajo alas de red	<i>Calopteron</i> sp.	Spr:
		Chrysomelidae	Escarabajo de las hojas	<i>Macrohaltica</i> sp.	Ft
	Orthoptera	ND	Saltamontes	ND	Ft
		Romaleidae		ND	Ft
		Acrididae		<i>Abracris flavolineata</i>	Ft
				<i>Ommatolampis</i> sp.	Ft
	Diptera	Sarcophagidae	Mosca de la carne	ND	N
Phasmida	Diapheromeridae	Insecto palo	<i>Libethra aff strigiventris</i>	Ft	
Hymenoptera	Formicidae	Hormiga cortadora de hojas	<i>Atta cephalotes</i>	Mi	
Arachnida	Scorpiones	Buthidae	Escorpión	<i>Tityus</i> sp.	In
	Araneae	Ctenidae	Araña errante	<i>Ctenus</i> sp.	In
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Mil pies	ND	Spr:

Leyenda: Dp: Depredador; Ft: Fitófago; In: Insectívoro; Mi: Micófago; Nec: Nectarívoro; N: Necrófago; Spr: Saproxilófago

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Grupo funcional

Con respecto al grupo funcional en las áreas de estudio se registraron tres grupos funcionales: el grupo Morador o endocópridos, Cavadores o Paracópridos y Rodadores o Telecópridos (Figura 7.2-97).

El primer grupo pertenece a las especies paracópridas o cavadoras con el 73% siendo éstas las morfoespecies predominantes, estas especies de escarabajos elaboran túneles en el suelo por debajo de la masa de excremento y en el fondo de cada túnel lo almacenan para poder utilizarlo sin tener que alejarse mucho del excremento.

El segundo grupo que sobresale encontramos al grupo Telecóprido o rodadores con el 20% las cuales forman una bolita de estiércol, la cual ruedan con las patas traseras apoyándose en el suelo con las delanteras, así recorren desde algunos centímetros

hasta varios metros para alejarse de la materia fecal y evitan que otros escarabajos le quiten su bola (Halffter, 1977).

El último, grupo funcional registrado es el correspondiente a las especies endocópidas o moradoras con el 7%, las cuales no hacen bolitas ni se entierran, se quedan en ciertas partes del excremento.

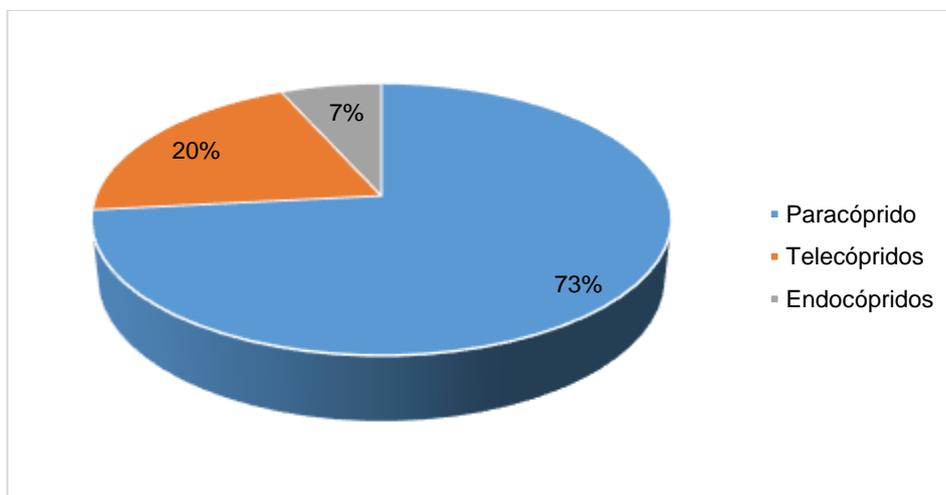


Figura 7.2-97: Distribución porcentual de cada grupo funcional registrado

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-107 se observa las especies de escarabajos copronecrófagos censados junto con el grupo funcional al que está integrado.

Tabla 7.2-107 Grupos funcionales registrados de especies de escarabajos copronecrófagos

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	GRUPO FUNCIONAL
Escarabajos Copronecrófagos	Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	E
		<i>Coproghanaeus edmonsi</i>	Pa
		<i>Dichotomius aff protectus</i>	Pa
		<i>Dichotomius satanas</i>	Pa
		<i>Dichotomius sp.</i>	Pa
		<i>Ontherus aff compresicornis</i>	Pa
		<i>Onthophagus belorhinus</i>	Pa
		<i>Onthophagus sp.</i>	Pa
		<i>Onthophagus stockwelli</i>	Pa
		<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	Pa
		<i>Uroxys sp.</i>	Pa
		<i>Uroxys sp. 1</i>	Pa
		<i>Deltochilum batesi</i>	Te

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	GRUPO FUNCIONAL
		<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	Te
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	Te
Leyenda: E: Endocóprido; Pa: Paracóprido; Te: Telecóprido			

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### Horario de Actividad

Las distintas estrategias de actividad de los invertebrados evitan la competencia por recursos alimenticios, es por ello que existen grupos que visitan el ecosistema en distintos horarios. Los horarios de actividad se analizaron de manera independiente por el tipo de muestreo realizado.

Por lo mencionado para el grupo de los escarabajos copronecrófagos se registró cuatro horarios de actividad diferenciadas; el horario dominante es de las especies diurnas con siete especies, seguido de las especies cuyo horario de actividad Crepuscular/Nocturno con seis especies, estos merodean el bosque en horas de la noche y de la madrugada.

Las actividades diurnas las cuales se las encuentra perchando en los arbustos por la mañana y crepuscular cuyas especies merodean el bosque en horas del crepúsculo registraron una especie respectivamente. Ver los resultados del análisis de este aspecto en la Figura 7.2-98.

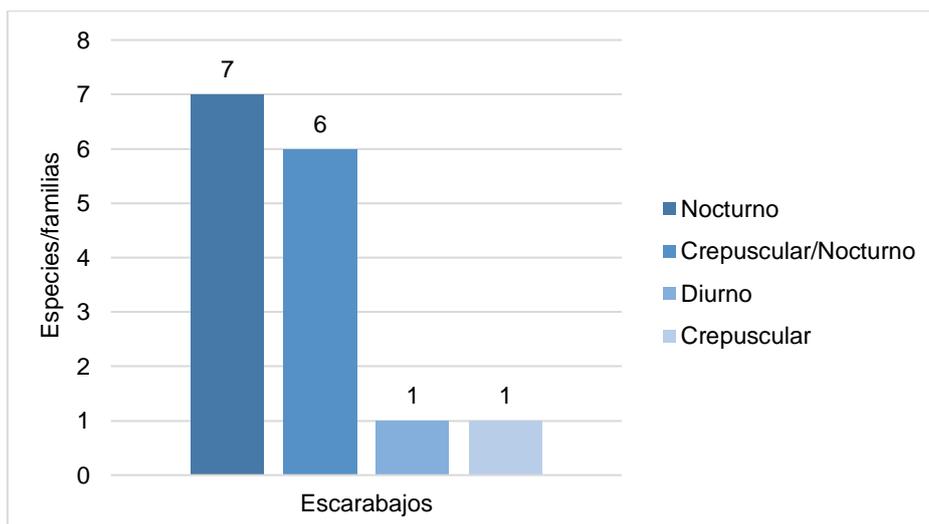


Figura 7.2-98: Horario de actividades registradas de especies de escarabajos copronecrófagos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-108 presentada a continuación, se describe las especies de Escarabajos Copronecrófagos censados en el área de estudio con su respectivo horario de actividad.

Tabla 7.2-108 Horarios de actividad de especies de escarabajos copronecrófagos

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HORARIO DE ACTIVIDAD
	Scarabaeidae	<i>Coprophanæus edmonsi</i>	Cr

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HORARIO DE ACTIVIDAD
Escarabajos Copronecrófagos		<i>Deltochilum batesi</i>	CrNo
		<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	CrNo
		<i>Deltochilum tesellatum</i>	CrNo
		<i>Ontherus aff compresicornis</i>	CrNo
		<i>Uroxys sp.</i>	CrNo
		<i>Uroxys sp. 1</i>	CrNo
		<i>Eurysternus caribaeus</i>	D
		<i>Dichotomius aff protectus</i>	No
		<i>Dichotomius satanas</i>	No
		<i>Dichotomius sp.</i>	No
		<i>Onthophagus belorhinus</i>	No
		<i>Onthophagus sp.</i>	No
		<i>Onthophagus stockwelli</i>	No
<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	No		

Leyenda: D: Diurno; No: Nocturno; CrNo: Crepuscular Nocturno; Cr: Crepuscular

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Para los datos del grupo Lepidóptero provenientes mediante trampas VSR, encontramos que la especie registrada presenta el horario diurno a pesar de pertenecer a una familia cuyas especies poseen un horario de actividad nocturno (Tabla 7.2-109).

Tabla 7.2-109 Horarios de actividad de la especie de lepidóptero registrado en el área de estudio

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	HORARIO DE ACTIVIDAD
Mariposa	Geometridae	<i>Erateina cometaris</i>	Diurno

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Para las especies de otros órdenes se registró tres horarios de actividad, siendo el horario diurno el que predomina con 26 especies; los dos horarios restantes (Nocturno - Diurno/Nocturno) presentaron una especie, respectivamente (Figura 7.2-99).

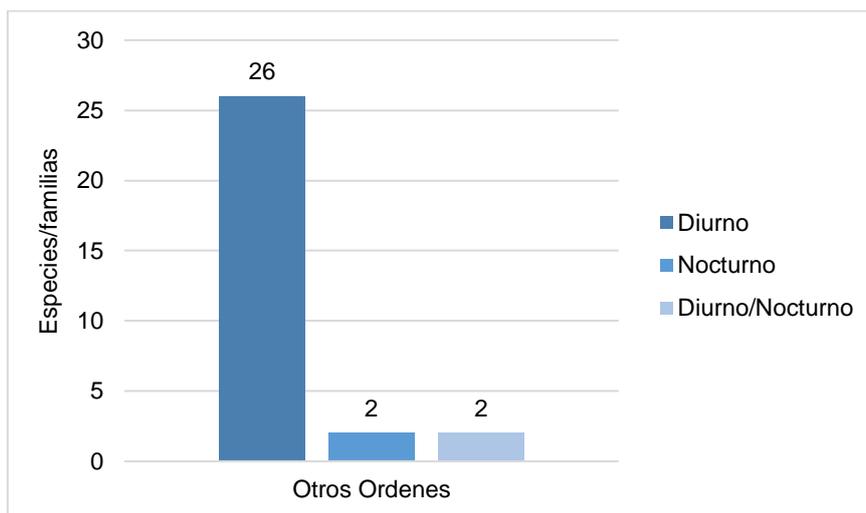


Figura 7.2-99: Horario de actividades registradas de especies de invertebrados

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Figura 7.2-113 observamos los horarios de actividad de las especies de otros órdenes de invertebrados registrados en el área de estudio.

Tabla 7.2-110 Horarios de actividad de otros Invertebrados terrestres

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	HORARIO DE ACTIVIDAD
Insecta	Orthoptera	Tettigoniidae	Saltamontes hoja	<i>Phylloptera</i> sp.	D
	Lepidoptera	Nymphalidae	Mariposa	<i>Altinote ozomene</i>	D
				<i>Podotricha judith</i>	D
				<i>Cithaeris pireta pireta</i>	D
				<i>Morpho Amathonte</i>	D
				<i>Actinote pellenea</i>	D
				<i>Hermeuptychia</i> sp.	D
				<i>Taygetomorpha puritana</i>	D
				<i>Anartia amathea roeselia</i>	D
			Larva de mariposa	ND	D
			Papilionidae		<i>Protesilaus earis</i>
		Lycaenidae	Mariposa	<i>Hemiargus</i> sp.	D
		Geometridae		<i>Pantherodes colubraria</i>	D
			Larva de polilla	ND	D
		Saturniidae	Polilla	<i>Eacles imperialis opaca</i>	D
Hemiptera	Cicadidae	Cigarra	<i>Zammara strepens</i>	N	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	HORARIO DE ACTIVIDAD
		Coreidae	Chinche	ND	D
				<i>Sephina</i> sp.	D
	Coleoptera	Lycidae	Escarabajo alas de red	<i>Calopteron</i> sp.	D
		Chrysomelidae	Escarabajo de las hojas	<i>Macrohaltica</i> sp.	D
	Orthoptera	ND	Saltamontes	ND	D
		Romaleidae		ND	D
		Acrididae		<i>Abracris flavolineata</i>	D
				<i>Ommatolampis</i> sp.	D
	Diptera	Sarcophagidae	Mosca de la carne	ND	D
	Phasmida	Diapheromeridae	Insecto palo	<i>Libethra aff strigiventris</i>	D
Hymenoptera	Formicidae	Hormiga cortadora de hojas	<i>Atta cephalotes</i>	D	
Arachnida	Scorpiones	Buthidae	Escorpión	<i>Tityus</i> sp.	DNo
	Araneae	Ctenidae	Araña errante	<i>Ctenus</i> sp.	Nocturno
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Mil pies	ND	DNo
Leyenda: D: Diurno; No: Nocturno; DNo: Diurno nocturno					

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### **Distribución Vertical**

Con respecto a la distribución vertical de las especies de Invertebrados terrestres, se describe lo que se observó en los distintos estratos del bosque, de forma ascendente, en el suelo, en el sotobosque, en el dosel y subdosel (Figura 7.2-100).

Por lo mencionado se observó que el estrato que abarca más especies de invertebrados es el Sotobosque en el cual encontramos especies que tienen un menor grado de especialización a los representantes de niveles superiores con 20 especies equivalente al 44% del total de las especies registradas.

En segundo lugar, encontramos a las especies ubicadas en el suelo con 19 especies que aportan el 41% estas son especies que se encuentran en la hojarasca, debajo de la tierra o en materia vegetal que le aporte protección y alimento.

Por último, encontramos a las especies de subdosel con siete especies que aportan el 15% restante de la muestra, estas poseen un mayor grado de especialización que les permite subir a las partes altas de los árboles gracias a sus adaptaciones morfológicas.

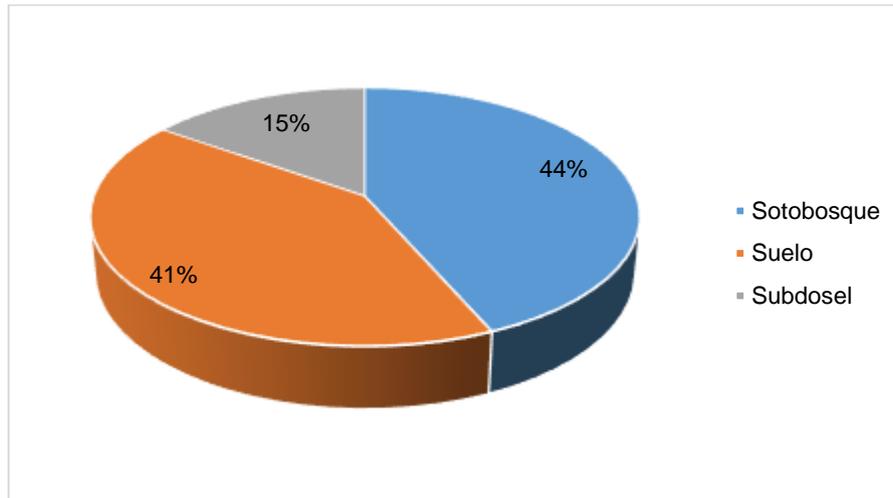


Figura 7.2-100: Distribución vertical de invertebrados terrestres

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-111 observamos a las especies de invertebrados registrados para el área de estudio con su respectiva distribución vertical.

Tabla 7.2-111 Distribución vertical de las especies de invertebrados terrestres registrados

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCION VERTICAL
Arachnida	Scorpiones	Buthidae	Escorpión	<i>Tityus sp.</i>	S
	Araneae	Ctenidae	Araña errante	<i>Ctenus sp.</i>	S
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Mil pies	ND	S
Insecta	Coleoptera	Lycidae	Escarabajo alas de red	<i>Calopteron sp.</i>	Sub
		Chrysomelidae	Escarabajo de las hojas	<i>Macrohaltica sp.</i>	Sub
		Scarabaeidae	Escarabajos copronecrófagos	<i>Coprophanaeus edmonsi</i>	S
				<i>Deltochilum batesi</i>	S
				<i>Deltochilum gibbosum amazonicum</i>	S
				<i>Deltochilum tesellatum</i>	S
				<i>Dichotomius aff protectus</i>	S
				<i>Dichotomius satanas</i>	S
				<i>Dichotomius sp.</i>	S
				<i>Eurystemus caribaeus</i>	S
				<i>Ontherus aff compresicornis</i>	S
				<i>Onthophagus belorhinus</i>	S
<i>Onthophagus sp.</i>	S				

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCION VERTICAL
				<i>Onthophagus stockwelli</i>	S
				<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	S
				<i>Uroxys</i> sp	S
				<i>Uroxys</i> sp. 1	S
	Diptera	Sarcophagidae	Mosca de la carne	ND	Sot
	Hemiptera	Cicadidae	Cigarra	<i>Zammara strepens</i>	Sub
		Coreidae	Chinche	ND	Sub
				<i>Sephina</i> sp.	Sub
	Hymenoptera	Formicidae	Hormiga cortadora de hojas	<i>Atta cephalotes</i>	S
	Lepidoptera	Nymphalidae	Mariposa	<i>Altinote ozomene</i>	Sot
				<i>Podotricha judith</i>	Sot
				<i>Cithaerias pireta pireta</i>	Sot
				<i>Morpho Amathonte</i>	Sot
				<i>Actinote pellenea</i>	Sot
				<i>Hermeuptychia</i> sp.	Sot
				<i>Taygetomorph a puritana</i>	Sot
				<i>Anartia amatheia roeselia</i>	Sot
		Larva de mariposa	ND	Sot	
		Papilionidae	Mariposa	<i>Protesilaus earis</i>	Sot
		Lycaenidae		<i>Hemiargus</i> sp.	Sot
		Geometridae		<i>Pantherodes colubraria</i>	Sot
				Larva de polilla	ND
		Saturniidae	Polilla	<i>Eacles imperialis opaca</i>	Sot
	Geometridae	Mariposa	<i>Erateina comataris</i>	Sub	
Orthoptera	ND	Saltamontes	ND	Sot	
	Romaleidae		ND	Sot	
	Acrididae		<i>Abracris flavolineata</i>	Sot	
			<i>Ommatolampis</i> sp.	Sot	
	Tettigoniidae		Saltamontes hoja	<i>Phylloptera</i> sp.	Sot

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCION VERTICAL
	Phasmida	Diapheromeridae	Insecto palo	<i>Libethra aff strigiventris</i>	Sot
Leyenda: S: Suelo; Sub: Subdosel; Sot: Sotobosque					

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Especies Indicadoras

Cabe señalar que todas las especies de escarabajos copronecrófagos son bioindicadoras (Celi, y Dávalos 2001); (Halffter & Favila, 1993); (Favila & Halffter, 1997) caso similar con el grupo de los lepidópteros (Kremen, 1992; Kremen et al., 1993; Hamer et al., 1997).

Sin embargo, se menciona como especie indicadora de áreas conservadas a *Sulcophanaeus velutinus* la cual a su vez es altamente vulnerable (VU) puesto que es una especie muy cotizada ante el tráfico de especies (Carvajal et al., 2011).

Otras especies indicadoras de ambientes ecológicamente estables son las pertenecientes al género *Dichotomius*, específicamente a las especies *Dichotomius satanas*, *Dichotomius aff protectus* y *Dichotomius sp.*, de nuestro estudio puesto que las mismas pertenecen al grupo de los más importantes recicladores del estiércol en los ecosistemas (Carvajal et al., 2011).

Por otro lado, se menciona que las especies de los géneros *Deltochilum*, *Coprophanaeus*, *Ontherus Uroxys* son los que mejor se han adaptado a las condiciones ambientales generadas por las actividades antrópicas al presentar un mayor número de individuos que el resto de especies, lo mencionado concuerda con lo mencionado por Maldonado, (2016).

Para el grupo de Lepidópteros se puede nombrar a todas las especies de la familia Nymphalidae, las cuales al ser predominantes aportarían un mayor intercambio de materia al ambiente. Cabe señalar que no existen estudios en nuestro país que especifiquen que especies de lepidópteros son indicadores de calidad de hábitat.

- Estado de conservación de las especies

Los escarabajos copronecrófagos, lepidópteros, así como los demás grupos de invertebrados registrados no se encuentran dentro de las categorías de conservación de la UICN, ni CITES, 2020.

Con excepción de *Deltochilum batesi* que posee categoría de preocupación menor (LC) según las listas UICN.

- Especies Sensibles

La categorización de especies sensibles para el grupo de los escarabajos copronecrófagos está determinada cuando estas poseen de 1 – 3 individuos (Araujo et al, 2005).

En base a esto se considera como especies sensibles a *Onthophagus belorhinus*, *Onthophagus stockwelli* (1 ind. respectivamente) el resto de especies de escarabajos copronecrófagos son especies catalogadas como comunes, abundantes y dominantes

(sensibilidad baja). Para el resto de especies de otros ordenes de invertebrados que las mismas son especies adaptadas a cambios ambientales (sensibilidad baja).

- Endemismo

No se registraron especies de las conocidas para Ecuador en el área de estudio en base a lo publicado por (Chamorro et al., 2019).

- Áreas Sensibles

La determinación de las áreas sensibles se estableció en base a la sensibilidad de las especies, especies indicadoras y en aspectos ecológicos importantes.

Por lo mencionado los puntos de muestreo ETp\_P1 y ETp\_P5, abarcan en su ecosistema a la especie *Sulcophanaeus velutinus* (escarabajo), la cual es indicadora de ambientes conservados y sensible a los cambios ambientales, por tanto, se considera a estos puntos como áreas de sensibilidad alta. Cabe señalar que esta especie es altamente vulnerable al tráfico de especies (Carvajal et al., 2011).

De igual manera el punto ETp\_P1 registro a las especies de escarabajos *Onthophagus stockwelli*, *Onthophagus belorhinus* las cuales son especies raras en base a lo sugerido por Araujo et al, (2005).

El resto de localidades de estudio se las considera como puntos con sensibilidad media, puesto que presentan dos especies del género *Dichotomius*, siendo estos los más importantes recicladores del estiércol en los ecosistemas (Carvajal et al., 2011) y por poseer en su ecosistema a las especies del género *Eurysternus*, *Coproghanaeus*, *Ontherus*, *Uroxys*, que a pesar de ser especies con adaptaciones a los cambios ambientales son de suma importancia para el equilibrio ecológico, y su ausencia indica un ambiente sin recursos alimenticios para la entomofauna, los que disminuye su diversidad.

- Uso del Recurso

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los asistentes locales del área del proyecto, los insectos terrestres registrados durante el muestreo cuantitativo y cualitativo, no son utilizados en ninguna actividad económica, religiosa, cultural o para alimentación por la población humana local.

### 7.2.8.5 Discusión

Si bien es cierto la diversidad de especies de invertebrados en el área de estudio es baja en comparación con estudios de Amazonia baja, los valores obtenidos actualmente están acorde a las condiciones ecológicas (áreas empinadas con temperaturas bajas) que limitan el registro de las especies de invertebrados como lo indica Checa et al. (2009) y Luzuriaga, (2013) que corresponden a los ecosistemas evaluados. Además, a esto se le debe sumar las constantes lluvias que limitaron en la obtención de datos conociendo que las poblaciones están influenciadas por las lluvias (Novotny y Basset, 1998; Stefanescu et al., 2003; Hamer et al., 2005).

Como referencia el número de especies identificadas en el presente estudio (15) se correlaciona con las 22 especies que se colectaron en el trabajo realizado por (Villamarín, 2010) en El Goatal- Provincia del Carchi. Sin embargo, cabe mencionar que la diversidad entre estudios varía principalmente por la altitud en la que fueron

ejecutados cada estudio, con una oscilación de 1000 a 1500 msnm (Villamarín, 2010) a una altitud de 1450 a 2200 msnm para el actual estudio, es por ello que hay que considerar que las variaciones de la composición de las comunidades de escarabajos copronecrófagos están fuertemente influenciadas por la disposición de alimento, temperatura y precipitación (Luzuriaga, 2013).

Lo antes mencionado se corroboró con el estudio realizado por Luzuriaga, (2013) donde indica, que mientras más alta es la temperatura también aumentan la cantidad de escarabajos que en los bosques montanos -piemontanos, al igual que a mayor precipitación exista una menor cantidad de escarabajos serán colectados.

Caso similar ocurre con el grupo de Lepidópteros debido a que existe una relación directa entre los factores abióticos sobre las características propias de las mariposas por ser organismos ectotérmicos (Turner et al., 1987; Wolda, 1988), es decir que a menor temperatura tenga un ecosistema menor será la riqueza de Lepidópteros. Es por ello que en bosques cálidos el registro de mariposas es más frecuente, debido a que en ambientes más cálidos los lepidópteros tienden a perder menos calor, lo que les permite permanecer más tiempo buscando alimento (Turner et al., 1987).

La conservación de la cobertura vegetal es un factor importante en el registro de especies de invertebrados, mientras más frondosa sea la bóveda de dosel la aparición de especies sensibles será más frecuente como es el caso de *Sulcophanaeus velutinus*, la cual existirá siempre que la actividad antrópica no se expanda, recordando que este tipo de actividades provocan una respuesta negativa en los escarabajos coprófagos (Halffter et al. 1991, Amat et al. 1997, Escobar 1997, Escobar 2000), que migran a otras áreas donde puedan conseguir el recurso para su supervivencia.

A pesar de que el análisis de la predominancia de los grupos funcionales de los escarabajos peloteros exista una dominancia de los grupos cavadores, la presencia de especies rodadoras y moradoras indica que existe una diversificación de sus hábitos alimenticios, esto favorece al equilibrio ecosistémico, esto debido a que la dispersión de los nutrientes no se efectúa únicamente bajo tierra, aportando heterogeneidad a las comunidades y una mayor diversidad funcional.

Un caso similar ocurre con el resto de especies de invertebrados los cuales poseen distintas estrategias alimenticias evitando así una competición entre ellos por el recurso alimenticio, permitiendo la coexistencia de diversas poblaciones de insectos en un área determinada.

#### **7.2.8.6 Conclusiones**

- La riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en el área de estudio, son moderadamente altas considerando la gradiente altitudinal y características ecológicas del bosque en el que se efectuaron los estudios.
- El bajo número de especies de Lepidoptera se debe principalmente a las características ambientales de la zona de estudio (baja temperatura, lluvia), debido a esto se registró una única especie (*Erateina cometaris*); sin embargo, cabe recalcar que la diversidad de invertebrados en bosques montano andinos es baja a comparación de lugares cálidos (Amazonia baja).

- Los resultados del índice de diversidad alfa (Shannon) refleja que todas las localidades valoradas son ambientes medianamente alterados, pero que todavía conservan características idóneas (micro-hábitats) para el desarrollo de las poblaciones de entomofauna.
- Los resultados de similitud beta demostraron una alta homogeneidad entre los transectos de una misma zona de estudio, pero también se presentó una alta heterogeneidad entre zonas con distinta gradiente altitudinal y con el tipo de ecosistema, por ello se logró encontrar un total de seis especies en los puntos ETp\_P2 y ETp\_P3 que se encuentran dentro del ecosistema de bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, en contraste con los puntos ETp\_P1 y ETp\_P5 ubicados en el ecosistema de bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, donde se encontró un promedio de nueve a 10 especies, cuyas especies son similares a las del bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes ETp\_P4.
- La riqueza obtenida refleja la alta diversidad de especies de invertebrados presentes en los remanentes de bosque nativo y secundario; sin embargo, esta riqueza podría disminuir con el avance actividades de carácter antrópico puesto que como se observó, las áreas de muestreo se encuentran rodeadas de pastizales, cultivos y vegetación secundaria, producidas por el uso de suelo que le dan los pobladores locales a esta zona.
- El análisis de densidad y textura del suelo, en base a los grupos funcionales de las especies de escarabajos copronecrófagos demuestran que las áreas de muestreo poseen alta porosidad que aumenta la disponibilidad de agua, aire, macro y micronutrientes, mejorando las condiciones del suelo, siendo esto favorable para las actividades biológicas, por ello el grupo predominante es el correspondiente a las especies de escarabajos Cavadoras o Paracópidas, las cuales desarrollan sus poblaciones en túneles bajo el suelo.
- Los bioindicadores (escarabajos y mariposas) han demostrado que están limitados a las características del medio (estado de conservación de la vegetación, ambiente colinado, baja temperatura, entre otros) y a los parámetros ambientales (lluvia) para su desarrollo y registro.
- Por último, las especies de invertebrados terrestres no se encuentran registrados bajo ninguna categoría de amenaza según listas de conservación y tráfico de UICN y/o CITES, con excepción de la especie *Deltochilum batesi* la cual posee categoría de preocupación menor (LC) según las listas UICN.

#### 7.2.8.7 Recomendaciones

- Realizar monitoreos de forma periódica (por época climática) para de esta forma conocer la dinámica poblacional de los bioindicadores (escarabajos y mariposas), con la finalidad de interpretar el estado de la calidad del suelo y cobertura vegetal continuamente, para evitar cualquier sesgo de información entre monitoreos.
- Para posteriores monitoreos cambiar cebos para la captura de escarabajos peloteros y mariposas o a su vez traer los cebos preparados con días de

anterioridad, esto debido a que las bajas temperaturas del área de estudio durante la época lluviosa, no permiten la descomposición de los cebos de manera eficaz, disminuyendo la probabilidad de registro de estos grupos

- Realizar trampas de intersección, colecta con red entomológica, para la captura de individuos poco comunes, con la finalidad de aumentar el registro de invertebrados encontrados en la zona.
- Realizar charlas a las comunidades que habitan en el área del proyecto, sobre la prioridad de conservación de los remanentes boscosos (como hábitat de las especies de fauna), y a su vez participar e incentivar la reforestación de las áreas adenañas de los sitios de muestreo.

## 7.2.9 Ictiofauna

### 7.2.9.1 Introducción

Los peces son el grupo de vertebrados con mayor número de especies en nuestro planeta, se constituye alrededor de 54.711 especies reconocidas en todo el mundo (Nelson, 2016) en aguas continentales. Su extraordinaria diversidad es reflejo de las numerosas estrategias de vida que han incorporado para sobrevivir en los ambientes acuáticos (Eschemyer y Fong, 2014). Uno de los lugares que presenta la mayor concentración de especies es el Neotrópico, se destaca por presentar alrededor de 7.000 especies y en la cuenca del Amazonas unas 3.000 especies (Gery, 1977).

En estudios realizados en Ecuador revelan la existencia de más de 900 especies de peces, de las cuales 73 pertenecen a la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012), lo que equivale al 7,68% de la ictiofauna ecuatoriana. La diversidad está repartida de forma diferenciada, generalmente se concentra en mayor proporción en las zonas bajas.

La integridad biológica de una población de peces contiene información para la evaluación del pasado de la cuenca hidrográfica, referidos a estudios prospectivos que ayudan a predecir los impactos ambientales producidos por fenómenos de distintos orígenes (Teixeira de Mello et al., 2011). Además, es un indicador del estado de conservación de un ambiente acuático.

Los peces han sido frecuentemente señalados como buenos indicadores de la calidad del agua. Son buenos indicadores porque se puede elaborar un seguimiento de cómo han cambiado las poblaciones a través del tiempo en un determinado lugar, mediante el apoyo de la información histórica presente en la literatura, o de las presiones antrópicas presentes (Espinoza-Pérez, 2014).

A pesar de la importancia que tienen las comunidades acuáticas para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres, se ven alta y constantemente amenazadas por el uso inapropiado que les dan a los cuerpos de agua por la sobreexplotación o contaminados indiscriminadamente por actividades agrícolas, ganaderas o de extractivismo.

Un problema común en las zonas andinas es la introducción de especies exóticas utilizadas con fines comerciales, lo que ha contribuido a la reducción poblacional especialmente de las especies del género *Astroblepus*, que son las especies de mayor presencia dentro de este tipo de ecosistemas.

Este estudio pretende conocer el estado actual de las comunidades de peces dentro del área del proyecto minero Tres Cerrillos, en las concesiones “Tres Cerrillos” (Código 40000245) y “La Primavera” (Código 40000246)”, así como determinar la calidad de agua mediante el uso de peces como un indicador biológico mediante el uso de índices estadísticos, biológicos y condición de conservación.

### **7.2.9.2 Área de estudio**

El levantamiento de información biótica se realizó en el área de las concesiones Tres Cerrillos y La Primavera, que está ubicado en la provincia del Carchi. El área es atravesada por varias quebradas de algunas que desembocan en la cuenca del río Mira, que se origina de la unión de los ríos Chota y el Río Lita ubicados en la provincia de Imbabura. El proyecto minero se encuentra dentro de la zona ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (SC), limita al norte con Colombia y hacia el sur con las montañas de Sade; el límite occidental es la zona intermareal y el oriental se extiende hasta la cota cercana a los 2.800 msnm. El agua de los ríos en esta zona tiene un pH de 6,5 a 6,8, la temperatura oscila entre 22 y 26°C, aunque en el sector altoandino es de 10°C. Incluye las cuencas de los ríos: Mira, Mataje, Santiago y Cayapas, con las subcuencas y microcuencas. La extensión abarca 15.885 Km<sup>2</sup>. Las principales poblaciones ubicadas en esta zona son: Mataje, Tobar Donoso, Concepción, Bogotá, Maldonado y Playa de Oro (Barriga, 2012).

### **7.2.9.3 Criterios Metodológicos**

La metodología con la cual se levantó la información de ictiofauna se basa en la aplicación de técnicas de muestreo en períodos cortos (propuesto por el Convenio Ramsar, 2010). Esta metodología provee información cuantitativa necesaria para determinar la composición y estado de conservación de la ictiofauna local (Ramsar, 2010). Además, presenta como principal antecedente su aplicación en estudios pioneros de la diversidad ictiofaunística (Barriga, 1983; 1994, 2007; Guarderas et al., 2004, 2009; Jácome, 2005; Román-Valencia, 2001; Rivadeneira et al., 2010; Valdiviezo et al., 2012; Tufiño y Barrantes, 2013, Jiménez-Prado et al., 2015, Nugra-Salazar et al., 2016; Valdiviezo et al., 2018), en donde se comprueba su efectividad.

#### **7.2.9.3.1 Fase de Campo**

En el estudio de peces los muestreos fueron realizados en diferentes afluentes dentro de la cuenca del Río Mira. La colecta se realizó en 10 sitios de muestreo establecidos en las concesiones Tres Cerrillos y La Primavera, con esfuerzos de jornadas de muestreo de dos a tres horas aproximadamente. Los muestreos totales se realizaron durante los días 01 al 05 de febrero de 2021, aplicando un protocolo de muestreo basado en estudios anteriores y establecidos para la zona, cuyos detalles se presentan a continuación:

##### **a. Red de arrastre**

Red de cuatro metros de largo por 2 m de ancho, para su empleo se necesita de dos personas, una que tome la red de un extremo y se quede fijo dentro del agua y cerca de la orilla, mientras que la otra persona ingresa al agua con el otro extremo de la red girándola alrededor del compañero, la cual, al alcanzar la orilla y altura de su compañero, deben salir juntos del agua cuidando de no levantar los plomos del suelo (Barriga y Olalla, 1983). Utilizada para los peces en la zona media y fondo, especialmente de movilidad reducida, en ríos de poca profundidad a favor de la corriente

(Tufiño y Barrantes, 2013; Nugra-Salazar et al., 2016). En el actual estudio se realizó 10 arrastres.

b. Redes de mano

Red en forma de bolso, que se utilizó en las orillas en la vegetación inmersa y todos los microhábitats disponibles. Su uso se limitó a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio y con una leve inclinación, se sumergió debajo del agua, con una frecuencia basada en el criterio del técnico (Barriga y Olalla, 1983, Nugra-Salazar et al., 2016), en el actual estudio se realizó 10 repeticiones.

c. Atarraya

Red de 2 m de radio y 0,1 m y 0,2 m de malla, su empleo está limitado a ríos libres de troncos o que presenten algún tipo de materia vegetal en descomposición, que intervenga en el correcto empleo de esta red. Su técnica de lanzamiento consiste en mantener sujeta la parte superior de la red amarrada a la muñeca, mientras que parte del margen se toma con la boca y otra parte se sostiene sobre el hombro, lanzándola de modo que adquiere la forma de un disco que cubre al pez (Barriga & Olalla, 1983, Nugra-Salazar et al., 2016). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10; sin embargo, su rango de empleo puede aumentar en relación a la morfología del cuerpo de agua en cuestión, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de hábitats (Galvis et al., 2006).

d. Anzuelos

Dispositivos de varios tamaños que se utilizan en conjunto con hilo nylon y carnadas provisionales, estos dispositivos se enganchan al paladar o al cuerpo de los peces (Barriga y Olalla, 1983, Nugra-Salazar et al., 2016). Aunque es un método selectivo, en cuanto al tamaño, se puede utilizar en lugares donde no es factible aplicar otra arte de pesca. En el actual estudio se utilizó por una hora.

e. Sitios de Muestreo

Los puntos de muestreo de fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos) fueron establecidos en los mismos cuerpos hídricos donde se evalúa la calidad de agua del área de influencia del proyecto.

Se evaluaron un total de 10 puntos de agua, de los cuales cuatro se encontraron en la zona de Tres Cerrillos, siendo IcT\_P05 (Río Chorro Blanco), IcT\_P06 (Río sin nombre), IcT\_P09 (Quebrada de Oro) y IcT\_P10 (Quebrada sin nombre), y los seis puntos restantes se ubicaron en el área de la concesión La Primavera IcT\_P01 (Quebrada El Carmen), IcT\_P02 (Río Primavera), IcT\_P03 (Río Blanco), IcT\_P04 (Río Golondrinas/Río Goaltal), IcT\_P07 (Río Tablas) y IcT\_P08 (Río Gualchán).

Todos los cuerpos de agua, presentaron un cauce de corriente rápida y aguas cristalinas en su mayoría, sustrato pedregoso, poco arenoso, con presencia de algas, con vegetación circundante intervenida.

La Tabla 7.2-112, presenta los puntos de muestreo, con las características relevantes de cada uno de ellos y las coordenadas pertinentes (ver Anexo E "Cartografía", 23.6 Mapa de Muestreo Ictiofauna).

Tabla 7.2-112 Sitios de muestreo componente Ictiofauna

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	msnm		
Quebrada El Carmen	IcT_P01	817402,66	10085466,26	1548	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 5 a 10 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.60 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con poca hojarasca y algas. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido, pastizal, cultivos.
Río Primavera	IcT_P02	815770,49	10085438,06	1444	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y una profundidad de 0,20 a 0,80 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante pastizal y cultivos.
Río Blanco	IcT_P03	813838,00	10087738,00	1178	Red de arrastre, red manual, anzuelo	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0,40 a 0,90 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada de vegetación ribereña, cobertura vegetal escasa, vegetación circundante bosque intervenido y cultivos.
Río Golondrinas/ Río Goaltal	IcT_P04	817549,46	10089871,88	1424	Red de arrastre, red manual, anzuelos	Cuerpo de agua de 12 a 15 m de ancho y profundidad de 0,50 a 1 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación ribereña, poca cobertura vegetal, vegetación

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD msnm	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE			
						circundante bosque secundario.
Río Chorro Blanco	IcT_P05	815839,00	10089308,00	1325	Red de arrastre, red manual, anzuelo	Cuerpo de agua de 2 a 6 m de ancho y profundidad de 0,20 a 0,50 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso con hojarasca. Poca vegetación de ribera, sin cobertura vegetal, vegetación circundante rastrojo y cultivos.
Río Sin nombre	IcT_P06	809507,00	10086771,00	1078	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0,20 a 0,80 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante pastizal y cultivos.
Río Tablas	IcT_P07	817947,69	10088468,67	1477	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 15 a 18 m de ancho y profundidad de 0,40 a 1 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido y rastrojo.
Río Gualchán	IcT_P08	810277,00	10090510,00	1486	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 5 a 10 m de ancho y profundidad de 0,20 a 0,60 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con poca hojarasca y algas. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD msnm	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE			
						intervenido, pastizal, cultivos.
Quebrada de Oro	IcT_P09	810483,00	10089694,00	1378	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0,10 a 0,40 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación de ribera, cobertura vegetal moderada, vegetación circundante bosque secundario, pastizal, cultivos.
Quebrada sin nombre	IcT_P10	808092,00	10085043,00	990	Red de arrastre, red manual	Cuerpo de agua de 15 m de ancho y profundidad de 0,20 a 1,50 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada de vegetación ribereña, escasa cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido, pastizal, cultivos.

Código: IcT\_P: Ictiofauna Tres Cerrillos\_Punto.  
Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### f. Esfuerzo de Muestreo

En los puntos de muestreo se efectuó una evaluación cualitativa de las características relevantes de cada cuerpo de agua: como amplitud, profundidad, sustrato, corriente y vegetación ribereña; de acuerdo a estas características hidromorfológicas se empleó cada técnica de muestreo, procurando abarcar todos los micro-hábitats presentes, usando la mayor cantidad de artejos de pesca posibles. Es necesario, mencionar que debido al fuerte caudal la mayoría de los cuerpos de agua evaluados, la utilización de la atarraya fue escasa, debido a que su peso era insuficiente para poder manejarse adecuadamente.

La Tabla 7.2-113, presenta el detalle de las metodologías aplicadas y esfuerzo de muestreo.

Tabla 7.2-113 Esfuerzo de muestreo – Ictiofauna – Proyecto Minero Tres Cerrillos

MÉTODO	APLICACIÓN DEL MÉTODO	HORAS x DÍA	HORAS TOTAL
Red de Arrastre	Un arrastre cada 10 metros, especialmente en las zonas poco profundas.	1 hora x día x punto de muestreo*	10 horas
Red de mano	Diez repeticiones, bajo piedras, troncos u hojarasca en la zona media y orillas de los cuerpos de agua.	1 hora x día x punto de muestreo*	10 horas
Atarraya	10 lanzamientos en cada cuerpo de agua, específicamente en las pozas formadas en el cauce principal y zonas libres de vegetación.	1 hora x día x punto de muestreo*	10 horas
Anzuelos	Metodología utilizada en la zona más profunda del cuerpo de agua y en zonas correntosas.	1 hora x día x punto de muestreo*	10 horas
TOTAL			40 horas

\* 10 puntos de muestreo

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Todos los ejemplares capturados fueron colocados en un balde, en donde se realizó cambios constantes de agua para mantener el nivel de oxígeno disuelto y evitar la muerte de los peces. Posteriormente, fueron fotografiados, identificados preliminarmente con guías especializadas como Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador (Barriga, 2012) y Guía de Peces para aguas continentales de la vertiente occidental (Jiménez-Prado et al., 2015), para luego ser devueltos a su hábitat.

### 7.2.9.3.2 Fase de Gabinete

Para el análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, se elaboró una matriz con la identificación de los especímenes y la cantidad de individuos colectados para cada punto de muestreo. A partir de estos datos, se calculó la riqueza, abundancia y diversidad de las especies de peces, siendo ingresados para su análisis en los programas Bio Diversity Pro Versión 2, Past versión 3 y EstimateS 9.1.

#### a. Riqueza

Proporciona información acerca del número neto de especies (número de especies, géneros, familias y órdenes registrados) en un determinado espacio (Moreno, 2001).

#### b. Abundancia

Número total de individuos de la zona de muestreo (Moreno, 2001).

- Abundancia relativa

Corresponde a la proporción de todos los individuos de cada especie dentro de la muestra. La determinación del valor de Pi (un medidor de la abundancia relativa de una especie) se ejecutó con el fin de caracterizar las especies mediante la curva de abundancia-diversidad. Esta curva es considerada como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurran, 1987). Su construcción se basa en los valores de Pi de todas las especies:

$$P_i = n_i / N$$

Donde:

$n_i$  = el número de individuos de la especie  $i$ , dividido para el número total de individuos de la muestra ( $N$ ).

Las categorías de abundancia o abundancia relativa se determinan de acuerdo al número de individuos registrados para cada especie así: Raro 1 individuo, Poco Común de 2-4, Común de 5-9, y Abundante más de 10 individuos (EPA, 1989).

Es la abundancia y distribución de individuos entre los tipos. Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Es normal el caso en que la mayoría de las especies son raras, mientras que un moderado número son comunes, con muy pocas especies verdaderamente abundantes (Villareal et al., 2004).

#### c. Curva de Dominancia de Especies

Fue propuesto por MacArthur (Magurran, 1987) y asume que los límites de los nichos ecológicos de las especies se establecen al azar, lo que al ilustrarse en una gráfica puede entenderse como una vara (el espacio del nicho dentro de una comunidad) quebrada al azar y simultáneamente en “S” piezas. Este modelo refleja un estado más equitativo que los sugeridos por los modelos anteriores. Biológicamente, este modelo corresponde a una comunidad en la cual todas las especies colonizan simultáneamente y dividen un recurso único al azar. Al igual que en los casos de la serie logarítmica y de la log-normal, debemos ordenar a las especies en clases de abundancia.

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

#### d. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies sirve para conocer la tendencia de crecimiento de la diversidad de las especies registradas en una zona de estudio, con lo cual se puede inferir el número de especies esperadas a partir de un muestreo (Moreno, 2001)

Esta curva presenta cómo se acumula el número de especies en función del número de muestras registradas en una localidad; de tal manera que la riqueza aumentará hasta llegar a un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003). Esta curva también permite estimar la eficiencia del muestreo realizado (Escalante, 2003).

#### e. Índice de Chao 1

Estima el número de especies en una comunidad basado en el número especies raras o únicas en la muestra y el número de especies representados por dos individuos en las muestras (Chao, 1987, 1984; Chao & Lee, 1992; Moreno, 2001 Colwell, 2005; Aguirre, 2013).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Dónde,

- S: número de especies en una muestra
- a: número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (singletons)
- b: número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (doubletons).

f. Índices de Diversidad

**Índice de Shannon-Wiener**

Este índice toma en cuenta los componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y número de individuos por especie (Magurran, 1987). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). La fórmula de cálculo es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dónde:

- $H'$  = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad
- $\Sigma$  = sumatoria
- log = logaritmo natural
- $p_i$  = proporción de la muestra ( $n_i/n$ ), que representa el número total de individuos de una especie ( $n_i$ ) dividido para el número total de individuos de todas las especies ( $n$ ).

Los valores del índice de Shannon-Wiener inferior a 1,5 se consideran como de diversidad baja, entre 1,6 y 3,0 como media, y los iguales o superiores a 3,1 como diversidad alta, según indica Magurran (1987). Este índice refleja igualdad: mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, mayor es el valor.

**Índice de Simpson (1-D)**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

$$1 = - \sum p_i^2$$

Dónde,

- $\lambda$  Índice de Simpson
- $p_i$  Abundancia proporcional de la especie  $i$

El número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1987). Debido a que este valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa se puede calcular como  $1 - \lambda$  (Moreno, 2001). Por lo cual la fórmula quedaría:

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Los resultados pueden ser interpretados usando la siguiente escala de significancia entre 0 – 1 así: 0 – 0,33 Diversidad baja; 0,34 – 0,66 Diversidad media; > 0,67 Diversidad alta (Aguirre, 2013).

g. Índices de Similitud

Expresa el grado en que dos comunidades son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Aguirre, 2013).

- Coeficiente de Similitud de Jaccard (J)

El índice de Jaccard expresa la semejanza entre dos muestras al considerar la composición de las especies registradas al relacionar el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos muestreos. El rango de este índice va desde cero cuando no hay especies compartidas, hasta uno cuando los dos puntos de muestreo comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Moreno, 2001).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

- A es el número de especies presentes en el sitio A,
- b es el número de especies presentes en el sitio B y
- c es el número de especies presentes en ambos sitios A y B (Moreno, 2001).

### 7.2.9.3.3 Aspectos Ecológicos

Para la determinación de los aspectos ecológicos de las especies registradas, el estudio se basó en fuentes bibliográficas fundamentadas en el análisis del contenido de tractos digestivos, alimentación, distribución, migraciones, etc., así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Aguilar y Zambrano, 2019; Valdiviezo et al., 2018; Jiménez-Prado et al., 2015, Tufiño & Barrantes, 2013; Valdiviezo et al., 2012; Galvis et al., 2006).

a. Nicho Trófico

Es el papel alimenticio de un animal dentro de su ecosistema, es decir la relación de él con todos los recursos disponibles (García, 1983). Las relaciones tróficas en las poblaciones de peces manifiestan la interdependencia entre seres de similar o diferente comunidad acuática; su trascendencia se basa en que la disponibilidad alimentaria es un factor que limita el desarrollo de una población, determinando sus interrelaciones como depredador o competencia e incluso los patrones de ocupación de espacio (Grosman, González, & Castelain, 2002)

Los estudios de ecología trófica y el conocimiento de los hábitos alimenticios de los peces mediante sus interacciones tróficas aportan información básica y necesaria para

comprender el rol ecológico que desempeñan dentro del ecosistema (Morales y García-Alzate, 2016).

b. Distribución Vertical

En las poblaciones de peces, la posición del individuo viene determinada por la estructura del hábitat colonizado, el cual está definido por su complejidad y la tasa de cambio entre un ecosistema estable e inestable (Granado, 2002).

La distribución de la ictiofauna en la columna de agua está dada según su ecología trófica, relacionando hábitos alimenticios, reproductivos, mecanismos de desarrollo o movimientos migratorios, con los parámetros físicos y demográficos del cuerpo de agua, generando una estratificación vertical (Granado, 2002).

c. Hábito

El hábito de las especies ícticas se rige principalmente por dos componentes: diurno y nocturno, y ocasionalmente crepuscular, los cuales se asocian principalmente al gremio trófico de cada especie y factores asociados con la variabilidad ambiental (Granado, 2002).

d. Estado de conservación de las especies

Para conocer el estado de conservación de las especies ícticas registradas se revisó el listado de especies de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019) y la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019).

e. Especies Indicadoras

Las causas de interés biológico de la fauna íctica se dan principalmente debido a sus adaptaciones ecológicas o evolutivas, las cuales son de vital importancia a la hora de planificar métodos de remediación, mitigación o conservación de los recursos hídricos, por lo que se debe considerar la ecología de cada especie para saber si es indicadora de algún tipo de ecosistema específico (Maldonado-Ocampo et al., 2005).

f. Especies Endémicas

Los peces se consideran endémicos cuando un taxón es único y su distribución está confinada a una subcuenca o cuenca hidrográfica; es decir que su distribución se restringe a un área determinada del Ecuador y del mundo. Para determinar la distribución de cada especie colectada se revisó los datos contenidos en las bases de datos Froese y Pauly (2019), Barriga (2012) y Fricke et al (2020).

g. Especies Sensibles

El grado de sensibilidad de la Ictiofauna en un área particular no resulta fácil de precisar, ya que la dinámica de los ecosistemas acuáticos requiere de estudios intensos y complejos para establecer el estado de conservación en que se encuentre. Además, los peces presentan distribuciones confinadas a ambientes específicos que dificultan el cálculo del área de ocupación real de las especies (Mojica et al., 2012). Para establecer el grado de sensibilidad de la ictiofauna registrada, se consideraron cinco categorías aplicadas para la determinación de especies en la elaboración del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica et al., 2012) las cuales se detallan a continuación: Distribución geográfica, Aspectos biológicos, Alteraciones del hábitat, Medidas de

protección y Uso. Estos criterios han sido ampliamente reconocidos internacionalmente ya que proveen un método rápido y comprensible para resaltar especies importantes

h. Especies migratorias

El fenómeno de la migración de peces según lo citan (Zapata y Usma, 2013), conlleva un cierto rango movimientos periódicos dentro de sus ciclos biológicos, generalmente estimulados por procesos de reproducción, alimentación o búsqueda de refugio. Esto principalmente para encontrar las mejores condiciones (recursos) y que sean aptos para completar su ciclo de desarrollo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, especialmente las distancias recorridas, clasificaron las migraciones de los peces en tres grupos: migraciones cortas (desplazamientos de carácter local menores a 100km), medianas (desplazamientos de distancia entre 100-500km) y grandes (desplazamientos extensos mayores a 500km) (Zapata & Usma, 2013).

i. Uso del Recurso

El uso que se da en la ictiofauna registrada se debe tomar en cuenta en base a su tamaño, abundancia y la historia natural de cada especie, además de ello, la información que aporten los moradores o guías locales es primordial para conocer este aspecto.

j. Áreas Sensibles

La evaluación de los sitios sensibles se ha considerado en base a los análisis de diversidad, especies indicadoras, sensibles y estado de conservación de cada punto de muestreo, así como de las especies inherentes a cada sitio, así como a las condiciones hidromorfológicas, físico-químicas de cada uno (Champutiz, 2013).

## **7.2.9.4 Resultados**

### **7.2.9.4.1 Inventario General**

Se presentan los resultados de la caracterización Ictiofaunística de 10 cuerpos de agua establecidos dentro del área del Proyecto Minero Tres Cerrillos, con los puntos IcT\_P05, IcT\_P06, IcT\_P09 y IcT\_P10, y de la concesión La Primavera con los puntos IcT\_P01, IcT\_P02, IcT\_P03, IcT\_P04, IcT\_P07 e IcT\_P08. Todos estos ubicados en la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (SC), la cual se caracteriza porque sus cuerpos presentan una profundidad no mayor a los 2,50 m, de corriente rápida, caídas estrepitosas y fondo rocoso (Barriga, 1994).

a. Riqueza y Abundancia Absoluta

Se obtuvo como resultado el registro de 11 especies, pertenecientes a dos géneros, dos familias y dos órdenes. El número de especies registrado representa el 15,07 % de las 73 especies descritas en la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas que es en la zona donde se encuentra el área muestreada, y el 1,16 % de los peces dulce acuícolas reportados para el país (Barriga, 2012).

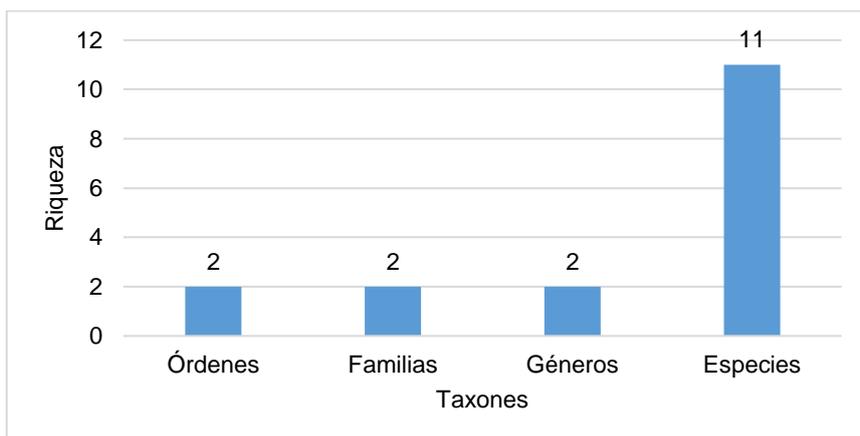


Figura 7.2-101 Riqueza Íctica registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

De los dos órdenes registrados, el más representativo fue el de los Siluriformes con una familia y 10 especies, mientras que el orden menos representativo corresponde a Characiformes con una familia y una especie.

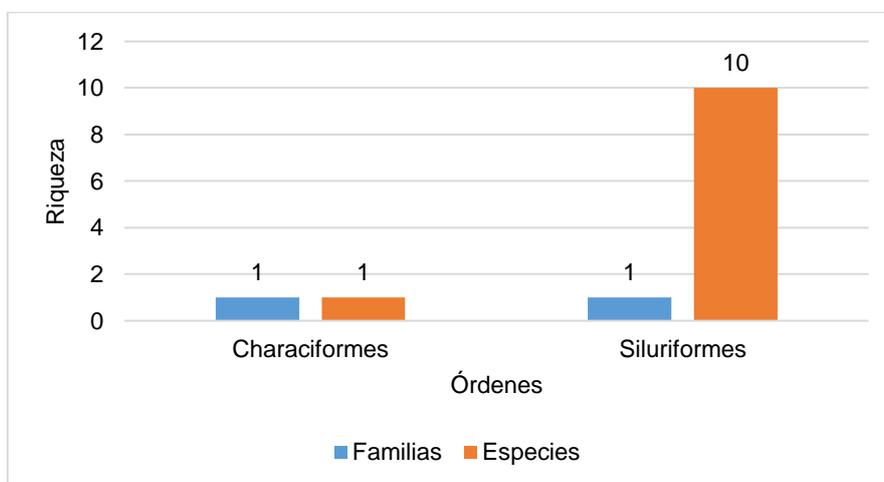


Figura 7.2-102 Riqueza Íctica agrupada por orden taxonómico registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

La Tabla 7.2-114 presenta el listado de especies registradas en el área de estudio.

Tabla 7.2-114 Especies de Ictiofauna registradas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	PUNTOS DE MUESTREO (abundancia)									
			IcT_P01	IcT_P02	IcT_P03	IcT_P04	IcT_P05	IcT_P06	IcT_P07	IcT_P08	IcT_P09	IcT_P10
CHARACIFORMES	Bryconidae	<i>Brycon cf. posadae</i>			1							
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. brachycephalus</i>										1
		<i>Astroblepus aff. chotae</i>	1	3	2		2			1		1
		<i>Astroblepus cyclopus</i>	1	2		1	4	2	3		1	1
		<i>Astroblepus aff. eigenmanni</i>					3	2	1			
		<i>Astroblepus aff. grixalvii</i>			1				1			
		<i>Astroblepus aff. longifilis</i>			3							
		<i>Astroblepus aff. theresiae</i>		1	1							
		<i>Astroblepus aff. regani</i>					1					1
		<i>Astroblepus sp.2</i>	1								1	
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	1	1		1	4	3	3			
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Se obtuvo una abundancia total de 57 individuos, distribuidos en los 10 puntos de muestreo. Como se observa en la Figura 7.2-103, el punto IcT\_P05 (Río Chorro Blanco), contó con el mayor número de individuos (14), seguido de los puntos IcT\_P03 (Río Blanco) e IcT\_P07 (Río Tablas) con ocho individuos cada uno, a continuación, IcT\_P02 (Río Primavera) e IcT\_P06 (Río sin nombre), cada uno con siete individuos, le siguen IcT\_P01 (Quebrada El Carmen) e IcT\_P10 (Quebrada sin nombre) con cuatro individuos cada uno.

Los puntos que presentaron los registros más bajos de individuos corresponden a IcT\_P04 (Río Golondrinas/Río Goaltal) e IcT\_P09 (Quebrada de Oro) con solo dos individuos cada uno, mientras que IcT\_P08 (Río Gualchán) presentó un ejemplar.

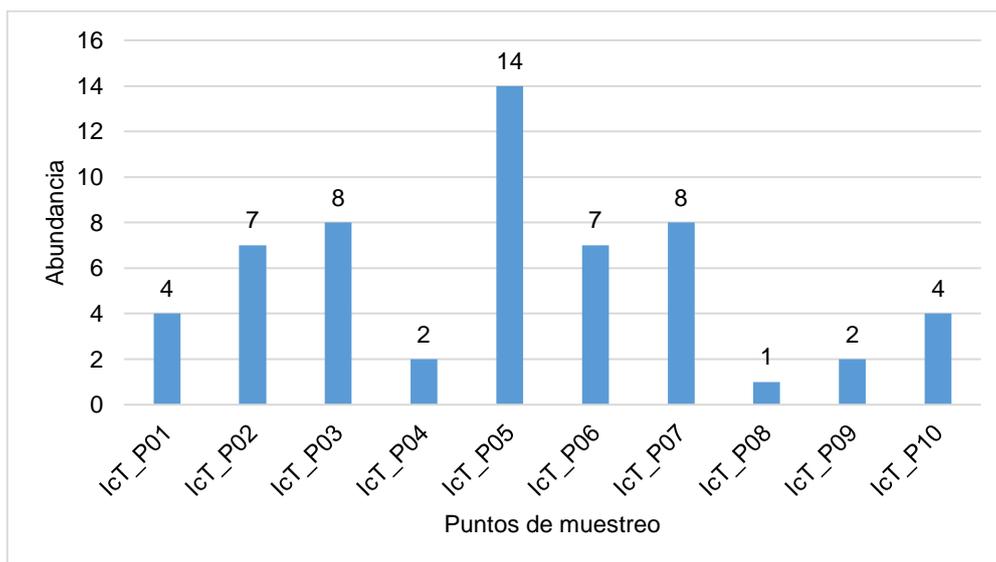


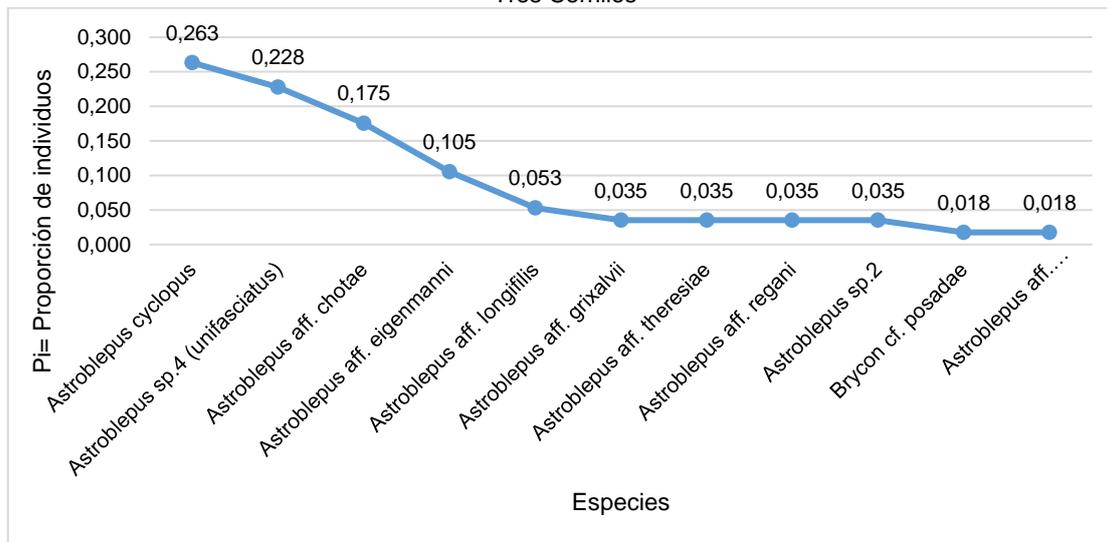
Figura 7.2-103 Riqueza Abundancia íctica por punto de muestreo registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

- Abundancia Relativa

En la siguiente figura se observa los valores de abundancia relativa de cada especie íctica registrada en el área de estudio. La especie con una mayor proporción de individuos corresponde a *Astroblepus cyclopus* con  $P_i=0,263$  es decir 15 individuos, le sigue *Astroblepus* sp.4 (*unifasciatus*) con  $P_i= 0,228$ ; a continuación, están *Astroblepus* aff. *chotae* con  $P_i= 0,175$ ; *Astroblepus* aff. *eigenmanni* con  $P_i= 0,105$ ; mientras que las menos abundantes corresponden a *Astroblepus* aff. *longifilis* con  $P_i= 0,053$  y *Astroblepus* aff. *grixalvii*, *Astroblepus* aff. *theresiaae*, *Astroblepus* aff. *regani* y *Astroblepus* sp.2 con  $P_i= 0,035$  cada una, y las especies *Brycon* cf. *posadae* y *Astroblepus* aff. *brachycephalus* con  $P_i= 0,018$  cada una.

Figura 7.2-104 Curva de diversidad -dominancia de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos



Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

De acuerdo a la metodología utilizada en la EPA (1989) donde, se considera especies abundantes > 10 individuos, comunes de seis a 10 individuos, poco comunes de dos a cinco individuos y raras un individuo, las especies ícticas presentaron el siguiente ensamblaje: una especie abundante, tres especies comunes, seis especies poco comunes y dos especies raras (Tabla 7.2-115).

Tabla 7.2-115 Abundancia relativa de las Especies de Ictiofauna registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
CHARACIFORMES	Bryconidae	<i>Brycon cf. posadae</i>	1	Rara
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astrobalepus aff. brachycephalus</i>	1	Rara
		<i>Astrobalepus aff. chotae</i>	10	Común
		<i>Astrobalepus cyclopus</i>	15	Abundante
		<i>Astrobalepus aff. eigenmanni</i>	6	Común
		<i>Astrobalepus aff. grixalvii</i>	2	Poco común
		<i>Astrobalepus aff. longifilis</i>	3	Poco común
		<i>Astrobalepus aff. theresiae</i>	2	Poco común
		<i>Astrobalepus aff. regani</i>	2	Poco común
		<i>Astrobalepus sp.2</i>	2	Poco común
<i>Astrobalepus sp.4 (unifasciatus)</i>	13	Abundante		

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en los puntos de muestreo, utilizando el número total de especies encontradas.

La curva muestra que los resultados obtenidos presentan un pequeño rango de estabilización a partir del punto IcT\_P05 (Río Chorro Blanco) hasta IcT\_P09 (Quebrada de Oro), sin embargo, al incrementar un sitio más de muestreo, se produjo un aumento de especies, por lo que aún no se alcanzó la asíntota completamente, de modo que el número de especies podría incrementar al aumentar el tiempo de muestreo, mejorar aplicación de artes de pesca y también de acuerdo a las condiciones climáticas que se presenten al momento de los muestreos.



Figura 7.2-105 Curva de acumulación de especies de Ictiofauna en el Proyecto Minero Tres Cerrillos  
 Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Índice de Chao 1

El valor obtenido por el estimador Chao 1 sugiere que el número potencial para ser censando es de 11,90 especies ícticas, y aunque la curva no fue asíntótica en relación con la curva de la riqueza estimada, en el presente estudio se obtuvo el registro de 11 especies colectadas, dando como resultado el 92,44% del total de la riqueza esperada; por lo tanto, el esfuerzo de muestreo se considera aceptable.

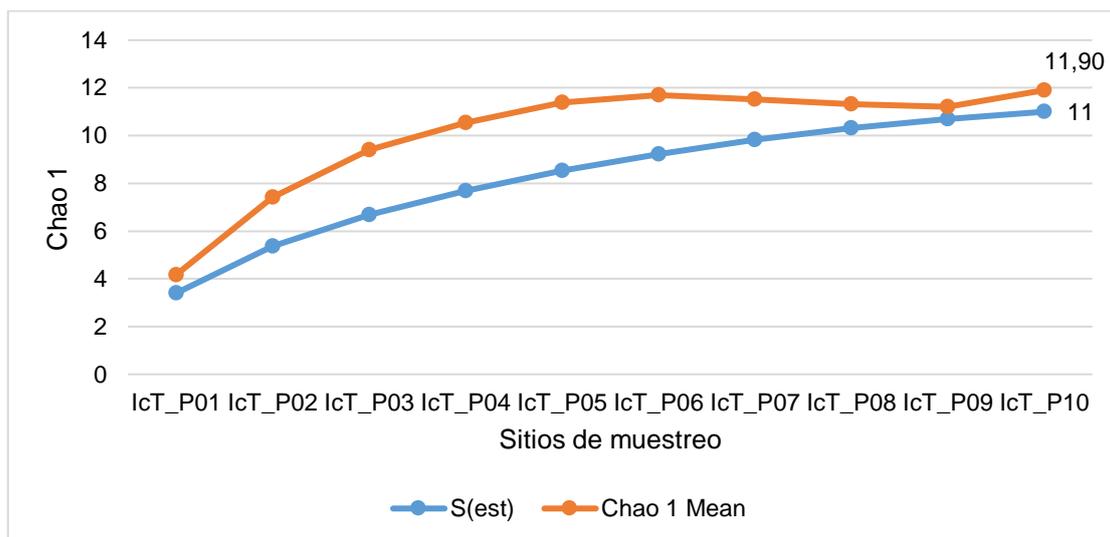


Figura 7.2-106 Estimador Chao1 - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon – Wiener

En la Tabla 7.2-116, se muestra los valores conseguidos mediante el análisis del índice de Shannon para los cuerpos de agua muestreados; cómo se puede observar los resultados para todos los puntos se determinan con diversidad baja, por mostrar valores inferiores a 1,5 bit/individuo (Magurran, 1987). Sin embargo, la diversidad resultante para toda el área de las concesiones Tres Cerrillos y La Primavera es de 1,998 bit/individuos, determinándose como diversidad media.

- Índice de Simpson

En cuanto al análisis del índice de diversidad de Simpson, se observa que todos los puntos presentan una diversidad media, a excepción del IcT\_P08, que contó con el registró de una especie, exhibiendo una diversidad baja. Sin embargo, el valor para toda el área pertenecientes a las concesiones Tres Cerrillos y La Primavera, se mantiene en una diversidad media, como se observa en la Tabla 7.2-116.

Tabla 7.2-116 Diversidad General de Ictiofauna - Proyecto Minero Tres Cerrillos

CÓDIGO	CUERPO DE AGUA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SHANNON	INTERPRETACIÓN	ÍNDICE DE SIMPSON	INTERPRETACIÓN
IcT_P01	Quebrada El Carmen	4	4	1.386	Diversidad Baja	0.75	Diversidad Media
IcT_P02	Río Primavera	4	7	1.277	Diversidad Baja	0.694	Diversidad Media
IcT_P03	Río Blanco	5	8	1.494	Diversidad Baja	0.75	Diversidad Media
IcT_P04	Río Golondrinas/Río Goaltal	2	2	0.693	Diversidad Baja	0.5	Diversidad Media

CÓDIGO	CUERPO DE AGUA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SHANNON	INTERPRETACIÓN	ÍNDICE DE SIMPSON	INTERPRETACIÓN
IcT_P05	Río Chorro Blanco	5	14	1.512	Diversidad Baja	0.765	Diversidad Media
IcT_P06	Río Sin nombre	3	7	1.079	Diversidad Baja	0.653	Diversidad Media
IcT_P07	Río Tablas	4	8	1.255	Diversidad Baja	0.688	Diversidad Media
IcT_P08	Río Gualchán	1	1	0.00	Diversidad Baja	0	Diversidad Baja
IcT_P09	Quebrada de Oro	2	2	0.693	Diversidad Baja	0.5	Diversidad Media
IcT_P10	Quebrada sin nombre	4	4	1.386	Diversidad Baja	0.75	Diversidad Media
Global				1.998	Diversidad Media	0.829	Diversidad Media

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Índices de Similitud

- Índices de Jaccard

El resultado del índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas de cada punto. El índice arrojó como resultado la similitud entre los puntos de muestreo según la biota encontrada, solamente tomando en cuenta la riqueza de los sitios.

Los cuerpos de agua analizados presentaron una baja similitud que va por el 10 %. Se debería principalmente a las diferencias de caudal, profundidad, amplitud y cobertura vegetal de cada uno. Debe tomarse en cuenta que, el cambio de especies entre cada punto puede ser consecuencia, del desplazamiento constante de los individuos.

Por otra parte, los puntos más similares entre sí, son: IcT\_P06 (Río sin nombre) e IcT\_P07 (Río Tablas) con el 75 % en relación a la composición de especies que habitan en ellos. Estos dos cuerpos de agua presentaron características geomorfológicas parecidas, en cuanto a cobertura vegetal, sustrato, velocidad de corriente. Las especies en común fueron *Astroblepus cyclopus*, *Astroblepus* aff. *eigenmanni* y *Astroblepus* sp.4 (*unifasciatus*). Este grupo a su vez se relaciona con IcT\_P04 (Río Golondrinas/Río Goaltal) con el cual comparten una similitud de 0,67 (67 %) con las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus* sp.4 (*unifasciatus*). Y todo este grupo (cuatro puntos) comparte una similitud de 0,5 (50%) con IcT\_P05 (Río Chorro Blanco) manteniendo en común las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus* sp.4 (*unifasciatus*).

Mientras que los puntos IcT\_P03 (Río Blanco) e IcT\_P08 (Río Gualchán) fueron los que presentaron la más baja similitud con tan solo 0,20 (20%), además de quedar excluidos de los otros puntos. Ver Figura 7.2-107.

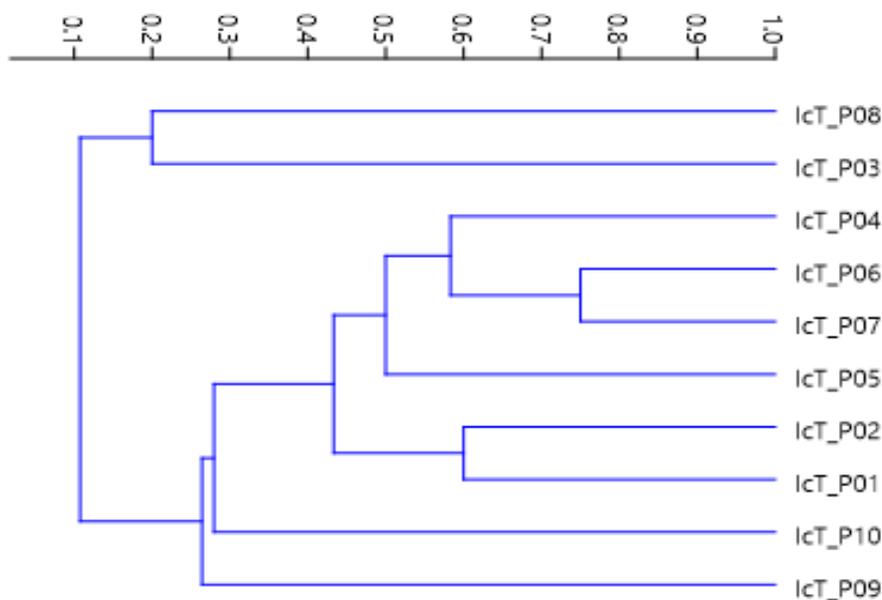


Figura 7.2-107 Índice de Similitud de Jaccard de Ictiofauna

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.9.4.2 Análisis por Punto de Muestreo

##### a. Punto de muestreo IcT\_P01 – Quebrada El Carmen

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de cuatro individuos, perteneciente a cuatro especies, un género (*Astroblepus*), una familia (*Astroblepidae*) y un orden (*Siluriformes*). Las especies encontradas representan el 5,48 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-117).

Tabla 7.2-117 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P01

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus cyclopus</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.2</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	1	Rara
Total	1	4	4	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua las cuatro especies presentaron la misma proporción de individuos,  $P_i = 0,25$  ( $n=1$ ) cada una, considerándose especies Raras (Figura 7.2-108).

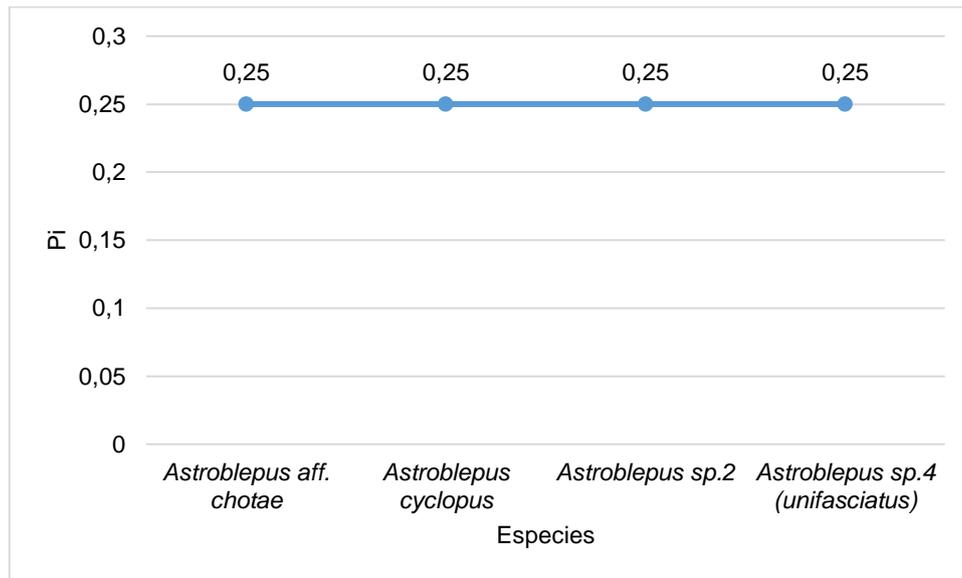


Figura 7.2-108: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P01

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Punto de muestreo IcT\_P02 – Río Primavera

• Inventario

Para este cuerpo de agua se obtuvo el registro de siete individuos, perteneciente a cuatro especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 5,48 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-118).

Tabla 7.2-118 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P02

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	3	Poco común
		<i>Astroblepus cyclopus</i>	2	Poco común
		<i>Astroblepus aff. theresiae</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	1	Rara
Total	1	4	7	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este cuerpo de agua, la especie con mayor proporción de individuos fue *Astroblepus aff. chotae* con  $P_i=0,429$  ( $n=3$ ), le sigue la especie *Astroblepus cyclopus* con  $P_i=0,286$  ( $n=2$ ), ambas considerándose especies Poco comunes, mientras que las especies *Astroblepus aff. theresiae* y *Astroblepus sp.4 (unifasciatus)* presentaron  $P_i=0,143$  ( $n=1$ ), cada una, determinándose como especies raras (Figura 7.2-109).

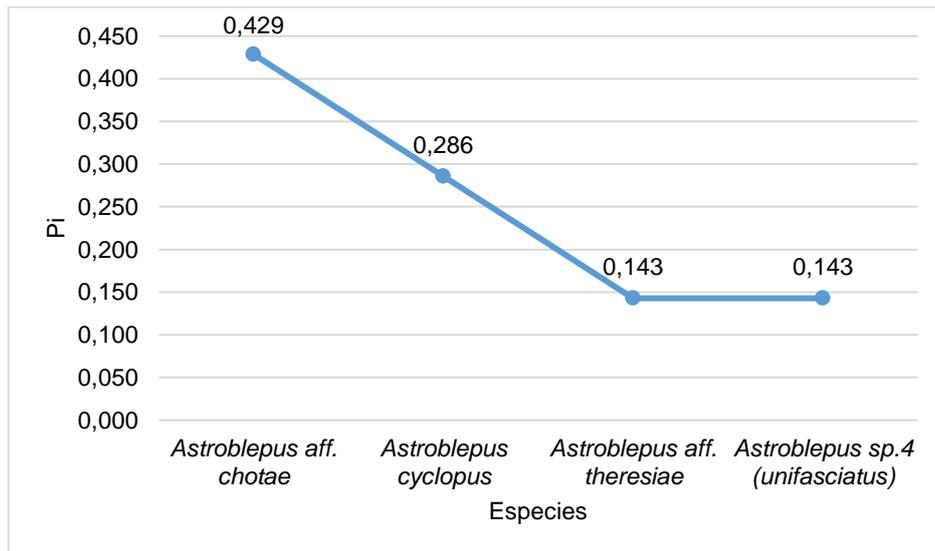


Figura 7.2-109: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P02

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Punto de muestreo IcT\_P03 – Río Blanco

• Inventario

Para este punto de muestreo se obtuvo el registro de ocho individuos, perteneciente a cinco especies, dos géneros (*Brycon* y *Astroblepus*), dos familias (Bryconidae y Astroblepidae) y dos órdenes (Characiformes y Siluriformes). Las especies encontradas representan el 6,85 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-119).

Tabla 7.2-119 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P03

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
CHARACIFORMES	Bryconidae	<i>Brycon cf. posadae</i>	1	Rara
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	2	Poco común
		<i>Astroblepus aff. grixalvii</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus aff. longifilis</i>	3	Poco común
		<i>Astroblepus aff. theresiae</i>	1	Rara
Total	2	5	8	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este punto, la especie con mayor proporción de individuos fue *Astroblepus aff. longifilis* con  $P_i=0,375$  ( $n=3$ ), le sigue la especie *Astroblepus aff. chotae* con  $P_i=0,25$  ( $n=2$ ), ambas considerándose especies Poco comunes, mientras que las especies *Brycon cf. posadae*, *Astroblepus aff. grixalvii* y *Astroblepus aff. theresiae* presentaron  $P_i=0,125$  ( $n=1$ ), cada una, determinándose como especies raras (Figura 7.2-110).

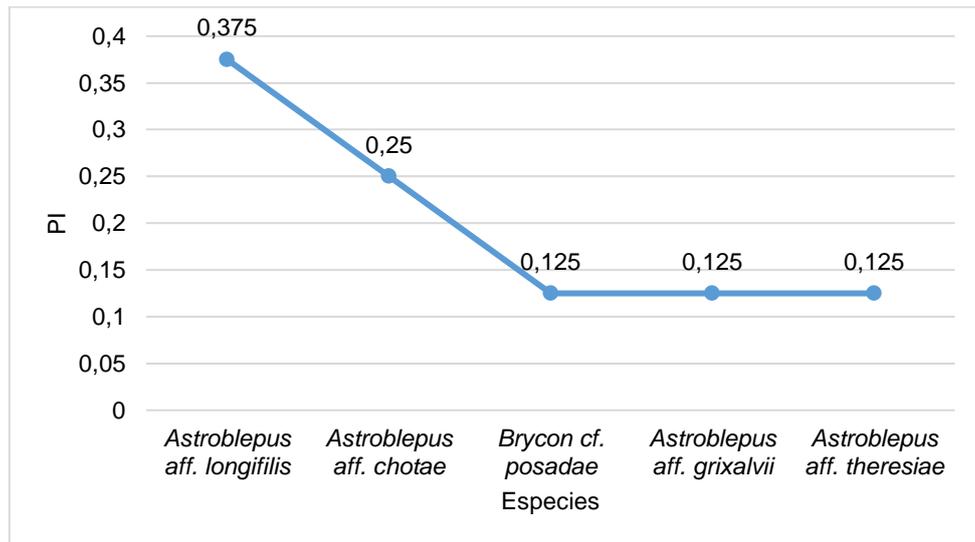


Figura 7.2-110: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P03

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Punto de muestreo IcT\_P04 – Río Goaltal/Río Golondrinas

• Inventario

Para este ecosistema acuático se obtuvo el registro de dos individuos, perteneciente a dos especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 2,74 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-120).

Tabla 7.2-120 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P04

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	1	Rara
Total	1	2	2	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este punto, las dos especies registradas presentan la misma proporción de individuos  $P_i=0,5$  ( $n=1$ ), ambas considerándose especies Raras (Figura 7.2-111).

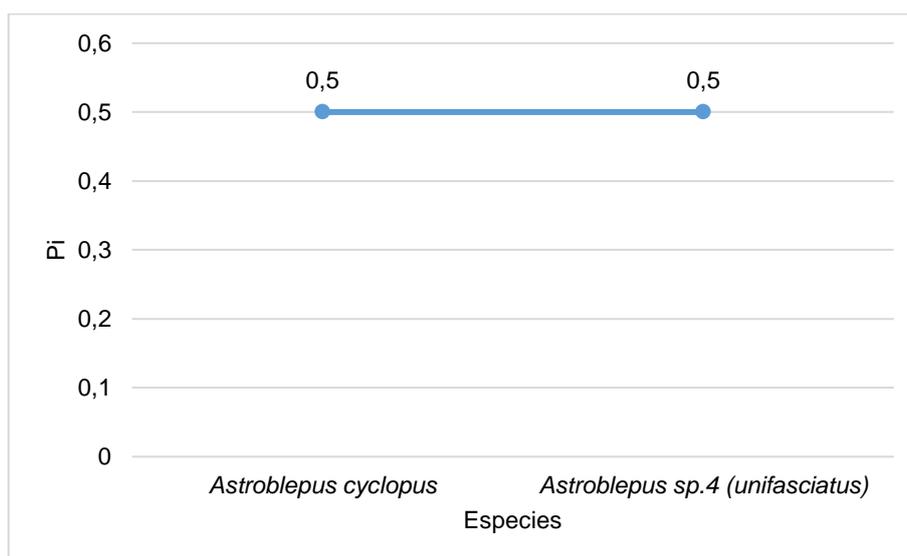


Figura 7.2-111: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P04

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Punto de muestreo IcT\_P05 – Río Chorro Blanco

- Inventario

Para este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 14 individuos, perteneciente a cinco especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 6,85 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-121).

Tabla 7.2-121 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P05

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	2	Poco común
		<i>Astroblepus cyclopus</i>	4	Poco común
		<i>Astroblepus aff. eigenmanni</i>	3	Poco común
		<i>Astroblepus aff. regani</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	4	Poco común
Total	1	5	14	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este sitio de muestreo, la especie con mayor proporción de individuos corresponde a las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus sp.4 (unifasciatus)* con  $P_i=0,286$  ( $n=4$ ), le siguen las especies *Astroblepus aff. eigenmanni* con  $P_i=0,214$  ( $n=3$ ) y *Astroblepus aff. chotae* con  $P_i=0,143$  ( $n=2$ ), todas considerándose especies Poco comunes, mientras que la última especie registrada, *Astroblepus aff. regani*, presentó  $P_i=0,071$  ( $n=1$ ), determinándose como especie Rara (Figura 7.2-112).

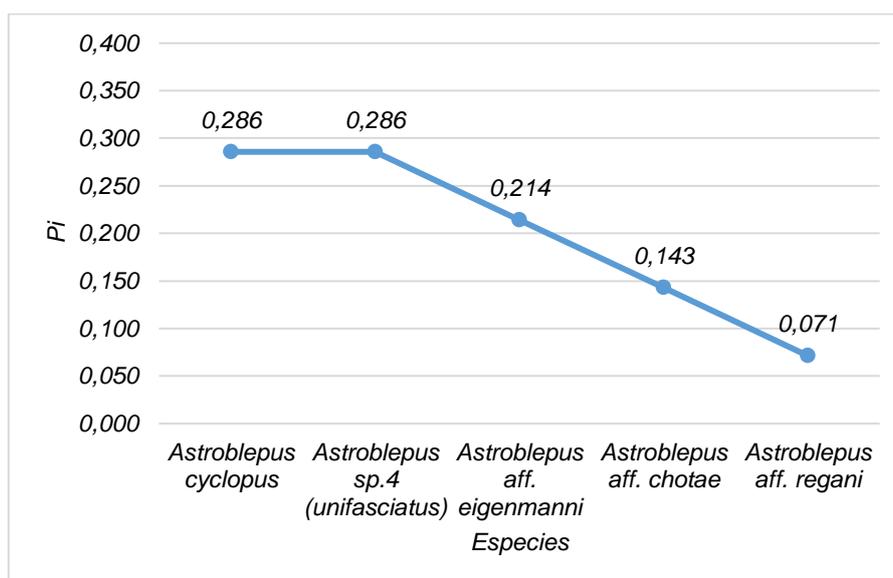


Figura 7.2-112: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P05

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

f. Punto de muestreo IcT\_P06 – Río sin nombre

• Inventario

En este ecosistema acuático, se registró un total de siete individuos, perteneciente a tres especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 4,11 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-122).

Tabla 7.2-122 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P06

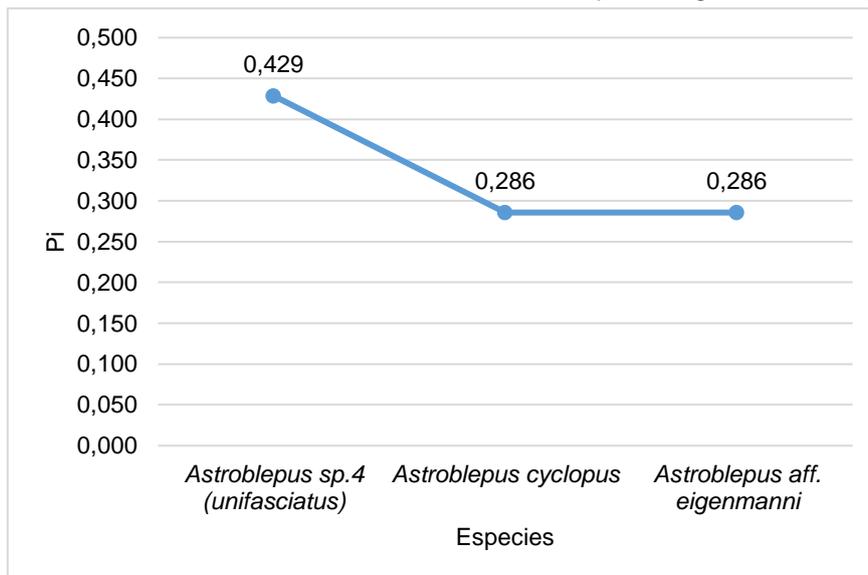
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	2	Poco común
		<i>Astroblepus aff. eigenmanni</i>	2	Poco común
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	3	Poco común
Total	1	3	7	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este sitio de muestreo, la especie que presentó mayor proporción de individuos corresponde a *Astroblepus sp.4 (unifasciatus)* con  $P_i=0,429$  ( $n=3$ ), a continuación, están las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus aff. eigenmanni* con  $P_i=0,286$  ( $n=2$ ), todas considerándose especies Poco comunes (Figura 7.2-113).

Figura 7.2-113: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P06



Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

g. Punto de muestreo IcT\_P07 – Río Tablas

• Inventario

Para este punto de muestreo, se obtuvo un total de ocho individuos, perteneciente a cuatro especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 5,48 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-123).

Tabla 7.2-123 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P07

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	3	Poco común
		<i>Astroblepus aff. eigenmanni</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus aff. grivalvii</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	3	Poco común
Total	1	4	8	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este punto, las especies que mostraron mayor proporción de individuos corresponden a *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus sp.4 (unifasciatus)* con  $P_i=0,375$  ( $n=3$ ), considerándose especies Poco comunes, mientras que las especies *Astroblepus aff. eigenmanni* y *Astroblepus aff. grivalvii* con  $P_i=0,125$  ( $n=1$ ), se determinaron como especies raras (Figura 7.2-114).

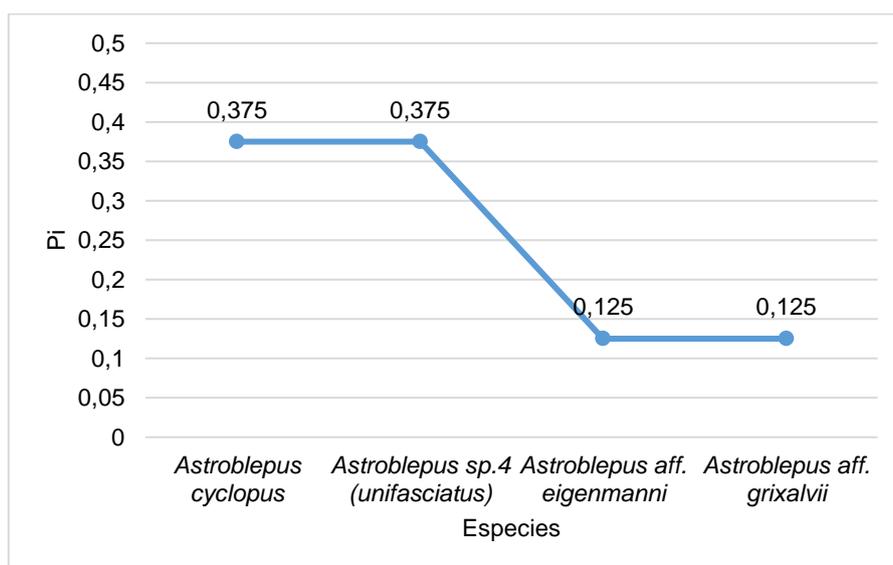


Figura 7.2-114: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P07

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### h. Punto de muestreo IcT\_P08 – Río Gualchán

- Inventario

Para este cuerpo de agua, se obtuvo el registro de un individuo, perteneciente a una especie, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). La especie registrada representa el 1,37 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-124).

Tabla 7.2-124 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P08

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	1	Rara
Total	1	1	1	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este punto se registró solamente a la especie *Astroblepus aff. chotae* con un individuo, considerándose como especie Rara. Debido a que es solamente una especie no se realizó el gráfico de abundancia relativa para este punto.

#### i. Punto de muestreo IcT\_P09 – Quebrada de Oro

- Inventario

Para este punto de muestreo, se obtuvo un total de dos individuos, perteneciente a dos especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 2,74% de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-125).

Tabla 7.2-125 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P09

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.2</i>	1	Rara
Total	1	2	2	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este punto, las especies *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus sp.2*, mostraron una igual proporción de individuos con  $P_i=0,5$  ( $n=1$ ), considerándose especies Raras (Figura 7.2-115).

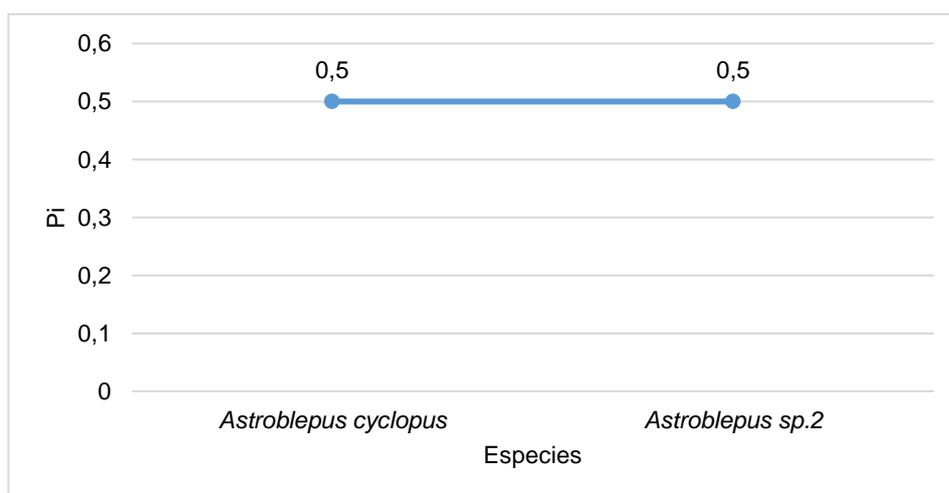


Figura 7.2-115: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P09

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

j. Punto de muestreo IcT\_P10 – Quebrada sin nombre

- Inventario

Para este cuerpo de agua, se registró un total de cuatro individuos, pertenecientes a cuatro especies, un género (*Astroblepus*), una familia (Astroblepidae) y un orden (Siluriformes). Las especies encontradas representan el 5,48 % de la riqueza descrita para la zona Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (Barriga, 2012) (Tabla 7.2-126).

Tabla 7.2-126 Especies de Ictiofauna registradas en IcT\_P10

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
SILURIFORMES	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. brachycephalus</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus aff. chotae</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus aff. cyclopus</i>	1	Rara
		<i>Astroblepus sp.4 (unifasciatus)</i>	1	Rara

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO /ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INTERPRETACIÓN ABUNDANCIA
Total	1	4	4	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

Para este ecosistema acuático, las cuatro especies registradas, *Astroblepus aff. brachycephalus*, *Astroblepus aff. chotae*, *Astroblepus cyclopus* y *Astroblepus aff. regani*, mostraron la misma proporción de individuos con  $P_i=0,25$  ( $n=1$ ), considerándose a todas como especies Raras (Figura 7.2-116).

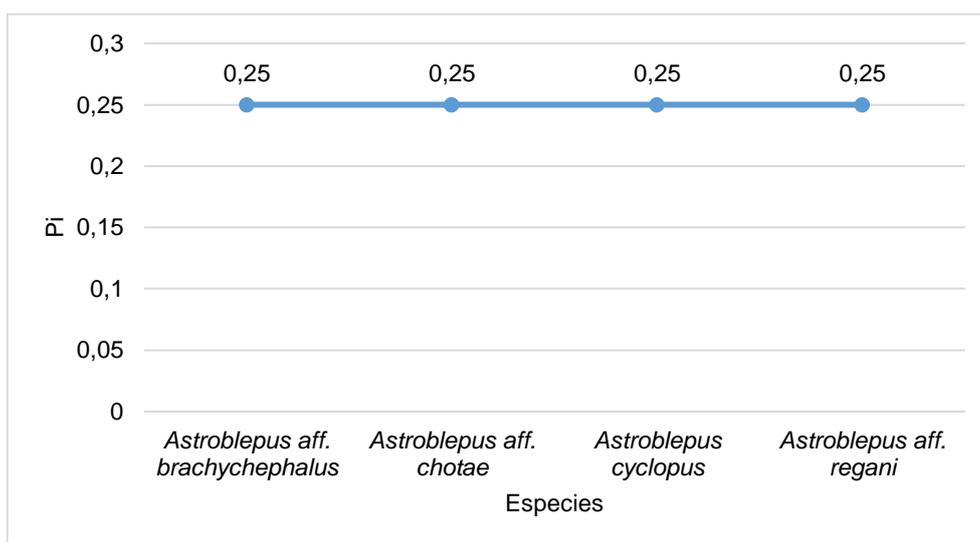


Figura 7.2-116: Curva de diversidad- dominancia de las especies registradas en IcT\_P10

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.9.4.3 Aspectos Ecológicos

#### a. Nicho Trófico

Entre las especies registradas en el área de estudio, se determinaron dos gremios, de los cuales el grupo de los peces insectívoros fue el más representativo con el 91 % (10 especies), correspondientes a las especies del género *Astroblepus* (Jiménez -Prado et al, 2015, Maldonado-Ocampo et al., 2012; Maldonado-Ocampo et al., 2005; Román-Valencia, 2001).

Debido a que su alimentación se basa principalmente en el consumo de macroinvertebrados acuáticos que los capturan en el sustrato, los busca con sus barbillones y las ingieren rápidamente mediante fuerte movimientos de la cabeza y cuerpo (Román-Valencia, 2001).

A pesar de que sus hábitos alimenticios inclinados principalmente a la insectívora, se ha encontrado que en ciertas épocas del año y de acuerdo a la disponibilidad del recurso, cada especie de cierta manera puede modificar levemente su alimentación (Jiménez-Prado et al., 2015), , como se detalla en la Tabla 7.2-127.

El otro gremio presente es de los omnívoros representado con el 9 % (una especie), este corresponde al género *Brycon*, estos peces se alimentan de insectos que caen desde la vegetación de ribera, frutos, semillas, algas, peces, larvas (Jiménez-Prado et al., 2012, Revelo y Laaz, 2010) (Figura 7.2-117).

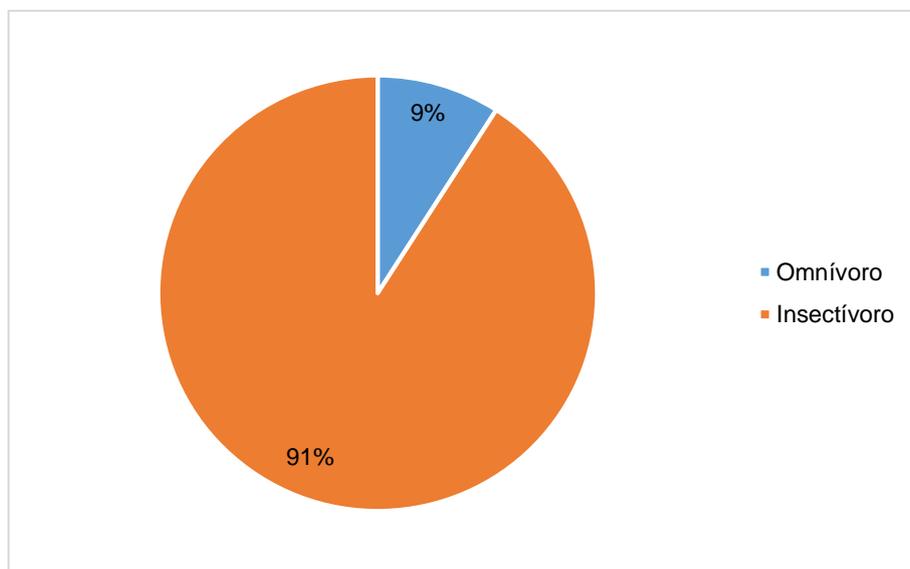


Figura 7.2-117: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Tabla 7.2-127 Nicho trófico de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

ESPECIE	NICHO TRÓFICO
<i>Brycon cf. posadae</i>	Omnívoro: insectos acuáticos, larvas, peces, frutos, semillas, algas
<i>Astroblepus aff. brachycephalus</i>	Insectívoro
<i>Astroblepus aff. chotae</i>	Insectívoro de larvas de Coleoptera, Díptera, Formicidae, Trichoptera, Odonata, Orthoptera), con alternancia de materia vegetal, generalmente semillas
<i>Astroblepus cyclopus</i>	Insectívoro, se alimenta de larvas de Coleoptera, Díptera, Formicidae, Trichoptera, Odonata, Orthoptera). Detritívoro en menor proporción, raspa la mucosidad de piedras inmersas.
<i>Astroblepus aff. eigenmanni</i>	Insectívoro, se alimenta de insectos acuáticos
<i>Astroblepus grixalvii</i>	Insectívoro, sus hábitos alimentarios se basan principalmente en insectos acuáticos que capturan entre las rocas, y material vegetal acumulado en los intersticios (Maldonado-Ocampo et al., 2005).
<i>Astroblepus aff. longifilis</i>	Insectívoro
<i>Astroblepus aff. theresiae</i>	Insectívoro
<i>Astroblepus aff. regani</i>	Insectívoro
<i>Astroblepus sp.2</i>	Insectívoro

ESPECIE	NICHO TRÓFICO
<i>Astroblepus</i> sp.4 ( <i>unifasciatus</i> )	Insectívoro, se alimenta de macroinvertebrados acuáticos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### b. Hábito

El patrón de actividad de las 11 especies registradas, se dividió en hábito diurno y nocturno, en la Figura 7.2-118 se puede apreciar que el 91 % (10 especies) de las especies son nocturnos, principalmente las especies de la familia Astroblepidae, ocasionalmente se las puede observar en horarios crepusculares, sin embargo, su máxima actividad se realiza en horas de la noche, ya que durante el día permanecen fijas al sustrato, ocultas bajo piedras en pequeñas cavernas, troncos y bajo raíces de la vegetación ribereña (Román-Valencia, 2001; Tufiño y Barrantes, 2013).

El otro grupo presente corresponde a los de hábitos diurnos con un 9 % (una especie), en este caso particular, corresponde a la familia Bryconidae, con la única especie registrada, generalmente aprovechan la luz del día para poder capturar su alimento y desplazarse en búsqueda de refugios (Jiménez-Prado et al., 2015).

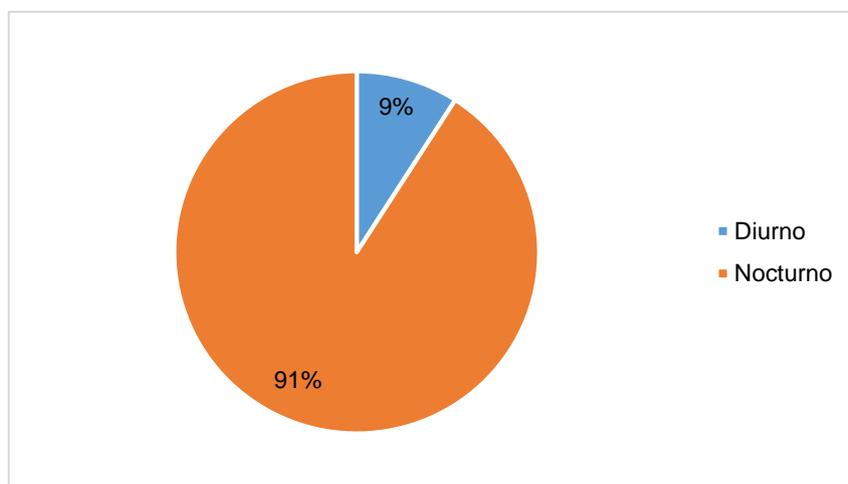


Figura 7.2-118: Hábito de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### c. Distribución vertical

En la Figura 7.2-119, se observa que las especies encontradas tienen una mayor preferencia por permanecer en la zona bentónica con un 91 % (10 especies), estas especies corresponden a la familia Astroblepidae, son consideradas bentónicas, ya que presentan características muy particulares, como la capacidad para aferrarse al sustrato de los cauces, soportando altas corrientes, debido a su ventosa bucal, la presencia de una vejiga natatoria atrofiada, que les otorga densidad corporal para mantenerse en el fondo, además de un desarrollo muscular de la aleta caudal que les permite impulsarse con destreza aguas arriba (Maldonado-Ocampo et al., 2005).

Mientras que el otro grupo corresponde al que se encuentra en la zona media de la columna de agua con el 9 % (una especie), representado por la especie del género *Brycon*, en este caso particular.

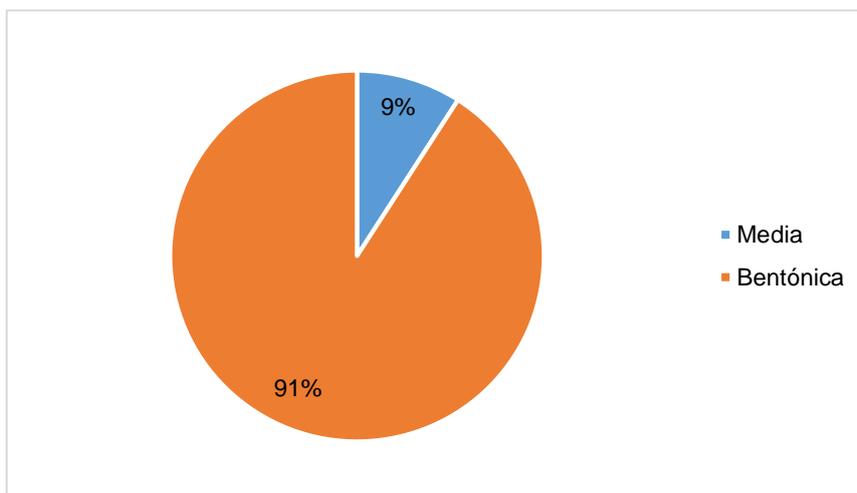


Figura 7.2-119: Distribución vertical de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Estado de Conservación

De acuerdo a la categorización de la Lista Roja de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), cuatro especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC), tres especies en la categoría de No Evaluado (NE), dos en Casi Amenazado (NT), una en Datos Deficientes (DD) y una especie sin categoría. Por otra parte, ninguna de las especies registradas se encuentra en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2019)

Con respecto a la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce del Ecuador (Aguirre et al., 2019) cinco especies se encuentran bajo la categoría de Datos Deficientes (DD), y dos especies catalogadas en Preocupación Menor (LC), las restantes cuatro especies no se encuentran catalogadas bajo ninguna categoría hasta el momento.

En la Tabla 7.2-128 se detalla el estado de conservación de las especies catalogadas en cada una de las listas.

Tabla 7.2-128: Categorías de amenaza de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Lista Roja de Peces Ecuador (2019)	UICN (2020)	CITES (2020)
Bryconidae	<i>Brycon cf. posadae</i>	Sabaleta	LC	NT	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. brachycephalus</i>	Preñadilla	DD	NE	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. chotae</i>	Preñadilla	-	NE	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	Preñadilla	LC	LC	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Lista Roja de Peces Ecuador (2019)	UICN (2020)	CITES (2020)
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>eigenmanni</i>	Preñadilla	-	NE	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	DD	LC	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>longifilis</i>	Preñadilla	DD	LC	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>theresia</i>	Preñadilla	DD	NT	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>regani</i>	Preñadilla	DD	DD	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.2	Preñadilla	-	-	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.4 ( <i>unifasciatus</i> )	Preñadilla	-	LC	-

Significado: UICN: DD= Datos insuficientes, LC: Preocupación menor, NE: No Evaluada, NT: Casi Amenazada.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Especies Indicadoras

Las especies registradas, principalmente las del género *Astroblepus*, son consideradas como indicadores biológicos, ya que, para su presencia y desarrollo, necesitan de buenas condiciones físico-químicas y ambientales, así como de cauces altamente oxigenados con buena calidad de sustrato, sin dejar de lado la presencia de vegetación ribereña abundante. Además, su distribución restringida a zonas altoandinas, les otorga importancia a de endemismo y de conservación (Aguilar-Ibarra, 2005; Jiménez-Prado et al., 2015)

#### f. Especies Endémicas

Las 11 especies registradas en el presente estudio, y de acuerdo a la clasificación en Barriga (2012), estas especies son consideradas endémicas. Sin embargo, en Jiménez-Prado et al. (2015), se las cataloga entre especies nativas y endémicas, como se detalla en la Tabla 7.2-129.

Tabla 7.2-129: Endemismo de las especies registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Barriga (2012)	Jiménez-Prado et al. (2015)
Bryconidae	<i>Brycon</i> cf. <i>posadae</i>	Sabaleta	Endémica	Nativa
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>brachycephalus</i>	Preñadilla	Endémica	Endémica
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>chotae</i>	Preñadilla	Endémica	Nativa
Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	Preñadilla	Endémica	Nativa
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>eigenmanni</i>	Preñadilla	Endémica	Endémica
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	Endémica	Nativa
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>longifilis</i>	Preñadilla	Endémica	Nativa
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>theresia</i>	Preñadilla	Endémica	Endémica

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Barriga (2012)	Jiménez-Prado et al. (2015)
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>regani</i>	Preñadilla	Endémica	Endémica
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.2	Preñadilla	-	-
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.4 ( <i>unifasciatus</i> )	Preñadilla	-	Nativa

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### g. Especies Sensibles

El alto grado de especiación de los representantes del género *Astroblepus*, se debe a la exclusiva distribución geográfica y las condiciones biológicas y ecológicas específicas, que las convierte en especies altamente sensibles (Schaefer, 2011) y se ven afectadas por la paulatina degradación de sus hábitats por impactos antrópicos (Barriga, 2012; Alfaro-Chávez 2010), así como la introducción de especies y la contaminación de fuentes de agua (Jiménez-Prado et al., 2015).

En lo que concierne a la familia Bryconidae, con su especie registrada *Brycon* cf. *posadae*, presentan una sensibilidad media debido a que presenta un mayor desplazamiento a lo largo de la columna de agua, lo que le permite escapar con mayor rapidez en caso del algún impacto, además de sus hábitos alimenticios omnívoros le han permitido a esta especie adaptarse a múltiples condiciones ambientales (Gordon, 1982, citado en Salazar-Amuy, 2017).

En la Tabla 7.2-130, se puede observar a detalle la sensibilidad de cada especie.

Tabla 7.2-130: Sensibilidad de las especies de ictiofauna registradas en Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Sensibilidad
Bryconidae	<i>Brycon</i> cf. <i>posadae</i>	Sabaleta	Media
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>brachycephalus</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>chotae</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>eigenmanni</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>longifilis</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>theresiaae</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> aff. <i>regani</i>	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.2	Preñadilla	Alta
Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.4 ( <i>unifasciatus</i> )	Preñadilla	Alta

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### h. Especies migratorias

En el presente estudio, de acuerdo a la caracterización realizada por Zapata y Usma (2013), ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de estas categorías de migración. Sin embargo, es importante mencionar que todos los peces realizan movimientos periódicos dentro de sus ciclos biológicos de cualquier cuerpo de agua hacia uno cercano, en búsqueda de alimento, territorio seguro, sitios de reproducción, etc., para así completar su desarrollo.

#### i. Áreas Sensibles

Los ecosistemas acuáticos descritos en este estudio, en su totalidad deben ser calificados como áreas de Alta sensibilidad, ya que cualquier impacto de carácter negativo que se produzca en estos, alteraría el flujo de energía estable dentro del sistema, desplazando especies sensibles registradas en cada uno, debido a que las condiciones físico-químicas necesarias para su desarrollo son específicas para éstas (Champutiz, 2013).

Además, el aumento continuo de presión antrópica sin un adecuado control sobre los cuerpos de agua los vuelve más vulnerables, ya que el equilibrio de estos entornos es fácilmente alterable y muchas de sus especies se encuentran amenazadas por estas actividades (Duncan y Lockwood, 2001), lo que provocaría una pérdida de diversidad directa e indirectamente.

#### j. Uso del Recurso

Las especies del género *Astroblepus*, registradas en el área, en la actualidad no presentan ningún uso de consumo, ni comercialización por parte de los pobladores. Sin embargo, se conoce que, en la antigüedad en la provincia de Imbabura algunas culturas le atribuyeron propiedades relacionadas con la fertilidad femenina para aumentar la secreción de leche materna. Se conoce también que los Incas usaron a las preñadillas como monedas de intercambio y era parte del tributo de etnias. En épocas de colonización este pez se tributaba en Cuaresma (Alfaro-Chávez, 2010; Moreano et al., 2005).

En cuanto a *Brycon cf. posadae*, es una especie pescada para consumo familiar y a veces se suele comercializar como fuente de alimento en poblaciones rurales, sin embargo, los efectos en su población son desconocidos (Jiménez-Prado et al., 2015).

### 7.2.9.5 Discusión

Uno de los principales problemas en la integración del conocimiento sobre los recursos naturales es la falta de inventarios completos acerca de la biota. En el caso de los peces, parece ser más acentuado el problema, los trabajos hallados suelen ser antiguos y en la actualidad muchos relegan el estudio de los peces de aguas continentales (Laaz y Torres, 2010), sin darse cuenta que un seguimiento continuo de una población dentro de una zona de estudio, permite conocer cómo se halla la comunidad y el sitio, mediante la obtención cuantificable de aspectos ecológicos, composición, abundancia, diversidad puntual y/o global.

La población íctica de los ríos de la zona de estudio, específicamente de la cuenca Ictiohidrográfica Santiago-Cayapas, se encuentra estrechamente relacionado con la altitud y la temperatura de esta zona, además de la pendiente y la velocidad de la corriente, factores que han determinado adaptaciones morfológicas exclusivas en la

mayoría de las especies (Lowe-McConnell, 1987). Los peces registrados se caracterizan por estar presentes en cuerpos de agua de estribaciones andinas, alrededor de los 500 y 2100 metros de altitud (Rivadeneira et al., 2010), además de que la variación de altitud de estos sitios no influye en cambios de variables físicas y químicas.

Según Barriga (2012), en el piedemonte ecuatoriano es notable un proceso de especiación simpátrica, en donde se origina una nueva especie en una misma región, sin necesidad de un aislamiento geográfico marcado, hallándose especies de los géneros: *Creagrutus*, *Bryconamericus*, *Brycon*, *Trichomycterus*, *Astroblepus* y *Chaetostoma*, además que requieren de un análisis particular, para aclarar el proceso de especiación de cada uno, así como los factores geomorfológicos y climáticos han influido en la evolución de numerosas especies que ahora son consideradas endémicas.

La riqueza íctica en el presente estudio estuvo determinada principalmente por la presencia sobresaliente del orden Siluriformes, aunque tan solo con la familia Astroblepidae, que registró 10 especies, siendo la mayor aportadora dentro del ensamblaje. Este suceso revela que los cuerpos de agua se encuentran en buenas condiciones, pues las diferentes especies de preñadillas (*Astroblepus* spp.) son de gran sensibilidad, además de ser consideradas bioindicadores, debido a que requieren de aguas limpias y altamente oxigenadas para su desarrollo (Andrade-López, 2019; Briñez-Vásquez, 2004), requisitos aportados principalmente por ríos de alta montaña, estribaciones de cordillera. Por otro lado, también se evidenció la presencia de un representante de la familia Bryconidae, un tanto más tolerable y que su riqueza se ve algo restringida debido a las características particulares del tipo de ecosistemas predominantes en la zona.

La notable presencia de *Astroblepus*, como especies torrentícolas, se deben principalmente a sus adaptaciones morfológicas como ventosas bucales que les permite adherirse a las rocas y remontar los cauces (Andrade-López, 2019). La predominancia de este tipo de peces se debe a que los cuerpos de agua del área de estudio se caracterizan por poseer un flujo rápido con varios desniveles que forman quebradas pronunciadas de agua bien oxigenada y escasos sólidos en suspensión (Maldonado-Ocampo et al., 2005).

Es imperioso mencionar que el género *Astroblepus* presenta una diversificación algo particular, por lo que la determinación taxonómica de las especies que contiene este grupo conlleva grandes dificultades, debido a la variabilidad de criterios que poseen los especialistas en establecer características propias de cada especie para poderlas diferenciar con las demás (Tufiño & Barrantes, 2013).

La presencia de varios nichos tróficos es una particularidad frecuente de los ecosistemas acuáticos de los trópicos, sin embargo, una mayor proporción de las especies con hábitos especialistas es un indicador de un medio estable, debido a que, en los trópicos, la diversidad es mayor cuando la amplitud del nicho es menor (Granado, 2002; Krebs, 1989). Esto se da principalmente por la disponibilidad de alimento y la alta competitividad intra e interespecífica. En el presente estudio se determinó dos nichos tróficos, Insectívoros y Omnívoros. Karr (1981), establece que un área de estudio presenta una integridad biótica aceptable cuando el gremio de los Omnívoros se exhibe bajo el 20% del total, pues si supera el 45%, el sitio se encuentra degradado. En este caso, el gremio Omnívoros presentó un porcentaje bajo (9 %), lo que resulta que el ecosistema se encuentra en buenas condiciones. Por otro lado, siendo las especies del género *Astroblepus* insectívoras, cumplen un papel muy importante en el ecosistema

acuático, poseen la capacidad de controlar la población de algunos insectos acuáticos, ya que su alimentación se compone principalmente de larvas de odonatos, tricópteros, plecópteros, efemerópteros, dípteros, entre otros (Maldonado-Ocampo et al., 2005). (Ortega-Lara, 2004).

Los resultados obtenidos tanto de diversidad, así como los de similitud, para este tipo de ambientes, no solo se encuentran en base al estado de conservación del lugar, sino que también se encuentra relacionados con las características hidromorfológicas y ambientales de los ríos, principalmente con el rango altitudinal, esto se vería corroborado con lo expuesto por Maldonado-Ocampo y colaboradores (2005), que determinan que a mayor altitud la diversidad disminuye.

Existen varios factores importantes que influye para el registro de especies así como para su abundancia, y estos son al esfuerzo de muestreo, morfología de los cauces, accesibilidad a todos los microhábitats del cauce, estaciones climáticas, épocas biológicas y ecológicas de cada especie, y por supuesto los impactos a los que se encuentran sometidos los cuerpos de agua del área, y estos podrían ser el caso de los cuerpos de agua donde hubo registros escasos de especies, como los puntos: IcT\_P04 (Río Golondrinas/Río Goaltal), IcT\_P08 (Río Gualchán), IcT\_P09 (Quebrada de Oro).

Un continuo análisis de la diversidad se vuelve imprescindible debido a la creciente transformación de los ecosistemas naturales, haciendo necesario contar con información de la diversidad de las poblaciones para mantener un control continuo de efectos de los impactos en el ambiente, lo que promueve la aplicación de estrategias de protección y de estos ecosistemas naturales (Ecologistas en acción, 2006). Por lo que se recomienda obligatoriamente monitoreos de puntos críticos como aquellos que albergan especies altamente sensibles.

Es esencial la conservación de estos ambientes lóticos altoandinos de la zona norte del Ecuador, ya que podría existir un desplazamiento de estas especies debido a cambios sus hábitats, pues al demandar aguas con alto grado de oxígeno, una disminución gradual de este elemento podría influenciar directamente sobre las especies (Ortega-Lara, 2004) (Ortega-Lara & Usma, 2001). He ahí la importancia de mantener un control sobre impactos futuros que alteren estos ecosistemas (Jiménez-Prado et al., 2015).

#### 7.2.9.6 Conclusiones

- La riqueza registrada en los cuerpos de agua del área de Tres Cerrillos y La Primavera, constituyen a especies adaptadas a ecosistemas de características particulares, presentes principalmente en ríos altoandinos o de estribaciones que debido a su hidromorfología limita la presencia de gran diversidad de especies.
- Las especies más sobresalientes corresponden al género *Astroblepus*, especies con adaptaciones morfológicas muy particulares que les permiten desarrollarse perfectamente en este tipo de ecosistemas, además presentan hábitos ecológicamente similares entre ellas.
- La taxonomía de muchas de las especies que conforman este grupo, aún sigue en discusión ya que la gran variabilidad morfológica en algunas de las especies y el alto grado de especiación les otorga un significativo grado de endemismo, y

esto hace que se presenten complicaciones al momento de la identificación de estos ejemplares.

- La composición de los gremios tróficos denotaría un buen estado de los cuerpos de agua evaluados. En este caso los grupos sobresalientes fueron los insectívoros seguido de los omnívoros; pero se debe considerar que la dieta de los peces varía durante su vida, debido a cambios morfológicos, condiciones ambientales – climáticas y a la disposición del recurso, lo que demuestra una plasticidad trófica de este grupo.
- La cantidad de individuos reportados en cada uno de los cuerpos de agua, se debe principalmente a las dimensiones de los mismos, el esfuerzo de muestreo empleado para cada uno de éstos, las condiciones climáticas en el momento del muestreo, así como el grado de perturbación al que se encuentren sometidos.
- Los impactos antropogénicos juegan un papel crucial en la modificación y regulación de los ecosistemas, debido a que cualquier cambio en el ciclo hidrológico afectaría directa o indirectamente los elementos bióticos del ecosistema, influyendo en la estructura y composición de la comunidad íctica, disminuyendo su diversidad biológica.

#### 7.2.9.7 Recomendaciones

- Generar información de forma continua (monitoreo), para conocer mejor la dinámica ecológica de estos ecosistemas y contar con la información necesaria para definir planes de conservación de la biota acuática.
- Establecer monitoreos semestrales o en diferentes épocas climáticas para conocer de manera más acertada la diversidad íctica presente en los diferentes cuerpos de agua del área de Tres Cerrillos y de La Primavera.
- Mantener un monitoreo de todas las especies, en especial de las frecuentes *Astroblepus cyclopus*, *Astroblepus aff. chotae* y *Astroblepus sp.4 (unifasciatus)*, para controlar posibles variaciones en sus poblaciones.
- Involucrar activamente a los pobladores aledaños en sistemas de educación ambiental, procesos de monitoreo y control de calidad de agua, para contrarrestar los impactos por la deforestación de la vegetación de ribera y contaminación doméstica hacia los ríos.

#### 7.2.10 Macroinvertebrados Acuáticos

##### 7.2.10.1 Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos comprenden una gran parte de la diversidad acuática, por lo que, con frecuencia son el principal componente animal de los ecosistemas lóticos, teniendo un papel importante en la red trófica (Palma, 2007) de los sistemas dulceacuícolas controlando la cantidad y distribución de sus presas, constituyendo una fuente alimenticia para consumidores primarios (terrestres y

acuáticos), promoviendo la descomposición de detritos, y contribuyendo al reciclaje de nutrientes (Palma, 2007; Nieves et al., 2010; Guinard, et al., 2013; Ramírez et al., 2018).

Dentro de los organismos acuáticos, los macroinvertebrados son uno de los grupos más utilizados en estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicadores biológicos de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas (Rosenberg y Resh, 1993), debido a sus amplias respuestas a los impactos antrópicos, basados en sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento (Domínguez y Fernández, 2009; Shimano et al., 2011; Helson y Williams 2013, Enríquez Espinosa et al., 2020).

Por otra parte, los macroinvertebrados acuáticos conforman una de las comunidades bióticas que se caracteriza por la sensibilidad a los cambios en su ambiente, e incluye diversos grupos como moluscos, lombrices, sanguijuelas, platelmintos, crustáceos, ácaros y fundamentalmente los estados juveniles de varios órdenes de insectos (Reece & Richardson, 2000; Callisto et al., 2001; Ramírez et al., 2018).

Con base en lo mencionado, los macroinvertebrados acuáticos reflejan la calidad ecológica de los ecosistemas hídricos, por lo que, en el presente estudio realizado en el área de influencia del Proyecto Minero Tres Cerrillos, la caracterización de las comunidades de este componente permitió obtener una visión general de la biología (composición, estructura), ecología (diversidad) y del estado de conservación de los cuerpos dulceacuícolas y de sus poblaciones acuáticas.

### **7.2.10.2 Área de estudio**

El levantamiento de información biótica se realizó en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos, conformado por las concesiones Tres Cerrillos y La Primavera; el proyecto está localizado en los cantones Espejo y Mira, ubicados en la provincia del Carchi.

El proyecto minero se encuentra dentro de la zona ictiohidrográfica Santiago-Cayapas (SC), e incluye las cuencas de los ríos: Mira, Mataje, Santiago y Cayapas, con sus respectivas subcuencas y microcuencas (Barriga, 2012).

Los ríos de esta zona nacen en las estribaciones de la Cordillera de los Andes. Así, en el área existen varias cascadas y quebradas que desembocan en la cuenca del río Mira, que se origina de la unión de los ríos Chota y el Río Lita ubicados en la provincia de Imbabura (Barriga, 2012; PDOT Carchi, 2019).

### **7.2.10.3 Criterios Metodológicos**

Los métodos y análisis realizados para la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos, se basa en la revisión de la siguiente literatura: Magurran (1988), Moreno (2001), Roldán (2003), Villarreal et al. (2004), Domínguez et al. (2006), Domínguez y Fernández (2009) y Hamada et al. (2014; 2018).

#### **7.2.10.3.1 Fase de Campo**

La fase de campo se realizó del 1 al 5 de febrero de 2021, donde se evaluaron 10 ecosistemas acuáticos con la finalidad de caracterizar a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos presentes en el área de influencia del Proyecto Minero Tres Cerrillos.

La metodología aplicada para la recolección de los macroinvertebrados acuáticos fue la siguiente:

a. Red Surber

La red Surber posee un marco metálico y permite obtener muestras cuantitativas (Roldán, 1988), la red empleada fue de 900 cm (30 cm de alto x 30 cm de ancho x 30 cm de largo) (Carrera y Fierro, 2001). Para el muestreo, la red Surber se colocó sobre la corriente, y con las manos se removió el material del fondo, quedando así atrapadas las larvas en la red; esta operación fue replicada dentro del cauce del cuerpo de agua, obteniendo una muestra representativa de cada sitio evaluado.

b. D-net

Las redes en forma de D, son muy utilizadas y consisten en una estructura de hierro o aluminio sobre la cual se cose una tela resistente acoplada a un cabo (Roldán, 2003, Hamada et al., 2014). Para la recolección se realiza un barrido del sustrato en sentido contra corriente obteniendo una muestra representativa de cada sitio evaluado.

c. Colecta manual

La metodología anterior se complementa con un método cualitativo, que se basa en la colección manual en piedras y hojarasca, que se hallan tanto en el fondo como en la superficie, y a las orillas de los ríos/esteros (Carrera y Fierro, 2001).

Una vez aplicados los métodos de colecta, los individuos capturados fueron preservados en tubos Falco con tapa rosca; los especímenes de tamaño grande fueron guardados en fundas ziploc con alcohol al 75%, para su posterior determinación taxonómica usando un estereoscopio y confirmando su identificación usando bibliografía actualizada y especializada en este grupo (Roldán 2003; Domínguez y Fernández 2009 y Hamada et al. 2014, 2019). Las muestras recolectadas fueron entregadas en el Museo de Ciencias naturales “Gustavo Orcés” de la Escuela Politécnica Nacional de acuerdo a lo establecido en el permiso de investigación y la legislación ambiental vigente.

d. Sitios de Muestreo

Los puntos de muestreo de fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos) fueron establecidos en los mismos cuerpos hídricos donde se evalúa la calidad de agua del área de influencia del proyecto.

Para la caracterización de la entomofauna acuática, se evaluaron un total de 10 ecosistemas hídricos (puntos de muestreo), de los cuales, cuatro se localizan en la concesión minera Tres Cerrillos, siendo los siguientes: MiT-P05 (Río Chorro Blanco), MiT-P06 (Río sin nombre), MiT-P09 (Quebrada de Oro) y MiT-P10 (Quebrada sin nombre). Los otros puntos (6) restantes se ubicaron en el área de la concesión minera La Primavera, los cuales son: MiT-P01 (Quebrada El Carmen), MiT-P02 (Río Primavera), MiT-P03 (Río Blanco), MiT-P04 (Río Golondrinas/Río Goaltal), MiT-P07 (Río Tablas) y MiT-P08 (Río Gualchán).

En la Tabla 7.2-131, se detallan las coordenadas y descripción de los cuerpos de agua (ver Anexo E “Cartografía”, 23.7 Mapa de Muestreo de Macroinvertebrados).

Tabla 7.2-131 Sitios de muestreo del componente Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	msnm		
Quebrada El Carmen	MiT_P01	810191	90444	1548	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 5 a 10 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.60 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con poca hojarasca y algas. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido, pastizal, cultivos.
Río Primavera	MiT_P02	809631	86076	1444	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.80 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante pastizal y cultivos.
Río Blanco	MiT_P03	813875	87755	1178	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0.40 a 0.90 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada de vegetación ribereña, cobertura vegetal escasa, vegetación circundante bosque intervenido y cultivos.
Río Golondrinas/Río Goaltal	MiT_P04	817651	89960	1424	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 12 a 15 m de ancho y profundidad de 0.50 a 1 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación ribereña, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque secundario.
Río Chorro Blanco	MiT_P05	815865	89279	1325	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 2 a 6 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.50 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso con hojarasca. Poca vegetación de ribera, sin cobertura vegetal, vegetación

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	msnm		
						circundante rastrojo y cultivos.
Río sin nombre	MiT_P06	809631	86076	1078	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.80 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante pastizal y cultivos.
Río Tablas	MiT_P07	817830	88980	1477	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 15 a 18 m de ancho y profundidad de 0.40 a 1 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido y rastrojo.
Río Gualchán	MiT_P08	810191	90444	1486	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 5 a 10 m de ancho y profundidad de 0.20 a 0.60 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con poca hojarasca y algas. Abundante vegetación de ribera, poca cobertura vegetal, vegetación circundante bosque intervenido, pastizal, cultivos.
Quebrada de Oro	MiT_P09	810348	89582	1378	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 6 a 8 m de ancho y profundidad de 0.10 a 0.40 m, aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Abundante vegetación de ribera, cobertura vegetal moderada, vegetación circundante bosque secundario, pastizal, cultivos.
Quebrada sin nombre	MiT_P010	808096	85037	990	Cuantitativa Red Surber, D-net, captura manual	Cuerpo de agua de 15 m de ancho y profundidad de 0.20 a 1.50 m, aguas semiturbias, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso con hojarasca. Presencia moderada de vegetación ribereña, escasa cobertura

CUERPO DE AGUA	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 Zona 17 Norte		ALTITUD	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	msnm		
						vegetal, vegetación circundante bosque intervenido, pastizal, cultivos.

Código: MiT: Macroinvertebrados acuáticos Tres Cerrillos: P: Punto.  
 Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### e. Esfuerzo de Muestreo

En los puntos de muestreo se realizó un análisis de las características físicas relevantes de cada cuerpo de agua: como amplitud, profundidad, sustrato, corriente y vegetación ribereña. Dependiendo de las características de cada ecosistema se aplicó cada técnica de muestreo, con la finalidad de cubrir todos los micro-hábitats presentes en el área de estudio.

La Tabla 7.2-132 presenta el detalle de las metodologías aplicadas y esfuerzo de muestreo para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 7.2-132 Esfuerzo de muestreo – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Código	Metodología	Tipo de Registro	Horas x Día	Horas total
MiT-P01	Muestreo Cuantitativo - Red Surber - D-net - captura manual	Colecta	1 hora/día	1
MiT-P02		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P03		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P04		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P05		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P06		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P07		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P08		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P09		Colecta	1 hora/día	1
MiT-P10		Colecta	1 hora/día	1
<b>Total</b>				<b>10 horas</b>

Código: MiT: Macroinvertebrados acuáticos Tres Cerrillos: P: Punto.  
 Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.10.3.2 Fase de Gabinete

El análisis de datos se realizó luego de la identificación de especímenes y sistematización de datos. Los datos organizados se usaron para calcular la riqueza, abundancia, diversidad y aspectos ecológicos de los macroinvertebrados acuáticos.

A continuación, se detallan los análisis empleados para la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos.

a. Riqueza

Para obtener la riqueza (número de familias, géneros o especies), se calculó el número determinado de especies registradas (Moreno, 2001; Villareal, 2004) dentro de cada ecosistema acuático evaluado.

b. Abundancia

Para obtener la abundancia, se hizo un conteo del total de individuos identificados por género/morfoespecie determinado(a), dentro de cada muestra analizada (Moreno, 2001).

c. Abundancia Relativa

La abundancia relativa, frecuencia o Pi (porción de individuos de una especie en relación a la abundancia) sirve para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia de identificación en un área determinada (Magurran, 1988).

Para este análisis se usó la escala de clasificación de Araujo (2005), la cual divide a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos y dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante (Araujo, 2005).

d. Curva Dominancia/Diversidad

Con los datos de abundancia relativa o Pi (porción de individuos de una especie en relación a la abundancia) se realizaron las curvas de dominancia/diversidad para conocer cual especie es la dominante o más representativa dentro de cada punto de muestreo valorado.

e. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma cómo las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos.

Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que se tiene un buen muestreo (Colwell et al., 2005; 2013).

f. Índice de Chao 1

Es un estimador del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en la muestra. S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons) (Moreno, 2001).

$$\text{Chao 1} = S + (a^2/2b)$$

g. Diversidad

La medición de la diversidad está marcada por proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse en base a índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad propiamente dichos (Magurran, 1988).

- Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tomando en cuenta la Equitatividad ( $E$ ) y características intrínsecas de cada sitio durante el período de muestreo. Este índice se obtiene aplicando la fórmula:

$$\text{Shannon Wiener } H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

- $H'$  = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad
- $\sum$  = sumatoria
- $p_i$  = proporción de la muestra ( $n_i/n$ )
- $\ln$  = logaritmo natural

El Índice de Shannon-Wiener fue clasificado de acuerdo a las sugerencias de Magurran (1988), en las siguientes categorías:

Inferiores a 1,5 → diversidad baja; entre 1,6 y 3,4 → diversidad media; iguales o superiores a 3,5 → diversidad alta.

- Índice de Diversidad de Simpson

Este índice toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Representa la probabilidad de que dos individuos dentro de un hábitat, seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie. Se calculó mediante la fórmula:

$$D = \sum P_i^2$$

En donde  $P_i$  es la relación entre el número de individuos por especie y el número de individuos total.

El valor de  $D$  crece cuando la diversidad disminuye, al aplicar  $1-D$  se obtiene la medida de la diversidad, siendo 1 el valor máximo (Colwell, 2013).

h. Índice de Similitud de Jaccard

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). Estos índices pueden obtenerse en base de datos cualitativos o cuantitativos, directamente, o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Penev, 1995) (Moreno, 2001).

El intervalo de valores para estos índices va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Para calcular este índice se utiliza la siguiente fórmula:

$$I J = c/a+b-c$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A  
b = número de especies presentes en el sitio B  
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

i. Índices Ecológicos

• Índice BMWP/Col

Se aplicó el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party/Col) adaptado para Colombia por Roldan (Roldan, 1988), que designa valores especiales a las familias de especies con cierta sensibilidad ambiental, dando el mayor puntaje a las especies indicadoras de aguas limpias (10) y el mínimo valor a las especies características de sitios con máximo estado de contaminación.

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Las razones para ello fueron básicamente económicas y por el tiempo que se requiere invertir. Luego fue adaptado y modificado para las características de los ecosistemas acuáticos para Colombia por Roldán (1988). Se utiliza el índice BMWP/col debido a que es un método que solo requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje, como se mencionó con anterioridad, va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica.

El valor del índice se obtiene al sumar los puntajes de las familias registradas con valores predeterminados, obtenidos en el muestreo (Tabla 7.2-133).

Tabla 7.2-133 Valores de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atriplectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae.	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae - Polymitarcyidae – Xiphocentronidae.	9
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelpusidae - Saldidae – Simuliidae – Veliidae.	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae - Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae - Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohiphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae.	7
Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae - Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae.	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae - Pylalidae – Tabanidae – Thiaridae.	5

Familias	Puntaje
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Noteridae.	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae.	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Una vez obtenidos los valores del estudio, se aplica el índice BMWP/Col, donde a cada familia se le otorga un valor, se suman los valores, y este resultado permite conocer el grado de contaminación de las aguas de la muestra analizada. El análisis se basa en los siguientes criterios para valorar el hábitat, de acuerdo al valor del índice BMWP/Col. obtenido (Roldán, 2003):

Tabla 7.2-134 Clasificación de Calidad de Agua, Valores de BMWP y Significado

Clase	Calidad	BMWP/COL	Significado
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Roldán, 2003. Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

Para determinar la sensibilidad del agua se emplea la siguiente escala establecida en base al análisis del BMWP/Col:

Tabla 7.2-135 Escala de Sensibilidad de los Cuerpos de Agua

BMWP/Col	Sensibilidad
101 - 150	Alta
36 - 100	Media
≤15 - 35	Baja

Fuente: Roldán, 2003.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice EPT

Este análisis se hace mediante la suma de las familias de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad de agua, ya que son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera (moscas de mayo), Plecoptera (moscas de piedra) y Trichoptera (frigáneas) (Carrera y Fierro, 2001). La fórmula de cálculo del índice es la siguiente:

$$\text{Índice EPT (\%)} = \# \text{ Ephemeroptera} + \# \text{ Plecoptera} + \# \text{ Trichoptera} / N$$

Dónde: N= número total de individuos de la muestra.

Tabla 7.2-136 Índice EPT, valores e interpretación

Porcentaje del Índice EPT	Calidad del Agua
75% - 100%	Muy Buena
50% - 74%	Buena
25% - 49%	Regular
0% - 24%	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### 7.2.10.3 Aspectos Ecológicos

En general, los aspectos ecológicos para macroinvertebrados acuáticos, así como la taxonomía, fueron revisados y establecidos en base a las siguientes fuentes bibliográficas: Roldán, 2003; Carrera y Fierro, 2001; Domínguez y Fernández, 2009, Hamada et al., 2014; 2018. Dentro del área de estudio se evaluaron los gremios tróficos, especies de interés, especies indicadoras, sensibilidad y cuerpos de agua sensibles.

El estado de conservación de las especies de macroinvertebrados acuáticos del presente estudio se verificó de acuerdo al Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), y la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020).

Para la determinación de las especies indicadoras se realizó una clasificación de las mismas de acuerdo con los puntajes (sensibilidad de las familias), clases de agua (calidad de agua) y sensibilidad de los cuerpos de agua con base en los valores obtenidos del índice BMWP/Col (Roldán, 2003), definiendo una clasificación de los tipos de bioindicadores en relación a su presencia en los cuerpos de agua de acuerdo con el nivel de afectación ecológico que presentan. Las categorías son las siguientes:

Tabla 7.2-137 Categorías de Bioindicadores en relación al estado de conservación del hábitat

Puntajes del BMWP	Sensibilidad de las Especies	Calidad	Estado de conservación del cuerpo de agua
8-10	Alta	Buena - Aceptable	Conservado
4-7	Media	Aceptable - Dudosa	Medianamente intervenido
1-3	Baja	Crítica – Muy crítica	Alterado

Fuente: Roldán (2003); Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### j. Uso del Recurso

Se refiere al uso que la comunidad le da al grupo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio y que es importante como información complementaria de este grupo.

## 7.2.10.4 Resultados

### 7.2.10.4.1 Inventario General

Se evaluaron 10 cuerpos de agua (Tabla 7.2-131) dentro del área del Proyecto Minero Tres Cerrillos (concesiones mineras Tres Cerrillos y La Primavera), dentro de los cuales se realizó el levantamiento de información y recolección de especímenes para describir a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos presentes dentro de cada uno de los ecosistemas muestreados.

De manera general los cuerpos hídricos localizados en el área de influencia del proyecto presentan agua clara, sustrato pedregoso y una corriente fuerte, atributos característicos de ríos de montaña.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos como parte del levantamiento de información base de este componente.

#### a. Riqueza y Abundancia Absoluta

En general, en los 10 ecosistemas hídricos analizados dentro del área de influencia del Proyecto Minero Tres Cerrillos, se registraron cinco clases, 13 órdenes, 31 familias, 38 morfoespecies y 746 individuos de macroinvertebrados acuáticos (Figura 7.2-120).

La riqueza más alta de morfoespecies ( $n=20$ ) se presentó en dos puntos: MiT-P07 y MiT-P10. Los órdenes más representativos fueron: Coleoptera ( $n=159$ ), Plecoptera ( $n=137$ ) y Trichoptera ( $n=128$ ), al igual que sus familias, dentro de las cuales se destacan (en el mismo orden) la familia Elmidae, Perlidae e Hydropsychidae.

Las morfoespecies más conspicuas también forman parte de los tres órdenes, siendo las siguientes: *Microcylloepus* sp. (escarabajo), *Anacroneuria* sp. (mosca de la piedra) y *Leptonema* sp. (frigánea). Las morfoespecies de estos tres órdenes (Coleoptera, Plecoptera y Trichoptera) fueron registradas en todos los puntos de muestreo.

Por otro lado, en cuanto a la abundancia, el punto de muestreo más representativo fue MiT-P10 ( $n=20$ ) con 165 individuos, seguido del punto de muestreo MiT-P01 ( $n=15$ ) con 130 individuos, del punto MiT-P03 ( $n=14$ ) con 96 registros, el punto MiT-P07 ( $n=20$ ) con 89 individuos, el punto MiT-P09 ( $n=16$ ) con 77 individuos, el punto MiT-P05 ( $n=13$ ) con 52 individuos, los puntos MiT-P06 ( $n=13$ ) y MiT-P08 ( $n=13$ ) con 41 individuos, el punto MiT-P04 ( $n=14$ ) con 32 individuos, y, finalmente, el punto MiT-P02 ( $n=10$ ) con 23 individuos, siendo el punto menos abundante dentro de la muestra (Figura 7.2-121).



Figura 7.2-120 Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

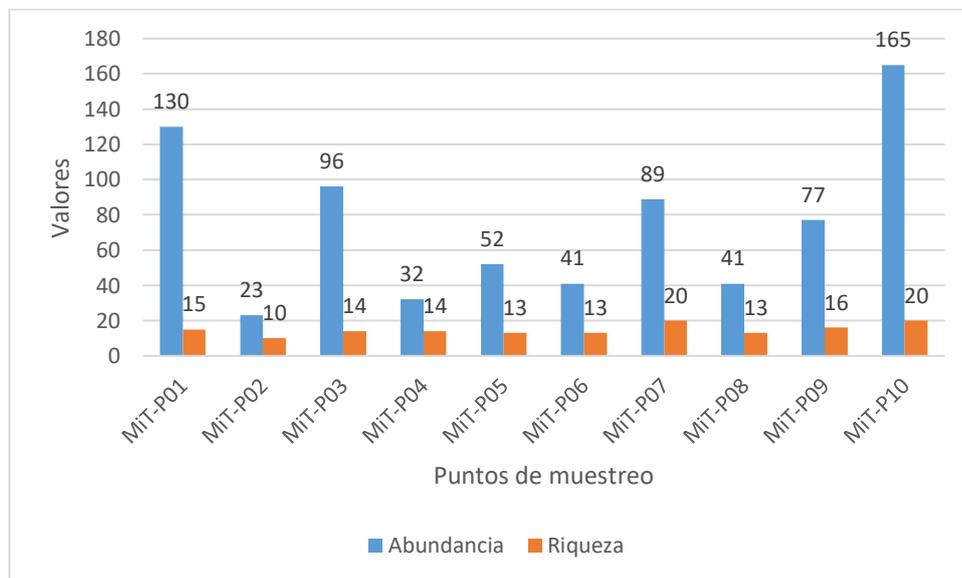


Figura 7.2-121 Riqueza y Abundancia por Punto de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

De los órdenes registrados, el más representativo fue Coleoptera (escarabajos) con 159 registros, seguido del orden Plecoptera (moscas de la piedra) con 137 registros, luego está el orden Trichoptera (frigáneas) con 128 registros, después se encontró al orden Ephemeroptera (efímeras) con 106 registros, el orden Hemiptera (chinchas) con 102 registros, el orden Diptera (moscas) con 52 registros. El resto de órdenes presentaron valores menores a los 31 registros (Figura 7.2-122).

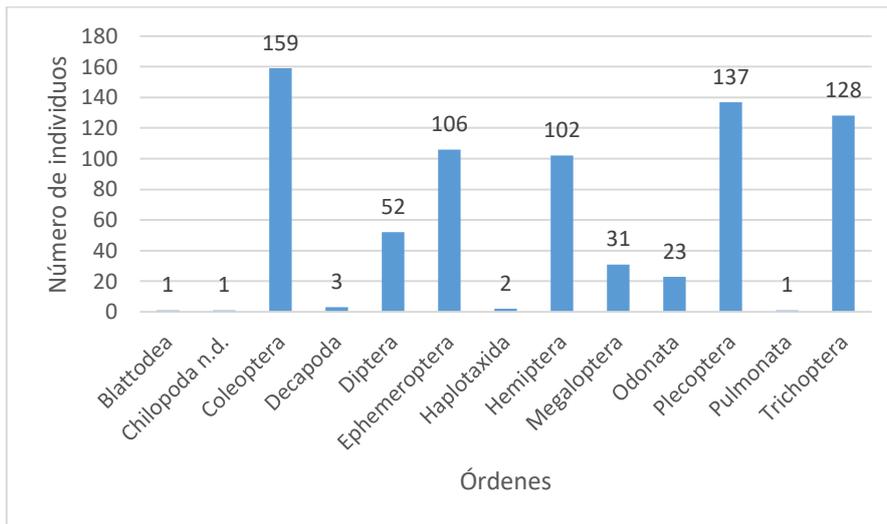


Figura 7.2-122 Abundancia por Orden de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En los cuerpos de agua evaluados, la familia más conspicua fue Perlidae con 137 individuos, valor que presenta una diferencia marcada con el resto de familias, que presentan menos de 100 individuos registrados. Otras familias importantes fueron Elmidae con 92 individuos, Hydropsychidae con 85 individuos, Ptilodactylidae con 62 individuos, Naucoridae con 51 individuos, Leptohyphidae con 35 individuos, Corydalidae con 31 individuos, Calamoceratidae con 28 individuos, Leptophlebiidae con 20 individuos, Baetidae con 17 individuos, entre las principales (Figura 7.2-123).

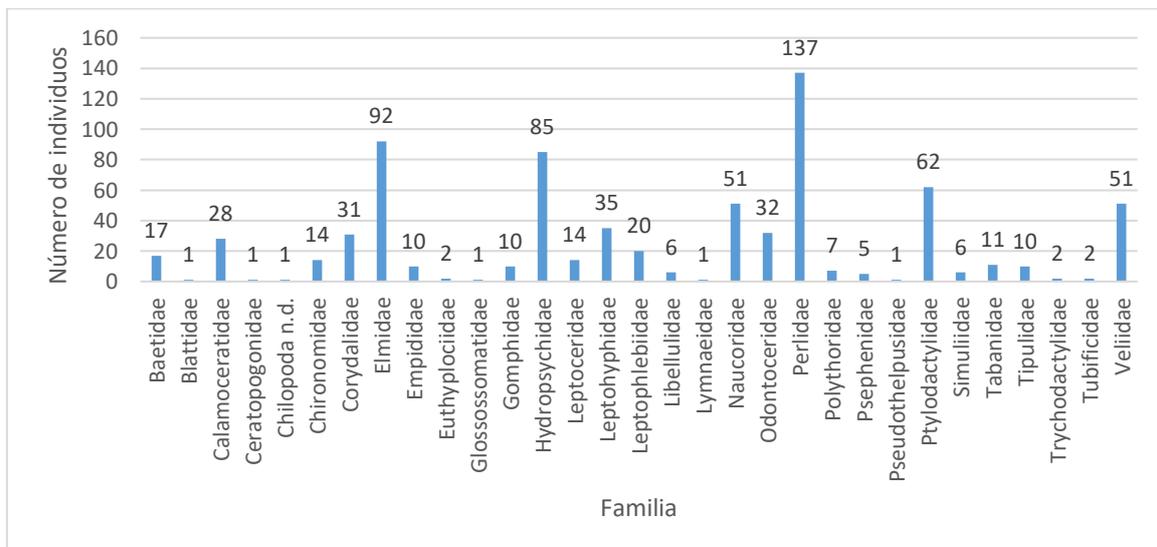


Figura 7.2-123 Riqueza y Abundancia por Punto de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

La Tabla 7.2-138 presenta el listado de especies registradas en el área de estudio.

Tabla 7.2-138 Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del Proyecto Minero Tres Cerrillos

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P01	MiT-P02	MiT-P03	MiT-P04	MiT-P05	MiT-P06	MiT-P07	MiT-P08	MiT-P09	MiT-P10
Chilopoda	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Insecta	Blattodea	Blattidae	<i>Blatta</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	37	2	15	4	0	4	9	4	0	6
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	2	0	0	4
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	4	0	4	0	0	7	2	0	9	36
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	9	0	0	0	0	4	1	0	0	0
Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	1	0	0	5	3	1	0	0	0	0
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Insecta	Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	4	1	1	4
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	0	0	1	1	3	0	0	0	2	3
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i> sp.	1	0	0	0	3	0	0	0	6	0
Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	17	0	7	0	0	4	5	1	0	1
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	2	0	7	0	7	0	1	1	2	0
Insecta	Ephemeroptera	Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	0	0	0	2	0	3	1	0	0	26

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P01	MiT-P02	MiT-P03	MiT-P04	MiT-P05	MiT-P06	MiT-P07	MiT-P08	MiT-P09	MiT-P10
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	0	2	1	0	0	0	3	0	2	27
Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	0	4	1	0	3	0	0	3	1	4
Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	0	0	0	1	13	2	25	0	0	10
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	8	4	5	1	2	0	5	3	1	2
Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	1	1	6
Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0
Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	0	0	0	0	1	2	0	0	1	3
Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	27	6	40	1	10	5	13	11	12	12
Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	3	0	0	2	1	1	7	3	3	8
Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	0	0	9	8	3	5	3	7	32	4
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	1	0	0	0	0	2	2	3	0	5
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae n.d.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Malacostraca	Decapoda	Trichodactylidae	<i>Sylviocarcinus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Oligochaeta	Haplotaenida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Total</b>				<b>130</b>	<b>23</b>	<b>96</b>	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>41</b>	<b>89</b>	<b>41</b>	<b>77</b>	<b>165</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Abundancia Relativa

En la Figura 7.2-124 se observa los valores de abundancia relativa de las morfoespecies de macroinvertebrados registradas en los cuerpos hídricos del área de estudio. La categoría Abundante fue la más representativa con el 40% (n=15), seguida por las especies de categoría Rara con el 29% (n=11), luego las especies Comunes con el 18% (n=7) y finalmente las especies Dominantes con el 13% (n=5).

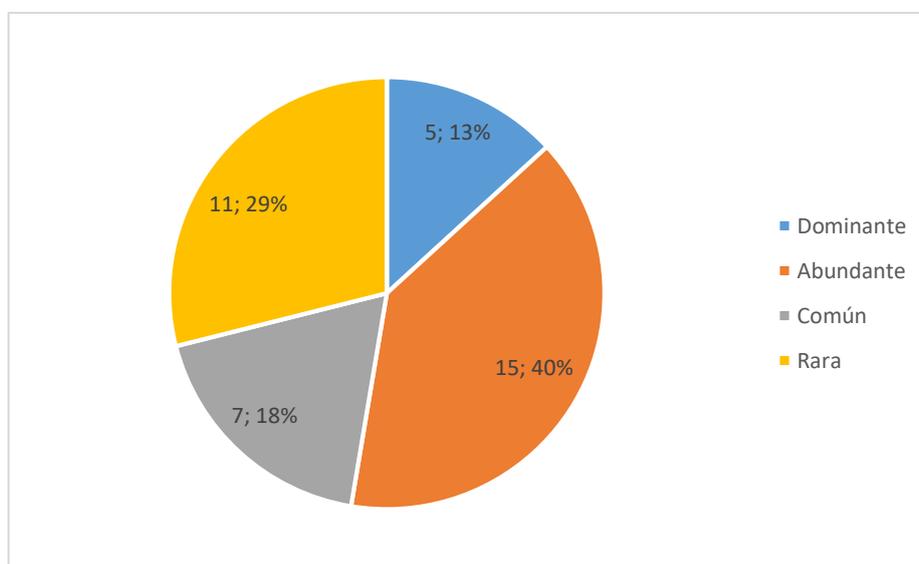


Figura 7.2-124 Abundancia relativa de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

De acuerdo a Araujo (2005), incluido en el ítem 7.2.10.3. Criterios metodológicos del presente estudio, fue realizada la clasificación de las especies en cuanto a su abundancia relativa. Existen 15 morfoespecies Abundantes, 11 Raras, siete Comunes y 5 Dominantes. A continuación se muestran las especies y su abundancia relativa (Tabla 7.2-139).

Tabla 7.2-139 Abundancia relativa de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del proyecto

ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	ABUNDANCIA TOTAL
Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Rara	1
Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	Rara	1
Blattodea	Blattidae	<i>Blatta</i> sp.	Rara	1
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	Común	4
Coleoptera	Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.	Dominante	81
Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus</i> sp.	Común	7
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	Común	5
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	Dominante	62
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i> sp.	Rara	1
Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	Abundante	14
Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	Abundante	10

ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	ABUNDANCIA TOTAL
Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Común	6
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	Abundante	11
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Abundante	10
Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	Común	6
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Rara	1
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i> sp.	Abundante	10
Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> sp.	Rara	2
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	Abundante	35
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Abundante	20
Ephemeroptera	Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	Abundante	32
Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	Abundante	35
Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Abundante	16
Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Dominante	51
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Abundante	31
Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	Abundante	10
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Común	6
Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Común	7
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	Dominante	137
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Abundante	28
Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	Rara	1
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	Dominante	71
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Abundante	14
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	Abundante	13
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	Rara	1
Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae n.d.	Rara	1
Decapoda	Trichodactylidae	<i>Sylviocarcinus</i> sp.	Rara	2
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	Rara	2
<b>Total individuos</b>				<b>746</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

### c. Curva de Dominancia-diversidad

En la Figura 7.2-125 se observa los valores de dominancia (frecuencia o  $P_i$ ) de cada especie registrada en ecosistemas acuáticos valorados. La especie con una mayor proporción de individuos corresponde a *Anacroneuria* sp. con  $P_i=93,8$  es decir con 137 individuos, le sigue *Microcyloepus* sp. con  $P_i= 55,5$  (81 individuos); a continuación, está la especie *Leptonema* sp. con  $P_i=48,6$  (71 individuos); *Anchytarsus* sp. con  $P_i=42,5$  (62 individuos), *Rhagovelia* sp. con  $P_i=34,9$  (51 individuos). El resto de morfoespecies registradas mostraron valores menores a  $P_i=24$  (35 individuos o menos).

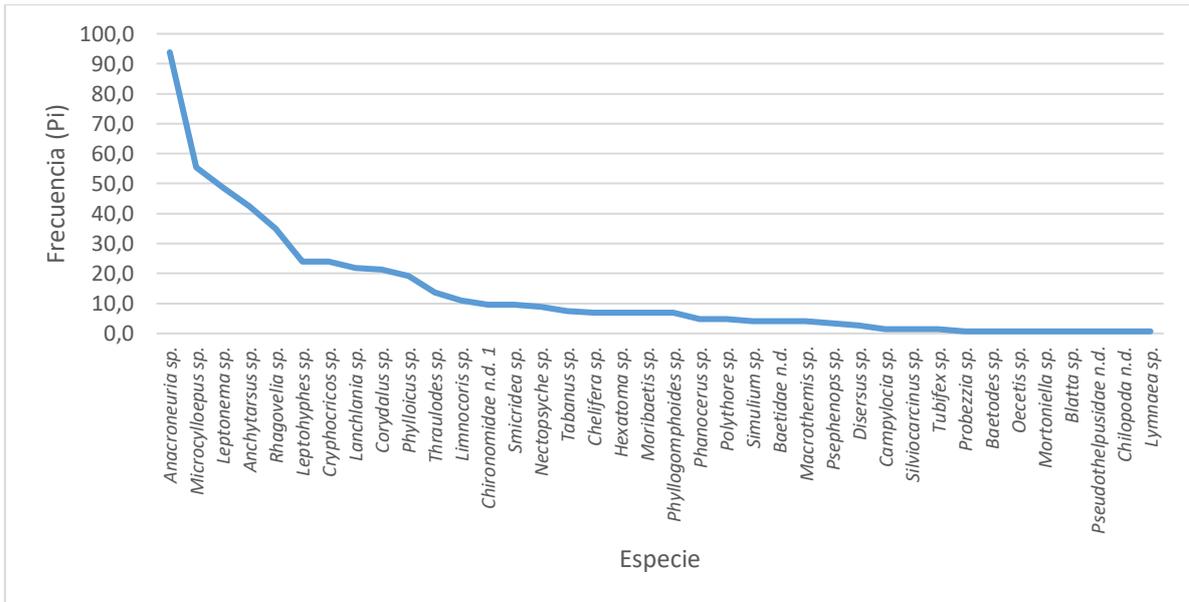


Figura 7.2-125 Curva de diversidad-dominancia de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2021

d. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies se realizó agrupando los datos obtenidos en los puntos de muestreo utilizando el número total de especies encontradas. Los resultados de la curva de acumulación de especies indicaron un total de 38 especies de macroinvertebrados acuáticos registrados dentro de los ecosistemas hídricos del área de influencia del Proyecto. La curva muestra una asíntota creciente indicando que si se aumenta el esfuerzo de muestreo podrían registrarse aún más especies (Figura 7.2-126).

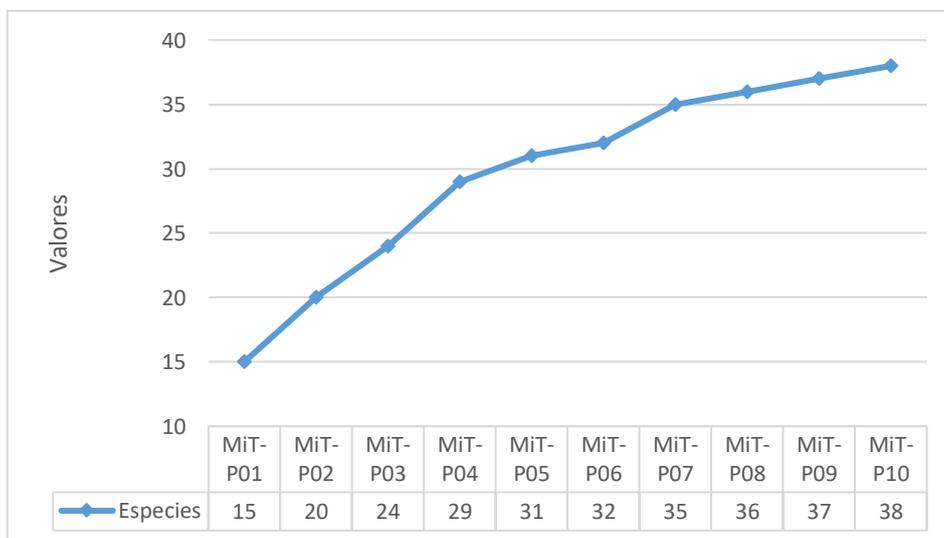


Figura 7.2-126 Curva de acumulación de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Índice de Chao 1

Se obtuvo un valor de 84 especies de acuerdo con la estimación del índice de Chao 1, lo cual, en relación a las 38 morfoespecies registradas, indica que se obtuvo el 45% del total de especies que podrían encontrarse en los cuerpos de agua del área de estudio.

Es importante señalar que la proporción de especies registradas durante la fase de campo depende de los factores o variables climáticas al momento del muestreo. Durante la fase de campo realizada en el mes de febrero de 2021 se presentaron fuertes lluvias, las cuales probablemente afectaron el registro de un mayor número de especies (Figura 7.2-127).

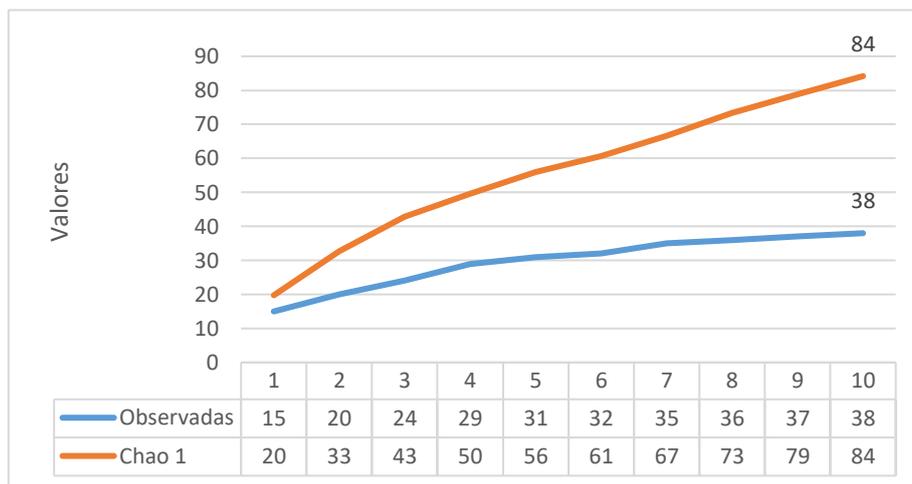


Figura 7.2-127 Estimador Chao1 – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

f. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon – Wiener

En promedio se obtuvo un valor de 2,23 bits mediante la estimación de este índice, lo cual indica una diversidad media de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos hídricos del área de estudio (Tabla 7.2-140).

Todos los cuerpos de agua evaluados presentaron una diversidad media de morfoespecies, lo que indica que los macroinvertebrados acuáticos están distribuidos de manera equitativa dentro de los ecosistemas dulceacuícolas analizados.

Tabla 7.2-140 Índice de Diversidad de Shannon – Wiener – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	VALOR DEL ÍNDICE	INTERPRETACIÓN
MiT-P01	Quebrada El Carmen	15	130	2.11	Diversidad media
MiT-P02	Río Primavera	10	23	2.06	Diversidad media
MiT-P03	Río Blanco	14	96	1.94	Diversidad media

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	VALOR DEL ÍNDICE	INTERPRETACIÓN
MiT-P04	Río Golondrinas/Río Goaltal	14	32	2.34	Diversidad media
MiT-P05	Río Chorro Blanco	13	52	2.23	Diversidad media
MiT-P06	Río sin nombre	13	41	2.40	Diversidad media
MiT-P07	Río Tablas	20	89	2.45	Diversidad media
MiT-P08	Río Gualchán	13	41	2.24	Diversidad media
MiT-P09	Quebrada de Oro	16	77	2.00	Diversidad media
MiT-P10	Quebrada sin nombre	20	165	2.48	Diversidad media

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice de Diversidad de Simpson (1-D)

Mediante el análisis del índice de diversidad de Simpson se obtuvo que siete de los 10 cuerpos de agua presentan una diversidad alta, dos cuerpos de agua con una diversidad baja y un punto de muestreo con diversidad baja. La dominancia de morfoespecies en general es baja dentro de los cuerpos de agua (13%) lo que explica la existencia de una mayor variación de especies lo que conlleva a una diversidad mayor o alta (Tabla 7.2-141).

Tabla 7.2-141 Índice de Diversidad de Simpson – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	VALOR DEL ÍNDICE	INTERPRETACIÓN
MiT-P01	Quebrada El Carmen	15	130	0.64	Diversidad media
MiT-P02	Río Primavera	10	23	0.87	Diversidad alta
MiT-P03	Río Blanco	14	96	0.46	Diversidad baja
MiT-P04	Río Golondrinas/Río Goaltal	14	32	1.00	Diversidad alta
MiT-P05	Río Chorro Blanco	13	52	0.82	Diversidad alta
MiT-P06	Río sin nombre	13	41	1.00	Diversidad alta
MiT-P07	Río Tablas	20	89	0.83	Diversidad alta
MiT-P08	Río Gualchán	13	41	0.86	Diversidad alta
MiT-P09	Quebrada de Oro	16	77	0.47	Diversidad baja
MiT-P10	Quebrada sin nombre	20	165	0.89	Diversidad alta

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

g. Índices de Similitud

- Índice de Similaridad de Jaccard

La similitud entre la fauna acuática de los ecosistemas evaluados se da cuando las especies que están presentes en un cuerpo de agua son compartidas o existen también en otro de los puntos analizados.

De acuerdo con el clúster de Jaccard obtenido para los cuerpos hídricos del área de estudio se evidencia que existe baja similitud (23%) entre los puntos de muestreo. En la figura se puede ver que se forman dos grupos, el un grupo incluye a seis puntos de muestreo (MiT-P03, MiT-P05, MiT-P09, MiT-P07, MiT-P10) y el otro grupo conformado por los puntos MiT-P06, MiT-P01 y MiT-P04. Por fuera de estas agrupaciones queda el punto MiT-P02 que comparte una similitud del 23% (baja) en relación al resto de puntos.

La mayor similitud se muestra entre los puntos MiT-P05 y MiT-P09 con el 61%, indicando que la composición de especies de las comunidades de macroinvertebrados en estos puntos es bastante parecida, lo cual probablemente se debe a que están ubicados en la misma cuenca hídrica. El punto MiT-P03 comparte el 43% de similitud (especies) con estos dos puntos.

De la misma forma los puntos MiT-P07 y MiT-P10 comparten el 60% de similitud en la composición de especies. Ambos puntos comparten el 50% de similitud con el MiT-P08 indicando que es posible que compartan algunas características físicas que permiten que sus comunidades bióticas acuáticas sean similares. Los puntos MiT-P06 y MiT-P01 comparten el 39% entre ellos, y ambos puntos comparten un 33% con el MiT-P04 (Ver Figura 7.2-128).

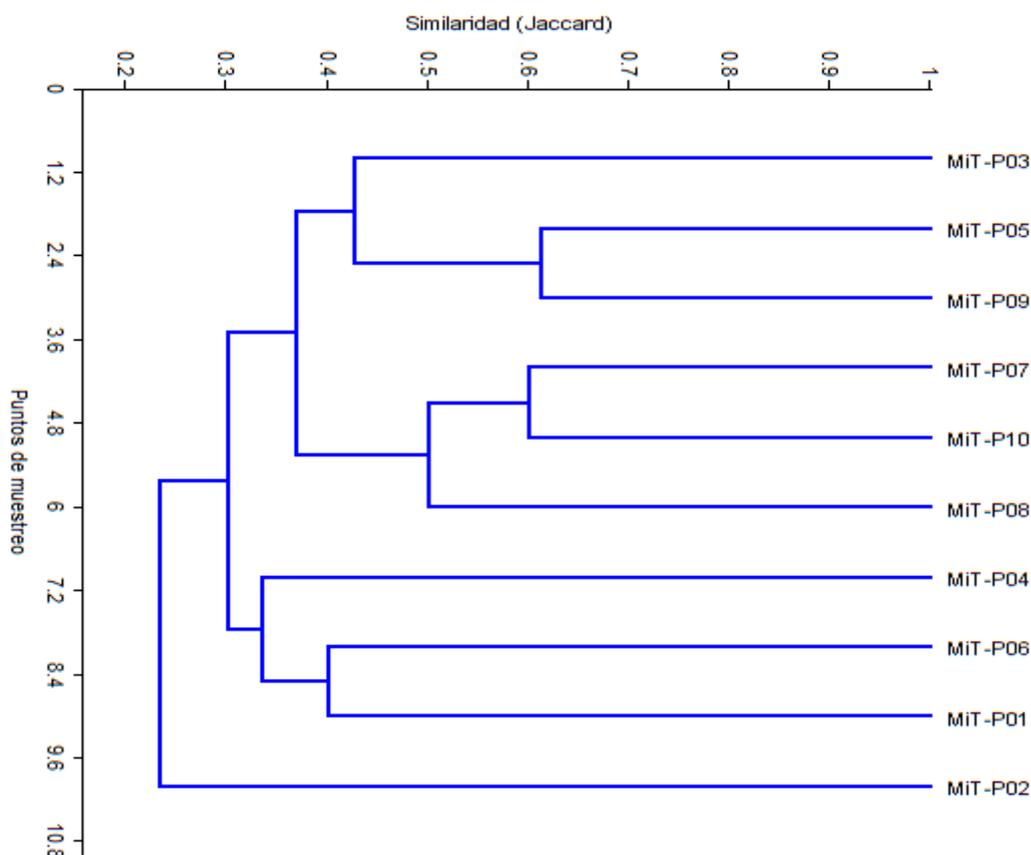


Figura 7.2-128 Índice de Similitud de Jaccard para Macroinvertebrados acuáticos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### h. Índices Ecológicos

- Índice BMWP/Col

Analizando los resultados obtenidos mediante el cálculo del índice BMWP/Col se puede indicar que cuatro (MiT-P01, MiT-P07, MiT-P09 y MiT-P10) de los 10 puntos evaluados muestran una calidad ecológica de agua Buena (Clase I) indicando que estos cuerpos de agua presentan aguas muy limpias a limpias, lo cual está relacionado a que estos cuatro puntos tienen una riqueza y abundancia mayor que los otros puntos promoviendo una mejor calidad de hábitat para su desarrollo.

Los otros seis puntos presentan una calidad ecológica de agua Aceptable (Clase II) que representan a aguas ligeramente contaminadas, lo cual está relacionado a deterioro de las condiciones normales de estos cuerpos de agua, lo que disminuye a la biota local (Tabla 7.2-142).

Tabla 7.2-142 Índice BMWP/Col – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

PUNTO DE MUESTREO	VALOR	CLASE	CALIDAD	SIGNIFICADO
MiT-P01	105	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
MiT-P02	68	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
MiT-P03	95	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

PUNTO DE MUESTREO	VALOR	CLASE	CALIDAD	SIGNIFICADO
MiT-P04	86	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
MiT-P05	101	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
MiT-P06	95	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
MiT-P07	148	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
MiT-P08	92	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
MiT-P09	125	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
MiT-P10	121	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Índice EPT

El índice EPT calculado indica que la mitad (N=5) de los cuerpos de agua presentan una calidad ecológica Buena y que la otra mitad presenta una calidad ecológica de agua Regular. Los puntos con una calidad de agua Buena poseen una mayor cantidad o representatividad de grupos EPT que los otros puntos indicando que estos cuerpos hídricos todavía mantienen condiciones naturales que permiten el desarrollo de especies sensibles.

También es importante indicar que los ríos de montaña tienen la capacidad de auto depurarse, permitiendo oxigenar y/o limpiar el agua, mejorando las condiciones de las comunidades acuáticas (Tabla 7.2-143).

Tabla 7.2-143 Índice EPT – Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Tres Cerrillos

PUNTO DE MUESTREO	VALOR (%)	CALIDAD
MiT-P01	51	Buena
MiT-P02	39	Regular
MiT-P03	67	Buena
MiT-P04	50	Buena
MiT-P05	46	Regular
MiT-P06	49	Regular
MiT-P07	37	Regular
MiT-P08	63	Buena
MiT-P09	73	Buena
MiT-P10	35	Regular

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.10.4.2 Análisis por Punto de Muestreo

##### a. Punto de muestreo MiT-P01 – Quebrada El Carmen

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 130 individuos, pertenecientes a 15 morfoespecies, 13 familias, seis órdenes y una clase (Tabla 7.2-144).

Tabla 7.2-144 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P01

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P01
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	4
		Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	1
			<i>Microcyloepus</i> sp.	37
	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	4
		Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	9
		Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	1
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i> sp.	1
			Baetidae n.d.	2
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	2
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	17
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	27
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	8
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	1
		Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	13
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	3
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>130</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Microcyloepus* sp. con un  $P_i = 28,46$  ( $n=37$ ), seguida de la morfoespecie *Anacroneuria* sp. con un  $P_i = 20,77$  ( $n=27$ ), en tercer lugar, se registró a la morfoespecie *Leptohyphes* sp. con un  $P_i = 13,08$  ( $n=17$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10.

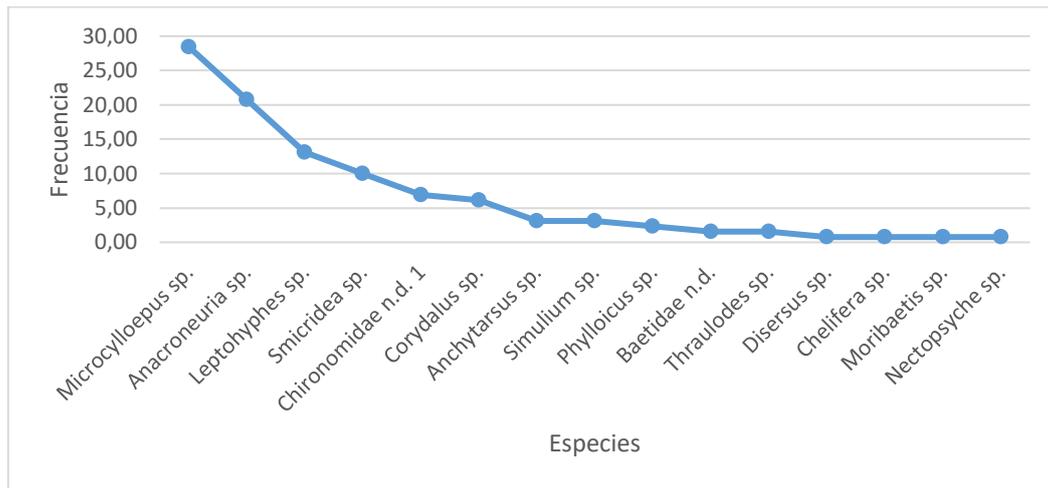


Figura 7.2-129. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P01

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

b. Punto de muestreo MiT-P02 – Río Primavera

• Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 23 individuos, pertenecientes a 10 morfoespecies, siete familias, siete órdenes y una clase (Tabla 7.2-145).

Tabla 7.2-145 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P02

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P02
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>	2
			<i>Phanocerus sp.</i>	1
	Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	1
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp.</i>	1
			Baetidae n.d.	1
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	6
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp.</i>	4
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>	1
	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>	4
<i>Cryphocricos sp.</i>			2	
<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>23</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

• Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Anacroneuria sp.* con un  $P_i = 26,09$  ( $n=6$ ), seguida de las morfoespecies *Corydalis sp.* y *Limnocoris sp.* con un  $P_i = 17,39$  ( $n=4$ ) para cada una. El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10.

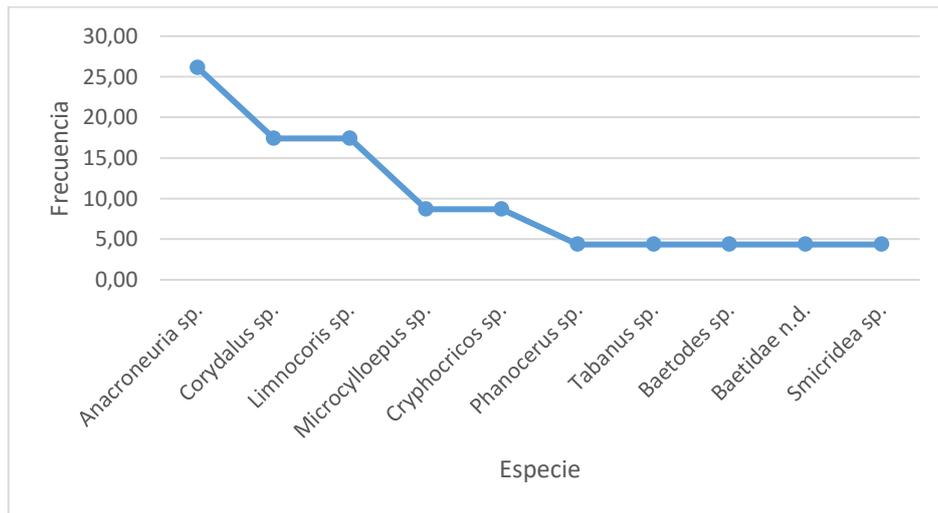


Figura 7.2-130. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P02

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

c. Punto de muestreo MiT-P03 – Río Blanco

• Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 96 individuos, pertenecientes a 14 morfoespecies, 12 familias, ocho órdenes y una clase (Tabla 7.2-146).

Tabla 7.2-146 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P03

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P03
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	4
		Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	1
			<i>Microcyloepus</i> sp.	15
		Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	2
	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	1
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	1
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	7
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	7
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	40
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	9
	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	1
			<i>Cryphocricos</i> sp.	1
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	2	
<b>1</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>96</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Anacroneuria* sp. con un  $P_i = 41,67$  ( $n=40$ ), seguida de la morfoespecie *Microcylloepus* con un  $P_i = 15,63$  ( $n=15$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-131).

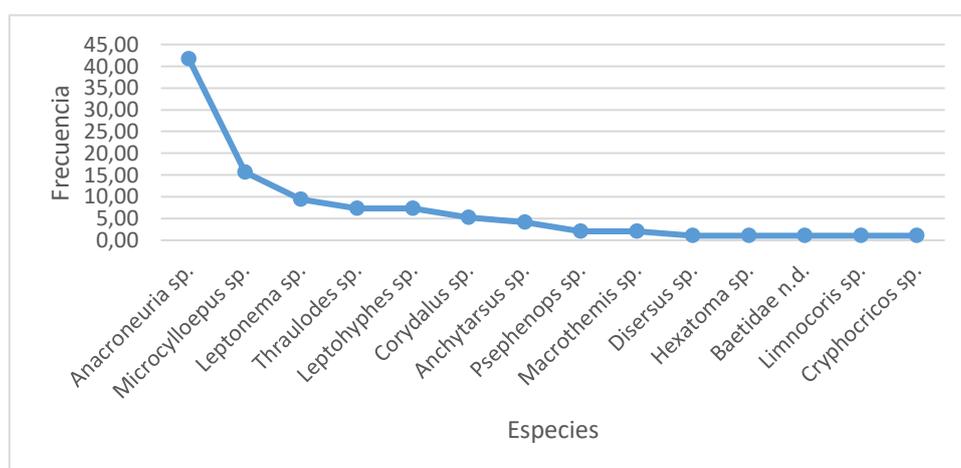


Figura 7.2-131. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P03

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

d. Punto de muestreo MiT-P04 – Río Golondrinas/Río Goaltal

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 32 individuos, pertenecientes a 14 morfoespecies, 14 familias, nueve órdenes y una clase (Tabla 7.2-147).

Tabla 7.2-147 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P04

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P04	
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	4	
	Diptera		Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	2
			Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	5
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	1
			Baetidae	Baetidae n.d.	2
	Ephemeroptera		Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	2
			Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	1
	Plecoptera				
	Trichoptera		Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	1
			Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	8
			Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	2
	Hemiptera		Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	1
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	1

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P04
	Blattodea	Blattidae	<i>Blatta</i> sp.	1
Chilopoda	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	1
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>32</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Leptonema* sp. con un  $P_i = 25$  ( $n=8$ ), seguida de la morfoespecie *Chelifera* sp. con un  $P_i = 15,63$  ( $n=5$ ), y la morfoespecie *Microcyloepus* sp. con un  $P_i = 12,50$  ( $n=4$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-132).

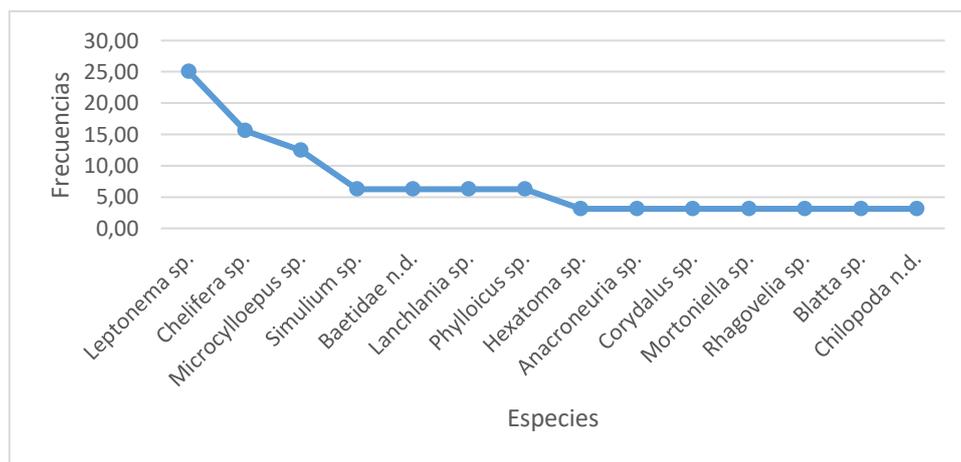


Figura 7.2-132: Curva de diversidad-dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P04

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Punto de muestreo MiT-P05 – Río Chorro Blanco

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 52 individuos, pertenecientes a 13 morfoespecies, 13 familias, ocho órdenes y una clase (Tabla 7.2-148).

Tabla 7.2-148 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P05

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P05
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	2
	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	3
		Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	3
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i> sp.	3
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	7
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	10
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	2

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P05
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	3
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	1
	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	13
		Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	3
	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	1
		Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	1
<b>1</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>52</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Rhagovelia* sp. con un  $P_i = 25$  ( $n=13$ ), seguida de la morfoespecie *Anacroneuria* sp. con un  $P_i = 19,2$  ( $n=10$ ), y la morfoespecie *Thraulodes* sp. con un  $P_i = 13,5$  ( $n=7$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-133).

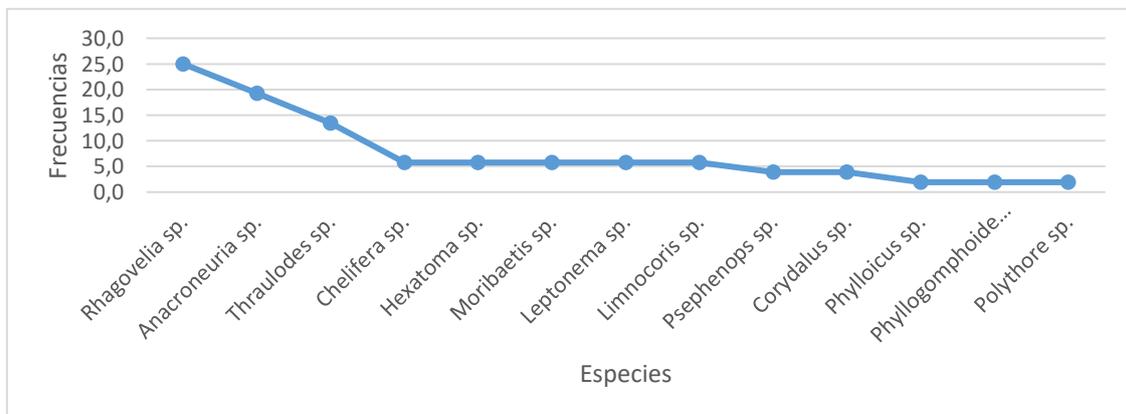


Figura 7.2-133. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P05

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

f. Punto de muestreo MiT-P06 – Río sin nombre

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 41 individuos, pertenecientes a 13 morfoespecies, 13 familias, siete órdenes y una clase (Tabla 7.2-149).

Tabla 7.2-149 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P06

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P06
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	7
		Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	4
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	4

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P06
		Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i> sp.	1
		Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	1
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	4
		Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	3
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	5
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	2
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	5
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	1
	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	2
	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	2
	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Anchytarsus* sp. con un  $P_i=17,07$  ( $n=7$ ), seguida de la morfoespecie *Anacroneuria* sp. con un  $P_i=12,20$  ( $n=5$ ), y la morfoespecie *Leptonema* sp. con un  $P_i=12,20$  ( $n=5$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-134).

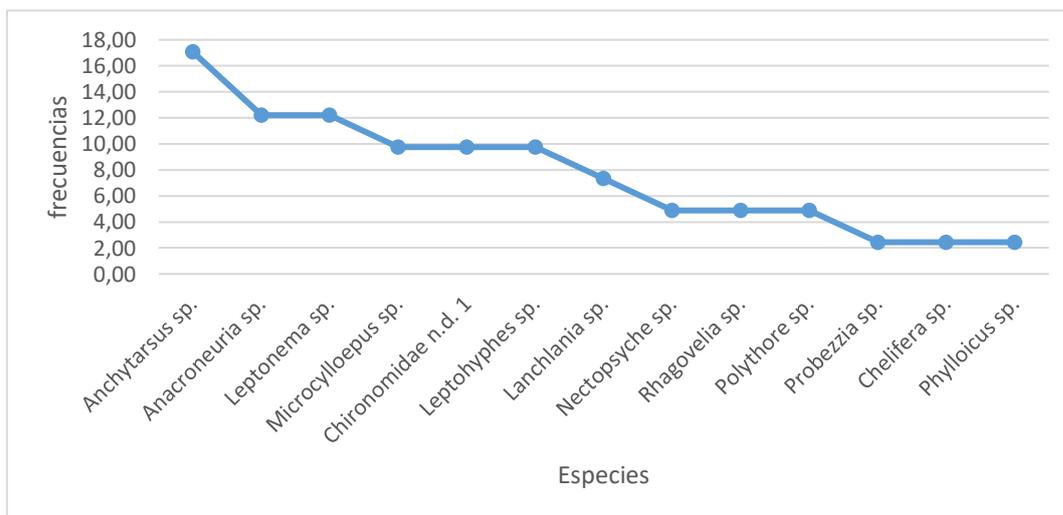


Figura 7.2-134. Curva de diversidad-dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P06

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

g. Punto de muestreo MiT-P07 – Río Tablas

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 89 individuos, pertenecientes a 20 morfoespecies, 19 familias, 10 órdenes y tres clases (Tabla 7.2-150).

Tabla 7.2-150 Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P07

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P07
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	2
		Elmidae	<i>Microcyloepus</i> sp.	9
			<i>Phanocerus</i> sp.	2
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	1
		Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	4
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> sp.	1
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	1
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	5
		Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	1
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	13
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	5
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	2
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	3
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	7
	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	25
		Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	3
	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	2
Gomphidae		<i>Phyllogomphoides</i> sp.	1	
Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae n.d.	1
Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	1
<b>3</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>89</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Rhagovelia* sp. con un  $P_i = 28,09$  ( $n=25$ ), seguida de la morfoespecie *Anacroneuria* sp. con un  $P_i = 14,61$  ( $n=13$ ), y la morfoespecie *Microcyloepus* sp. con un  $P_i = 10,11$  ( $n=9$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-135).

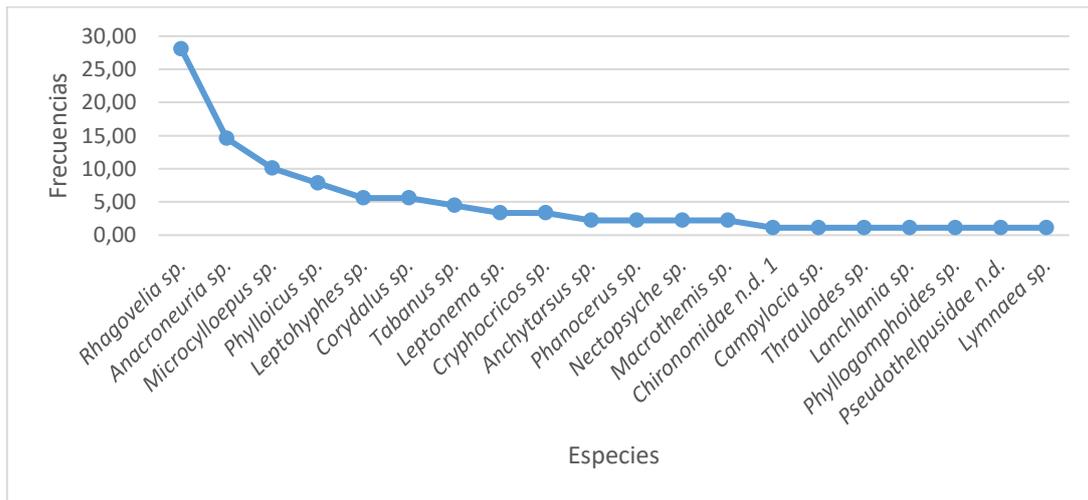


Figura 7.2-135. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P07

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### h. Punto de muestreo MiT-P08 – Río Gualchán

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 41 individuos, pertenecientes a 13 morfoespecies, 13 familias, nueve órdenes y dos clases (Tabla 7.2-151).

Tabla 7.2-151. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P08

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P08
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>	4
	Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	1
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	1
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	1
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp.</i>	11
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus sp.</i>	3
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche sp.</i>	3
		Hydropsychidae	<i>Leptonema sp.</i>	7
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp.</i>	3
	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp.</i>	3
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis sp.</i>	2	
	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides sp.</i>	1	
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	1
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>41</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Anacroneuria* sp. con un  $Pi= 26,83$  ( $n=11$ ), seguida de la morfoespecie *Leptonema* sp. con un  $Pi= 17,07$  ( $n=7$ ). El resto de especies presentó valores de  $Pi$  menores a 10 (Figura 7.2-136).

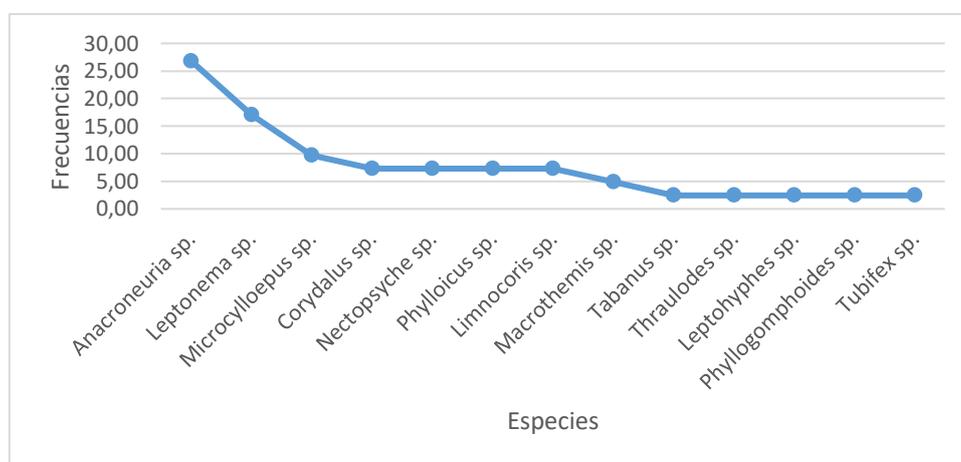


Figura 7.2-136. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P08

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

i. Punto de muestreo MiT-P09 – Quebrada de Oro

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 77 individuos, pertenecientes a 16 morfoespecies, 16 familias, ocho órdenes y una clase (Tabla 7.2-152).

Tabla 7.2-152. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P09

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P09
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	9
		Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	2
		Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	1
	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	2
		Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	1
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i> sp.	6
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	2
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	12
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	1
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	1
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	32
Calamoceratidae		<i>Phylloicus</i> sp.	3	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P09
	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	1
		Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	2
	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	1
		Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	1
<b>1</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>77</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Leptonema* sp. con un  $P_i = 41,56$  ( $n=32$ ), seguida de la morfoespecie *Anacroneuria* sp. con un  $P_i = 15,58$  ( $n=12$ ), y la morfoespecie *Anchytarsus* sp. con un  $P_i = 11,69$  ( $n=9$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-137).

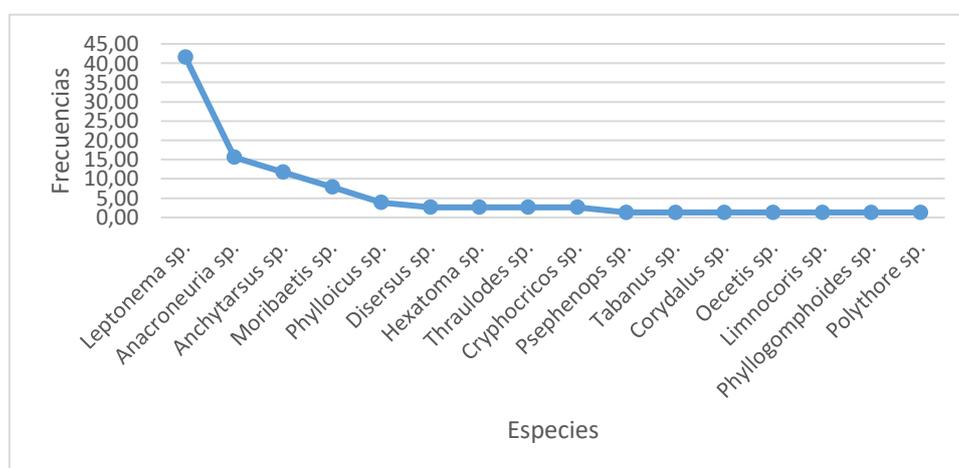


Figura 7.2-137. Curva de diversidad-dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P09

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

j. Punto de muestreo MiT-P10 – Quebrada sin nombre

- Inventario

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 165 individuos, pertenecientes a 20 morfoespecies, 18 familias, 10 órdenes y tres clases (Tabla 7.2-153).

Tabla 7.2-153. Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en MiT-P10

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P10
Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	36
		Elmidae	<i>Microcylloepus</i> sp.	6
			<i>Phanocerus</i> sp.	4
	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	3

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	MiT-P10
		Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	4
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> sp.	1
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	1
		Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	26
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	12
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	2
	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	5
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	4
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	8
	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	10
		Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	4
			<i>Cryphocricos</i> sp.	27
	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	6
		Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	3
Malacostraca	Decapoda	Trichodactylidae	<i>Sylviocarcinus</i> sp.	2
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	1
<b>3</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>165</b>

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

- Abundancia relativa

En este cuerpo de agua la morfoespecie dominante fue *Anchytarsus* sp. con un  $P_i = 21,82$  ( $n=36$ ), seguida de la morfoespecie *Cryphocricos* sp. con un  $P_i = 16,36$  ( $n=27$ ), y la morfoespecie *Lachlania* sp. con un  $P_i = 15,76$  ( $n=26$ ). El resto de especies presentó valores de  $P_i$  menores a 10 (Figura 7.2-138).

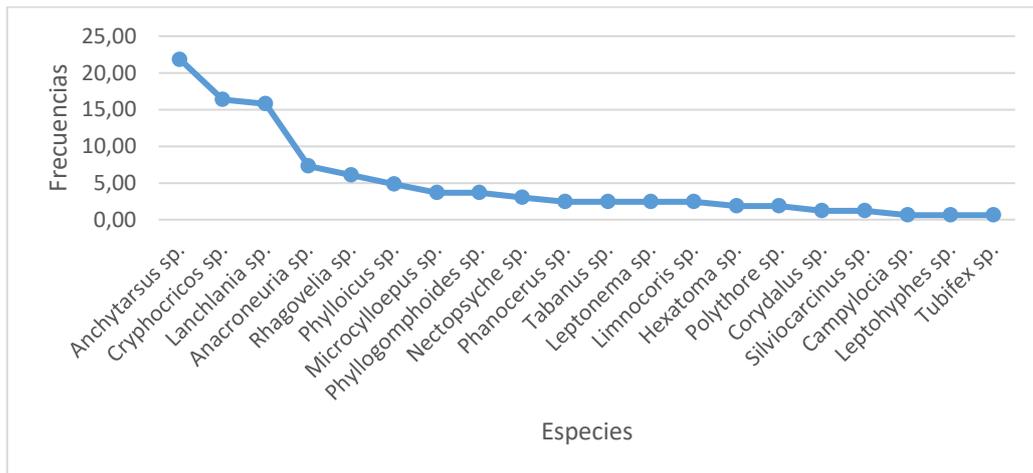


Figura 7.2-138. Curva de diversidad- dominancia de las morfoespecies registradas en MiT-P10

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### 7.2.10.4.3 Aspectos Ecológicos

Se realizó el análisis ecológico de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados en los cuerpos de agua del proyecto. En la tabla se muestran de forma detallada los aspectos ecológicos de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos de este Proyecto.

##### a. Nicho Trófico

Es importante indicar que debido a que para algunas de las morfoespecies registradas en el presente estudio no existe información sobre el tipo de alimento que consumen, en el análisis de este ítem, se incluyó para estas morfoespecies, la información sobre los grupos funcionales a los que pertenecen, con la finalidad de complementar los datos ecológicos de las morfoespecies registradas.

En los ecosistemas acuáticos analizados se determinaron ocho gremios tróficos (tipo de alimentación y/o grupo funcional) para los macroinvertebrados acuáticos. El gremio más representativo fue el Carnívoro (predadores) con el 34% (n=13 morfoespecies), a continuación, está el gremio Detritívoro con el 24% (n=9 morfoespecies), luego el gremio Herbívoro con el 18% (n=7 morfoespecies), el gremio Filtrador con el 13% (n=5 morfoespecies, y los gremios Hematófago, Raspador, Cortador y Omnívoro con el 2,6% (n= 1 morfoespecie para cada gremio), respectivamente (Figura 7.2-139).

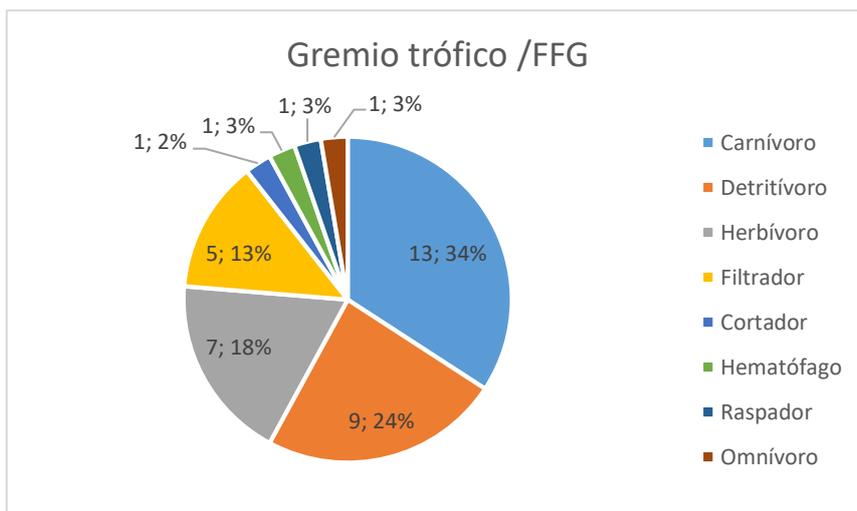


Figura 7.2-139: Nicho trófico de las especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### b. Estado de Conservación

En los ecosistemas hídricos del área de estudio no se registraron especies de macroinvertebrados acuáticos clasificadas en alguna categoría de amenaza en las listas UICN y CITES.

#### c. Especies Indicadoras

De acuerdo con el análisis realizado el mayor porcentaje (45%) corresponde a los bioindicadores (n=17) de cuerpos de agua medianamente intervenidos, seguido de los bioindicadores (n=14) de cuerpos de agua conservados que presentan el 37%, luego con un menor porcentaje (10%) se registró a los bioindicadores (n=4) de cuerpos de agua alterados, y, finalmente un porcentaje de 8% para especies no determinadas en cuanto a su papel como indicadoras de calidad de hábitat.

Estos porcentajes están de acuerdo con el registro de las morfoespecies de macroinvertebrados obtenidas en los 10 cuerpos de agua evaluados, donde existe una alta representatividad de especies sensibles o medianamente sensibles, lo cual está de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio (Figura 7.2-140 y Tabla 7.2-154).

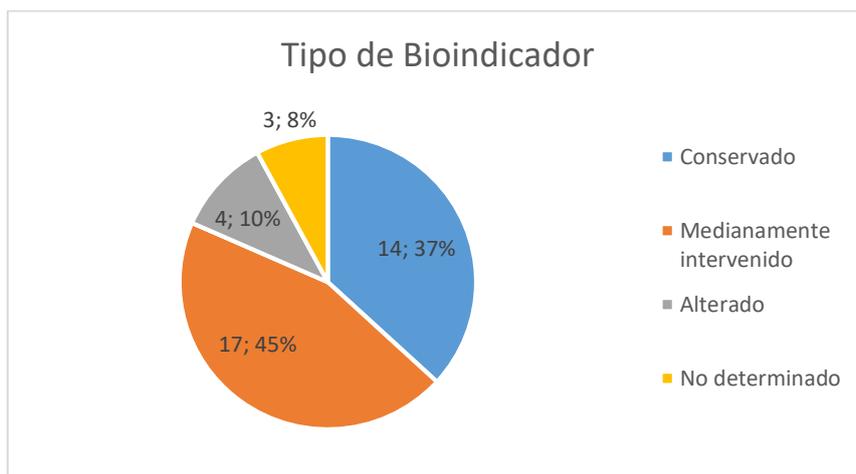


Figura 7.2-140. Bioindicadores y estado de conservación de los cuerpos de agua – Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-154, se pueden revisar las especies bioindicadoras, cuyos porcentajes se presentan en la figura anterior, siendo los más representativos los bioindicadores de zonas medianamente intervenidas, seguidas de las especies de zonas conservadas y finalmente las especies de cuerpos de agua alterados.

Tabla 7.2-154. Morfoespecies de Macroinvertebrados bioindicadoras

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	TIPO DE INDICADOR
Chilopoda	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	ND
Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	MI
Insecta	Blattodea	Blattidae	<i>Blatta</i> sp.	ND
	Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	MI
			<i>Microcylloepus</i> sp.	MI
			<i>Phanocerus</i> sp.	MI
		Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	C
		Ptylodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	C
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i> sp.	A
		Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	A
		Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	MI
		Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	C
		Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	MI
		Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	A
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	MI
			<i>Baetodes</i> sp.	MI
			<i>Moribaetis</i> sp.	MI
Euthyplociidae		<i>Campylocia</i> sp.	C	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	TIPO DE INDICADOR	
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	MI	
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	C	
		Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	C	
	Hemiptera	Naucoridae		<i>Cryphocricos</i> sp.	MI
				<i>Limnocoris</i> sp.	MI
		Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	C	
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	MI	
	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	C	
		Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	MI	
		Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	C	
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	C	
	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	C	
		Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	MI	
		Hydropsychidae		<i>Leptonema</i> sp.	MI
				<i>Smicridea</i> sp.	MI
		Leptoceridae		<i>Nectopsyche</i> sp.	C
				<i>Oecetis</i> sp.	C
Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae n.d.	C	
		Trychodactylidae	<i>Silviocarcinus</i> sp.	ND	
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	A	

Significado: C: conservado, A: alterado, M: medianamente intervenido, ND: No determinado.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

#### d. Especies Sensibles

Las morfoespecies de sensibilidad Media (n=17) fueron las más representativas con el 45%, seguidas por las morfoespecies de sensibilidad Alta (n=14) con el 37%, luego las morfoespecies de sensibilidad Baja con el 10% (n=4), y, finalmente las morfoespecies no determinadas con el 8% (n=3) (Figura 7.2-141).

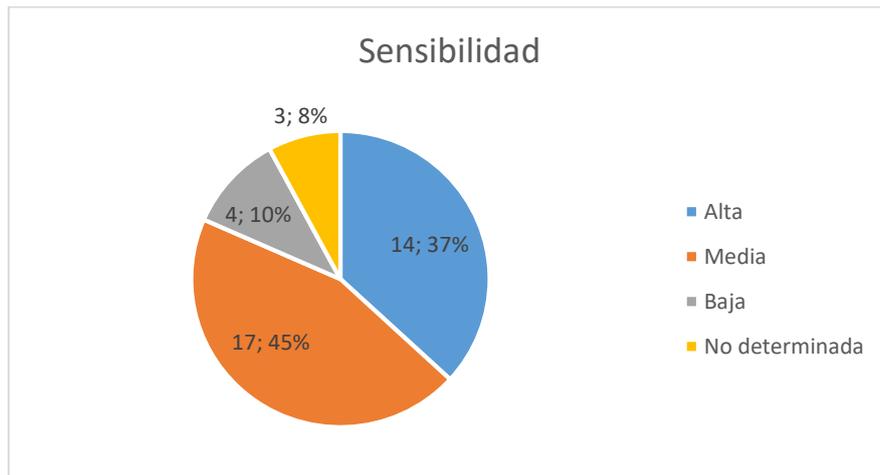


Figura 7.2-141: Morfoespecies sensibles de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Tres Cerrillos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

En la Tabla 7.2-155, se puede observar a detalle los aspectos ecológicos de cada morfoespecie.

Tabla 7.2-155. Aspectos ecológicos de las Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Tres Cerrillos

ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Abundancia	Gremio Trófico	Tipo de Indicador	Sensibilidad	UICN (2020)	CITES (2020)
Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	Chilopoda n.d.	1	Carnívoro	ND	ND	ND	ND
Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	1	Detritívoro	MI	Media	ND	ND
Blattodea	Blattidae	<i>Blatta</i> sp.	1	Omnívoro	ND	ND	ND	ND
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i> sp.	4	Detritívoro	MI	Media	ND	ND
		<i>Microcylloepus</i> sp.	81	Detritívoro	MI	Media	ND	ND
		<i>Phanocerus</i> sp.	7	Detritívoro	MI	Media	ND	ND
	Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	5	Herbívoro	C	Alta	ND	ND
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp.	62	Herbívoro	C	Alta	ND	ND
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i> sp.	1	Hematófago	A	Baja	ND	ND
	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	14	Detritívoro	A	Baja	ND	ND
	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	10	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	6	Filtrador	C	Alta	ND	ND
	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	11	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	10	Detritívoro	A	Baja	ND	ND
Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae n.d.	6	Herbívoro	MI	Media	ND	ND
		<i>Baetodes</i> sp.	1	Herbívoro	MI	Media	ND	ND
		<i>Moribaetis</i> sp.	10	Herbívoro	MI	Media	ND	ND
	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> sp.	2	Herbívoro	C	Alta	ND	ND
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	35	Filtrador	MI	Media	ND	ND
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	20	Herbívoro	C	Alta	ND	ND

ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Abundancia	Gremio Trófico	Tipo de Indicador	Sensibilidad	UICN (2020)	CITES (2020)
	Odontoceridae	<i>Lachlania</i> sp.	32	Detritívoro	C	Alta	ND	ND
Hemiptera	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i> sp.	35	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
		<i>Limnocoris</i> sp.	16	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	51	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	31	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides</i> sp.	10	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	6	Carnívoro	MI	Media	ND	ND
	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	7	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	137	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	28	Cortador	C	Alta	ND	ND
	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	1	Raspador	MI	Media	ND	ND
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	71	Filtrador	MI	Media	ND	ND
		<i>Smicridea</i> sp.	14	Filtrador	MI	Media	ND	ND
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.	13	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
		<i>Oecetis</i> sp.	1	Carnívoro	C	Alta	ND	ND
Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae n.d.	1	Detritívoro	C	Alta	ND	ND
	Trichodactylidae	<i>Sylviocarcinus</i> sp.	2	Detritívoro	ND	ND	ND	ND
Haplotaaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	2	Filtrador	A	Baja	ND	ND

Significado: Tipo de indicador: C (cuerpos de agua conservados), MI (cuerpos de agua medianamente intervenidos), A (cuerpos de agua alterados), ND (no determinados).

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

e. Áreas Sensibles

De acuerdo con el análisis EPT, el 50% de cuerpos de agua presenta una calidad Buena y el otro 50% una calidad Regular; sin embargo, la mayor parte de los ecosistemas presentan un porcentaje sobre el 45% en relación a la presencia de especies consideradas altamente sensibles (EPT), por lo que cualquier alteración de origen antrópico, afectaría directamente a la presencia de estas morfoespecies.

Con base en lo mencionado, y teniendo en cuenta la presencia de los grupos EPT dentro de todos los cuerpos de agua valorados, se puede indicar que todos los cuerpos hídricos del proyecto son considerados como áreas sensibles (Tabla 7.2-156).

Tabla 7.2-156 Ecosistemas Hídricos sensibles – Macroinvertebrados acuáticos

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ÍNDICE EPT (%)	CALIDAD
MiT-P01	51	Buena
MiT-P02	39	Regular
MiT-P03	67	Buena
MiT-P04	50	Buena
MiT-P05	46	Regular
MiT-P06	49	Regular
MiT-P07	37	Regular
MiT-P08	63	Buena
MiT-P09	73	Buena
MiT-P10	35	Regular

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021.  
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021.

f. Uso del Recurso

En los cuerpos de agua del área de estudio no se registró el uso de los macroinvertebrados acuáticos por parte de las comunidades humanas locales.

**7.2.10.5 Discusión**

Los sistemas acuáticos andinos incluyen una amplia variedad de ambientes (Maldonado et al., 2011), que forman distintas zonas de vida y ecosistemas determinados por características propias, produciendo una altísima diversidad de plantas y animales. Sin embargo, la altitud también afecta a diferentes grupos de plantas y animales acuáticos, incluso terrestres, disminuyendo la riqueza específica a medida que aumenta el gradiente altitudinal. En el presente estudio la riqueza de los macroinvertebrados acuáticos es baja en relación a otras áreas de estudio, lo que se justifica debido a que los cuerpos de agua evaluados oscilan en un rango altitudinal que va desde los 1000 a 1500 msnm, lo que reduce la diversidad de los organismos acuáticos en estos ecosistemas.

Existen otros factores, además de la altitud, que también influyen sobre la composición, abundancia y la distribución de los organismos acuáticos a nivel local, como son los parámetros físico - químicos (Juen and De Marco, 2011; Osório et al., 2019), factores climáticos y factores geográficos (Giacometti y Bersosa, 2006). Durante la fase de campo se presentaron lluvias intensas y temperaturas bajas, propias de la época, que son factores que afectaron de manera negativa al esfuerzo de muestreo durante recolección de los macroinvertebrados acuáticos debido al aumento de la cantidad de

agua y de la fuerza del caudal, disminuyendo la presencia de los organismos dentro del cauce de los cuerpos de agua, reduciendo al mismo tiempo el tamaño (n) de la muestra, lo cual se refleja en la cantidad de especies registradas durante el muestreo.

Los ríos de montaña se caracterizan por presentar fuertes pendientes de cauce y ladera, aguas transparentes y oxigenadas por depresiones frecuentes en el cauce. La temperatura media anual es baja (10-12°C) (Nieto, et al., 2016), fondo formado por gravas y grandes piedras, y el sustrato conformado por bancos de arena y hojarasca (GAN-NIK, 2017). De manera general, los cuerpos de agua del área de estudio, presentan estas características que son consideradas como condiciones ideales para el desarrollo de algunas especies que requieren de aguas oxigenadas, como por ejemplo algunas de las especies de los órdenes Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera (Domínguez y Fernández, 2009).

Cabe notar que especies sensibles como *Anacroneuria* sp., *Microcyloepus* sp. y *Leptonema* sp., son abundantes en los ecosistemas acuáticos evaluados; señalando que la morfoespecie *Anacroneuria* sp. fue hallada en los 10 cuerpos hídricos siendo una especie abundante, lo cual no sucede en cuerpos de agua alterados. La ninfa de *Anacroneuria* es acuática y vive en aguas corrientes limpias (Hamada), al igual que las morfoespecies de la familia Elmidae (*Microcyloepus*) e Hydropsychidae (*Leptonema* y *Smicridea*), que requieren de aguas oxigenadas, lo que indica que en general los ecosistemas acuáticos del área del proyecto se encuentran en buen estado de conservación ecológica (Domínguez y Fernández, 2009, Hamada et al., 2018).

#### 7.2.10.6 Conclusiones

- Los cuerpos de agua del área de estudio registraron una riqueza de 38 morfoespecies la cual es considerada baja si la comparamos con ecosistemas acuáticos de zonas bajas, ya que la altitud juega un papel crucial en la diversidad de los organismos; es decir, a mayor altitud, menor diversidad.
- A pesar de existir una baja riqueza de especies, la abundancia de las morfoespecies registradas fue alta (n=746), lo cual indica que estos ecosistemas brindan los recursos necesarios para el desarrollo de algunas de ellas.
- Es necesario señalar que la mayor parte de morfoespecies registradas corresponden a especies sensibles a los cambios en su hábitat, lo cual se respalda en la presencia de varias especies del grupo EPT y de otras familias de macroinvertebrados sensibles, enmarcadas en puntajes altos de BMWP como, por ejemplo, Ptilodactylidae, Calamoceratidae, Gomphidae, Polythoridae, Psephenidae, Leptophlebiidae, Veliidae, Leptoceridae.
- La diversidad registrada de acuerdo con la estimación del índice de Shannon fue media expresando que las morfoespecies se distribuyen de forma equitativa a lo largo del área de estudio; por el contrario, el índice de Simpson mostró variación en cuanto a la diversidad registrada, oscilando entre alta y media en su mayoría, lo cual se respalda en la presencia de tres morfoespecies dominantes, promoviendo una mayor variación de especies lo que aumenta la diversidad.
- El registro de morfoespecies de acuerdo a la estimación del índice de Chao 1 (38 especies registradas versus 84 estimadas) mostró que pueden registrarse nuevas morfoespecies si se aumenta el periodo de muestreo. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que las condiciones climáticas durante la época lluviosa

disminuyen la capacidad de registro (recolección) de los macroinvertebrados acuáticos, por lo que, es probable que, en un segundo muestreo de los cuerpos hídricos, con otras condiciones climáticas, la cantidad de morfoespecies aumente para el área de estudio.

- Los ecosistemas acuáticos presentaron una similaridad baja, mostrando que existen diferencias en cuanto a la composición y estructura de las comunidades macroinvertebrados entre ellos.
- Los índices ecológicos (BMWP/Col y EPT) mostraron que los cuerpos de agua del proyecto, en general, presentan un estado de conservación de bueno a aceptable.
- La diversificación de las fuentes alimenticias promueve la variación de las especies ya que les permite ocupar nichos que otras especies no ocupan. En el área de estudio se registraron ocho gremios tróficos/FFG, siendo los carnívoros (predadores), detritívoros y herbívoros los más representativos.
- Los cuerpos de agua medianamente intervenidos fueron los más representativos de acuerdo con las especies bioindicadoras registradas, lo cual está relacionado con la abundancia de morfoespecies de sensibilidad media registradas en los cuerpos hídricos evaluados en el área de estudio.
- Hay una presencia importante de morfoespecies de sensibilidad media y alta, en los cuerpos de agua del área de estudio, lo que indica que estos ecosistemas mantienen un buen estado de conservación.
- Finalmente, con base en el análisis realizado de áreas sensibles, se puede concluir que todos los cuerpos de agua son sensibles, debido a que cualquier alteración a la que sean sometidos, puede afectar de manera directa a las especies de macroinvertebrados acuáticos que dependen de estos ecosistemas para su supervivencia y desarrollo.

#### **7.2.10.7 Recomendaciones**

- Realizar monitoreos de fauna acuática para generar información sobre la dinámica de las comunidades lo cual permite obtener información para la realización de planes de manejo y conservación de la biota local.
- Se recomienda ejecutar los monitoreos de los cuerpos de agua en diferentes periodos climáticos para poder identificar las diferencias en cuanto a la composición de especies presentes en cada época, y ver si el clima afecta o no a la estructura y composición de las comunidades de este componente.
- Mantener la vegetación de las riberas de los cuerpos hídricos debido a que ayudan al mantenimiento de las características del río (temperatura, menor erosión y por tanto sedimentación, ingreso de materia alóctona, entre otros), y, consecuentemente a conservar a las comunidades de macroinvertebrados que viven en ellos.
- Programar planes de revegetación de riberas de los cuerpos de agua junto con las comunidades locales.

- Al momento de realizar las actividades inherentes al proyecto, evitar en lo posible la remoción del sustrato de los cuerpos de agua y el vertimiento de aguas sin tratamiento previo, con la finalidad de evitar la contaminación de los ecosistemas hídricos y el deterioro o pérdida de las comunidades de fauna acuática presentes en ellos.