# MONITOREO BIÓTICO DEL PROYECTO MINERO BRAMADEROS

# PERIODO ABRIL - OCTUBRE 2023

**INFORME**

**SEPTIEMBRE 2023**

# TABLA DE CONTENIDOS

**1. INTRODUCCIÓN ..... 1**

1.1. Objetivos ..... 1
1.1.1. Objetivo General ..... 1
1.1.2. Objetivos Específicos ..... 1

1.2. Alcance ..... 2

**2. PUNTOS DE MUESTREO ..... 4**

2.1. Criterios de Selección y ubicación de puntos de muestreo ..... 4

2.2. Selección y Ubicación de los puntos de muestreo para Flora y Fauna Terrestre ..... 4

**3. MONITOREO BIÓTICO ..... 5**

3.1. Flora ..... 5
3.1.1. Área de Estudio ..... 6
3.1.1.1. Tipos de Vegetación ..... 7
3.1.1.2. Cobertura Vegetal ..... 7
3.1.1.3. Sitios de Muestreo ..... 8
3.1.1.4. Esfuerzo de muestreo ..... 21
3.1.2. Metodología ..... 21
3.1.2.1. Fase de Campo ..... 21
3.1.2.2. Fase de Gabinete ..... 23
3.1.3. Resultados ..... 27
3.1.3.1. Muestreo Cuantitativo ..... 27
3.1.3.2. Evaluación de Arbustos ..... 42
3.1.3.3. Evaluación de Hierbas ..... 43
3.1.3.4. Aspectos ecológicos ..... 45
3.1.3.5. Uso del Recurso ..... 48
3.1.4. Comparación con estudios previos ..... 50

3.2. Mastofauna ..... 55
3.2.1. Área de estudio ..... 55
3.2.1.1. Sitios de Muestreo ..... 55
3.2.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 57
3.2.2. Metodología ..... 58
3.2.2.1. Fase de Campo ..... 59
3.2.2.2. Fase de Gabinete ..... 61
3.2.3. Resultados ..... 67
3.2.3.1. Inventario General ..... 67
3.2.3.2. Evaluación cuantitativa ..... 73
3.2.3.3. Evaluación Cualitativa ..... 82
3.2.3.4. Aspectos Ecológicos ..... 85
3.2.4. Comparación con estudios previos ..... 90

3.3. Avifauna ..... 97
3.3.1. Área de estudio ..... 98
3.3.1.1. Sitios de Muestreo ..... 99
3.3.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 100
3.3.2. Metodología ..... 102
3.3.2.1. Fase de Campo ..... 102
3.3.2.2. Fase de Gabinete ..... 104
3.3.3. Resultados ..... 111
3.3.3.1. Inventario General ..... 111
3.3.3.2. Evaluación cuantitativa ..... 125
3.3.3.3. Aspectos Ecológicos ..... 145

3.3.4. Comparación con estudios previos ..... 166
3.4. Herpetofauna ..... 172
3.4.1. Área de estudio ..... 173
3.4.1.1. Sitios de Muestreo ..... 173
3.4.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 174
3.4.2. Metodología ..... 175
3.4.2.1. Fase de Campo ..... 175
3.4.2.2. Fase de Gabinete ..... 176
3.4.3. Resultados ..... 182
3.4.3.1. Inventario General ..... 182
3.4.3.2. Evaluación cuantitativa ..... 186
3.4.3.3. Evaluación Cualitativa ..... 193
3.4.3.4. Aspectos Ecológicos ..... 193
3.4.4. Comparación con estudios previos ..... 202
3.5. Entomofauna ..... 205
3.5.1. Área de estudio ..... 207
3.5.1.1. Sitios de Muestreo ..... 207
3.5.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 208
3.5.2. Metodología ..... 209
3.5.2.1. Fase de Campo ..... 209
3.5.2.2. Fase de Gabinete ..... 210
3.5.3. Resultados ..... 214
3.5.3.1. Inventario General ..... 214
3.5.3.2. Evaluación cuantitativa ..... 220
3.5.3.3. Evaluación Cualitativa ..... 226
3.5.3.4. Aspectos Ecológicos ..... 231
3.5.4. Comparación con estudios previos ..... 238
3.6. Ictiofauna ..... 241
3.6.1. Área de estudio ..... 242
3.6.1.1. Sitios de Muestreo ..... 242
3.6.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 244
3.6.2. Metodología ..... 245
3.6.2.1. Fase de Campo ..... 246
3.6.2.2. Fase de Gabinete ..... 247
3.6.3. Resultados ..... 252
3.6.3.1. Inventario General ..... 252
3.6.3.2. Análisis por Punto de Muestreo ..... 259
3.6.3.3. Aspectos Ecológicos ..... 265
3.6.4. Comparación entre estudios previos ..... 271
3.7. Macroinvertebrados Acuáticos ..... 273
3.7.1. Área de Estudio ..... 274
3.7.1.1. Sitios de Muestreo ..... 274
3.7.1.2. Esfuerzo de Muestreo ..... 277
3.7.2. Metodología ..... 277
3.7.2.1. Fase de Campo ..... 278
3.7.2.2. Fase de Gabinete ..... 278
3.7.3. Resultados ..... 282
3.7.3.1. Inventario General ..... 282
3.7.3.2. Análisis por Punto de Muestreo ..... 297
3.7.3.3. Aspectos Ecológicos ..... 310
3.7.4. Comparación entre estudios previos ..... 312
**4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 319**
4.1. Discusión ..... 319
4.1.1. Flora ..... 319

4.1.2. Mastofauna ..... 320
4.1.3. Avifauna ..... 321
4.1.4. Herpetofauna ..... 324
4.1.5. Entomofauna ..... 325
4.1.6. Ictiofauna ..... 326
4.1.7. Macroinvertebrados acuáticos ..... 327
4.2. Conclusiones ..... 327
4.2.1. Flora ..... 328
4.2.2. Mastofauna ..... 328
4.2.3. Avifauna ..... 329
4.2.4. Herpetofauna ..... 330
4.2.5. Entomofauna ..... 331
4.2.6. Ictiofauna ..... 331
4.2.7. Macroinvertebrados acuáticos ..... 332
4.3. Recomendaciones ..... 333
4.3.1. Flora ..... 333
4.3.2. Mastofauna ..... 333
4.3.3. Avifauna ..... 333
4.3.4. Herpetofauna ..... 333
4.3.5. Entomofauna ..... 334
4.3.6. Ictiofauna ..... 334
4.3.7. Macroinvertebrados acuáticos ..... 334
**5. BIBLIOGRAFÍA ..... 335**
5.1. Introducción general ..... 335
5.2. Flora ..... 335
5.3. Mastofauna ..... 338
5.4. Avifauna ..... 340
5.5. Herpetofauna ..... 346
5.6. Entomofauna ..... 350
5.7. Ictiofauna ..... 354
5.8. Macroinvertebrados acuáticos ..... 358

# TABLAS

Tabla 3-1: Sitios de Muestreo Componente Flora - Proyecto Minero Bramaderos ..... 11
Tabla 3-2: Esfuerzo de Muestreo de Flora - Proyecto Minero Bramaderos ..... 21
Tabla 3-3: Hoja de campo para el registro de árboles ..... 22
Tabla 3-4: Hoja de campo para el registro de arbustos y hierbas ..... 22
Tabla 3-5: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 30
Tabla 3-6: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos ..... 34
Tabla 3-7: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos ..... 38
Tabla 3-8: Índice de diversidad de Shannon - Wiener ..... 38
Tabla 3-9: Índice de diversidad Simpson ..... 39
Tabla 3-10: Índice de Similitud de Jaccard ..... 39
Tabla 3-11: Índice de Chao calculado para flora – Proyecto Minero Bramaderos ..... 42
Tabla 3-12: Especies de Flora del Estrato Arbusto – Proyecto Minero Bramaderos ..... 43
Tabla 3-13: Especies de Flora del Estrato Herbáceo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 44
Tabla 3-14: Estado de Conservación especies de Flora – Proyecto Minero Bramaderos ..... 46
Tabla 3-15: Especies de flora con usos locales en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 48
Tabla 3-16: Análisis Comparativo con monitoreos anteriores ..... 52
Tabla 3-17: Sitios de muestreo componente mastofauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 55
Tabla 3-18: Esfuerzo de muestreo mastofauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 57
Tabla 3-19: Listado de especies registradas en el área de estudio ..... 67
Tabla 3-20: Abundancia relativa de los mamíferos registrados - Proyecto Minero Bramaderos 70
Tabla 3-21: Índices de diversidad de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 72
Tabla 3-22: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM1 ..... 73
Tabla 3-23: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PMM1 ..... 74
Tabla 3-24: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PMM1 ..... 74
Tabla 3-25: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM2 ..... 75
Tabla 3-26: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PMM2 ..... 76
Tabla 3-27: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PMM2 ..... 77
Tabla 3-28: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM3 ..... 77
Tabla 3-29: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PMM3 ..... 79
Tabla 3-30: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PMM3 ..... 79
Tabla 3-31: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM4 ..... 79
Tabla 3-32: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PMM4 ..... 81
Tabla 3-33: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PMM4 ..... 81

Tabla 3-34: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el POM2-1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 83

Tabla 3-35: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el POM3-1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 84

Tabla 3-36: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el POM4-1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 84

Tabla 3-37: Aspectos ecológicos de las especies de mamíferos registradas – Proyecto Minero Bramaderos ..... 85

Tabla 3-38: Estado de conservación de las especies de mamíferos registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 88

Tabla 3-39: Sensibilidad de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 89

Tabla 3-40: Sensibilidad de Mastofauna – Monitoreo Anual – Proyecto Minero Bramaderos ... 90

Tabla 3-41: Diversidad de especies de mamíferos entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 92

Tabla 3-42: Especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos durante los diferentes estudios ..... 94

Tabla 3-43: Sitios de muestreo componente avifauna– Proyecto Minero Bramaderos ..... 99

Tabla 3-44:Esfuerzo de muestreo avifauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 100

Tabla 3-45. Composición y riqueza de especies de aves en – Proyecto Minero Bramaderos . 112

Tabla 3-46: Abundancia relativa de las especies de aves registradas - Proyecto Minero Bramaderos ..... 117

Tabla 3-47: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .... 124

Tabla 3-48: Composición y riqueza de especies de aves en PMA1 - Proyecto Minero Bramaderos ..... 125

Tabla 3-49: Índices de diversidad de aves registradas en PMA 1-Proyecto Minero Bramaderos ..... 129

Tabla 3-50: Composición y riqueza de especies de aves en PMA 2 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 130

Tabla 3-51: Índices de diversidad de aves registradas en el PMA 2-Proyecto Minero Bramaderos ..... 134

Tabla 3-52: Composición y riqueza de especies de aves en, PMA3 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 135

Tabla 3-53: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .... 139

Tabla 3-54: Composición y riqueza de especies de aves en PMA 4 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 140

Tabla 3-55: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .... 144

Tabla 3-56: Aspectos ecológicos de las especies de aves registradas – Proyecto Minero Bramaderos ..... 146

Tabla 3-57: Hábito de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 152

Tabla 3-58: Estado de conservación de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 157

Tabla 3-59: Sensibilidad de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 161
Tabla 3-60: Especies de aves endémicas de la región Tumbesina registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 164
Tabla 3-61: Áreas sensibles para la Avifauna – Monitoreo Anual – Proyecto Minero Bramaderos ..... 165
Tabla 3-62: Diversidad de especies de aves entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 169
Tabla 3-63: Sitios de muestreo componente herpetofauna– Proyecto Minero Bramaderos .... 173
Tabla 3-64: Esfuerzo de muestreo Herpetofauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 174
Tabla 3-65: Tipos de reproducción de anfibios – Proyecto Minero Bramaderos ..... 180
Tabla 3-66: Tipos de reproducción de reptiles – Proyecto Minero Bramaderos ..... 180
Tabla 3-67: Abundancia relativa de los anfibios y reptiles registrados - Proyecto Minero Bramaderos ..... 184
Tabla 3-68: Índices de diversidad de los herpetofauna registrados en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 186
Tabla 3-69: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 188
Tabla 3-70: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 189
Tabla 3-71: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 191
Tabla 3-72: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 192
Tabla 3-73: Aspectos ecológicos de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos ..... 194
Tabla 3-74: Estado de conservación de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos ..... 198
Tabla 3-75: Sensibilidad de Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos ..... 200
Tabla 3-76: Sensibilidad de Herpetofauna – Monitoreo semestral– Proyecto Minero Bramaderos ..... 202
Tabla 3-77: Diversidad de especies de herpetofauna entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 204
Tabla 3-78: Sitios de muestreo componente Entomofauna – Proyecto Minero Bramaderos... 208
Tabla 3-79: Esfuerzo de muestreo Entomofauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 208
Tabla 3-80: Abundancia relativa de Escarabajos copronecrófagos registrada - Proyecto Minero Bramaderos ..... 217
Tabla 3-81: Abundancia relativa de Escarabajos copronecrófagos registrada - Proyecto Minero Bramaderos ..... 218
Tabla 3-82: Índices de diversidad de Entomofauna registrada en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 220
Tabla 3-83: Especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-1 - Proyecto Minero Bramaderos..... 220

Tabla 3-84: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-1 -Proyecto Minero Bramaderos ..... 221

Tabla 3-85: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-1 - Proyecto Minero Bramaderos..... 221

Tabla 3-86: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-2 -Proyecto Minero Bramaderos ..... 222

Tabla 3-87: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-2 - Proyecto Minero Bramaderos..... 223

Tabla 3-88: Abundancia relativa de las especies de Lepidópteros registrados en PME-3 - Proyecto Minero Bramaderos..... 224

Tabla 3-89: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-3 - Proyecto Minero Bramaderos..... 224

Tabla 3-90: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-4 -Proyecto Minero Bramaderos ..... 225

Tabla 3-91: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-4 - Proyecto Minero Bramaderos..... 226

Tabla 3-92: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-1 – Proyecto Minero Bramaderos..... 227

Tabla 3-93: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-2 – Proyecto Minero Bramaderos..... 228

Tabla 3-94: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-3 – Proyecto Minero Bramaderos..... 229

Tabla 3-95: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-4 – Proyecto Minero Bramaderos..... 230

Tabla 3-96: Sensibilidad de las especies de Invertebrados terrestres registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 235

Tabla 3-97: Riqueza y abundancia de Escarabajos copronecrófagos entre estudios realizados – Proyecto Minero Bramaderos..... 238

Tabla 3-98: Riqueza y abundancia de Lepidópteros entre estudios realizados – Proyecto Minero Bramaderos ..... 239

Tabla 3-99: Diversidad de especies de escarabajos copronecrófagos entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos..... 239

Tabla 3-100: Especies indicadoras entre estudios – Proyecto Minero Bramaderos ..... 241

Tabla 3-101: Sitios de muestreo componente ictiofauna - Proyecto Minero Bramaderos..... 242

Tabla 3-102: Esfuerzo de muestreo ictiofauna - Proyecto Minero Bramaderos ..... 245

Tabla 3-103: Especies de Ictiofauna registradas en el área del Proyecto Minero Bramaderos253

Tabla 3-104: Abundancia relativa de las especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 255

Tabla 3-105: Diversidad estimada mediante el índice de Shannon y de Simpson para las especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos..... 259

Tabla 3-106: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos ..... 259

Tabla 3-107: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-02 Quebrada Guarapal (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos..... 260

Tabla 3-108 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 260

Tabla 3-109 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba)- Proyecto Minero Bramaderos ..... 261

Tabla 3-110 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-05 Quebrada Melonal (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 261

Tabla 3-111: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-06 Quebrada Melonal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 261

Tabla 3-112: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-07 Rio Playas (aguas arriba) Proyecto Minero Bramaderos ..... 262

Tabla 3-113: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-08 Rio Playas (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos ..... 262

Tabla 3-114: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-09 Quebrada Linumá Proyecto Minero Bramaderos ..... 263

Tabla 3-115: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-11 Quebrada El Almendral (aguas arriba) Proyecto Minero Bramaderos ..... 263

Tabla 3-116: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA1 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos ..... 264

Tabla 3-117: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA2 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos ..... 264

Tabla 3-118: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI—P3-FA1 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos ..... 265

Tabla 3-119: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA2 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos ..... 265

Tabla 3-120: Nicho trófico de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 266

Tabla 3-121: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 268

Tabla 3-122: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 269

Tabla 3-123: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 270

Tabla 3-124: Sitios de muestreo del componente Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos ..... 275

Tabla 3-125: Esfuerzo de muestreo Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos ..... 277

Tabla 3-126: Valores de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col ..... 281

Tabla 3-127: Clasificación de Calidad de Agua, Valores de BMWP y Significado ..... 281

Tabla 3-128: Índice EPT, valores e interpretación ..... 282

Tabla 3-129: Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del Proyecto Minero Bramaderos – MB7 ..... 286

Tabla 3-130: Diversidad estimada mediante el índice de Shannon -Wiener para las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 292

Tabla 3-131: Diversidad estimada mediante el índice de Simpson para las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 293

Tabla 3-132: Índice BMWP/COL de los cuerpos de agua muestreados en el área de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos ..... 295

Tabla 3-133: Valores de las Taxas EPT registradas en cada uno de los puntos de monitoreo de Macroinvertebrados acuáticos- Proyecto Minero Bramaderos ..... 296

Tabla 3-134: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos..... 297

Tabla 3-135: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-02 Quebrada Guarapal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 298

Tabla 3-136: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 299

Tabla 3-137: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-04 Quebrada PMM-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos..... 300

Tabla 3-138: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-05 Quebrada Melonal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 301

Tabla 3-139: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-06 Quebrada Melonal (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 302

Tabla 3-140: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-07 Rio Playas (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 302

Tabla 3-141: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-08 Rio Playas (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos ..... 303

Tabla 3-142: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-09 Quebrada Linumá - Proyecto Minero Bramaderos ..... 304

Tabla 3-143: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-10 Quebrada El Limón (aguas arriba)- Proyecto Minero Bramaderos..... 305

Tabla 3-144: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-11 Quebrada El Almendral- Proyecto Minero Bramaderos..... 306

Tabla 3-145: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P2-FA1 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos..... 307

Tabla 3-146: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P2-FA2 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos..... 308

Tabla 3-147: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P3-FA1 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos..... 309

Tabla 3-148: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P3-FA2 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos..... 310

Tabla 3-149: Comparación de valores de BMWP en las campañas de monitoreo biótico- Proyecto Minero Bramaderos..... 317

# FIGURAS

Figura 3-1: Diseño de la parcela y subparcelas para el muestreo florístico cuantitativo ..... 21

Figura 3-2: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo del Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 27

Figura 3-3: Familias dominantes en muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 28

Figura 3-4: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque semideciduo - Proyecto Minero Bramaderos ..... 29

Figura 3-5: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 30

Figura 3-6: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos ..... 31

Figura 3-7: Familias dominantes en muestreo Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos ..... 32

Figura 3-8: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos ..... 33

Figura 3-9: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque de galería – Proyecto Minero Bramaderos ..... 33

Figura 3-10: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos ..... 35

Figura 3-11: Familias dominantes en muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos ..... 36

Figura 3-12: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque de Faique - Proyecto Minero Bramaderos ..... 37

Figura 3-13: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos ..... 37

Figura 3-14: Índice de similitud de Jaccard para los diferentes bosques dentro del Proyecto Minero Bramaderos ..... 39

Figura 3-15: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque semideciduo –Proyecto Minero Bramaderos ..... 40

Figura 3-16: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque de galería - Proyecto Minero Bramaderos ..... 41

Figura 3-17: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque de Faique –Proyecto Minero Bramaderos ..... 41

Figura 3-18: Diagrama de estratificación vertical de flora – Proyecto Minero Bramaderos ..... 46

Figura 3-19: Riqueza de mamíferos registrados en el área de estudio ..... 68

Figura 3-20: Riqueza de especies por familia de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 69

Figura 3-21: Abundancia de especies de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 70

Figura 3-22: Curva de dominancia de especies de mamíferos para el Proyecto Minero Bramaderos ..... 71

Figura 3-23: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de los mamíferos registrados en la Concesión Bramaderos ..... 72

Figura 3-24: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM1 ..... 73
Figura 3-25: Abundancia de especies de mamíferos registrados PMM1 ..... 74
Figura 3-26: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM2 ..... 76
Figura 3-27: Abundancia de especies de mamíferos registrados PMM2 ..... 76
Figura 3-28: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM3 ..... 78
Figura 3-29: Abundancia de especies de mamíferos registrados PMM3 ..... 78
Figura 3-30: Riqueza de especies de mamíferos registrados PMM4 ..... 80
Figura 3-31: Abundancia de especies de mamíferos registrados PMM4 ..... 81
Figura 3-32: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo POM2-1 Proyecto Minero Bramaderos ..... 82
Figura 3-33: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo POM3 –1 Proyecto Minero Bramaderos ..... 83
Figura 3-34: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo POM4-1 Proyecto Minero Bramaderos ..... 84
Figura 3-35: Preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el área de estudio ..... 86
Figura 3-36: Distribución porcentual del hábito de los mamíferos registrados en el área de estudio ..... 86
Figura 3-37: Distribución porcentual del patrón de actividad de los mamíferos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 87
Figura 3-38: Distribución porcentual del patrón de actividad de los mamíferos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 87
Figura 3-39: Comparación de resultados multitemporales Proyecto Minero Bramaderos ..... 91
Figura 3-40: Dendrograma de similitud de Jaccard para mamíferos – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 93
Figura 3-41: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos– Proyecto Minero Bramaderos ..... 114
Figura 3-42: Riqueza de especies de aves en familias– Proyecto Minero Bramaderos ..... 115
Figura 3-43: Abundancia de especies de aves registradas en el área de estudio– Proyecto Minero |Bramaderos ..... 116
Figura 3-44: Curva de dominancia de especies de aves en el área de estudio- Proyecto Minero Bramaderos ..... 121
Figura 3-45: Curva de Acumulación de especies de aves registradas en el área del proyecto122
Figura 3-46: Valores de riqueza de especies de aves estimada por Chao 1 ..... 123
Figura 3-47: Dendrograma de similitud de la composición de especies entre puntos de muestreo en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 124
Figura 3-48: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA 1 ..... 126
Figura 3-49: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMA-1 ..... 127
Figura 3-50: Abundancia de las especies de aves registradas en PMA1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 128
Figura 3-51: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-1 ..... 129

Figura 3-52: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA 2 ..... 131
Figura 3-53: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMM-1 ..... 132
Figura 3-54: Abundancia de las especies de aves registradas en PMA2 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 133
Figura 3-55: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-1 ..... 134
Figura 3-56: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA 3 ..... 136
Figura 3-57: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMA-3 ..... 137
Figura 3-58: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-3 ..... 138
Figura 3-59: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-3 ..... 139
Figura 3-60: Riqueza de especies en órdenes taxonómicos de aves registrados en el punto cuantitativo PMA-4 ..... 141
Figura 3-61: Riqueza de especies de aves en familias registradas en el punto cuantitativo PMA-4 ..... 142
Figura 3-62: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-4 ..... 143
Figura 3-63: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-4 ..... 144
Figura 3-64: Riqueza de especies de aves en gremios tróficos hallados en el área de estudio ..... 151
Figura 3-65: Distribución porcentual de la dieta de las especies de aves registrados en el área de estudio ..... 151
Figura 3-66: Distribución porcentual del patrón de actividad de especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 154
Figura 3-67: Distribución porcentual de la riqueza de especies de aves en estratos de la vegetación del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 155
Figura 3-68: Distribución de la riqueza de especies de aves en categorías de riesgo de extinción de la UICN (2023) del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 156
Figura 3-69: Distribución de la riqueza de especies de aves según su sensibilidad ecológica del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 161
Figura 3-70: Comparación de resultados de diversidad de aves registrados en los monitoreos- Proyecto Minero Bramaderos ..... 168
Figura 3-71: Dendrograma de similitud de Jaccard de especies de aves – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 171
Figura 3-72: Riqueza por familia de anfibios y reptiles - Proyecto Minero Bramaderos ..... 183
Figura 3-73: Abundancia de especies de anfibios y reptiles registrados – Proyecto Minero Bramaderos ..... 184
Figura 3-74: Curva de dominancia de la herpetofauna registrada- Proyecto Minero Bramaderos ..... 185

Figura 3-75: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de la herpetofauna registrada- Proyecto Minero Bramaderos ..... 186
Figura 3-76: Riqueza y abundancia por familia en PMH1– Proyecto Minero Bramaderos ..... 187
Figura 3-77: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 187
Figura 3-78: Riqueza y abundancia por familia en PMH2– Proyecto Minero Bramaderos ..... 188
Figura 3-79: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH2– Proyecto Minero Bramaderos ..... 189
Figura 3-80: Riqueza y abundancia por familia en PMH3– Proyecto Minero Bramaderos ..... 190
Figura 3-81: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH3 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 190
Figura 3-82: Riqueza y abundancia por familia en PMH4– Proyecto Minero Bramaderos ..... 191
Figura 3-83: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH4 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 192
Figura 3-84: Similitud Jaccard entre las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos ..... 193
Figura 3-85: Preferencias alimenticias de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos ..... 195
Figura 3-86: Habito de la Herpetofauna registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 196
Figura 3-87: Actividad diaria de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 196
Figura 3-88: Modos reproductivos de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 197
Figura 3-89: Sensibilidad de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 200
Figura 3-90: Distribución Geográfica de la Herpetofauna– Proyecto Minero Bramaderos..... 201
Figura 3-91: Riqueza y Diversidad de Shannon de la Herpetofauna entre los distintos monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 203
Figura 3-92: Abundancia de la Herpetofauna entre los distintos monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 204
Figura 3-93: Dendrograma de similitud de Jaccard para la herpetofauna – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 205
Figura 3-94: Riqueza total de invertebrados registrada – Proyecto Minero Bramaderos..... 215
Figura 3-95: Riqueza total registradas por grupo de estudio – Proyecto Minero Bramaderos. 215
Figura 3-96: Riqueza de especies registrados en los sitios de muestreo cuantitativos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 216
Figura 3-97: Riqueza de especies registrados en los sitios de muestreo cualitativos – Proyecto Minero..... 216
Figura 3-98: Abundancia registrada en los sitios de muestreo cuantitativos – Proyecto Minero Bramaderos .....217Figura 3-99: Curva de dominancia de especies de invertebrados terrestres registrados - Proyecto Minero Bramaderos ..... 218
Figura 3-100: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de Escarabajos copronecrófagos registrados - Proyecto Minero Bramaderos ..... 219

Figura 3-101: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de Lepidópteros registrados - Proyecto Minero Bramaderos ..... 219

Figura 3-102: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-1 - Proyecto Minero Bramaderos ..... 221

Figura 3-103: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-2 - Proyecto Minero Bramaderos ..... 222

Figura 3-104: Riqueza de lepidópteros registrados en PME-3 - Proyecto Minero Bramaderos ..... 224

Figura 3-105: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-4 - Proyecto Minero Bramaderos ..... 225

Figura 3-106: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-1 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 226

Figura 3-107: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-2 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 227

Figura 3-108: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-3 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 229

Figura 3-109: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-4 – Proyecto Minero Bramaderos ..... 230

Figura 3-110: Gremio tróficos de la Entomofauna registrada en el área de estudio ..... 232

Figura 3-111: Patrón de actividad de Entomofauna registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 232

Figura 3-112: Grupos funcionales de las especies de Escarabajos copronecrófagos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 233

Figura 3-113: Distribución de las especies de Entomofauna registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 234

Figura 3-114: Categorías de sensibilidad de los invertebrados terrestres – Proyecto Minero Bramaderos ..... 235

Figura 3-115: Dendograma de similitud de Jaccard para escarabajos copronecrófagos – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 240

Figura 3-116: Dendrograma de similitud de Jaccard para lepidópteros – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos ..... 241

Figura 3-117: Riqueza Íctica registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos ..... 253

Figura 3-118: Abundancia Íctica por punto de muestreo registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos ..... 254

Figura 3-119: Abundancia relativa de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 255

Figura 3-120: Curva de acumulación de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 256

Figura 3-121: Curva de Chao 1 de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 257

Figura 3-122: Índice de Similitud de Jaccard estimado entre los puntos de muestreo de ictiofauna – Proyecto Minero Bramaderos ..... 258

Figura 3-123: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .. 266

Figura 3-124: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .. 267

Figura 3-125: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .. 267

Figura 3-126: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos .. 269

Figura 3-127: Análisis comparativo de monitoreos de ictiofauna realizados en el área de estudio del Proyecto Minero Bramaderos ..... 272

Figura 3-128: Riqueza de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos ..... 283

Figura 3-129: Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por punto de monitoreo registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos ..... 283

Figura 3-130: Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos ..... 285

Figura 3-131: Abundancia relativa de especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 289

Figura 3-132: Curva de dominancia de especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 290

Figura 3-133: Curva de acumulación de morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 291

Figura 3-134: Curva de Chao 1 de morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 291

Figura 3-135: Índice de Similitud de Jaccard estimado entre los puntos de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Bramaderos ..... 295

Figura 3-136: Nicho trófico de las especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 311

Figura 3-137: Sensibilidad de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos ..... 312

Figura 3-138: Comparación de riqueza, abundancia y diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos en las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos ..... 314

Figura 3-139: Cluster de similitud en la composición de especies de macroinvertebrados acuáticos entre las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos ..... 315

Figura 3-140: Comparación de valores de EPT en las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos ..... 316

# 1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los países mega diversos del mundo, debido a sus ecosistemas, especies y recursos genéticos. Uno de los ecosistemas importantes son los bosques secos pluvioestacionales, que se encuentran en el centro y sur de la región occidental de los Andes, en las provincias de Imbabura, Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre, 2012).

La provincia de Loja presenta una variedad de ecosistemas debido a la presencia de la Cordillera de Los Andes; uno de ellos es el bosque seco, el cual ocupa el 31 % (31 400 $km^2$) del total de la provincia, desarrollándose sobre áreas de fuertes pendientes, en suelos pedregosos y arcillosos (Herbario LOJA et al., 2001; Jaramillo et al., 2018).

La estacionalidad de los ecosistemas de bosque seco hace que su flora y fauna sea diversa, y se adapte a condiciones climáticas extremas (Pennington et al., 2000), manteniendo poblaciones de animales y plantas con un alto endemismo (Vázquez, M., Freire, J. y Suárez, L., Eds., 2005) a nivel regional, formando parte de la Región Tumbesina, ubicada entre Ecuador y Perú (Jaramillo et al., 2018; Aguirre, Z., Aponte., C. y Quizhpe, W., 2021).

Estos bosques también se encuentran en el sector de Paltas, en el cual se ubica la concesión minera Bramaderos, donde se realiza semestralmente el presente monitoreo biótico de acuerdo con lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental de la Empresa Bramaderos, evaluando el estado actual de la flora y fauna locales.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo General

- Determinar posibles cambios en la biodiversidad del componente flora y sobre los subcomponentes de fauna terrestre y acuática del proyecto ubicado en la concesión minera Bramaderos, en base a la aplicación de los mismos métodos de muestreo establecidos en la línea base del Estudio de Impacto Ambiental y en cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental aprobado.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna de acuerdo con la época de muestreo y estado de conservación actual.

- Determinar los aspectos ecológicos y el estado de conservación de la flora y fauna en el área de influencia del proyecto ubicado en la concesión minera Bramaderos.

- Revisar y actualizar el estatus actual de las especies de flora y fauna categorizados en algún estado de amenaza.

- Establecer conclusiones que permitan orientar la gestión ambiental del proyecto en la prevención, reducción o eliminación de perturbaciones a los componentes de flora y fauna silvestre, en base al desarrollo de actividades del proyecto.

## 1.2. Alcance

El presente estudio corresponde al noveno monitoreo biótico semestral que fue establecido en el Plan de Manejo Ambiental aprobado para el proyecto minero Bramaderos correspondiente al periodo abril a octubre 2023. En este estudio se incluye el monitoreo del componente flora y de los componentes mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos, en las mismas áreas de muestreo biótico, donde se desarrolló la línea base del Estudio de Impacto Ambiental (2017) para la emisión de la licencia ambiental que autoriza el desarrollo de actividades de exploración avanzada en la concesión minera Bramaderos (Cód. 60000334).

Las metodologías utilizadas para la evaluación de cada uno de los componentes biológicos se establecieron para determinar las especies presentes, su diversidad, aspectos ecológicos relevantes, y estado actual de conservación. Las jornadas de trabajo se realizaron desde las 05:00 hasta las 23:00 durante todos los días de investigación, cubriendo jornadas diurnas (flora, mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos) y nocturnas (mastofauna y herpetofauna) de los componentes analizados. Dentro de las descripciones de la fase de campo y gabinete, por cada componente evaluado, se detallan apropiadamente los tipos de áreas analizadas y las metodologías aplicadas.

Los resultados de la presente evaluación biológica semestral, se basan en el trabajo de campo, el cual contempló en total 10 días de trabajo de campo efectivo, en el mes de agosto de 2023, durante la época seca. El monitoreo fue realizado por biólogos con experiencia en cada componente con el soporte de un asistente local para cada grupo biótico caracterizado.

Es importante mencionar que durante el monitoreo de agosto 2023, se continuó con el monitoreo del punto 1 (reubicado durante el monitoreo de marzo del presente año) correspondiente a flora y fauna terrestre, con la finalidad de observar cambios en las poblaciones biótica locales.

Por otro lado, se indica que la parcela PM1 PBG004, debido a que su ubicación junto a un terreno donde la propietaria no permite el acceso, obstruyendo el monitoreo de este punto de muestreo, por lo que se sugiere que este sitio de muestreo sea eliminado para los siguientes monitoreos, considerando, además, que existen más parcelas en la misma zona, manteniendo una muestra representativa del tipo de vegetación donde se ubica esta parcela.
En cuanto a los sitios de monitoreo de fauna acuática ubicados en el Río Playas, cabe mencionar que, la apertura de una vía de acceso a lo largo del río, ha modificado el cauce, además del desbroce de la vegetación de ribera, afectando al desarrollo de la fauna acuática de este ecosistema, y al desarrollo normal del monitoreo de estos puntos (PM-08, PM-P2-FA1 y PM-P2-FA2).

Tomando en cuenta lo mencionado, en total, durante el presente monitoreo (agosto 2023), se evaluaron 47 parcelas vegetación, cuatro (4) puntos de monitoreo de fauna terrestre, y, 15 puntos de monitoreo de fauna acuática.

Por otra parte, de acuerdo con la legislación ambiental vigente, el proyecto cuenta con la Autorización de Recolección de Vida Silvestre Nº 001 - 2023-FAU- FLO-DZ7L-GBVS/MAATE (Ver Anexos, A Permisos). El monitoreo de la hidrobiota requirió de la

colección de muestras de macroinvertebrados acuáticos para su revisión en laboratorio, autorizados mediante la Guía de Movilización N°. 010-2023-GBVS-DZ7L- MAATE (Ver Anexos, A Permisos).

La fase de laboratorio comprendió el análisis de muestras e identificación de especies de los componentes bióticos, con el apoyo de especialistas en taxonomía de grupos indicadores, que son parte del staff técnico de Ecuambiente; y la fase de gabinete consistió en revisiones bibliográficas, revisiones en museos respectivos, sistematización y análisis de datos para la elaboración del informe final de monitoreo.

Los resultados y análisis de la evaluación biológica se presentan por capítulos y por componentes, que a continuación se describen, y en la carpeta de anexos se encuentra todo el soporte de la información de respaldo del presente estudio.

# 2. PUNTOS DE MUESTREO

## 2.1. Criterios de Selección y ubicación de puntos de muestreo

El monitoreo biológico se acopló a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental, específicamente, en los lineamientos para el monitoreo biótico periódico (semestral) determinado para el proyecto; en este sentido, el monitoreo de los puntos de muestreo de flora, fauna terrestre y fauna acuática, corresponden a las mismas áreas evaluadas en la línea base, mediante el establecimiento del mismo alcance y criterios metodológicos, con la intención de generar información que permita realizar comparaciones históricas de los datos recabados en la fase de campo para los componentes bióticos mencionados.

Sin embargo, es importante mencionar que, durante las dos (2) campañas de monitoreo biótico ejecutadas en el 2022, no se pudo ingresar al punto de muestreo 1 (fauna terrestre) y se pudo solamente monitorear 40 de las 54 parcelas que tiene el proyecto, debido a que los dueños de los terrenos donde se realiza el estudio no permitieron el ingreso del equipo técnico.

Durante la fase de campo del monitoreo de marzo (2023) se realizó el cambio de ubicación del punto de monitoreo 1 con la finalidad de continuar el monitoreo de los cuatro (4) puntos establecidos en la Línea Base.

De acuerdo con lo mencionado, durante el presente monitoreo (agosto 2023), se ejecutaron un total de 47 parcelas vegetación, cuatro (4) puntos de monitoreo de fauna terrestre, y, 15 puntos de monitoreo de fauna acuática.

## 2.2. Selección y Ubicación de los puntos de muestreo para Flora y Fauna Terrestre

La selección y ubicación de puntos de muestreo se basan en el monitoreo de los puntos de flora, fauna terrestre y los cuerpos hídricos, que fueron evaluados en la línea base del estudio de impacto ambiental (2017) y ajustados de acuerdo a los sitios ubicados en el primer monitoreo biótico ejecutado en el año 2019; de esta manera, se asegura la revisión y evaluación continua de los cuerpos hídricos y sitios de monitoreo biótico valorados dentro del área de influencia del proyecto Bramaderos.

# 3. MONITOREO BIÓTICO

## 3.1. Flora

El Ecuador se encuentra ubicado en la ecoregión del Neotrópico (Olson et al., 2001) y es considerado como un “hot spot” de biodiversidad a nivel mundial, debido a que alberga aproximadamente 19.000 especies de plantas, en donde las plantas vasculares registran una mayor riqueza con casi 17.000 especies (Jørgensen y León-Yánez, 1999; Gradstein y Benitez, 2016). Esta biodiversidad en los países neotropicales, tanto en plantas como en otros organismos, se ve influenciada por factores geográficos, por el clima, la precipitación, la incidencia de luz, los niveles de humedad, entre otros, los cuales han formado variados ecosistemas o hábitats en dónde los organismos se han adaptado ocupando diferentes nichos (Antonelli y Sanmartín, 2011).En el caso de las plantas las adaptaciones se presentan en cambios a nivel morfológico, interacciones con otros organismos o también distintos hábitos o formas de vida, siendo las plasntas de los bosques secos excelentes ejemplos de estas adaptaciones.

Los bosques secos son uno de los ecosistemas más amenazados en el planeta y son particularmente vulnerables al cambio de uso de suelo (Nassar et. al., 2008). Los bosques secos abarcan casi el 30% de la superficie de la Tierra y constituyen la mitad de la superficie de los países en desarrollo. Sin embargo, a pesar de su aridez, estas regiones poseen una importancia mundial para la diversidad biológica y son los centros de origen de muchos cultivos agrícolas y otras especies con valor económico. Con frecuencia, las comunidades rurales que habitan estas regiones tienen una alta dependencia de los recursos forestales, particularmente de leña y forraje, como un modo de sustento. Por otro lado, en muchas de estas regiones, los bosques han sido sometidos a prácticas de uso del suelo insostenibles, incluyendo la expansión de zonas de pastizal para el ganado, el aprovechamiento excesivo (en particular de leña), su transformación en zonas agrícolas y un rápido crecimiento de los asentamientos urbanos. Estos procesos han resultado en un incremento de la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales de las zonas secas, y como consecuencia en un impacto negativo en la biodiversidad, la fertilidad de los suelos y la disponibilidad de agua, así como en los medios de subsistencia para la población local (Newton y Tejedor, 2011).

En el Ecuador, los bosques secos se encuentran en la costa y de manera aislada en el callejón interandino, estos últimos se encuentran desde la provincia de Imbabura y Pichincha en el norte, hasta Zamora y Loja en el sur. Ejemplos de estos bosques son el Chota y Guayllabamba, entre Pichincha e Imbabura, Girón Paute entre las provincias de Azuay y Loja y Catamayo, Malacatos y Vilcabamba en Loja. Valencia et al.(1999) distinguen entre los valles interandinos del centro-norte y el sur (Loja). Al norte, los valles son más altos y en general se encuentran bosques secos entre 1.800 y 2.600 m de altitud. También son más aislados debido a que ambas faldas orientales y occidentales están cubiertas con bosques montanos muy húmedos. Al contrario, en el sur las faldas occidentales son relativamente más secas y las montañas más bajas, en que los bosques secos interandinos se encuentran desde los 1300 m hacia arriba, lo que probablemente facilita un mayor intercambio entre bosques de la costa y los bosques interandinos (Aguirre et al. 2006).

El bosque seco del sur occidente de Ecuador es parte de la Región de Endemismo Tumbesina, caracterizada por un elevado endemismo faunístico y florístico. En la provincia de Loja se encuentra la mayor superficie de este ecosistema, distribuido entre

0 a 1100 msnm, incluyen las tierras bajas, estribaciones occidentales bajas de la cordillera de los Andes y los valles secos interandinos del sur. Aproximadamente el 20 % (2 000 km$^2$) de la provincia es bosque seco. La temperatura varía entre 20 a 26ºC y la precipitación media anual es de 500 mm. Se diferencian dos periodos; uno seco entre mayo a noviembre y otro lluvioso de diciembre a abril. Generalmente los suelos sobre los cuales se desarrollan son arcillosos, que en época lluviosa forman lodazales y en temporada seca se manifiestan con grandes grietas (Aguirre et al. 2017).

Los bosques secos de la provincia de Loja son semidensos (500 a 699 individuos/ha), con árboles grandes de: *Ceiba trichistandra, Eriotheca ruizii, Cochlospermum vitifolium, Handroanthus chrysanthus* y *Terminalia valverdeae*, que en temporada lluviosa el bosque semeja a una selva tropical. Estos bosques soportan la explotación selectiva de especies maderables como: *Handroanthus chrysanthus, Loxopterygium huasango*, *Terminalia valverdeae* y *Geoffroea spinosa*, conversión de áreas para cultivos de temporal y pastoreo de ganado caprino, que son los factores que provocan la alteración de la estructura del bosque (Aguirre et al, 2017).

En la zona de estudio Bramaderos se trata de una zona con condiciones climáticas secas, de vegetación semicaducifolia y caducifolia típica de bosque seco; con una topografía muy irregular, en la parte baja del río Playas con áreas de pendientes suaves, mientras que en la parte media existen pendientes pronunciadas, y en la parte alta en dirección noreste se encuentra una zona montañosa muy escarpada. En el área predominan actividades agrícolas y pecuarias a gran escala, afectando la recuperación natural del bosque y a su vez acelerando su degradación; actividades que han causado que el bosque y la vegetación natural presente en la zona de estudio, se encuentran agrupados en pequeños remanentes fragmentados, erosionados y sometidos a una fuerte presión por el cambio de uso del suelo (Jaramillo et al, 2018).

En el estudio actual se realiza un monitoreo biológico del componente flora el cual garantiza la conservación, el manejo y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en sus distintos niveles de integración, desde los genes hasta las comunidades y ecosistemas (Chediack, 2009).

El presente monitoreo permite conocer la dinámica de los ecosistemas: Bosque semideciduo, Bosque de Galería y Bosque Monoespecífico de Faique, a través de una comparación de los resultados con monitoreos anteriores en donde se observará similitudes o cambios de los ecosistemas mencionados.

### 3.1.1. Área de Estudio

El área se encuentra dentro de la concesión minera Bramaderos (Cód. 60000334), la misma que está ubicada en las parroquias Guachanamá, Casanga, Catacocha y Sozoranga las cuales pertenecen a los cantones Paltas y Sozoranga, en el sur occidente de la provincia de Loja. El rango de distribución altitudinal dentro del área de estudio oscila entre los 640 a los 1880 msnm, la precipitación anual es menor a 500 mm, la temperatura media varía entre los 18 y 22°C, la humedad relativa comprende entre el 50% y 80% lo que da como resultado un tipo de clima denominado Ecuatorial Mesotérmico Seco (PDOT Cantón Paltas, 2019).

De acuerdo con el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental MAE (2013) la zona posee formaciones vegetales denominada bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor.

### *3.1.1.1. Tipos de Vegetación*

**Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01)**

Bosques semideciduos con un dosel que alcanza los 20 m de altura. Este ecosistema representa a los bosques secos estacionales del piedemonte de la Cordillera Occidental. Se caracteriza por la presencia de especies arbóreas, abundantes arbustos y hierbas que en temporada lluviosa crecen sobre laderas con pendientes moderadas de 20 a 30% en suelos muy pedregosos (Aguirre y Kvist 2005 en MAE 2013). Se distribuyen entre 400 y 1600 msnm en las provincias de Azuay, El Oro y Loja, debido a esta ubicación altitudinal es un sistema heterogéneo producto del contacto entre las distintas regiones y provincias biogeográficas donde confluyen la flora norandina y el Pacífico Ecuatorial.

El estado de conservación de estos bosques es regular, cuando se altera con incendios y conversión de uso del suelo se pierden muchos elementos originales y el bosque se degrada, indicando que la resiliencia de este ecosistema es baja. Al degradarse el sistema se transforma en un arbustal semideciduo con un dosel entre 5 y 6 m con pocos árboles emergentes remanentes de la vegetación original (Aguirre y Kvist 2005 en MAE, 2013).

La fisonomía arbustiva secundaria se caracteriza por el dominio de *Vachellia macracantha* y *Vernonantura patens*.

Especies diagnósticas: *Bauhinia aculeata, Centrolobium ochroxylum, Cochlospermum vitifolium, Machaerium millei, Pradosia montana, Senna mollissima, Triplaris cumingiana. Croton wagneri, Pisonia aculeata*. La bromelia *Tillandsia usneoides* conocida localmente como salvaje es una epifita dominante en este tipo de bosque. Las especies de lianas se encuentran preferentemente en las quebradas.

### *3.1.1.2. Cobertura Vegetal*

Dentro del área de estudio se registró la presencia de cuatro (4) tipos de cobertura vegetal presentes en el área, la cobertura depende de la composición florística.

**Bosque semideciduo (BS)**

Este tipo de cobertura se caracteriza por poseer un dosel que puede alcanzar hasta los 20 m de altura, donde se registra la presencia de algunas especies arbóreas, múltiples especies de arbustos y hierbas, en temporada de lluvia algunas especies crecen sobre laderas con pendientes moderadas del 20 al 30% de inclinación.

**Bosque de galería o riparios (BG)**

Este tipo de cobertura principalmente se encuentra presente en ríos y quebradas del área de estudio. Debido a la influencia relativa del ambiente, las condiciones que se forman son ideales para el crecimiento de un gran número de plantas que contribuyen a la formación de una vegetación exuberante, la cual posee como principal función la protección de los ríos, ayudando además a mantener la calidad de agua y evitando procesos de erosión en los márgenes de los ríos.

**Bosque de Faique (BF)**

Cobertura vegetal dominada por *Vachellia macracantha*, conocida comúnmente como faique.

**Cultivos**

Son zonas abiertas, donde los agricultores han reemplazado el bosque natural por agro sistemas con diferentes cultivos. En las zonas estudiadas se observan cultivos específicamente de *Zea mays* (maíz), pertenecientes a los pobladores aledaños para consumo propio y comercialización. Se observan además especies frutales y huertos familiares en su mayoría de plantas medicinales.

### *3.1.1.3. Sitios de Muestreo*

Las coordenadas de los sitios de muestreo y el detalle de las áreas evaluadas se presentan en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Sitios de Muestreo Componente Flora - Proyecto Minero Bramaderos

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | Bosque Nativo Semideciduo | PM1 PBS013 | 1 | PM1 PBS013_1 | 630844 | 9553713 |
| | | | 2 | PM1 PBS013_2 | 630834 | 9553732 |
| | | | 3 | PM1 PBS013_3 | 630855 | 9553744 |
| | | | 4 | PM1 PBS013_4 | 630863 | 9553725 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2 PBS031 | 1 | PM2 PBS031_1 | 634705 | 9551887 |
| | | | 2 | PM2 PBS031_2 | 634721 | 9551889 |
| | | | 3 | PM2 PBS031_3 | 634728 | 9551877 |
| | | | 4 | PM2 PBS031_4 | 634713 | 9551870 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS010 | 1 | PM3 PBS010_1 | 632347 | 9549897 |
| | | | 2 | PM3 PBS010_2 | 632359 | 9549917 |
| | | | 3 | PM3 PBS010_3 | 632374 | 9549906 |
| | | | 4 | PM3 PBS010_4 | 632365 | 9549885 |
| Intervención (Interv01) | | PM3 PBS011 | 1 | PM3 PBS011_1 | 630373 | 9548825 |
| | | | 2 | PM3 PBS011_2 | 630360 | 9548854 |
| | | | 3 | PM3 PBS011_3 | 630368 | 9548857 |
| | | | 4 | PM3 PBS011_4 | 630385 | 9548842 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS017 | 1 | PM3 PBS017_1 | 631141 | 9549940 |
| | | | 2 | PM3 PBS017_2 | 631131 | 9549959 |
| | | | 3 | PM3 PBS017_3 | 631151 | 9549966 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM3 PBS017_4 | 631156 | 9549954 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS018 | 1 | PM3 PBS018_1 | 631330 | 9550030 |
| | | | 2 | PM3 PBS018_2 | 631319 | 9550041 |
| | | | 3 | PM3 PBS018_3 | 631324 | 9550050 |
| | | | 4 | PM3 PBS018_4 | 631338 | 9550047 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS019 | 1 | PM3 PBS019_1 | 631178 | 9550098 |
| | | | 2 | PM3 PBS019_2 | 631175 | 9550115 |
| | | | 3 | PM3 PBS019_3 | 631193 | 9550122 |
| | | | 4 | PM3 PBS019_4 | 631199 | 9550102 |
| Intervención (Interv01) | | PM3 PBS020 | 1 | PM3 PBS020_1 | 631328 | 9550647 |
| | | | 2 | PM3 PBS020_2 | 631325 | 9550674 |
| | | | 3 | PM3 PBS020_3 | 631347 | 9550675 |
| | | | 4 | PM3 PBS020_4 | 631347 | 9550651 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS021 | 1 | PM3 PBS021_1 | 631986 | 9550564 |
| | | | 2 | PM3 PBS021_2 | 632016 | 9550543 |
| | | | 3 | PM3 PBS021_3 | 631991 | 9550541 |
| | | | 4 | PM3 PBS021_4 | 632009 | 9550567 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM3 PBS022 | 1 | PM3 PBS022_1 | 632476 | 9550769 |
| | | | 2 | PM3 PBS022_2 | 632458 | 9550771 |
| | | | 3 | PM3 PBS022_3 | 632465 | 9550793 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM3 PBS022_4 | 632483 | 9550795 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS004 | 1 | PM4 PBS004_1 | 630728 | 9544605 |
| | | | 2 | PM4 PBS004_2 | 630704 | 9544606 |
| | | | 3 | PM4 PBS004_3 | 630707 | 9544629 |
| | | | 4 | PM4 PBS004_4 | 630725 | 9544627 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS005 | 1 | PM4 PBS005_1 | 630725 | 9544941 |
| | | | 2 | PM4 PBS005_2 | 630723 | 9544931 |
| | | | 3 | PM4 PBS005_3 | 630704 | 9544929 |
| | | | 4 | PM4 PBS005_4 | 630712 | 9544951 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS006 | 1 | PM4 PBS006_1 | 630476 | 9545486 |
| | | | 2 | PM4 PBS006_2 | 630465 | 9545472 |
| | | | 3 | PM4 PBS006_3 | 630455 | 9545486 |
| | | | 4 | PM4 PBS006_4 | 630464 | 9545498 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS007 | 1 | PM4 PBS007_1 | 631981 | 9546693 |
| | | | 2 | PM4 PBS007_2 | 631972 | 9546708 |
| | | | 3 | PM4 PBS007_3 | 631990 | 9546720 |
| | | | 4 | PM4 PBS007_4 | 631998 | 9546698 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS008 | 1 | PM4 PBS008_1 | 631611 | 9547407 |
| | | | 2 | PM4 PBS008_2 | 631628 | 9547389 |
| | | | 3 | PM4 PBS008_3 | 631606 | 9547379 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM4 PBS008_4 | 631597 | 9547398 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS012 | 1 | PM4 PBS012_1 | 630768 | 9547568 |
| | | | 2 | PM4 PBS012_2 | 630787 | 9547577 |
| | | | 3 | PM4 PBS012_3 | 630794 | 9547557 |
| | | | 4 | PM4 PBS012_4 | 630778 | 9547551 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS023 | 1 | PM4 PBS023_1 | 630689 | 9545698 |
| | | | 2 | PM4 PBS023_2 | 630703 | 9545713 |
| | | | 3 | PM4 PBS023_3 | 630715 | 9545695 |
| | | | 4 | PM4 PBS023_4 | 630700 | 9545681 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS024 | 1 | PM4 PBS024_1 | 630727 | 9545813 |
| | | | 2 | PM4 PBS024_2 | 630706 | 9545811 |
| | | | 3 | PM4 PBS024_3 | 630699 | 9545831 |
| | | | 4 | PM4 PBS024_4 | 630717 | 9545838 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS025 | 1 | PM4 PBS025_1 | 630872 | 9545966 |
| | | | 2 | PM4 PBS025_2 | 630854 | 9545979 |
| | | | 3 | PM4 PBS025_3 | 630863 | 9546000 |
| | | | 4 | PM4 PBS025_4 | 630878 | 9545986 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBS026 | 1 | PM4 PBS026_1 | 630065 | 9546431 |
| | | | 2 | PM4 PBS026_2 | 630060 | 9546452 |
| | | | 3 | PM4 PBS026_3 | 630075 | 9546459 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM4 PBS026_4 | 630081 | 9546435 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS028 | 1 | PM4 PBS028_1 | 630729 | 9544057 |
| | | | 2 | PM4 PBS028_2 | 630750 | 9544050 |
| | | | 3 | PM4 PBS028_3 | 630739 | 9544030 |
| | | | 4 | PM4 PBS028_4 | 630721 | 9544042 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS029 | 1 | PM4 PBS029_1 | 630638 | 9544465 |
| | | | 2 | PM4 PBS029_2 | 630631 | 9544445 |
| | | | 3 | PM4 PBS029_3 | 630613 | 9544464 |
| | | | 4 | PM4 PBS029_4 | 630630 | 9544477 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM4 PBS030 | 1 | PM4 PBS030_1 | 630939 | 9544810 |
| | | | 2 | PM4 PBS030_2 | 630919 | 9544801 |
| | | | 3 | PM4 PBS030_3 | 630906 | 9544822 |
| | | | 4 | PM4 PBS030_4 | 630922 | 9544829 |
| Intervención (Interv01) | Bosque de Galería | PM1 PBG004 | 1 | PM1 PBG004_1 | 630914 | 9552623 |
| | | | 2 | PM1 PBG004_2 | 630938 | 9552618 |
| | | | 3 | PM1 PBG004_3 | 630934 | 9552603 |
| | | | 4 | PM1 PBG004_4 | 630916 | 9552611 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM1 PBG009 | 1 | PM1 PBG009_1 | 632156 | 9553792 |
| | | | 2 | PM1 PBG009_2 | 632165 | 9553814 |
| | | | 3 | PM1 PBG009_3 | 632179 | 9553808 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM1 PBG009_4 | 632181 | 9553789 |
| Intervención (Interv01) | | PM1 PBG013 | 1 | PM1 PBG013_1 | 632015 | 9554038 |
| | | | 2 | PM1 PBG013_2 | 632013 | 9554050 |
| | | | 3 | PM1 PBG013_3 | 632032 | 9554048 |
| | | | 4 | PM1 PBG013_4 | 632032 | 9554035 |
| Intervención (Interv01) | | PM1-PBG010 | 1 | PM1-PBG010_1 | 632124 | 9553849 |
| | | | 2 | PM1-PBG010_2 | 632129 | 9553864 |
| | | | 3 | PM1-PBG010_3 | 632147 | 9553859 |
| | | | 4 | PM1-PBG010_4 | 632139 | 9553841 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2 PBG015 | 1 | PM2 PBG015_1 | 635226 | 9550651 |
| | | | 2 | PM2 PBG015_2 | 635224 | 9550668 |
| | | | 3 | PM2 PBG015_3 | 635251 | 9550671 |
| | | | 4 | PM2 PBG015_4 | 635253 | 9550647 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2 PBG016 | 1 | PM2 PBG016_1 | 634870 | 9550268 |
| | | | 2 | PM2 PBG016_2 | 634858 | 9550278 |
| | | | 3 | PM2 PBG016_3 | 634873 | 9550308 |
| | | | 4 | PM2 PBG016_4 | 634892 | 9550289 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2 PBG017 | 1 | PM2 PBG017_1 | 634306 | 9551045 |
| | | | 2 | PM2 PBG017_2 | 634316 | 9551052 |
| | | | 3 | PM2 PBG017_3 | 634326 | 9551026 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM2 PBG017_4 | 634343 | 9551031 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2 PBG018 | 1 | PM2 PBG018_1 | 634449 | 9551453 |
| | | | 2 | PM2 PBG018_2 | 634442 | 9551488 |
| | | | 3 | PM2 PBG018_3 | 634465 | 9551496 |
| | | | 4 | PM2 PBG018_4 | 634472 | 9551473 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PM2-PBG014 | 1 | PM2-PBG014_1 | 635560 | 9550990 |
| | | | 2 | PM2-PBG014_2 | 635549 | 9550988 |
| | | | 3 | PM2-PBG014_3 | 635546 | 9550997 |
| | | | 4 | PM2-PBG014_4 | 635560 | 9551004 |
| Intervención (Interv01) | | PM3 PBG003 | 1 | PM3 PBG003_1 | 632095 | 9549531 |
| | | | 2 | PM3 PBG003_2 | 632059 | 9549515 |
| | | | 3 | PM3 PBG003_3 | 632055 | 9549537 |
| | | | 4 | PM3 PBG003_4 | 632070 | 9549547 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBG001 | 1 | PM4 PBG001_1 | 630664 | 9545391 |
| | | | 2 | PM4 PBG001_2 | 630686 | 9545394 |
| | | | 3 | PM4 PBG001_3 | 630698 | 9545377 |
| | | | 4 | PM4 PBG001_4 | 630677 | 9545366 |
| Intervención (Interv01) | | PM4 PBG002 | 1 | PM4 PBG002_1 | 632212 | 9546832 |
| | | | 2 | PM4 PBG002_2 | 632197 | 9546840 |
| | | | 3 | PM4 PBG002_3 | 632193 | 9546859 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM4 PBG002_4 | 632220 | 9546852 |
| Intervención (Interv01) | Bosque de Faique | PM1 PBF002 | 1 | PM1 PBF002_1 | 631034 | 9553075 |
| | | | 2 | PM1 PBF002_2 | 631040 | 9553077 |
| | | | 3 | PM1 PBF002_3 | 631044 | 9553067 |
| | | | 4 | PM1 PBF002_4 | 631041 | 9553065 |
| Intervención (Interv01) | | PM2 PBF005 | 1 | PM2 PBF005_1 | 634566 | 9550278 |
| | | | 2 | PM2 PBF005_2 | 634582 | 9550279 |
| | | | 3 | PM2 PBF005_3 | 634585 | 9550258 |
| | | | 4 | PM2 PBF005_4 | 634568 | 9550260 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | | PM2 PBF004 | 1 | PM2 PBF004-1 | 635942 | 9551543 |
| | | | 2 | PM2 PBF004-2 | 635911 | 9551554 |
| | | | 3 | PM2 PBF004-3 | 635924 | 9551527 |
| | | | 4 | PM2 PBF004-4 | 635931 | 9551564 |
| Intervención (Interv01) | | PM3 PBF001 | 1 | PM3 PBF001_1 | 632039 | 9548999 |
| | | | 2 | PM3 PBF001_2 | 632028 | 9548980 |
| | | | 3 | PM3 PBF001_3 | 632047 | 9548969 |
| | | | 4 | PM3 PBF001_4 | 632051 | 9548988 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | | PM3-PBF003 | 1 | PM3-PBF003_1 | 631850 | 9550430 |
| | | | 2 | PM3-PBF003_2 | 631879 | 9550438 |
| | | | 3 | PM3-PBF003_3 | 631888 | 9550425 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PM3-PBF003_4 | 631866 | 9550419 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-01 | 1 | PMFT1-01_1 | 637288 | 9552416 |
| | | | 2 | PMFT1-01_2 | 637285 | 9552400 |
| | | | 3 | PMFT1-01_3 | 637309 | 9552412 |
| | | | 4 | PMFT1-01_4 | 637304 | 9552395 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-02 | 1 | PMFT1-02_1 | 637405 | 9552411 |
| | | | 2 | PMFT1-02_2 | 637395 | 9552430 |
| | | | 3 | PMFT1-02_3 | 637418 | 9552439 |
| | | | 4 | PMFT1-02_4 | 637428 | 9552419 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-03 | 1 | PMFT1-03_1 | 637375 | 9552309 |
| | | | 2 | PMFT1-03_2 | 637391 | 9552327 |
| | | | 3 | PMFT1-03_3 | 637394 | 9552295 |
| | | | 4 | PMFT1-03_4 | 637410 | 9552313 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-04 | 1 | PMFT1-04_1 | 637498 | 9552295 |
| | | | 2 | PMFT1-04_2 | 637508 | 9552317 |
| | | | 3 | PMFT1-04_3 | 637531 | 9552309 |
| | | | 4 | PMFT1-04_4 | 637520 | 9552287 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-05 | 1 | PMFT1-05_1 | 637455 | 9552387 |
| | | | 2 | PMFT1-05_2 | 637455 | 9552364 |
| | | | 3 | PMFT1-05_3 | 637479 | 9552364 |

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS (MAE, 2013) | TIPO DE COBERTURA VEGETAL | CÓDIGO PARCELA | VÉRTICE | CÓDIGO VÉRTICE | COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 17 SUR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Este (X) | Norte (Y) |
| | | | 4 | PMFT1-05_4 | 637479 | 9552387 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-06 | 1 | PMFT1-06_1 | 637157 | 9552288 |
| | | | 2 | PMFT1-06_2 | 637159 | 9552271 |
| | | | 3 | PMFT1-06_3 | 637136 | 9552268 |
| | | | 4 | PMFT1-06_4 | 637134 | 9552287 |
| Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) | | PMFT1-07 | 1 | PMFT1-07_1 | 637056 | 9552309 |
| | | | 2 | PMFT1-07_2 | 637034 | 9552300 |
| | | | 3 | PMFT1-07_3 | 637026 | 9552323 |
| | | | 4 | PMFT1-07_4 | 637046 | 9552329 |

Código: PM: Punto de muestreo, F: Flora, PO: Punto de Observación. I: Inicio de transecto lineal; F: Fin de transecto lineal.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

#### *3.1.1.4. Esfuerzo de muestreo*

El trabajo de campo de flora se lo realizó desde el 9 al 17 de agosto del presente año, ya que al ser un monitoreo se debe trabajar sobre la información existente (puntos cualitativos y cuantitativos establecidos en estudios anteriores), cumpliendo con las horas de esfuerzo de muestreo detalladas en Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Esfuerzo de Muestreo de Flora - Proyecto Minero Bramaderos

| TIPO DE VEGETACIÓN | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS x DÍA | PERSONAL | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| Bosque semideciduo | Parcela de evaluación florística de 20 x 20 m | Cuantitativo | 8 horas/3 días | 2 técnico y 3 guía | 24 horas |
| Bosque de galería | Parcela de evaluación florística de 20 x 20 m | Cuantitativo | 8 horas/3 días | 2 técnico y 3 guía | 24 horas |
| Bosque de faique (secundario) | Parcela de evaluación florística de 20 x 20 m | Cuantitativo | 8 horas/3 días | 2 técnico y 3 guía | 24 horas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.1.2. Metodología

#### *3.1.2.1. Fase de Campo*

Para el monitoreo de las especies vegetales de este estudio, se implementaron un total de 47 parcelas temporales, el área a cubrir de cada parcela es de 400 $m^2$ es decir parcelas de 20 x 20 m. Estas parcelas a su vez se dividen en 120 parcelas más pequeñas de 5 x 5 m (25 $m^2$) y se subdividen en 120 parcelas de 1 x 1 m (1$m^2$) (Figura 3-1), estas divisiones y subdivisiones abarcan todo lo que es estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Dentro de cada parcela se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total y comercial de todos los individuos con un DAP superior a 10 cm para de esta manera abarcar especies arbóreas. Para el monitoreo de arbustos y hierbas se realizó un conteo por especie.

Se realizó la respectiva señalización en cada esquina de todas las parcelas y subparcelas. Con la toma de datos se pudo determinar el área basal, densidad, área basal, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia y valor de importancia

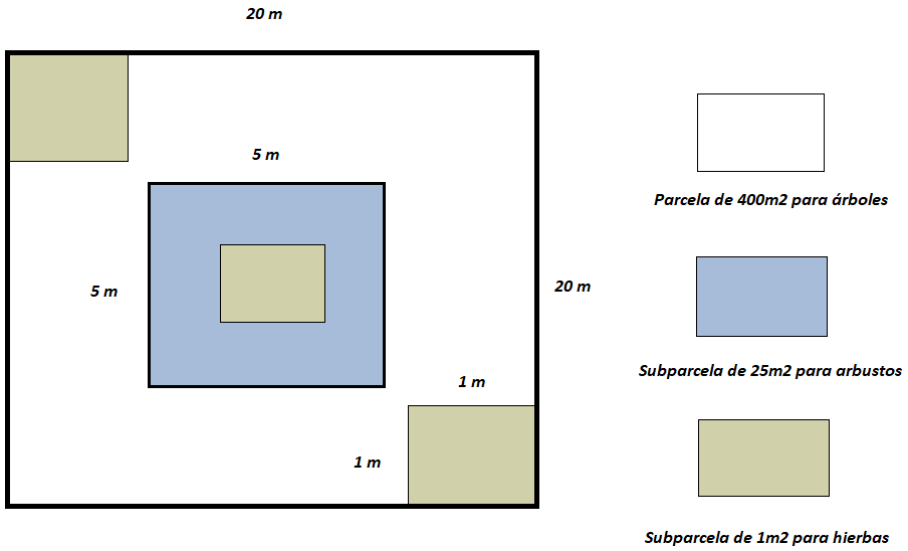



Figura 3-1: Diseño de la parcela y subparcelas para el muestreo florístico cuantitativo

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Para el registro de las especies de flora en la fase de campo, se usó una hoja base con todos los datos que debían ser tomados tanto para especies arbóreas como para arbustos y herbáceas. A continuación, se incluyen los formatos de las hojas de campo en las siguientes tablas (Véase la Tabla 3-3 y la Tabla 3-4).

Tabla 3-3: Hoja de campo para el registro de árboles

| **Parcela No.** | | | | | **Fecha** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Coordenadas (UTM)** | | | | | | | |
| **No.** | **Familia** | **N. común** | **N. científico** | **Altura (m)** | **CAP (m)** | **DAP (m)** | **Observaciones** |
| | | | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Tabla 3-4: Hoja de campo para el registro de arbustos y hierbas

| **Subparcela No.** | | | | | **Parcela No.** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Coordenadas (UTM)** | | | | | **Fecha** | |
| **No.** | **Familia** | **N. común** | **N. científico** | **N. de individuos** | **% de cobertura** | **Observaciones** |
| | | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

El diseño del muestreo que se aplicó en el presente estudio se basó en la metodología propuesta por Aguirre y Aguirre (1999) y Aguirre (2012c). Los resultados obtenidos en las parcelas aportaron con variables relacionadas con datos del área basal, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia, diversidad, y valor de importancia.

a. Muestreo cuantitativo (Parcelas)

El estudio del muestreo cuantitativo se los realizó en tres tipos de cobertura vegetal, los cuales se describen a continuación.

b. Parcelas de bosque semideciduo (BS)

Esta cobertura vegetal representa la mayor superficie del área de estudio, se encuentra ubicada en la parte media y baja de la zona de estudio en los sectores El Yeso, San José, Hualtaco, Porotillo, Agua Salada, El Naranjal, El Guayabo, Revolcadero y El Espíritu.

c. Parcelas de bosque de galería (BG)

Las áreas de estudio dentro de esta cobertura vegetal poseen una influencia directa de las vertientes de agua en la parte alta, media y baja del área de estudio del proyecto. Los sectores evaluados bajo esta cobertura son: El Yeso, Río Playas y El Guayabo corresponden a la parte baja; en la parte media, el sector de Chipianga, San Martín; y en la parte alta el sector El Naranja.

d. Parcelas de bosque (secundario) de faique (BF)

En el estudio de línea base de 2017 se establecieron parcelas de bosque de faique; en la actualidad, estos sitios han sido alterados y abandonados, especialmente en la zona de El Cerro Bramaderos, Yacuachi y El Guayabo, aquí se instalaron un total de cinco parcelas, siendo este un patrón que se repite en los diferentes monitoreos.

#### *3.1.2.2. Fase de Gabinete*

Los individuos monitoreados fueron identificados taxonómicamente en campo, los individuos que no pudieron ser identificados fueron fotografiados a detalle a fin de realizar una identificación taxonómica utilizando páginas de herbarios digitales como: Field Museum (http://fml.fielmuseum.org), JSTOR Global Plants (https://plants.jstor.org), Trópicos (http://www.tropicos.org) y Kew Herbarium (http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do).

La nomenclatura científica de todas las especies fue revisada en el catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen & León-Yánez, 1999) y en las bases de datos: Tropicos del Missouri Botanical Garden (http://www.tropicos.org/) y The plant list (http://theplantlist.org).

Los nombres comunes y los usos fueron consultados en De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias & Balsley, 2008, Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador e información proporcionada por los asistentes de campo.

El endemismo, estado de conservación y la inclusión en los apéndices CITES de las especies registradas se basó en el Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (León-Yánez, y otros, 2011), la Lista roja de la UICN (UICN Red List of Threatened Species. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y la base de datos del Convenio CITES

a. Riqueza

Se refiere al número de especies diferentes que están presentes un determinado espacio (ecosistema, biotipo o superficie) y en un determinado periodo de tiempo (Moreno, 2000). Para obtener la riqueza de especies se tiene que identificar taxonómicamente a todos los individuos registrados.

b. Abundancia

La abundancia se refiere al número total de individuos registrados por especie en un determinado espacio y tiempo (Moreno, 2000).

c. Abundancia relativa

Es el porcentaje de individuos de cada especie con respecto a todas las especies o taxones de la comunidad. De acuerdo con la frecuencia de registro y el número de éstos, de la siguiente manera: Abundante, igual o más de 10 individuos; Común, 5–9 individuos; Poco común, 2-4 individuos; Raro, 1 individuo (Moreno, 2000). Esto también puede ser un indicador de que tan sensible es una especie al disturbio.

d. Curva de Dominancia 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).

e. Curva de Acumulación de Especies

Es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Esta curva es muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies. Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo (Mostacedo & Fredericksen 2000).

- *Índice de Chao 1*

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra.

Chao 1= S + a2 / 2b

"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 y "b" es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Magurran, 1988).

f. 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 en la muestra.

$$DnR = \frac{No.\,de\ individuos\ de\ una\ especie}{No.Total\ de\ individuos} \times 100$$

g. Dominancia Relativa (DmR)

La "Dominancia Relativa" de una especie determinada es la proporción del área basalde esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos en la muestra

$$DmR = \frac{Área\ basal\ de\ una\ especie}{Área\ basal\ del\ Total\ de\ individuos} \times 100$$

h. Índice de Valor de Importancia

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a la suma de dos parámetros relativos: densidad y dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal). La suma total de cada uno de los valores relativos debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 200; y es expresada de la siguiente forma:

IVI= DnR (Densidad Relativa) + DmR (Dominancia Relativa)

i. Área Basal (AB)

El área basal de un individuo se define como el área del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en corte transversal del fuste del individuo (Cerón, 2003), en comunidades el área basal se determina sumando las áreas basales de todos los individuos expresados en m2 y se calcula con la siguiente fórmula.

$$AB = 0.7854 * DAP2$$

Dónde:

B = Área Basal
DAP = Diámetro a la altura del pecho
0.7854 = Constante que se obtiene al dividir π (3.1416) para 4.

j. Índices de Diversidad

- *Índice de Shannon – Wiener (H')*

Este índice 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.

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).

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum pi\ ln(pi)$$

Donde la proporción de especies i relativa al total de especies (pi) es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi). El producto resultante es sumado entre las especies y multiplicado por -1.

Los valores de H que van de 0 a 1,5 pueden considerarse como sitios de baja diversidad, los valores que varían de 1,6 a 3,0 pueden ser considerados como sitios de mediana diversidad, mientras que los valores de diversidad mayores a 3,1 pueden considerarse como sitios de alta diversidad.

- *Índice de Simpson (D)*

Es una medida de Dominancia que se enfatiza en el rol de las especies más comunesy refleja mejor la riqueza de especies. Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos provengan de la misma especie. Si una especie dada i (i=1, 2, S) es representada en la comunidad comoPi (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie se denomina probabilidad conjunta [(Pi) (Pi), o $Pi^2$]. Al utilizar la forma 1-D, la interpretación es inversa: a mayores valores de 1-D, la diversidad será mayor y a menores valores, la diversidad del sitio será menor. (Magurran, 1988).

Su fórmula es:

$$IDS = \frac{1}{\sum Pi^2}$$

Dónde:

IDS = Índice de Diversidad de Simpson corregido
Σ = Sumatoria
1 = Constante del Índice de Simpson corregido
$Pi^2$ = Proporción de individuos elevado al cuadrado

k. Índice de similaridad de Jaccard

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).

Su fórmula es:

$$J= c/(a+b+c)$$

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.

l. Aspectos ecológicos

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica del bosque ya que la cantidad de especies, que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado, refleja la cantidad de formas en que las plantas y animales pueden sobrevivir en ese ambiente; es decir, si la cantidad de Gremio tróficos ecológicos que ese hábitat puede ofrecer es alta en los trópicos, la posibilidad de ofrecer mayores expectativas de vida es alta (MacArthur, 1996).

Los principales aspectos ecológicos evaluados en el presente estudio fueron: el tipo de cobertura vegetal, tipos de bosque y las especies indicadoras de intervención. Para evaluar la cobertura vegetal y la presión sobre este debido a cultivos, plantaciones y actividad humana se utilizaron datos levantados en el monitoreo in situ. Se determinaron especies relevantes y sugirieron como objeto de estudio para futuros monitoreos, tomando en cuenta aquellas especies nativas aptas para revegetación; dentro de este contexto, se prefirió especies endémicas, indicadoras, bajo alguna categoría UICN, de crecimiento rápido, así como las especies pioneras nativas, las cuales con el tiempo van asegurando la fijación de nutrientes necesarios para el suelo.

Adicionalmente para los nombres comunes se indica que se colocan a lo largo del informe de resultados, recalcando que los mismas son producto del conocimiento ancestral de los pobladores (guías de campo) por lo que en algunas especies no constan los nombres comunes.

- *Estado de Conservación de Especies*

El estado de conservación es una medida de la probabilidad de que una especie continúe existiendo en el presente o en el futuro cercano, en vista no solo del volumen de la población actual, sino también de las tendencias que han mostrado a lo largo del tiempo, de la existencia de depredadores u otras amenazas, de las modificaciones previstas en su hábitat. del estado de cada una de las especies se revisa la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

- *Endemismo*

Se refiere a la distribución de un taxón que se limita a una zona geográfica en particular y no se encuentra en ninguna otra parte del mundo (Morrone, 2008)

- *Uso del Recurso*

La información recopilada se verificó con la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias, & Balslev, 2008)

### 3.1.3. Resultados

#### *3.1.3.1. Muestreo Cuantitativo*

Los resultados obtenidos para cada uno de los tipos de cobertura vegetal se detallan a continuación:

a. Bosque semideciduo

- Riqueza y Abundancia

Dentro del presente bosque se evaluaron 23 parcelas de 20 x 20 m, lo que equivale a un área total de 0,92 hectáreas. Dentro de la presente cobertura vegetal se registró la presencia de 439 individuos, los cuales estuvieron agrupados en 27 especies, 27 géneros y 16 familias. Para el presente monitoreo no se registró muerte de individuos, por el contrario, se reclutaron cuatro individuos. Véase la Figura 3-2.

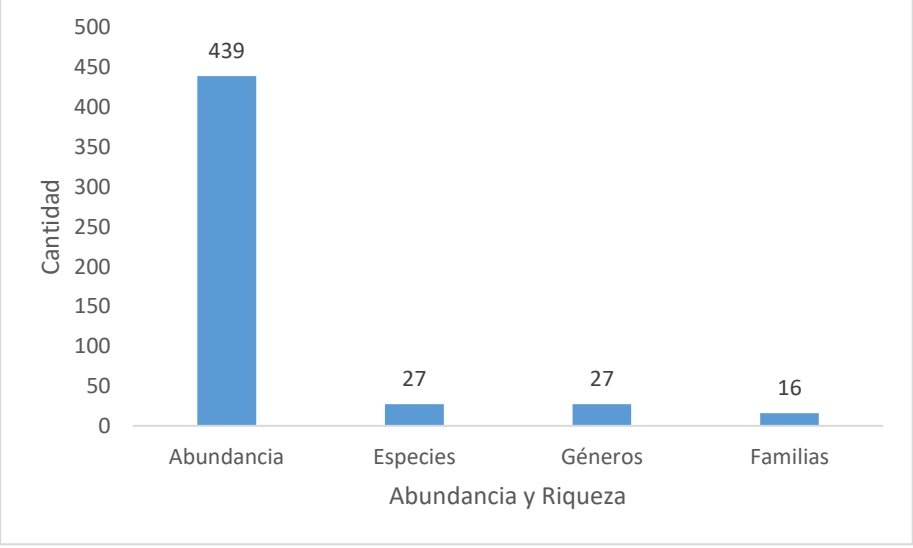



Figura 3-2: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo del Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Densidad Relativa

Las especies más importantes son *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con una densidad relativa de 30,30 %, seguida de *Bursera graveolens* de la familia Burseraceae y *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con el 14,12 % respectivamente. El resto de las especies presentaron porcentajes de densidad relativa menos a 10,00 % (Véase la Tabla 3-5).

- Dominancia Relativa

Las especies más importantes son *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con una dominancia relativa de 51,09 %, seguida de *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con el 27,20 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de dominancia relativa menos a 20,00 % (Véase la Tabla 3-5).

- Familias dominantes

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Fabaceae es la familia con mayor número de géneros y especies registrados, seguida de Asteraceae. En la Figura 3-3 se observan las familias más representativas en toda el área de estudio en cuanto a diversidad se refiere. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Malvaceae (161), seguida de Fabaceae (102).

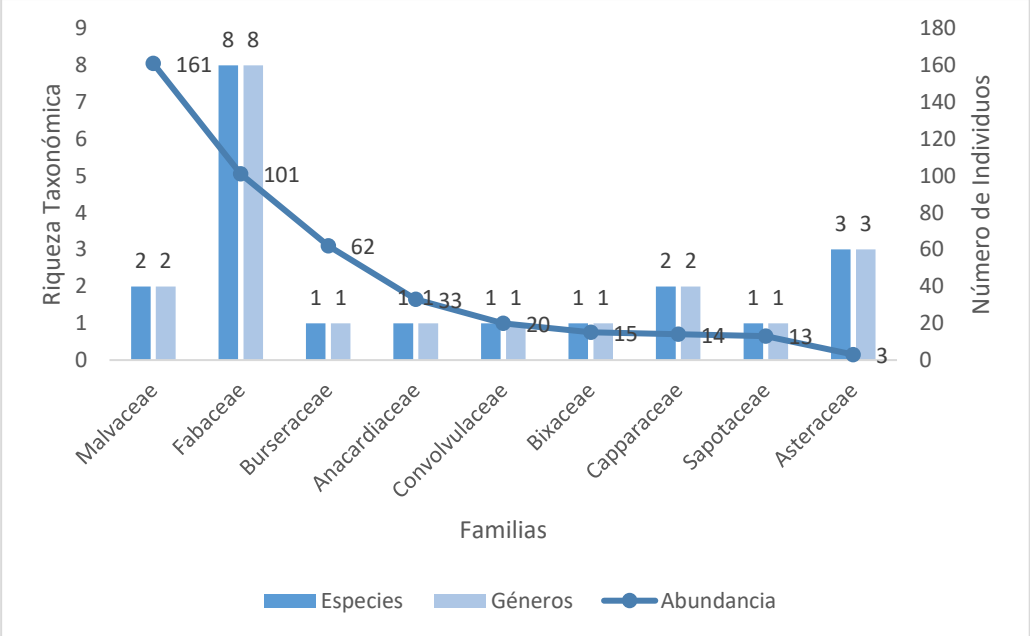



Figura 3-3: Familias dominantes en muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Curva de Dominancia de Especies

La Figura 3-4 demuestra que existe una estructura en la cual el 48,15 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue: *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae, con 133 individuos, lo que equivale al 30,30 % del total de individuos registrados; seguida de *Bursera graveolens* de la familia Burseraceae y *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae que registraron 62 individuos

lo que equivale al 14,25 % de individuos respectivamente.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue un modelo logarítmico normal (Log Normal) (p=0,392) el cual se presenta cuando hay gran número de factores aleatorios que determinan el número de individuos por especie, y esto supone que son comunidades grandes o estables en equilibrio. Habrá muchas especies con abundancias intermedias y unas pocas abundantes. En teoría, la mayoría de las comunidades naturales se ajustan a este modelo.

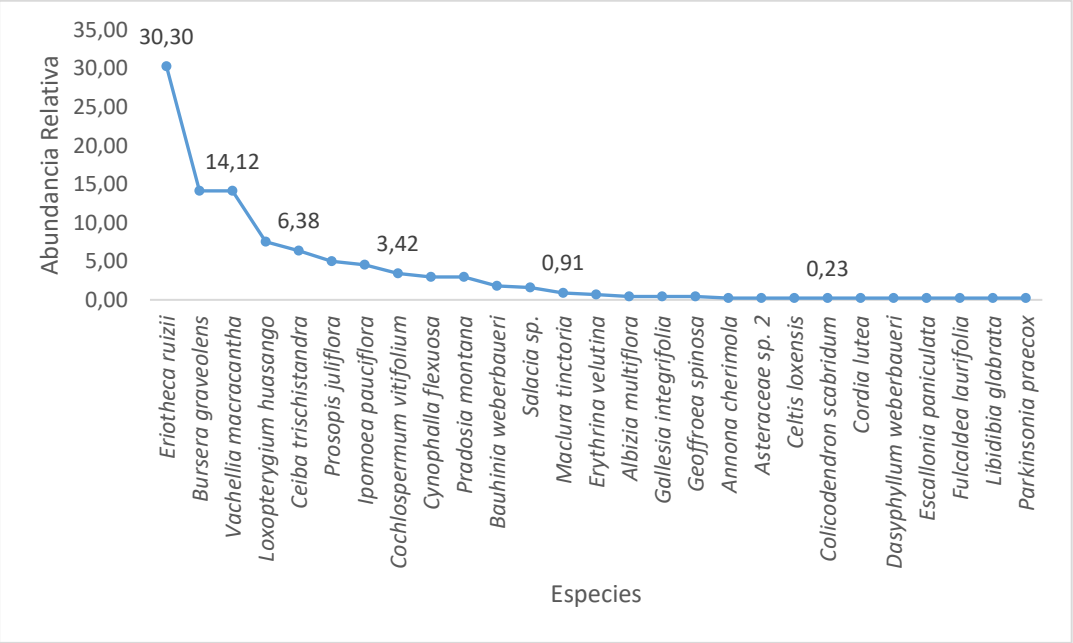



Figura 3-4: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque semideciduo - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Área Basal

Dentro del área de estudio de la cobertura vegetal bosque semideciduo se reportó un área basal de 44,21 $m^2$. La especie con mayor área basal fue *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae, seguida de *Eriotheca ruizii* también de la familia Malvaceae (Véase la Figura).

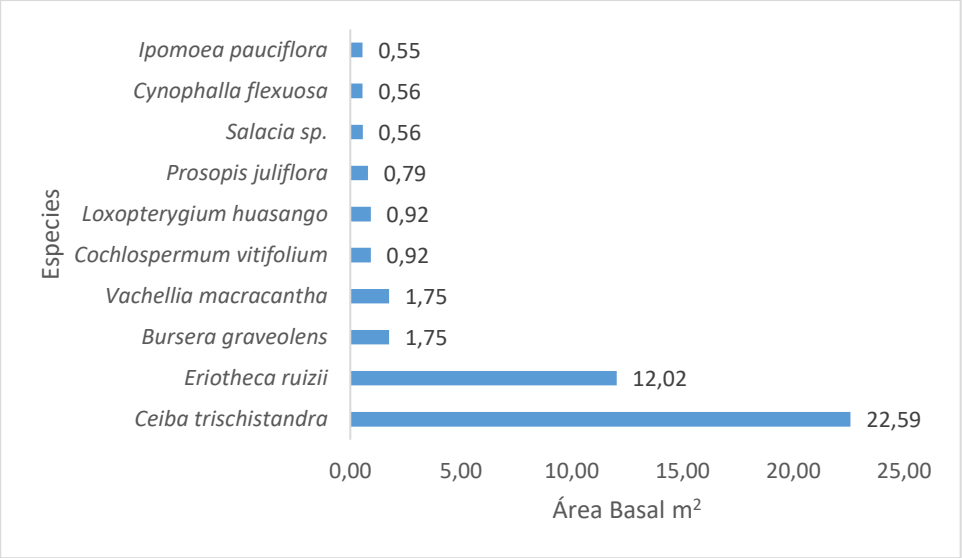



Figura 3-5: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de Valor de Importancia

Las especies más importantes son *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con un índice de valor de importancia de 57,49 %, seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con el 57,47 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de IVI menor a 20,00 %. En la Tabla 3-5 se muestra las especies con los valores calculados.

Tabla 3-5: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | FR | AB ($M^2$) | DNR | DMR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | 2 | 0,12 | 0,46 | 0,28 | 0,73 |
| *Annona cherimola* Mill. | 1 | 0,02 | 0,23 | 0,04 | 0,27 |
| Asteraceae sp. 2 | 1 | 0,06 | 0,23 | 0,14 | 0,37 |
| *Bauhinia weberbaueri* Harms | 8 | 0,12 | 1,82 | 0,28 | 2,10 |
| *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. | 62 | 1,75 | 14,12 | 3,97 | 18,09 |
| *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. | 28 | 22,59 | 6,38 | 51,09 | 57,47 |
| *Celtis loxensis* C.C. Berg | 1 | 0,09 | 0,23 | 0,20 | 0,43 |
| *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. | 15 | 0,92 | 3,42 | 2,08 | 5,50 |
| *Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem. | 1 | 0,04 | 0,23 | 0,09 | 0,32 |
| *Cordia lutea* Lam. | 1 | 0,01 | 0,23 | 0,03 | 0,26 |
| *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl | 13 | 0,56 | 2,96 | 1,26 | 4,22 |
| *Dasyphyllum weberbaueri* (Tovar) Cabrera | 1 | 0,01 | 0,23 | 0,03 | 0,25 |
| *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns | 133 | 12,02 | 30,30 | 27,20 | 57,49 |
| *Erythrina velutina* Willd. | 3 | 0,25 | 0,68 | 0,56 | 1,24 |
| *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult. | 1 | 0,01 | 0,23 | 0,02 | 0,25 |

| ESPECIE | FR | AB ($M^2$) | DNR | DMR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| *Fulcaldea laurifolia* (Bonpl.) Poir. | 1 | 0,02 | 0,23 | 0,05 | 0,28 |
| *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms | 2 | 0,15 | 0,46 | 0,35 | 0,80 |
| *Geoffroea spinosa* Jacq. | 2 | 0,30 | 0,46 | 0,69 | 1,15 |
| *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti | 20 | 0,55 | 4,56 | 1,23 | 5,79 |
| *Libidibia glabrata* (Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis | 1 | 0,02 | 0,23 | 0,04 | 0,27 |
| *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl. | 33 | 0,92 | 7,52 | 2,08 | 9,60 |
| *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. | 4 | 0,20 | 0,91 | 0,45 | 1,36 |
| *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins | 1 | 0,03 | 0,23 | 0,08 | 0,31 |
| *Pradosia montana* T.D. Penn. | 13 | 0,34 | 2,96 | 0,76 | 3,72 |
| *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. | 22 | 0,79 | 5,01 | 1,79 | 6,80 |
| *Salacia* sp. | 7 | 0,56 | 1,59 | 1,27 | 2,86 |
| *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | 62 | 1,75 | 14,12 | 3,96 | 18,08 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Bosque de Galería

- Riqueza y Abundancia

Dentro del presente bosque se evaluaron 12 parcelas de 20 x 20 m, lo que equivale a un área total de 0,48 hectáreas. Dentro de la presente cobertura vegetal se registró la presencia de 262 individuos, los cuales estuvieron agrupados en 29 especies, 29 géneros y 19 familias. Para el presente monitoreo se registró la muerte de 13 individuos en este tipo de cobertura vegetal y el reclutamiento de un individuo (Véase la Figura 3-6).

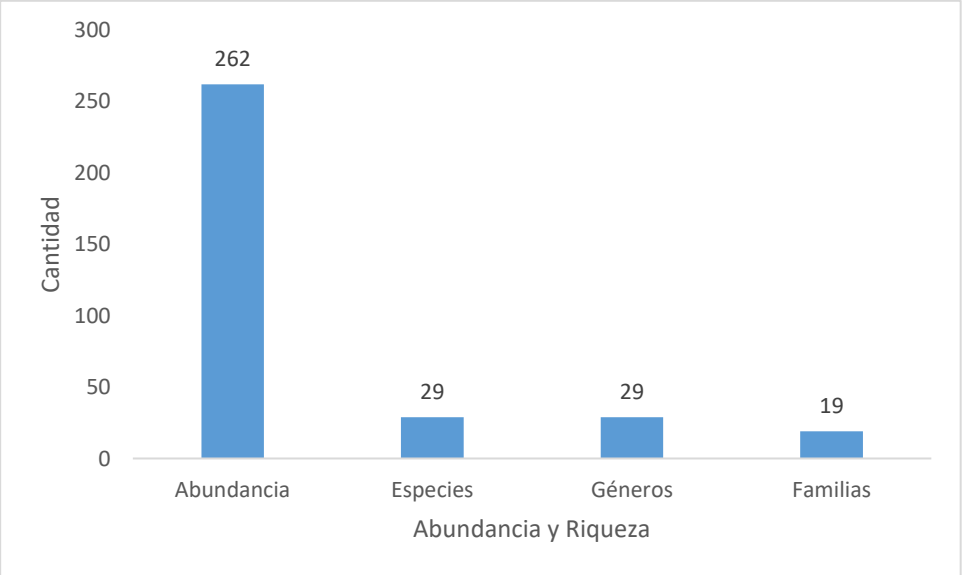



Figura 3-6: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Densidad Relativa

Las especies más importantes son *Pisonia aculeata* de la familia Nyctaginaceae con una densidad relativa de 29,01 %, seguida de *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con el 13,74 % y *Fulcaldea laurifolia* de la familia Asteraceae con el 11,83 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de densidad relativa menos a 10,00 % (Tabla 3-6).

- Dominancia Relativa

Las especies más importantes son *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con una dominancia relativa de 32,17 %, seguida de *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con el 12,88 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de dominancia relativa menores a 10,00 % (Véase la Tabla 3-6).

- Familias dominantes

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Fabaceae es la familia con mayor número de géneros y especies registrados, seguida de Malvaceae. En la Figura 3-7 se observan las familias más representativas en toda el área de estudio en cuanto a diversidad se refiere. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Nyctaginaceae (76), seguida de Fabaceae (62).

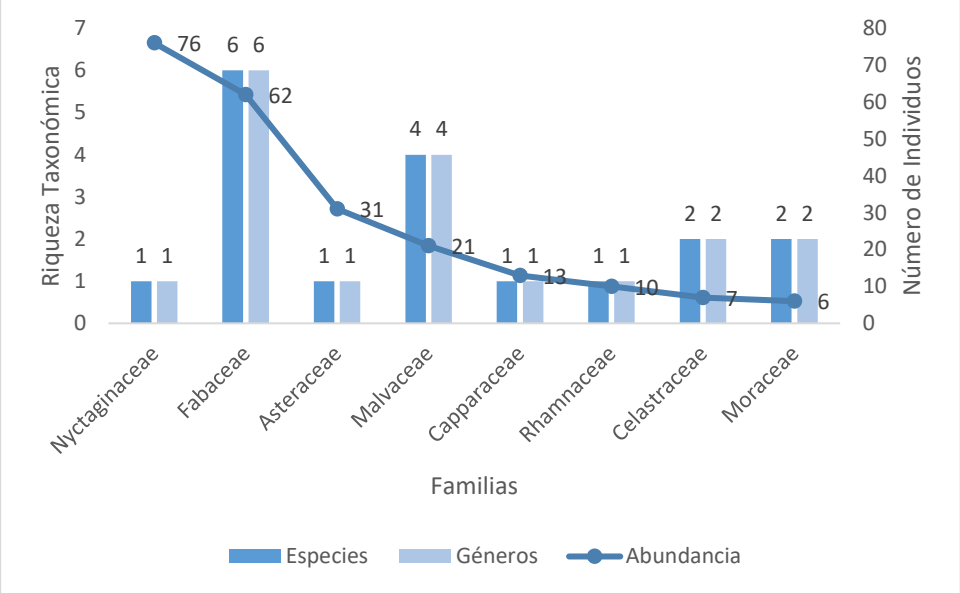



Figura 3-7: Familias dominantes en muestreo Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Curva de Dominancia de Especies

La Figura 3-8 demuestra que existe una estructura en la cual el 37,93 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue: *Pisonia aculeata* de la familia Nyctaginaceae, con 76 individuos, lo que equivale al 29,01 % del total de individuos registrados; seguida de *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae que registró 36 individuos, lo que equivale al 13,74 % de individuos.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue un modelo logarítmico normal (Log Normal) (p=0,6256), el cual se presenta cuando hay gran número de factores aleatorios que determinan el número de individuos por especie, y esto supone que son comunidades grandes o estables en equilibrio. Habrá muchas especies con abundancias

intermedias y unas pocas abundantes. En teoría, la mayoría de las comunidades naturales se ajustan a este modelo.

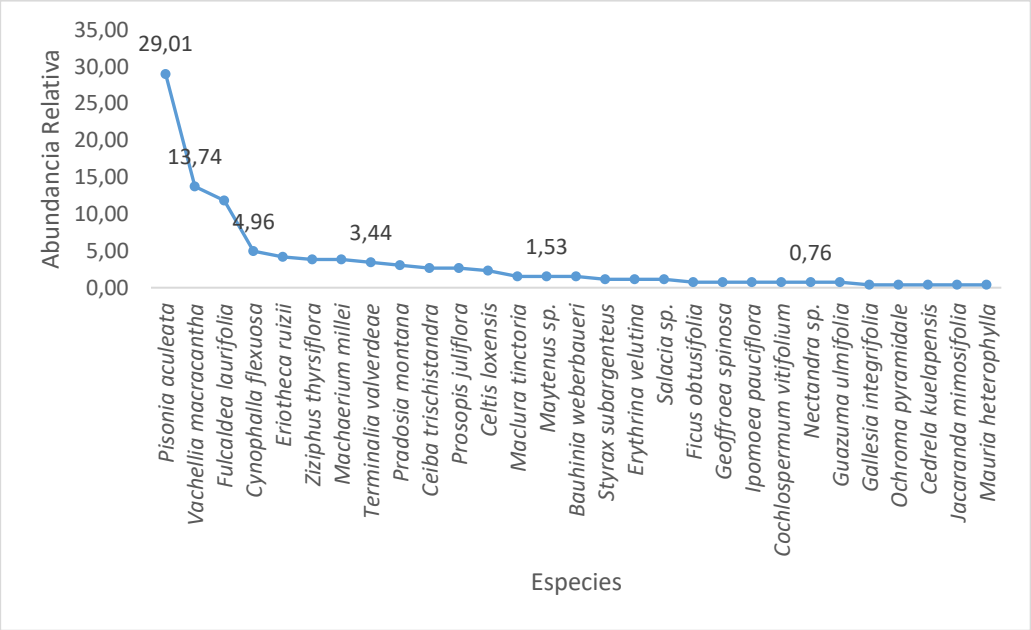



Figura 3-8: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque de Galería – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Área Basal

Dentro del área de estudio de la cobertura vegetal bosque de galería se reportó un área basal de 25,24 m$^2$. La especie con mayor área basal fue *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae, seguida de *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae (Véase la Figura 3-9).

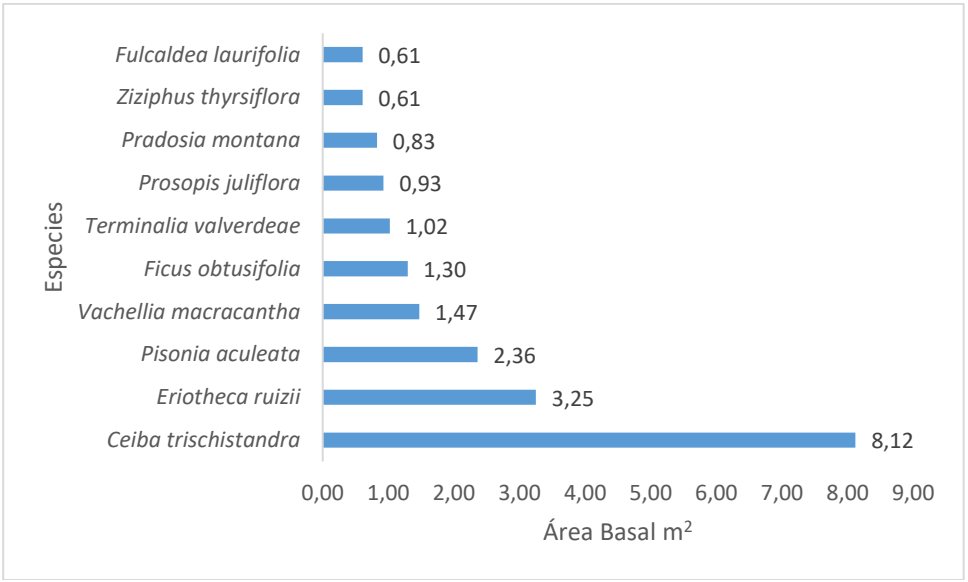



Figura 3-9: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque de galería – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de Valor de Importancia

Las especies más importantes son *Pisonia aculeata* de la familia Nyctaginaceae con un índice de valor de importancia de 38,37%, seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con un 34,84 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de IVI menor a 20,00 %. En la Tabla 3-6 se muestra las especies con los valores calculados.

Tabla 3-6: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque de Galería –Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | FR | AB ($M^2$) | DNR | DMR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| *Bauhinia weberbaueri* Harms | 4 | 0,11 | 1,53 | 0,43 | 1,96 |
| *Cedrela kuelapensis* T.D. Penn. & Daza | 1 | 0,11 | 0,38 | 0,44 | 0,83 |
| *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. | 7 | 8,12 | 2,67 | 32,17 | 34,84 |
| *Celtis loxensis* C.C. Berg | 6 | 0,40 | 2,29 | 1,58 | 3,87 |
| *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. | 2 | 0,16 | 0,76 | 0,62 | 1,38 |
| *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl | 13 | 0,41 | 4,96 | 1,62 | 6,58 |
| *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns | 11 | 3,25 | 4,20 | 12,88 | 17,08 |
| *Erythrina velutina* Willd. | 3 | 0,42 | 1,15 | 1,67 | 2,82 |
| *Ficus obtusifolia* Kunth | 2 | 1,30 | 0,76 | 5,13 | 5,89 |
| *Fulcaldea laurifolia* (Bonpl.) Poir. | 31 | 0,61 | 11,83 | 2,40 | 14,23 |
| *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms | 1 | 0,31 | 0,38 | 1,23 | 1,62 |
| *Geoffroea spinosa* Jacq. | 2 | 0,49 | 0,76 | 1,93 | 2,69 |
| *Guazuma ulmifolia* Lam. | 2 | 0,03 | 0,76 | 0,13 | 0,89 |
| *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti | 2 | 0,24 | 0,76 | 0,96 | 1,73 |
| *Jacaranda mimosifolia* D. Don | 1 | 0,09 | 0,38 | 0,35 | 0,73 |
| *Machaerium millei* Standl | 10 | 0,25 | 3,82 | 1,00 | 4,81 |
| *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. | 4 | 0,34 | 1,53 | 1,35 | 2,87 |
| *Mauria heterophylla* Kunth | 1 | 0,08 | 0,38 | 0,32 | 0,70 |
| *Maytenus* sp. | 4 | 0,17 | 1,53 | 0,67 | 2,20 |
| *Nectandra* sp. | 2 | 0,06 | 0,76 | 0,22 | 0,99 |
| *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. | 1 | 0,23 | 0,38 | 0,92 | 1,31 |
| *Pisonia aculeata* L. | 76 | 2,36 | 29,01 | 9,36 | 38,37 |
| *Pradosia montana* T.D. Penn. | 8 | 0,83 | 3,05 | 3,28 | 6,33 |
| *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. | 7 | 0,93 | 2,67 | 3,68 | 6,35 |
| *Salacia* sp. | 3 | 0,28 | 1,15 | 1,12 | 2,27 |
| *Styrax subargenteus* Sleumer | 3 | 0,56 | 1,15 | 2,23 | 3,38 |
| *Terminalia valverdeae* A.H. Gentry | 9 | 1,02 | 3,44 | 4,05 | 7,49 |
| *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | 36 | 1,47 | 13,74 | 5,84 | 19,58 |
| *Ziziphus thyrsiflora* Benth. | 10 | 0,61 | 3,82 | 2,41 | 6,23 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Bosque de Faique

- Riqueza y Abundancia

Dentro del presente bosque se evaluaron 12 parcelas de 20 x 20 m, lo que equivale a un área total de 0,48 hectáreas. Dentro de la presente cobertura vegetal se registró la presencia de 225 individuos, los cuales estuvieron agrupados en 13 especies, 12 géneros y 10 familias. Para el presente monitoreo se registró la muerte de tres individuos y el reclutamiento de un individuo en este tipo de cobertura vegetal (Véase la Figura 3-10).

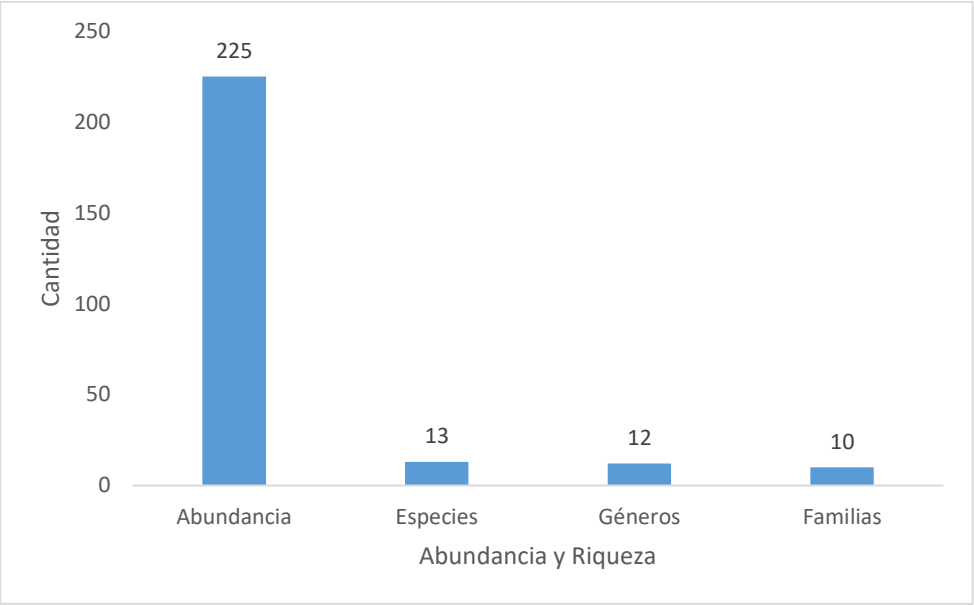



Figura 3-10: Riqueza y abundancia del componente florístico en el muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Densidad Relativa

Las especies más importantes son *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con una densidad relativa de 90,22 %, seguida de *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con el 2,22 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de densidad relativa menos a 2,00 % (Tabla 3-7).

- Dominancia Relativa

Las especies más importantes son: *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con el 49,59 % seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con una dominancia relativa de 34,60 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de dominancia relativa menos a 20,00 % (Tabla 3-7).

- Familias dominantes

Al analizar la diversidad de las familias dentro del área de estudio se observa que Fabaceae y Malvaceae son las familias con mayor número de géneros y especies registrados. En la Figura 3-11 se observan las familias más representativas en toda el área

de estudio en cuanto a diversidad se refiere. En cuanto a la abundancia, la familia con mayor número de individuos fue Fabaceae (204), seguida de Malvaceae (nueve).

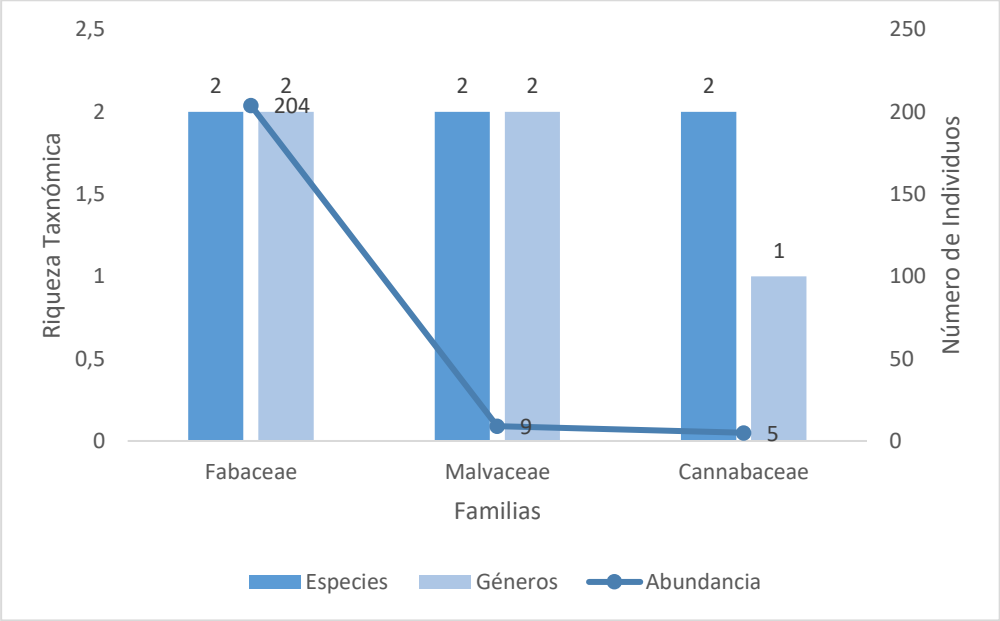



Figura 3-11: Familias dominantes en muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Curva de Dominancia de Especies

La Figura 3-12 demuestra que existe una estructura en la cual el 69,23 % de las especies tiene uno o dos individuos. La especie con mayor porcentaje de abundancia relativa registrada fue: *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae, con 207 individuos, lo que equivale al 91,19 % del total de individuos registrados; seguida de *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae que registró cinco (5) individuos, lo que equivale al 2,20 % de individuos. El resto de especies mantienen valores bajo el 2% de representatividad en la muestra analizada.

El modelo observado en cuanto a la abundancia-dominancia fue un modelo serie geométrica (Geometric) (p=0), el cual ocurre en ambientes pobres en especies o en estadios tempranos de una sucesión ecológica. Indica que hay unas pocas especies muy abundantes y el resto muy raras. Supone que las especies más dominantes ocupan una fracción grande del nicho y las otras ocupan el resto.

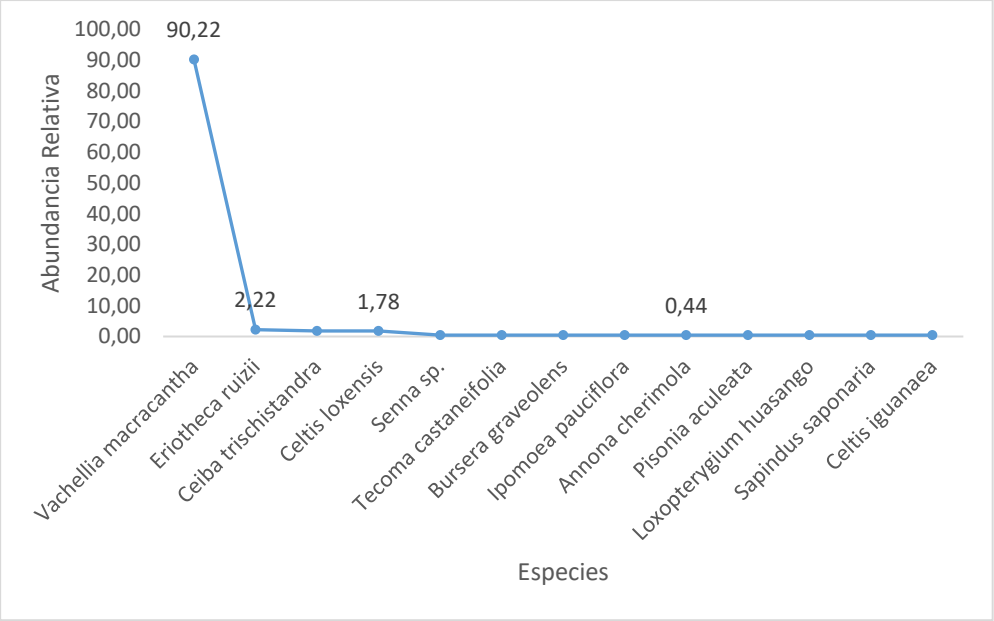



Figura 3-12: Curva de dominancia de especies de flora registrada en el punto de muestreo de Bosque de Faique - Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Área Basal

Dentro del área de estudio de la cobertura vegetal bosque de faique se reportó un área basal de 16,83 $m^2$. La especie con mayor área basal fue *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae (5.27$m^2$/ha), seguida de la familia Fabaceae, con la especie *Vachellia macracantha* con un área basal de 4,30 $m^2$/ha, y, la especie también de la familia Malvaceae (*Eriotheca ruizii*) con un área basal de 1.87 $m^2$/ha, como las más representativas (Véase la Figura 3-13).

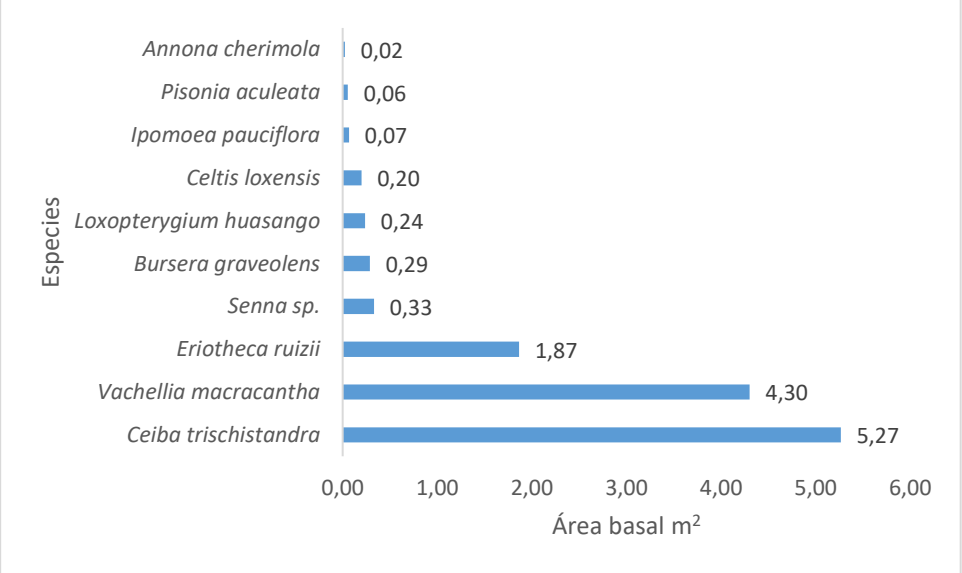



Figura 3-13: Área basal de las 10 especies representativas en el punto de muestreo Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de Valor de Importancia

Las especies más importantes son *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con un índice de valor de importancia de 139,81 %, seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con el 36,38 %. El resto de las especies presentaron porcentajes de IVI menor a 20,00 %. En la Tabla 3-7 se muestra las especies con los valores calculados.

Tabla 3-7: Índice de valor importancia (IVI) de flora del punto de muestreo Bosque de Faique –Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | FR | AB ($M^2$) | DNR | DMR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| *Annona cherimola* Mill. | 1 | 0,03 | 0,44 | 0,16 | 0,61 |
| *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. | 1 | 0,07 | 0,44 | 0,44 | 0,88 |
| *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. | 4 | 5,82 | 1,78 | 34,60 | 36,38 |
| *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. | 1 | 0,01 | 0,44 | 0,07 | 0,52 |
| *Celtis loxensis* C.C. Berg | 4 | 0,28 | 1,78 | 1,65 | 3,43 |
| *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns | 5 | 1,70 | 2,22 | 10,12 | 12,34 |
| *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti | 1 | 0,04 | 0,44 | 0,23 | 0,67 |
| *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl. | 1 | 0,02 | 0,44 | 0,14 | 0,58 |
| *Pisonia aculeata* L. | 1 | 0,02 | 0,44 | 0,14 | 0,59 |
| *Sapindus saponaria* L. | 1 | 0,02 | 0,44 | 0,09 | 0,54 |
| *Senna* sp. | 1 | 0,35 | 0,44 | 2,08 | 2,53 |
| *Tecoma castaneifolia* (D. Don) Melch. | 1 | 0,11 | 0,44 | 0,67 | 1,12 |
| *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | 203 | 8,34 | 90,22 | 49,59 | 139,81 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Índice de Diversidad

- Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Al analizar la diversidad alfa en cuanto al índice de Shannon dentro de las tres coberturas vegetales en el área estudio se observa que los bosques semideciduo y bosque de galería poseen una diversidad media, mientras que el bosque de Faique al ser monoespecífico posee una diversidad baja (Véase la Tabla 3-8).

Tabla 3-8: Índice de diversidad de Shannon - Wiener

| Tipo de vegetación | Índice de Shannon – Wiener | Límite inferior | Límite superior | Interpretación |
|---|---|---|---|---|
| **Bosque semideciduo (BS)** | 2,327 | 2,264 | 2,454 | Diversidad Media |
| **Bosque de galería (BG)** | 2,593 | 2,469 | 2,739 | Diversidad Media |
| **Bosque de faique (BF)** | 0,5374 | 0,5035 | 0,7919 | Diversidad Baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de diversidad Simpson

Al analizar el valor del índice de diversidad de Simpson para las tres coberturas vegetales se observa que la diversidad es alta en el bosque semideciduo y bosque de galería, lo cual demuestra la heterogeneidad de las áreas de estudio. En cuanto a la diversidad del bosque de Faique se observa la dominancia de una especie por lo que el índice de dominancia es alto. (Véase la Tabla 3-9).

Tabla 3-9: Índice de diversidad Simpson

| | Diversidad Simpson | Límite Inferior | Limite Superior | Dominancia de Simpson | Límite Inferior | Limite Superior | Interpretación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bosque semideciduo (BS)** | 0,8503 | 0,8312 | 0,8713 | 0,1497 | 0,1286 | 0,1688 | Diversidad alta |
| **Bosque de galería (BG)** | 0,8703 | 0,8459 | 0,8972 | 0,1297 | 0,1028 | 0,154 | Diversidad alta |
| **Bosque de faique (BF)** | 0,1847 | 0,1689 | 0,2908 | 0,8153 | 0,7092 | 0,8311 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de Similaridad de Jaccard

El índice de Jaccard permite el análisis de la diversidad beta entre las distintas coberturas vegetales registradas en el área de estudio. En base a este análisis, se puede determinar que existe mayor índice de similitud entre el bosque de galería y el bosque semideciduo, los cuales poseen una similitud del 40 %. El bosque de faique posee una similitud con los bosques antes mencionados de 17 y 25 % respectivamente (Véase la Tabla 3-10 y la Figura 3-14)

Tabla 3-10: Índice de Similitud de Jaccard

| | Bosque semideciduo (BS) | Bosque de Galería (BG | Bosque de Faique (BF) |
|---|---|---|---|
| **Bosque semideciduo (BS)** | 1,00 | 0,40 | 0,25 |
| **Bosque de Galería (BG)** | 0,40 | 1,00 | 0,17 |
| **Bosque de Faique (BF)** | 0,25 | 0,17 | 1,00 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

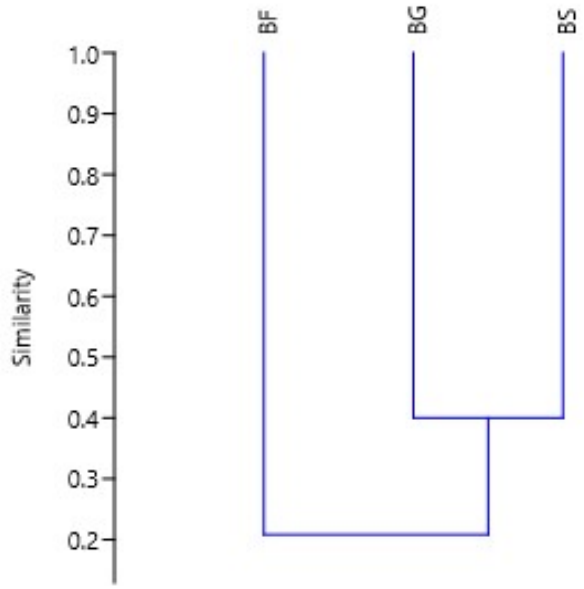



Figura 3-14: Índice de similitud de Jaccard para los diferentes bosques dentro del Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1

- **Bosque Semideciduo**

Este análisis se realizó de manera acumulada, es decir tomando en cuenta las 23 parcelas realizadas en el área de estudio a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio han sido muestreadas dentro del presente documento.

El índice de Chao 1 alcanzó 38 especies, por lo que el dato reportado en el campo (27 spp.) representa un 70,64 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo es representativo (Véase la Figura 3-15).

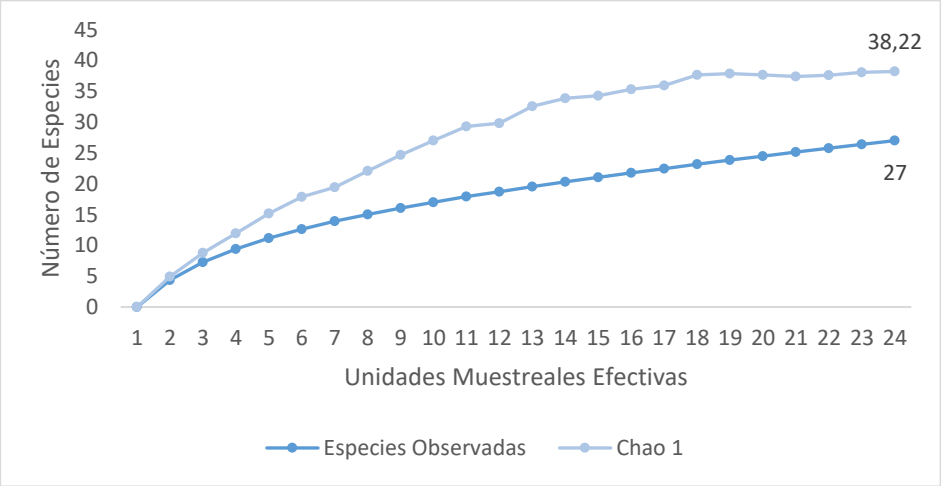



Figura 3-15: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque semideciduo – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- **Bosque de Galería**

Este análisis se realizó de manera acumulada, es decir tomando en cuenta las 12 parcelas realizadas en el área de estudio a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio han sido muestreadas dentro del presente documento.

El índice de Chao 1 alcanzó 30 especies, por lo que el dato reportado en el campo (29 spp.) representa un 95,33 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo es representativo (Véase la Figura 3-16).

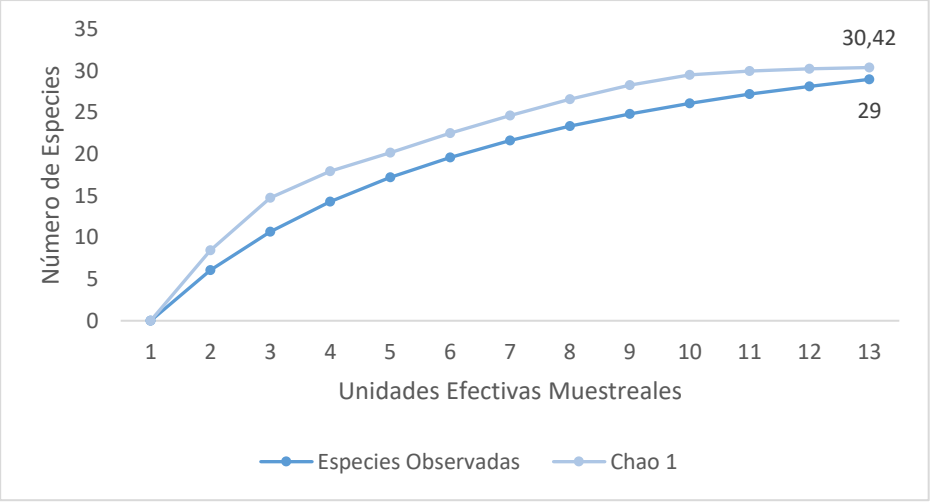



Figura 3-16: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque de galería - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- **Bosque de Faique**

Este análisis se realizó de manera acumulada, es decir tomando en cuenta las 12 parcelas realizadas en el área de estudio a fin de abarcar la mayor cantidad de especies y por lo tanto la mejor representatividad del área de estudio.

Al analizar la curva de acumulación de especies se observó que está cercana a la asíntota, lo que supone que la mayoría de las especies del área de estudio han sido muestreadas dentro del presente documento.

El índice de Chao 1 alcanzó 23 especies, por lo que el dato reportado en el campo (13 spp.) representa un 55,91 % de las especies estimadas, determinando de esta manera que el esfuerzo de monitoreo es representativo (Véase la Figura 3-17).

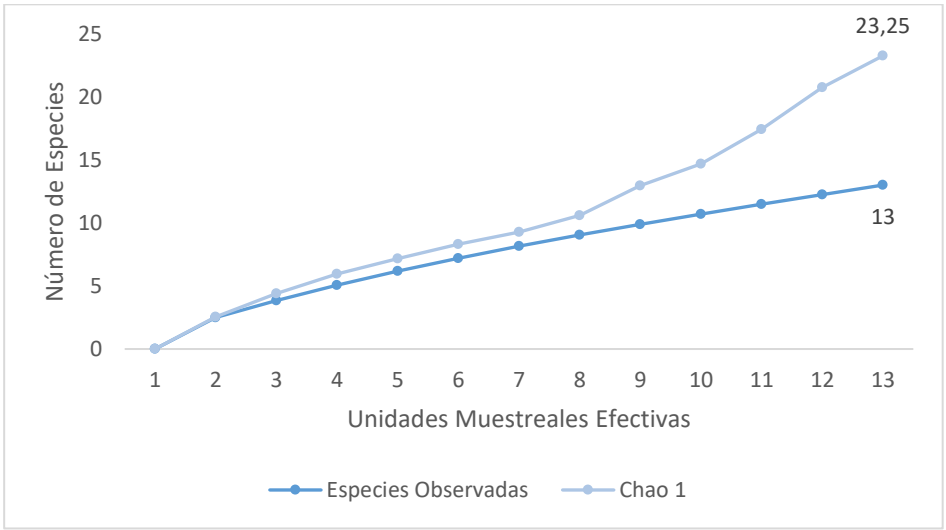



Figura 3-17: Curva de acumulación de especies e Índice de Chao 1 de flora en el Bosque de Faique – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Índice de Chao

Al analizar las áreas de estudio, en las tres diferentes coberturas vegetales, se observa que el bosque semideciduo y el bosque de galería están muy bien representado en base a las unidades muestréales seleccionadas. Sin embargo, en el bosque de Faique, la representatividad de las especies registradas es de aproximadamente el 55 % (Véase la Tabla 3-11).

Tabla 3-11: Índice de Chao calculado para flora – Proyecto Minero Bramaderos

| Tipo de vegetación | S | a | b | Chao 1 |
|---|---|---|---|---|
| Bosque semideciduo | 27 | 10 | 3 | 38 |
| Bosque de galería | 29 | 5 | 6 | 30 |
| Bosque de faique | 11 | 9 | 0 | 23 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.1.3.2. Evaluación de Arbustos*

En base a la metodología establecida para el presente monitoreo, se realizó la evaluación de los arbustos en las subparcelas seleccionadas.

a. Bosque Semideciduo

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de arbustos se registraron 560 individuos, los cuales están agrupados en 13 familias, 20 géneros y 21 especies. Las especies más representativas son: *Cordia macrocephala* de la familia Cordiaceae que registró una abundancia de 139 individuos lo que representa el 24,82 % del total de individuos registrados, seguida de *Tecoma castaneifolia* de la familia Bignoniaceae que registró la presencia de 69 individuos lo que representa el 12,32 % de los individuos registrados. (Tabla 3-12).

b. Bosque de Galería

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de arbustos se registraron 154 individuos, los cuales están agrupados en ocho familias, 13 géneros y 13 especies. Las especies más representativas son: *Croton* sp. 1 de la familia Euphorbiaceae que registró la presencia de 71 individuos lo que representa el 46,10 % de los individuos registrados, seguida de *Abutilon mollissimum* de la familia Malvaceae que registró una abundancia de 28 individuos lo que representa el 18,18 % del total de individuos registrados (Véase la Tabla 3-12).

c. Bosque de Faique

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de arbustos se registraron 166 individuos, los cuales están agrupados en nueve familias, 12 géneros y 13 especies. Las especies más representativas son: *Croton* sp. 1 de la familia Euphorbiaceae que registró una abundancia de 54 individuos lo que representa el 32,53 % del total de individuos registrados, seguida de *Cordia macrocephala* de la familia Cordiaceae que registró la presencia de 30 individuos lo que representa el 18,07 % de los individuos registrados (Véase la Tabla 3-12).

Tabla 3-12: Especies de Flora del Estrato Arbusto – Proyecto Minero Bramaderos

| NOMBRE CIENTÍFICO | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|
| *Abutilon mollissimum* (Cav.) Sweet | 49 | 28 | 14 |
| *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl. | 5 | - | - |
| *Armatocereus cartwrightianus* Backeb. | 11 | 2 | - |
| *Baccharis* sp. | 1 | - | - |
| *Beautempsia avicennifolia* (Kunth) Gaudich. | 3 | - | - |
| *Bougainvillea peruviana* Bonpl. | 3 | - | 1 |
| *Capsicum* sp. | - | 1 | - |
| *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. | - | - | 4 |
| *Cereus diffusus* (Britton & Rose) Werderm. | 3 | - | - |
| *Clavija euerganea* J.F. Macbr. | - | 4 | - |
| *Cordia macrocephala* (Desv.) Kunth | 139 | 13 | 30 |
| *Croton* sp. 1 | 99 | 71 | 54 |
| *Espostoa lanata* (Kunth) Britton & Rose | 5 | - | - |
| *Fridericia dichotoma* (Jacq.) L. G. Lohmann | - | 1 | - |
| *Gaya calyptrata* (Cav. Kunth ex K. Schum. | 27 | 3 | 9 |
| *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose | 1 | - | - |
| *Hyptis* sp. | 45 | 6 | 4 |
| *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti | 4 | - | - |
| *Jatropha nudicaulis* Benth. | 19 | 2 | 11 |
| *Jungia glandulifera* Harling | 1 | - | - |
| *Mansoa* sp. | - | 13 | - |
| *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. | - | - | 2 |
| *Opuntia pubescens* H. L. Wendl. ex Pfeiff. | 16 | - | 5 |
| *Opuntia soederstromiana* Britton & Rose | 58 | 3 | 27 |
| *Senna* sp. | 1 | - | - |
| *Solanum* sp. | - | - | 1 |
| *Styrax argenteus* C. Presl | 1 | - | - |
| *Tecoma castaneifolia* (D. Don) Melch. | 69 | 7 | 4 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.1.3.3. Evaluación de Hierbas*

En base a la metodología establecida para el presente monitoreo, se realizó la evaluación de las hierbas en las subparcelas seleccionadas.

a. Bosque Semideciduo

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de hierbas se registraron 935 individuos, los cuales están agrupados en 16 familias, 29 géneros y 34 especies. La especie más representativas es *Tetramerium nervosum* de la familia Acanthaceae que registró una abundancia de 269 individuos lo que representa el 28,77 % del total de individuos registrados (Tabla 3-13).

b. Bosque de Galería

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de hierbas se registraron 285 individuos, los cuales están agrupados en 12 familias, 18 géneros y 19 especies. La especie más representativa es *Tetramerium nervosum* de la familia Acanthaceae que registró la presencia de 117 individuos lo que representa el 41,05 % de los individuos registrados (Tabla 3-13).

c. Bosque de Faique

Dentro de esta cobertura vegetal en el estrato de hierbas se registraron 293 individuos, los cuales están agrupados en 12 familias, 22 géneros y 24 especies. La especie más representativa es *Enteropogon mollis* de la familia Poaceae que registró la presencia de 115 individuos lo que representa el 39,25 % de los individuos registrados (Véase la Tabla 3-13).

Tabla 3-13: Especies de Flora del Estrato Herbáceo – Proyecto Minero Bramaderos

| NOMBRE CIENTÍFICO | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|
| *Abutilon* sp. 1 | 2 | - | - |
| *Abutilon* sp. 2 | 2 | 1 | - |
| *Achyranthes aspera* L. | 3 | 16 | 3 |
| *Acmella alba* (L´Hér.) R.K. Jansen | 5 | - | 5 |
| *Adiantum raddianum* C. Presl | 4 | 5 | 1 |
| *Alternanthera porrigens* (Jacq.) Kuntze | 32 | 8 | 24 |
| Asteraceae sp. 1 | 192 | 7 | 12 |
| *Bastardia* sp. | 18 | - | - |
| *Boerhavia diffusa* L. | 1 | - | - |
| *Chromolaena* sp. | 3 | - | - |
| *Commelina diffusa* Burm.f. | 7 | 5 | 2 |
| *Crotalaria* sp. | - | 1 | - |
| *Desmodium* sp. 1 | 20 | - | - |
| *Dicliptera paniculata* (Forssk.) I. Darbysh. | 17 | - | 8 |
| *Dicliptera* sp. 1 | - | 5 | 3 |
| *Drymaria cordata* (L.) Willd. ex Schult. | - | - | 2 |
| *Dyschoriste quitensis* (Kunth) Kuntze | 19 | 7 | 6 |
| *Elytraria imbricata* (Vahl) Pers. | 3 | - | 3 |

| NOMBRE CIENTÍFICO | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|
| *Enteropogon mollis* (Nees) Clayton | 2 | - | 115 |
| *Eragrostis amabilis* (L.) Wight & Arn. | 36 | - | - |
| *Euphorbia lasiocarpa* Klotzsch | 61 | 1 | 5 |
| *Evolvulus tenuis* Mart. ex Choisy | 16 | - | 11 |
| *Fiebrigiella* sp. | 58 | 23 | 4 |
| *Gaya calyptrata* (Cav.) Kunth ex K. Schum. | - | - | 2 |
| *Heliotropium rufipilum* (Benth.) I.M. Johnst. | 54 | 22 | 25 |
| *Lasiacis ligulata* Hitchc. & Chase | - | 4 | 4 |
| *Liabum* sp. | 1 | - | - |
| *Oxalis latifolia* Kunth | 1 | 1 | - |
| *Oxalis* sp. | 1 | - | - |
| *Parthenium hysterophorus* L. | 15 | - | 1 |
| *Pavonia mollis* Kunth | 5 | - | 3 |
| *Pavonia* sp. | 2 | 2 | - |
| *Phaedranassa* sp. | 11 | 3 | - |
| *Plumbago zeylanica* L | 3 | - | - |
| *Ruellia floribunda* Hook. | 3 | - | - |
| *Ruellia tuberosa* L. | 36 | 8 | - |
| *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl | 7 | - | - |
| *Tetramerium nervosum* Nees | 269 | 117 | 45 |
| *Tetramerium wasshausenii* T.F. Daniel | 26 | 49 | 9 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.1.3.4. Aspectos ecológicos*

a. Distribución Vertical

Las especies registradas en el presente estudio a través de los puntos de muestreo en los tres tipos de cobertura diferentes demuestran que en el bosque se encuentran los cuatro estratos; los cuales son emergentes con individuos entre los 22 y 25 m, dosel con individuos entre los 17 y 21 metros, subdosel entre los 11 y 16 m y sotobosque con los individuos con una altura menor a 10 m (Véase la Figura 3-18).

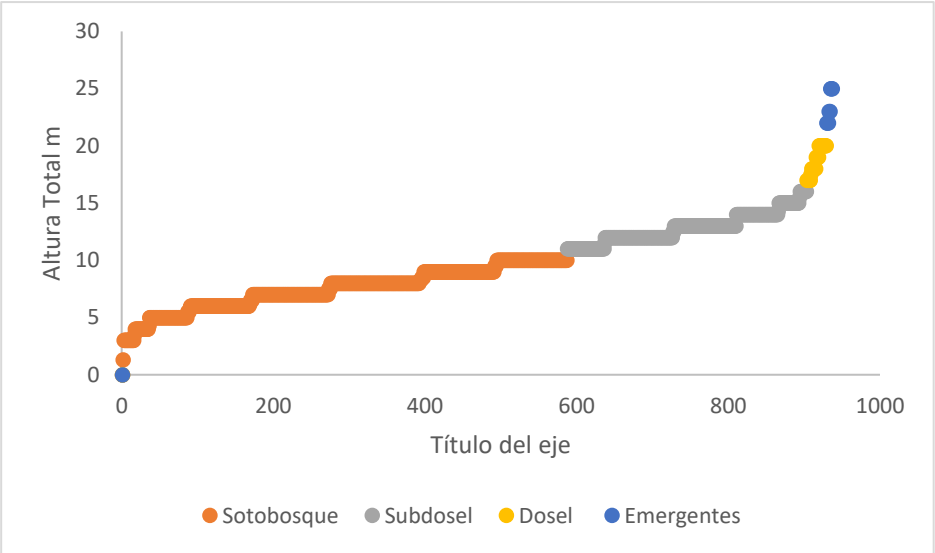



Figura 3-18: Diagrama de estratificación vertical de flora – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Estado de Conservación

Se realizó el estudio de estado de conservación en toda el área del proyecto Minero Bramaderos dentro de los tres tipos de cobertura vegetal en base a la categoría UICN, Endemismo y especies CITES.

Se registró un total de 37 especies importantes para la ciencia en base a su estado de conservación. De estas especies, 36 poseen una categoría de amenaza según la UICN (2023) y cinco de estas especies son CITES (2023) Apéndice II. No se registraron especies endémicas en el área de estudio (Véase la Tabla 3-14).

Tabla 3-14: Estado de Conservación especies de Flora – Proyecto Minero Bramaderos

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | UICN (2023) | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| Asteraceae | *Jungia glandulifera* Harling | EN | x | | |
| Euphorbiaceae | *Jatropha nudicaulis* Benth. | EN | x | x | x |
| Bignoniaceae | *Jacaranda mimosifolia* D. Don | VU | | x | |
| Bignoniaceae | *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose | VU | x | | |
| Sapotaceae | *Pradosia montana* T.D. Penn. | VU | x | x | |
| Acanthaceae | *Dicliptera paniculata* (Forssk.) I. Darbysh. | LC | x | | x |
| Anacardiaceae | *Mauria heterophylla* Kunth | LC | | x | |
| Annonaceae | *Annona cherimola* Mill. | LC | x | | x |
| Bixaceae | *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. | LC | x | x | |

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | UICN (2023) | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| Burseraceae | *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. | LC | x | | |
| Cannabaceae | *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. | LC | | | x |
| Capparaceae | *Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem. | LC | x | | |
| Capparaceae | *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl | LC | x | x | |
| Commelinaceae | *Commelina diffusa* Burm.f. | LC | x | x | x |
| Convolvulaceae | *Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti | LC | x | x | x |
| Cordiaceae | *Cordia lutea* Lam. | LC | x | | |
| Escalloniaceae | *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult. | LC | x | | |
| Fabaceae | *Geoffroea spinosa* Jacq. | LC | x | x | |
| Fabaceae | *Libidibia glabrata* ( Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis | LC | x | | |
| Fabaceae | *Machaerium millei* Standl | LC | | x | |
| Fabaceae | *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins | LC | x | | |
| Fabaceae | *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | LC | x | x | x |
| Heliotropiaceae | *Heliotropium rufipilum* (Benth.) I.M. Johnst. | LC | x | x | x |
| Malvaceae | *Guazuma ulmifolia* Lam. | LC | | x | |
| Malvaceae | *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. | LC | | x | x |
| Moraceae | *Ficus obtusifolia* Kunth | LC | | x | |
| Moraceae | *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. | LC | x | x | |
| Nyctaginaceae | *Pisonia aculeata* L. | LC | | x | |
| Petiveriaceae | *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms | LC | x | x | |
| Sapindaceae | *Sapindus saponaria* L. | LC | | | x |
| Solanaceae | *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl. | LC | x | | |
| Styracaceae | *Styrax argenteus* C. Presl | LC | x | | |
| Cactaceae | *Armatocereus cartwrightianus* Backeb. | LC/CITES Apéndice II | x | x | |

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | UICN (2023) | BOSQUE SEMIDECIDUO | BOSQUE DE GALERÍA | BOSQUE DE FAIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| Cactaceae | *Cereus diffusus* (Britton & Rose) Werderm. | CITES Apéndice II | x | | |
| Cactaceae | *Espostoa lanata* (Kunth) Britton & Rose | LC/CITES Apéndice II | x | | |
| Cactaceae | *Opuntia pubescens* H. L. Wendl. ex Pfeiff. | LC/CITES Apéndice II | x | | x |
| Cactaceae | *Opuntia soederstromiana* Britton & Rose | LC/Cites Apéndice II | x | x | x |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Endemismo

No se registraron especies endémicas dentro de las especies monitoreadas en el área de estudio del Proyecto Minero Bramaderos

d. Sensibilidad

Las especies consideradas sensibles son aquellas que se registraron en remanentes y parches de bosque, y que son endémicas de la zona. Por lo cual en el presente estudio al no determinarse especies endémicas no existen especies sensibles. Sin embargo, hay que recalcar la presencia de las siguientes especies que poseen categorías importantes de conservación según la UICN: *Jungia glandulifera* de la familia Asteraceae, *Jatropha nudicaulis* de la familia Euphorbiaceae con estado de conservación En Peligro (EN); *Jacaranda mimosifolia* de la familia Bignoniaceae, de la familia Bignoniaceae y *Pradosia montana* de la familia Sapotaceae, que poseen estado de conservación Vulnerable (VU)

### *3.1.3.5. Uso del Recurso*

El recurso florístico del área de estudio se utiliza principalmente como materiales y alimento; además, es fuente natural de alimento para varias especies de vertebrados (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macías, & Balsley, 2008) (Véase la Tabla 3-15).

Tabla 3-15: Especies de flora con usos locales en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| Especie | Alimento | Construcción | Medicinal | Social | Tóxico | Medio ambiente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Achatocarpus pubescens* C.H. Wright | x | x | | | | x |
| *Achyranthes aspera* L. | x | | x | x | | |
| *Acmella alba* (L´Hér.) R.K. Jansen | | x | x | | | |
| *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl. | x | x | x | x | | x |
| *Adiantum raddianum* C. Presl | | | x | | | |
| *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes | x | x | | | | x |
| *Alternanthera porrigens* (Jacq.) Kuntze | x | | x | x | | |
| *Amphilophium paniculatum* (L.) Kunth | x | x | | | | |

| Especie | Alimento | Construcción | Medicinal | Social | Tóxico | Medio ambiente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Annona cherimola* Mill. | x | x | x | | | x |
| *Armatocereus cartwrightianus* Backeb. | x | x | | | | |
| *Bauhinia weberbaueri* Harms | | x | | | | |
| *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. | | x | x | x | | x |
| *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav. | x | x | x | | | |
| *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. | x | x | x | | | |
| *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. | x | | x | x | | |
| *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. | | x | | | | x |
| *Commelina diffusa* Burm.f. | x | x | x | | | |
| *Cordia lutea* Lam. | x | x | x | | | x |
| *Cordia macrocephala* (Desv.) Kunth | x | x | x | | | |
| *Drymaria cordata* (L.) Willd. ex Schult. | x | | x | | | |
| *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns | x | x | | | | |
| *Erythrina velutina* Willd. | x | x | x | x | | |
| *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult. | | x | x | | | |
| *Ficus insipida* Willd. | x | x | x | x | | |
| *Ficus obtusifolia* Kunth | x | x | x | | | |
| *Fulcaldea laurifolia* (Bonpl.) Poir. | x | x | | | | |
| *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms | | x | | | | |
| *Geoffroea spinosa* Jacq. | x | x | | | | |
| *Guazuma ulmifolia* Lam. | x | x | x | | | x |
| *Heliotropium rufipilum* (Benth.) I.M. Johnst. | x | | | | | |
| *Jacaranda mimosifolia* D. Don | x | x | x | | | x |
| *Lantana rugulosa* Kunth | x | x | x | | | x |
| *Lasiacis ligulata* Hitchc. & Chase | | x | | | | |
| *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl. | | x | x | | | |
| *Machaerium millei* Standl | x | x | | | | |
| *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. | x | x | x | | | |
| *Marsdenia cundurango* Rchb. | | | x | | x | |
| *Mauria heterophylla* Kunth | x | x | | | | x |
| *Mimosa pigra* L. | | | x | x | | |
| *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. | | x | x | | | x |
| *Opuntia pubescens* H. L. Wendl. ex Pfeiff. | | | | | | x |
| *Opuntia soederstromiana* Britton & Rose | x | | x | | | |

| Especie | Alimento | Construcción | Medicinal | Social | Tóxico | Medio ambiente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins | | | | | | |
| *Parthenium hysterophorus* L. | x | | | | | |
| *Piper ecuadorense* Sodiro | | | x | | | |
| *Pisonia aculeata* L. | x | x | x | | | |
| *Portulaca oleracea* L. | x | | x | x | | |
| *Pradosia montana* T.D. Penn. | x | x | | | | |
| *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. | x | x | x | | | x |
| *Ruellia floribunda* Hook. | x | | x | x | | |
| *Sapindus saponaria* L. | x | x | x | | | x |
| *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell. | x | x | | | | |
| *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl | x | x | x | | | |
| *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl | | | x | | | |
| *Styrax subargenteus* Sleumer | | x | | | | |
| *Tecoma castaneifolia* (D. Don) Melch. | | x | | | | |
| *Terminalia valverdeae* A.H. Gentry | | x | | | | |
| *Tetramerium nervosum* Nees | | | | x | | |
| *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | x | x | x | | | x |
| *Vasconcellea parviflora* A.DC. | x | | | | x | |
| *Xanthosoma sagittifolium* | x | | | | | |
| *Ziziphus thyrsiflora* Benth. | x | x | x | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.1.4. Comparación con estudios previos

a) Riqueza

- Bosque Semideciduo

Dentro del bosque semideciduo los valores reportados en el monitoreo de árboles son similares a los reportados previamente, demostrando de esta manera la estabilidad del bosque en el cual las tazas de mortalidad deben ser similares a las tazas de reclutamiento por lo que no se observan grandes diferencias.

Sin embargo, se observa una marcada diferencia en el monitoreo de arbusto y hierbas, esto puede deberse a la temporada climática que se realiza el monitoreo. Los bosques secos presentan varias estrategias una de estas es la disminución de hierbas y arbustos en épocas.

- Bosque de Galería

Dentro del bosque de galería los valores reportados en el monitoreo de árboles son similares a los reportados previamente, demostrando de esta manera la estabilidad del bosque en el cual las tazas de mortalidad deben ser similares a las tazas de reclutamiento por lo que no se observan grandes diferencias.

Sin embargo, se observa una marcada diferencia en el monitoreo de arbusto y hierbas, esto puede deberse a la temporada climática que se realiza el monitoreo. Los bosques secos presentan varias estrategias una de estas es la disminución de hierbas y arbustos en épocas.

- Bosque de Faique

Dentro del bosque de faique los valores reportados en el monitoreo de árboles son similares a los reportados en el monitoreo previo, demostrando de esta manera la estabilidad del bosque en el cual las tazas de mortalidad deben ser similares a las tazas de reclutamiento por lo que no se observan grandes diferencias.

Sin embargo, se observa una marcada diferencia en el monitoreo de arbusto y hierbas, esto puede deberse a la temporada climática que se realiza el monitoreo. Los bosques secos presentan varias estrategias una de estas es la disminución de hierbas y arbustos en épocas.

El análisis de cada tipo de bosque a detalle se presenta en la Tabla 3-16 a continuación:

Tabla 3-16: Análisis Comparativo con monitoreos anteriores

| COMPOSICIÓN FLORÍSTICA | ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL (2017) | MONITOREO BIÓTICO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1ER SEMESTRE 2019-2020 | 2DO SEMESTRE 2019-2020 | SEMESTRE 20202-2021 | 1ER SEMESTRE 2021 | 2DO SEMESTRE 2021 | SEMESTRE 2021 2022 | SEMESTRE 2022 | 1ER SEMESTRE 2023 | 2DO SEMESTRES 2023 |
| **BOSQUE SEMIDECIDUO** | | | | | | | | | | |
| **BOSQUE SEMIDECIDUO ARBOLES** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 561 | 557 | 548 | 527 | 531 | 524 | 429 | 434 | 435 | 439 |
| N° Especies | 24 | 24 | 26 | 27 | 28 | 27 | 24 | 17 | 25 | 27 |
| N° Géneros | 24 | 24 | 26 | 27 | 28 | 26 | 24 | 26 | 25 | 27 |
| N° Familias | 15 | 15 | 17 | 17 | 17 | 17 | 15 | 26 | 16 | 16 |
| **BOSQUE SEMIDECIDUO ARBUSTOS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 2076 | 2076 | 2274 | 2398 | 465 | 293 | 983 | 170 | 679 | 560 |
| N° Especies | 45 | 45 | 45 | 36 | 36 | 42 | 31 | 31 | 29 | 21 |
| N° Géneros | 36 | 36 | 38 | 32 | 33 | 37 | 31 | 38 | 25 | 20 |
| N° Familias | 16 | 16 | 19 | 16 | 18 | 20 | 20 | 20 | 17 | 13 |
| **BOSQUE SEMIDECIDUO HIERBAS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 1488 | 1488 | 2088 | 650 | 3490 | 1241 | 1027 | 293 | 2410 | 935 |
| N° Especies | 44 | 44 | 36 | 25 | 36 | 25 | 28 | 28 | 27 | 34 |
| N° Géneros | 38 | 38 | 34 | 24 | 35 | 23 | 28 | 28 | 27 | 29 |
| N° Familias | 17 | 17 | 18 | 10 | 19 | 11 | 18 | 18 | 17 | 16 |

| COMPOSICIÓN FLORÍSTICA | ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL (2017) | MONITOREO BIÓTICO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1ER SEMESTRE 2019-2020 | 2DO SEMESTRE 2019-2020 | SEMESTRE 20202-2021 | 1ER SEMESTRE 2021 | 2DO SEMESTRE 2021 | SEMESTRE 2021 2022 | SEMESTRE 2022 | 1ER SEMESTRE 2023 | 2DO SEMESTRES 2023 |
| **BOSQUE DE GALERÍA** | | | | | | | | | | |
| **BOSQUE DE GALERÍA ARBOLES** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 424 | 424 | 409 | 393 | 392 | 391 | 274 | 277 | 274 | 262 |
| N° Especies | 33 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 31 | 19 | 31 | 29 |
| N° Géneros | 29 | 29 | 32 | 33 | 33 | 33 | 30 | 30 | 30 | 29 |
| N° Familias | 22 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 19 | 32 | 20 | 19 |
| **BOSQUE DE GALERÍA ARBUSTOS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 630 | 630 | 369 | 577 | 243 | 236 | 474 | 74 | 167 | 154 |
| N° Especies | 33 | 33 | 39 | 36 | 38 | 39 | 21 | 21 | 25 | 13 |
| N° Géneros | 30 | 30 | 35 | 32 | 34 | 36 | 20 | 20 | 24 | 13 |
| N° Familias | 16 | 16 | 18 | 17 | 21 | 19 | 15 | 15 | 17 | 8 |
| **BOSQUE DE GALERÍA HIERBAS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 630 | 630 | 1224 | 331 | 2562 | 696 | 924 | 193 | 1265 | 285 |
| N° Especies | 24 | 24 | 34 | 24 | 29 | 15 | 29 | 30 | 24 | 19 |
| N° Géneros | 24 | 24 | 33 | 20 | 29 | 15 | 29 | 29 | 22 | 18 |
| N° Familias | 13 | 13 | 19 | 11 | 18 | 9 | 18 | 18 | 15 | 12 |
| **BOSQUE MONO ESPECÍFICO FAIQUE** | | | | | | | | | | |

| COMPOSICIÓN FLORÍSTICA | ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL (2017) | MONITOREO BIÓTICO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1ER SEMESTRE 2019-2020 | 2DO SEMESTRE 2019-2020 | SEMESTRE 20202-2021 | 1ER SEMESTRE 2021 | 2DO SEMESTRE 2021 | SEMESTRE 2021 2022 | SEMESTRE 2022 | 1ER SEMESTRE 2023 | 2DO SEMESTRES 2023 |
| **BOSQUE MONO ESPECÍFICO FAIQUE ARBOLES** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 117 | 117 | 112 | 106 | 101 | 101 | 98 | 132 | 227 | 225 |
| N° Especies | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 11 | 13 |
| N° Géneros | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 11 | 12 |
| N° Familias | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 9 | 10 |
| **BOSQUE MONOESPECÍFICO FAIQUE ARBUSTOS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 243 | 243 | 228 | 282 | 57 | 60 | 316 | 68 | 279 | 166 |
| N° Especies | 15 | 15 | 12 | 12 | 18 | 22 | 21 | 21 | 17 | 13 |
| N° Géneros | 14 | 14 | 11 | 10 | 16 | 21 | 20 | 20 | 15 | 12 |
| N° Familias | 9 | 9 | 9 | 8 | 11 | 14 | 12 | 12 | 13 | 9 |
| **BOSQUE MONOESPECÍFICO FAIQUE HIERBAS** | | | | | | | | | | |
| N° Individuos | 260 | 260 | 479 | 199 | 993 | 427 | 382 | 74 | 2757 | 293 |
| N° Especies | 24 | 24 | 21 | 14 | 22 | 15 | 22 | 22 | 24 | 24 |
| N° Géneros | 24 | 24 | 20 | 14 | 22 | 15 | 22 | 22 | 23 | 22 |
| N° Familias | 10 | 10 | 13 | 11 | 15 | 9 | 15 | 15 | 14 | 12 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## 3.2. Mastofauna

En el Ecuador existen un total de 467 especies de mamíferos (Tirira, 2023.a), y la lista sigue en aumento, los registros nuevos no han dejado de aparecer y cada vez es más frecuente registrar especies nuevas, los grupos que más aportan a estos hallazgos son los quirópteros y roedores.

El área de estudio está incluido en bosque seco que está presente en las provincias Manabí, Guayas, Santa Elena, El Oro y Loja, la característica principal de este tipo de bosque es la vegetación decidua y semidecidua; según Aguilar, 2012 y Best y Kessler, 2005; el Proyecto minero de Bramaderos se encuentra dentro del bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, el cual alberga 142 especies de mamíferos y según la distribución de pisos Zoogeográficas presentada por Tirira, 2023.a, la zona está incluida en el Bosque seco suroccidental donde se incluyen 137 especies de mamíferos. Hay que considerar que los bosques secos presentan un alto endemismo tanto en mamíferos como otros grupos faunísticos.

En el presente monitoreo se analiza la composición existente en el Proyecto minero Bramaderos los resultados obtenidos en cuanto a la riqueza, abundancia, diversidad, estado de conservación y aspectos ecológicos de las especies de mamíferos registrados, son parte de la información levantada como parte del monitoreo realizado en época seca dentro de esta zona y se confronta con la información levantada en otros monitoreos.

### 3.2.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la concesión minera Bramaderos (Cód. 60000334), la misma que está ubicada en las parroquias Guachanamá, Casanga, Catacocha y Sozoranga las cuales pertenecen a los cantones Paltas y Sozoranga, en el sur occidente de la provincia de Loja. De acuerdo con el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental MAE (2013) la zona posee formaciones vegetales denominada Bosque Semideciduo Piemontano del Catamayo-Alamor.

#### *3.2.1.1. Sitios de Muestreo*

Se muestrearon en total cuatro (4) sitios. Los sitios de muestreo cuantitativo codificados como PM-PMM, y los cualitativos, con código PM-PMM-TO, tomando como referencia las coordenadas de monitoreos anteriores (Véase la Tabla 3-17).

Tabla 3-17: Sitios de muestreo componente mastofauna – Proyecto Minero Bramaderos

| FECHA | SITIO | CÓDIGO | | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | METODOLOGÍA | TIPO DE HÁBITAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Este (X) | Norte (Y) | | |
| 09-10/08/2023 | PM3 | PM3-PMM-R2 | PM3-PMM-R2-01 | 631802 | 9547225 | Transecto de Redes de Neblina (6), para evaluar la Riqueza y Abundancia de Especies del orden Chiroptera | Bosque seco deciduo |
| | | | PM3-PMM-R2-02 | 631796 | 9547114 | | |

| FECHA | SITIO | CÓDIGO | | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | METODOLOGÍA | TIPO DE HÁBITAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Este (X) | Norte (Y) | | |
| | | PM3-PMM-TS2 | PM3-PMM-TS2-01 | 631925 | 9547235 | Transecto de Trampas Sherman y Tomahawk (50), para evaluar la Riqueza y Abundancia de los micro y mesomamíferos no voladores | Bosque seco deciduo |
| | | | PM3-PMM-TS2-02 | 632075 | 9547053 | | |
| | PM3 | PM3-PMM-TO2 | PM3-PMM-TO2-01 | 630854 | 9547766 | Transecto de recorridos de Observación directa, huellas y rastros (cualitativo) | Bosque seco deciduo |
| | | | PM3-PMM-TO2-02 | 632054 | 9547057 | | |
| 11-12/08/2023 | PM4 | PM4-PMM-R1 | PM4-PMM-R1-01 | 631282 | 9545654 | Transecto de Redes de Neblina (8), para evaluar la Riqueza y Abundancia de Especies del orden Chiroptera | Bosque seco deciduo |
| | | | PM4-PMM-R1-02 | 631424 | 9545740 | | |
| | | PM4-PMM-TS1 | PM4-PMM-TS1-01 | 631604 | 9546012 | Transecto de Trampas Sherman y Tomahawk (50), para evaluar la Riqueza y Abundancia de los micro y mesomamíferos no voladores | Bosque seco deciduo |
| | | | PM4-PMM-TS1-02 | 631517 | 9546007 | | |
| | | PM4-PMM-TO1 | PM4-PMM-TO1-01 | 631574 | 9545743 | Transecto de recorridos de Observación directa, huellas y rastros (cualitativo) | Bosque seco deciduo |
| | | | PM4-PMM-TO1-02 | 631558 | 9546316 | | |
| 13-14/08/2023 | PM2 | PM2-PMM-R4 | PM2-PMM-R4-01 | 634449 | 9550602 | Transecto de Redes de Neblina (6), para evaluar la Riqueza y Abundancia de Especies del orden Chiroptera | Bosque seco deciduo |
| | | | PM2-PMM-R4-02 | 634466 | 9550505 | | |
| | | PM2-PMM-TS4 | PM2-PMM-TS4-01 | 634501 | 9550480 | Transecto de Trampas Sherman y Tomahawk (50), para evaluar la Riqueza y Abundancia de los micro y | Bosque seco deciduo |
| | | | PM2-PMM-TS4-02 | 634579 | 9550401 | | |

| FECHA | SITIO | CÓDIGO | | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | METODOLOGÍA | TIPO DE HÁBITAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Este (X) | Norte (Y) | | |
| | | | | | | mesomamíferos no voladores | |
| | | PM2-PMM-TO4 | PM2-PMM-TO4-01 | 634332 | 9550656 | Transecto de recorridos de Observación directa, huellas y rastros (cualitativo) | Bosque seco deciduo |
| | | | PM2-PMM-TO4-02 | 633288 | 9550790 | | |
| 15-16/08/2023 | PMM1 | PM1-PMM-R1 | PM1-PMM-R1-01 | 637366 | 9552349 | Transecto de Redes de Neblina (6), para evaluar la Riqueza y Abundancia de Especies del orden Chiroptera | Bosque seco deciduo |
| | | | PM1-PMM-R1-02 | 637449 | 9552417 | | |
| | | PM1-PMM-TS1 | PM1-PMM-TS1-01 | 637172 | 9552292 | Transecto de Trampas Sherman y Tomahawk (50), para evaluar la Riqueza y Abundancia de los micro y mesomamíferos no voladores | Bosque seco deciduo |
| | | | PM1-PMM-TS1-02 | 637349 | 9552324 | | |
| | | PM1-PMM-TO1 | PM1-PMM-TO1-02 | 636485 | 9552400 | Transecto de recorridos de Observación directa, huellas y rastros (cualitativo) | Bosque seco deciduo |
| | | | PM1-PMM-TO1-02 | 637340 | 9552003 | | |

Código: Punto de Muestreo Mastofauna: PMM. Punto de Observación: TO.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.2.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

Dentro de las metodologías cuantitativas y cualitativas se aplicaron varias técnicas de muestreo las cuales se detallan en la Tabla 3-18.

Tabla 3-18: Esfuerzo de muestreo mastofauna – Proyecto Minero Bramaderos

| FECHA | CÓDIGO | MÉTODO | DESCRIPCIÓN | NÚMERO DE REDES Y RECORRIDOS | HORAS POR DÍAS | NÚMERO DE DÍAS | TOTAL HORAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 09-10/08/2023 | PM3-PMM-R2 | Redes de neblina (18:00-22:00) | CUANTITATIVO | 6 | 4 | 2 | 48 |
| | PM3-PMM-TS2 | Trampas Sherman y Tomahawk (24 horas) | CUANTITATIVO | 50 | 24 | 2 | 2400 |
| | PM3-PMM-TO2 | Recorridos (diurnos) | CUALITATIVO | 2 | 2 | 2 | 8 |

| FECHA | CÓDIGO | MÉTODO | DESCRIPCIÓN | NÚMERO DE REDES Y RECORRIDOS | HORAS POR DÍAS | NÚMERO DE DÍAS | TOTAL HORAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TOTAL** | | | | | | | **2456** |
| 11-12/08/2023 | PM4-PMM-R1 | Redes de neblina (18:00-22:00) | CUANTITATIVO | 6 | 4 | 2 | 48 |
| | PM4-PMM-TS1 | Trampas Sherman y Tomahawk (24 horas) | CUANTITATIVO | 50 | 24 | 2 | 2400 |
| | PM4-PMM-TO1 | Recorridos (diurnos) | CUALITATIVO | 2 | 2 | 2 | 8 |
| **TOTAL** | | | | | | | **2456** |
| 13-14/08/2023 | PM2-PMM-R4 | Redes de neblina (18:00-22:00) | CUANTITATIVO | 6 | 4 | 2 | 48 |
| | PM2-PMM-TS4 | Trampas Sherman y Tomahawk (24 horas) | CUANTITATIVO | 50 | 24 | 2 | 2400 |
| | PM2-PMM-TO4 | Recorridos (diurnos) | CUALITATIVO | 2 | 2 | 2 | 8 |
| **TOTAL** | | | | | | | **2456** |
| 15-16/08/2023 | PM1-PMM-R1 | Redes de neblina (18:00-22:00) | CUANTITATIVO | 6 | 4 | 2 | 48 |
| | PM1-PMM-TS1 | Trampas Sherman y Tomahawk (24 horas) | CUANTITATIVO | 50 | 24 | 2 | 2400 |
| | PM1-PMM-TO1 | Recorridos (diurnos) | CUALITATIVO | 2 | 2 | 2 | 8 |
| **TOTAL** | | | | | | | **2456** |
| **NÚMERO TOTAL DE HORAS MUESTREADAS** | | | | | | | **9824** |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.2.2. Metodología

Las técnicas de muestreo utilizadas en el trabajo de campo para la ejecución del monitoreo de mastofauna, se acoplan al mismo enfoque metodológico desarrollado para la línea base (EsIA, 2017), acogiéndose a lo contemplado en el plan de manejo ambiental; el muestreo de este componente, se basa en algunos criterios establecidos en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre, 2002), donde se incluyen métodos cuantitativos mediante la aplicación de redes de neblina y trampas tipo Sherman y Tomahawk.

Para la generación de datos cualitativos, se tomaron en cuenta los criterios de Tirira (2017), que según sus investigaciones son las más frecuentes para la observación y registro de mamíferos, entre las que se resalta las siguientes: observación directa, búsqueda de rastros y huellas, sonidos, restos fecales y

búsqueda de otro tipo de rastros, con el fin de obtener listados más completos de mastofauna.

En cuanto a su tamaño, según Ávila y Erazo (2011), los mamíferos pueden dividirse en cuatro categorías:

- **Micromamíferos:** son aquellos que pueden ser identificados a simple vista (Tirira, 1999).
- **Mesomamíferos:** son aquellos que pese a ser detectables a simple vista, es necesario capturarlos para lograr su identificación a nivel de especie (Tirira & Boada, 2009).
- **Micromamíferos no Voladores:** se incluyen los roedores pequeños y marsupiales pequeños, que no pueden ser identificados a simple vista, por ello se vuelve fundamental su captura para su descripción y estudio (Boada, 2009).
- **Micromamíferos Voladores -** en este grupo solo encontramos a los quirópteros, que son los únicos mamíferos con vuelo activo (Tirira, 1999).

#### *3.2.2.1. Fase de Campo*

El estudio de Mastofauna, se realizó en cuatro transectos previamente establecidos en el área de influencia de la concesión Bramaderos, ubicada en la parroquia Paltas, cantón Catamayo, provincia del Loja. Considerando lo establecido por (Albuja L. y otros, 2012), la zona de estudio forma parte del piso zoogeográfico tropical suroccidental del Ecuador.

a. Redes de Neblina (muestreo cuantitativo)

Las comunidades de murciélagos son extremadamente diversas y exhiben variados comportamientos y preferencias de hábitat (Solari, 2002). Para estudios de corto periodo de tiempo, en donde se pretende estimar la diversidad, los "murciélagos" son capturados utilizando redes de neblina (Jones et al., 1996; Solari, 2002).

Para la captura se emplearon seis redes de neblina de 10 y 12 metros de largo por tres metros de ancho, colocadas a nivel del sotobosque (Tirira & Boada, 2009) y ubicadas de manera continua a lo largo de un transecto. Las redes permanecieron activas desde la 18h30 a 22H30, en el horario de mayor actividad (Suárez & Mena, 1994), durante un periodo de dos días consecutivos; estas fueron revisadas cada 15 o 20 minutos, dependiendo de la actividad de captura. El esfuerzo de muestreo aplicado con las redes de neblina fue de cuatro horas red/noche, en cada sitio o punto de muestreo.

Los individuos de quirópteros capturados fueron retirados de las redes para proceder a su identificación a nivel de especie, utilizando las claves de identificación de Tirira (2017), además de registrar las medidas morfométricas (largo del antebrazo, largo total, tamaño de la oreja, largo de pata), sexo, peso, estado reproductivo y un registro fotográfico del ejemplar. Por último, para estimar adecuadamente la abundancia de los individuos capturados, se utilizó una marcación temporal, coloreando el pulgar (tinta roja), siendo una técnica que no causa irritaciones o intoxicaciones al ejemplar

(Tirira,1998); posteriormente los individuos fueron liberados en el sitio mismo de la captura.

b. Trampas para mamíferos (muestreo cuantitativo)

Para el estudio de micromamíferos y mesomamíferos terrestres, se utilizaron 50 trampas tipo Sherman y 10 trampas Tomahawk grandes y medianas de medidas 90 cm x 40 cm y de 35 cm x 20 cm; los datos que estas trampas registran corresponden a "capturas vivas". El trampeo se hizo de forma sistemática para cada punto de muestreo, minimizando los efectos del azar en la colecta, para lo cual se procedió a la distribución de las trampas en un transecto lineal de aproximadamente 200 metros (Brito y Ojalá-Barbour, 2016), donde se colocaron estaciones apartadas por 20 metros entre sí, y se situaron cinco trampas Sherman y una Tomahawk. Las trampas permanecieron activadas durante dos noches consecutivas en los puntos de muestreo cuantitativos, y fueron revisadas cada día, lo que corresponde a una trampa activa por un periodo de 24 horas (García-Méndez et, al. 2014).

c. Recorridos de observación (muestreo cualitativo)

Consistieron en recorridos o caminatas para la observación directa de individuos o grupo de individuos en el sitio de estudio (Tirira, 1998). Se realizaron Observaciones directas de algunos mamíferos, de las cuales resulta difícil obtener registros, porque muchas especies son pequeñas y nocturnas, e incluso medianos y grandes mamíferos diurnos son evasivos, por lo cual son registrados usando signos indirectos de su presencia, como huellas, excrementos, madrigueras, excavación, comederos, huesos, sonidos y vocalizaciones (Tirira, 1998).

Dentro de esta técnica de estudio se acoplaron cuatro transectos que fueron recorridos en un lapso de tiempo de cuatro horas entre las 08h00 y las 11h00 en la mañana y tarde desde 15h00 hasta las 18h00 en la tarde, en senderos establecidos o existentes dentro de las zonas de estudio; Suárez y Mena (1994) sugieren que la distancia mínima para estos tipos de bosques sea de un transecto de observación de 1000 metros; no obstante, la orografía de la zona restringió alcanzar las dimensiones de estos transectos.

Los datos básicos obtenidos durante el recorrido fueron registrados en una libreta de campo, donde se apuntó; la fecha y hora del encuentro, especie, número de individuo, el tipo de registro (directo/indirecto), tipo de rastro (huella, madruguera, etc.) y el tipo de hábitat (Tirira & Boada, 2009). Cada registro fue fotografiado.

d. Entrevistas

Esta actividad tuvo por objeto completar e identificar ciertas especies de mamíferos no registradas durante el trabajo de campo, así como conocer el uso e importancia de las especies de fauna conocidas por los habitantes de la zona; para ello, es preferible que se las realice a personas que dedican su tiempo a la cacería de mamíferos, donde se indagó qué mamíferos habitan la región, sus nombres comunes y el uso dado por los campesinos de la región (Castaño & Corrales, 2010).

Para las entrevistas se utilizó el libro de mamíferos de Tirira (2017), y fotografías a color del sitio Web "Bioweb" (Brito et al., 2019), para facilitar la identificación de las especies de mamíferos por parte de las personas entrevistadas. Cabe mencionar que dichos datos no formaron parte de los análisis cuantitativos.

### *3.2.2.2. Fase de Gabinete*

Los mamíferos capturados provisionalmente se identificaron en el sitio mismo de observación, donde además se realizó el debido registro fotográfico, para confirmar su Identificación mediante claves taxonómicas de Tirira (2017) y colecciones de referencia. Todos los especímenes fueron liberados en el lugar de captura.

Una vez revisada la información obtenida, se procedió al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos referentes a los diferentes grupos registrados en el campo, sobre los cuales se integró el informe final. Como primer paso, en el inventario de mastofauna se contabilizó y enumeró taxonómicamente a las especies de mamíferos reportados a nivel general en los sitios de muestreo.

Se empleó los términos de riqueza (S), abundancia (N) y frecuencias, abundancia relativa o Pi (proporción de individuos de una especie en relación a la abundancia total de individuos de todas las especies), para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia de encuentro en una determinada área. Todos ellos son términos válidos para evaluar la diversidad de las comunidades y realizar comparaciones estadísticas en base a datos directos (Moreno, 2001).

El procesamiento de la información incluyó el análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los mamíferos de los diferentes sitios de estudio del monitoreo. Para el análisis matemático y estadístico se empleó el programa *EstimateS 9* (Colwell et al., 2012) y *Past* (Hammer, 2017); mientras que, para el manejo de la información se empleó una base de datos en Excel.
A continuación, se describen los métodos de análisis utilizados para el estudio de mamíferos. A continuación, se describen los métodos de análisis utilizados para levantar la información de mamíferos.

a. Riqueza

La riqueza de mamíferos se determina mediante el número total de especies registradas en una localidad y un tiempo específico (Urbina et al., 2011).

b. Abundancia

La abundancia se define fácilmente como el número total de individuos (Buckland et al., 2005). Se analizó la abundancia relativa que permite caracterizar la muestra a través de la curva de abundancia relativa – diversidad, mostrando qué tan rápidamente aumenta el número de especies registradas en cierta localidad con relación al aumento en el esfuerzo de muestreo (Angulo et al., 2006).

El empleo de esta curva es considerado como una herramienta para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en varias localidades, aun cuando el esfuerzo de muestreo haya sido distinto (Angulo et al., 2006). La curva de acumulación representa un comportamiento asintótico cuando la probabilidad de agregar una nueva especie a la lista de especies tiende a cero (Díaz-Pulido et al., 2015).

Se basa en el cálculo de la abundancia relativa dividiendo el número de individuos de la especie y para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$Pi=niN$$

Dónde:

$ni$ Número de individuos de la especie i, dividido para el número total de individuos de la muestra (N).

Se refiere al porcentaje de registros y/o capturas de una especie en relación al total de registros y/o capturas realizadas en el inventario de un determinado lugar (Guía de inventario de la fauna silvestre, 2015). La fórmula para estimar la frecuencia relativa se muestra a continuación:

$$FRCx = LxNl\ x100$$

Dónde:

Lx = número de registros de la localidad evaluada en las cuales la especie X está presente.

NL= número total de registros para la localidad evaluada.

Se asignaron categorías de abundancia relativa a las especies registradas de acuerdo con el formato y criterios de Tirira (2017), según lo cual existen cinco categorías:

- **Común.** Especie muy abundante y fácil de encontrar (existe una muy alta probabilidad de verla o registrarla). Muchas especies comunes no presentan especificidad hacia sus hábitats, o, al contrario, se han adaptado a gran variedad de ellos, lo cual les permite mantener una amplia distribución geográfica, y, por lo tanto, un alto grado de resistencia hacia los cambios en el ambiente.

- **Frecuente.** Especie encontrada periódicamente, aunque en bajas densidades (existe una alta probabilidad de verla o registrarla).

- **No común**. Especie difícil de encontrar, aunque en la mayoría de los casos es posible ver o registrar al menos un individuo o grupo.

- **Rara.** Especie muy difícil de encontrar y ausente en muchas localidades.

- **Desconocida.** Para especies de las cuales no existe información que permita conocer su abundancia relativa.

c. Abundancia relativa

El valor asignado para la abundancia relativa o número de individuos fue caracterizado en cuatro grupos, de acuerdo con la frecuencia de registro y al número de individuos, así: Abundante, igual o más de 10 individuos; Común, 5-9 individuos; Poco común, 2-4 individuos; y, Raro, 1 individuo (Moreno C,2001).

d. Curva de Dominancia de Especies

Esta representación gráfica permite rápidamente deducir los dos componentes de la diversidad a partir del número de categorías (número de especies) y de la pendiente de

la curva (equitatividad), tanto más pronunciada cuanto menos uniforme (más dispar) sea la distribución de abundancias. En función del ajuste de la curva a distintos modelos de distribución, se clasifican varios "tipos de curva" (palo quebrado, distribución log-normal, logarítmica y geométrica) que representarían comunidades progresivamente menos diversas y equitativas, la diversidad es una variable que se comporta siguiendo una función asintótica respecto a la superficie de muestreo.

e. Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación es un cálculo estadístico que sirve para estimar el número de especies esperado a partir de un muestreo. Muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestra (Villarreal et al., 2006).

- *Índice de Chao 1*

Es un método que permite estimar el número de especies esperadas, considerando la relación entre el número representados por un individuo (Villarreal et al., 2004). En el presente estudio se utilizó en índice Chao1 calculado desde el programa EstimateS.

Chao 1 es un estimador del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en la muestra (Chao A., 1984); (Chao A. &., 1992); (Smith, 2007). **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) (Colwell, R. K., 2013) (Moreno C, 2001).

Expresión de cálculo:

$$Chao\ 1 = S + a2 / 2\ b$$

Los análisis se realizaron con el programa estadístico: EstimateS (Versión 9.1.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.

f. Índices de Diversidad

- *Índice de Shannon – Wiener (H')*

Para evaluar la diversidad en los puntos de muestreos, se utilizó el Índice de Shannon-Wiener; este índice fue desarrollado para medir la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreada (Villarreal et al., 2006). El cómputo de este índice fue realizado en el programa PAST (Hammer, 2017).

$$H = \sum_{i=1}^{S} (P_i)(log_2 P_i)$$

Dónde:

- Pi: ni/N abundancia relativa por especie
- ln: Logaritmo natural.

Rangos de interpretación:

- 0,11 a 1,5 pueden considerarse sitios con baja diversidad.
- 1,6 a 3 pueden considerarse sitios con mediana diversidad.
- Valores superiores a 3,1 pueden considerarse sitios de alta diversidad.

- *Índice de Simpson (D)*

Es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos. Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (Villarreal et al., 2006). Para lo cual se utilizó el programa PAST (Hammer, 2017).

$$IDS = \frac{1}{\sum Pi^2}$$

Dónde:

- IDS = Índice de Diversidad de Simpson corregido
- Σ = Sumatoria
- $Pi^2$ = Proporción de individuos elevado al cuadrado

Dónde:

- IDS Índice de Simpson
- Pi Abundancia proporcional de la especie *i*

Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ (Moreno 2001), mostrando valores aproximados a 0 indican una alta ocurrencia de dominancia mientras que valores cercanos a 1 una proximidad a la heterogeneidad de componentes, mayor diversidad, para lo cual se utilizó el programa PAST Simpson 1-D (Hammer, 2017).

g. Índice de similaridad de Jaccard

Este índice estadístico mide la similitud, disimilitud o distancias entre comunidades o estaciones de muestreo a partir de matrices de presencia-ausencia. Estas distancias se denominan euclidianas y serán expresadas en términos porcentuales usando el coeficiente de similitud de Jaccard.

Su fórmula es:

$$IS=2ca+b$$

h. Aspectos ecológicos

Se presenta información sobre la ecología de las especies: nicho trófico, hábitos, patrón de actividad, sociabilidad, reproducción y la distribución vertical, los datos presentados se basan en la información publicada en la página electrónica de los Mamíferos del Ecuador "Bio Web" (Brito et al., 2019) y el libro de mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

- *Nicho trófico*

Es el rango total de las variables ambientales (p.e. alimento, temperatura, pH, etc.) a las cuales una especie está adaptada y en las cuales vive y se substituye a sí misma (Hutchinson, 1957), de igual manera, está relacionada con las condiciones físicas bajo las cuales una especie puede explotar un recurso energético de forma efectiva, tal que permita reproducirse y colonizar otros ambientes de condiciones físicas similares (Pianka, 1973) (Jarrín, 2000).

El alimento es una de las más relevantes dimensiones del nicho (Krebs, 1999), ya que su análisis muestra, por un lado, la gama de elementos usados en la dieta de una especie, y por el otro, el grado de interacción entre especies con base en su dieta, particularmente en las que comparten un gremio trófico (Guerreo et al, 2002).

- *Hábito*

Los mamíferos presentan una activa que cubre las 24 horas, algo que no ocurre con los demás taxones (Tirira, 2017). Los patrones de actividad se basan según el criterio de Mosquera-Guerra et al., 2018. Los criterios fueron usados fueron los siguientes:

Las especies diurnas, muestran una actividad desde las 8:00 hasta las 18:00 horas. Los animales nocturnos, se encuentran activos desde las 20:00 hasta las 06:00 horas, no obstante, existen animales con hábitos crepusculares, así como vespertinos (entre las 6:00 a 8:00 horas y entre las 18:00 a 20:00 horas), finalmente, las especies que no muestran patrón claro se clasificaron como catemerales (Maffei et al., 2002; Monroy- Vilchis et al., 2011).

- *Distribución vertical*

Se determinó la distribución vertical de la mastofauna en función del estrato en donde se encuentran las especies: Estrato alto o dosel, Estrato medio o subdosel, Estrato bajo y Sotobosque.

- *Estado de Conservación de Especies*

El Estado de Conservación de las especies de mamíferos del presente estudio se caracterizó de acuerdo con lo publicado en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y a la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Versión 2019) (IUCN, 2023), además, se analizaron los criterios de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023).

- **Apéndices CITES**

De acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2016) En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro de flora y fauna. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.

Apéndice II CITES, donde figuran especies que no están necesariamente amenazadas pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación. Sólo deben concederse los permisos o certificados si las autoridades competentes han determinado que se han cumplido ciertas condiciones en particular, como es que el comercio no sea perjudicial para la supervivencia de las mismas en el medio.

El 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.

- *Especies Indicadoras*

Son especies que presentan una preferencia en un sitio en particular, cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica. Las especies indicadoras pueden ser señal de un cambio en la condición biológica de un ecosistema en particular, y por lo tanto pueden ser utilizadas como un puente para diagnosticar la salud de un ecosistema, por lo cual, los taxones deben ser lo menos abundantes, tener un punto de vista ecológico, taxonómico y ser tróficamente diversos (Tirira, 2017).

- *Sociabilidad*

Este ítem hace referencia a especies solitarias o gregarias de mamíferos, registradas en el estudio.

- *Especies sensibles*

Las especies sensibles se determinan por su naturaleza escasa, por pertenecer a poblaciones significativamente en reducción por causas antrópicas, o por tener distribuciones restringidas (endémicas). Generalmente se encuentran incluidas dentro de listas de conservación tanto nacional como extranjeras, lo que les brinda un reconocimiento legal por parte de la legislación nacional.

Con la finalidad de incluir a una especie como sensible, se utilizó información de respaldo y criterios presentados en Emmons y Feer (1999); Tirira (1999, 2011, 2017). En base a lo establecido por Stotz et al., (1996), y modificado para mamíferos, las variables utilizadas para medir la sensibilidad fueron: alta, media y baja, de la siguiente manera:

- ***Especies altamente sensibles (a)*:** son aquellas que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, y no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas. Las especies altamente sensibles, no puede vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de las zonas donde habitan cuando se presentan estas perturbaciones, migrando a otros sitios más estables.

- ***Especies medianamente sensibles (m*):** son aquellas que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también son registradas en zonas 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 baja sensibilidad (b):*** son aquellas especies colonizadoras que, sí pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente, y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

- *Endemismo*

El endemismo se determinó según los mapas de distribución de especies de la UICN; para establecer el rango de distribución de las especies se empleó la Guía de Campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

- *Áreas sensibles*

Se definieron las áreas de interés biológico por el tipo y número de especies registradas (por su sensibilidad, el estado de conservación y su clasificación dentro de las listas de especies amenazadas), así mismo, se consideró que estas zonas tengan cuerpos de agua, ya que es un ecosistema importante para la fauna.

- *Uso del Recurso*

La información de la utilización de mamíferos dentro de los puntos de muestreo y observación se la elaboró según la información de moradores del sector o la información proporcionada por el asistente de campo local.

### 3.2.3. Resultados

Los resultados se presentan a continuación, primero de manera general, y luego por análisis cuantitativos y cualitativos.

#### *3.2.3.1. Inventario General*

Para el presente estudio se registró un total de 13 especies, agrupadas en 13 géneros, siete familias y cuatro órdenes para la clase Mammalia. Los registros representan el 9,48 % del total de la mastofauna registrada (137) en el piso Zoogeográfico Bosque seco (Tirira, 2023.a), y es el 2,78 % del total de los mamíferos presentes a nivel nacional (467) (Tirira, 2023.a).

De las 13 especies, 10 corresponden a capturas, dos a observaciones directas y un registro que fue obtenido por el encuentro de una osamenta.

En la Tabla 3-19 y Figura 3-19 se muestran cómo está estructurada la composición de especies de los mamíferos presentes en el área de estudio.

Tabla 3-19: Listado de especies registradas en el área de estudio

| No. | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FORMA DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Carnivora | Canidae | Lycalopex | *Lycalopex sechurae* | Zorro de Sechura | Observación directa/osamenta |
| 2 | | Mephitidae | Conepatus | *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | Observación directa |
| 3 | Chiroptera | Phyllostomidae | Artibeus | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Captura |
| 4 | | | Desmodus | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Captura |

| No. | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FORMA DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | | | Glossophaga | *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | Captura |
| 6 | | | Lophostoma | *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | Captura |
| 7 | | | Phyllostomus | *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | Captura |
| 8 | | | Sturnira | *Sturnira sp.* | Murciélago de hombros amarillos | Captura |
| 9 | | Vespertilionidae | Eptesicus | *Eptesicus sp.* | Eptesicus | Captura |
| 10 | Didelphimorphia | Didelphidae | Didelphis | *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | Captura |
| 11 | | | Marmosa | *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | Captura |
| 12 | Rodentia | Dasyproctidae | Dasyprocta | *Dasyprocta punctata* | Agutí centroamericano | Observación directa |
| 13 | | Sciuridae | Simosciurus | *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | Observación directa |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

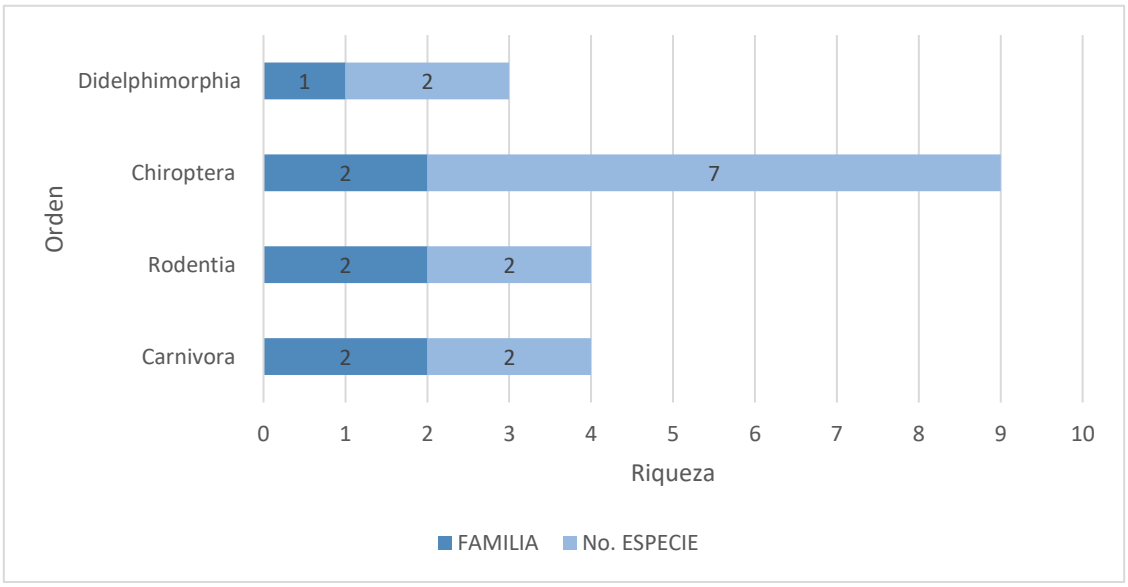



Figura 3-19: Riqueza de mamíferos registrados en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

a. Riqueza

Gracias a los muestreos cuantitativos en las áreas de muestreo PM1, PM2, PM3, PM4, se registraron cuatro órdenes, siete familias y 13 especies de mamíferos, los métodos arrojaron 13 especies, de las cuales ocho corresponden al orden Chiroptera (murciélagos) de las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae. En el listado también se incluyen dos raposas, la zarigüeya común de orejas negras o mejor conocida como raposa de orejas negras (*Didelphis marsupialis*) y la raposa lanuda chica (*Marmosa phaea*) y un carnívoro el zorrillo rayado (*Conepatus semistriatus*). Dos registros fueron

de manera visual. En la Figura 3-20 se presenta la riqueza obtenida en el monitoreo cuantitativo.

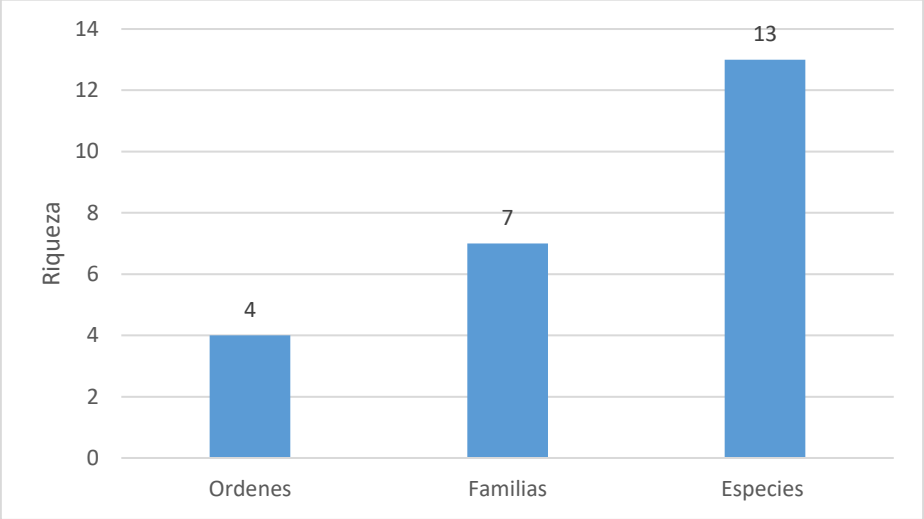



Figura 3-20: Riqueza de especies por familia de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia Absoluta

Se registró un total de 184 individuos distribuidos entre los géneros Carnivora, Didelphimorphia y Chiroptera, este último el más abundante para el estudio, y fue el murciélago frutero ecuatoriano (*Artibeus aequatorialis*) la especie que incluye más registros llegando a representar el 53,80% del total; sigue en representación el murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*) y aporta el 19,02% de los registros; *Phyllostomus discolor* incluye 31 registros 16,85%, estas son las tres especies mejor representadas para este estudio. La especie *Glossophaga soricina* reportó a 7 individuos con el 3,8%, la especie *Didelphis marsupialis* contó con 3 registros representando el 1,63%. Las especies *Conepatus semistriatus, Lophostoma silvicola*, *Sturnira* sp., y, *Marmosa phaea* presentaron 2 individuos y el 1.09%, cada una Por último, la especie *Eptesicus* sp presentó 1 individuo el cual representa el 0.54% del total de la muestra. En la Figura 3-21 se detallan los registros obtenidos.

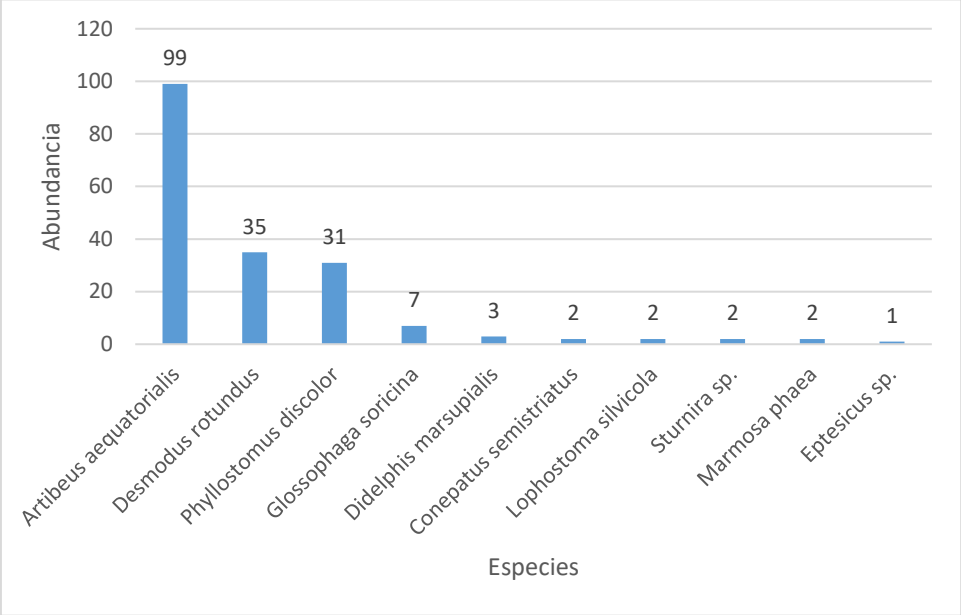



Figura 3-21: Abundancia de especies de mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Abundancia Relativa

La abundancia relativa registrada durante el estudio se presenta de la siguiente forma: tres especies registradas se concentran en la categoría Abundante *Artibeus aequatorialis, Desmodus rotundus y Phyllostomus discolor* (n=99, 35, 31, respectivamente); cinco especies se concentran en la categoría de Poco común; una especie en la categoría de especies Común al igual que la categoría Rara. Se puede observar la composición (Véase la Tabla 3-20).

Tabla 3-20: Abundancia relativa de los mamíferos registrados - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | 0,54 | 99 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | 0,19 | 35 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | 0,17 | 31 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | 0,04 | 7 | Común |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | 0,02 | 3 | Poco común |
| Carnivora | Mephitidae | *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | 0,01 | 2 | Poco común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | 0,01 | 2 | Poco común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira sp.* | Murciélago de hombros amarillos | 0,01 | 2 | Poco común |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | 0,01 | 2 | Poco común |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Eptesicus sp.* | Eptesicus | 0,01 | 1 | Raro |

Tipo de Registro: Captura (Cp).
Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### d. Curva de Dominancia de Especies

De acuerdo con el análisis de la curva, se observa que hay una dominancia de especies, aunque la curva expresa una composición heterogénea; es importante recalcar que la pendiente de la curva tiene aumento en la especie donde se concentra: *Artibeus aequatorialis, Desmodus rotundus* y *Phyllostomus discolor*, lo cual indica una mayor representatividad de estas especies en relación con el resto de las especies registradas, probablemente porque esta especie encuentra y aprovecha con eficiencia los recursos presentes en el área (Véase la Figura 3-22).

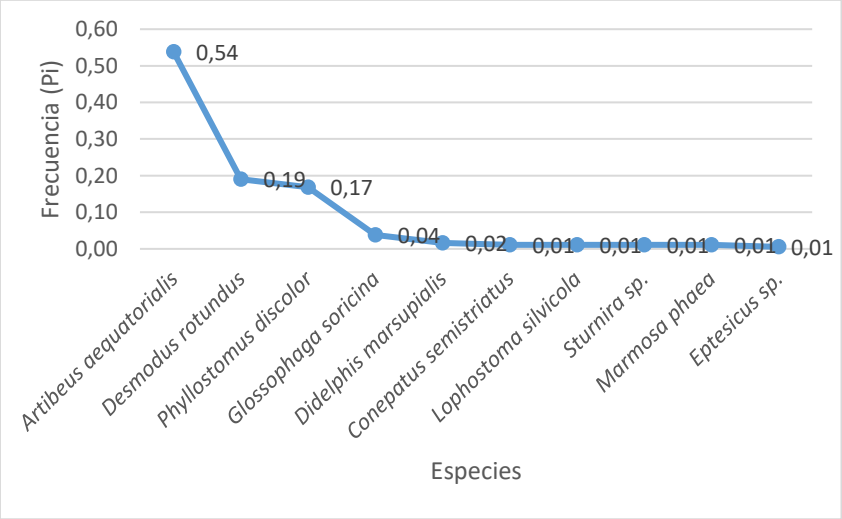



Figura 3-22: Curva de dominancia de especies de mamíferos para el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### e. Curva de Acumulación de Especies

De acuerdo con los resultados de la curva de acumulación de especies, se aprecia que la misma no se estabiliza, incluso con su proyección estima a obtener un mayor número de muestras; lo que sugiere que en el área de estudio existen especies que no han sido registradas con el esfuerzo y tiempo destinado. No obstante, es necesario precisar que los inventarios de diversidad son por defecto incompletos, debido a restricciones a escala temporal y espacial, propios de los ecosistemas y las especies; por lo cual, se acoplan esquemas de monitoreo a mediano y largo plazo, con la finalidad de recabar listados más completos de la riqueza de especies en una determinada área. Se puede apreciar en la Figura 3-23 la curva que arrojó el análisis.

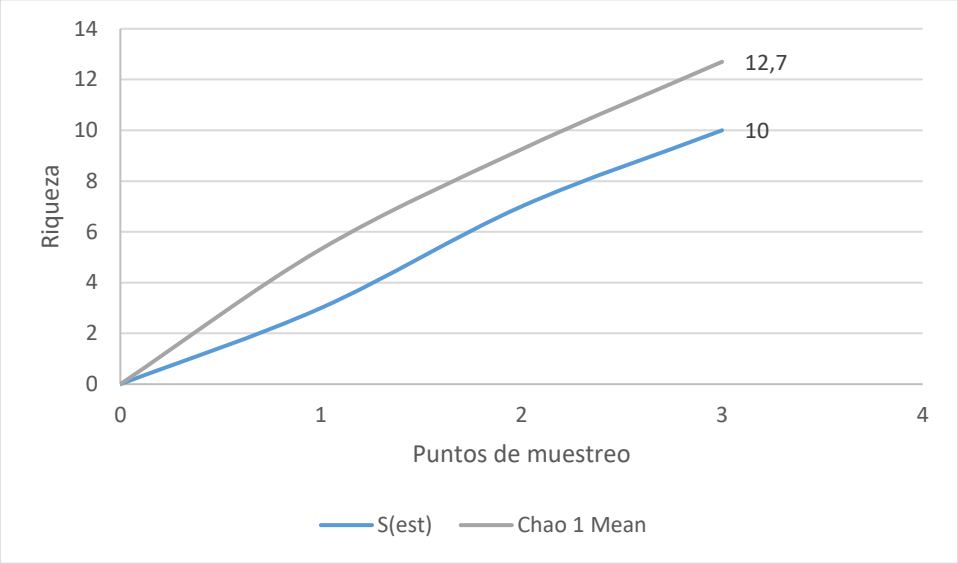



Figura 3-23: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de los mamíferos registrados en la Concesión Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de Chao 1*

Sobre la base de los registros de captura se determinó la presencia de siete especies, sobre lo cual el estimador de Chao 1 estimó un valor de 10 para el área de estudio, lo que representa el 70 % en comparación con las 13 especies que se registraron en la zona, con lo cual se puede decir que la efectividad del muestreo fue aceptable, en términos estadísticos faltaría por muestrea el 30 % del valor de especies esperadas. La representación de Chao 1 se puede observar en la figura anterior, confrontada con la curva de acumulación (Véase la Figura 3-23).

f. Índices de Diversidad

Mediante los métodos cuantitativos (redes de neblina y trampas no mortales) aplicados, se obtuvo los siguientes resultados según los índices de diversidad, y reflejan una dominancia de especies donde se destaca (*Artibeus aequatorialis*) y se obtuvo según Simpson una dominancia y diversidad media, y, una diversidad considerada baja según el índice de Shannon-Wiener. En la Tabla 3-21 se detallan los siguientes valores.

Tabla 3-21: Índices de diversidad de los mamíferos registrados en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | GENERAL | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 10 spp | - |
| Abundancia (N) | 184 individuos | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,64 | Diversidad media |
| Shannon-Wiener (H') | 1.34 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.2.3.2. Evaluación cuantitativa*

Análisis por punto de muestreo

a. Cuantitativo PM1

- *Inventario y Riqueza*

Dentro del punto PM1 de muestreo, se registraron tres especies de mamíferos pertenecientes a una familia y un orden, representando el 0,64 % de las 467 especies registradas para el Ecuador (Tirira, 2023.a); y representa el 2,18 % de las 137 especies registradas para el piso zoogeográfico Bosque seco (Suroccidente) (Tirira, 2023.a). En la Tabla 3-22 se detallan los registros obtenidos.

Tabla 3-22: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM1

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | MÉTODO |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Cuantitativo |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Se registraron tres especies de mamíferos pertenecientes a una familia, incluidas en un orden, la familia Phyllostomidae es la única registrada en este punto como se muestra en la Figura 3-24.

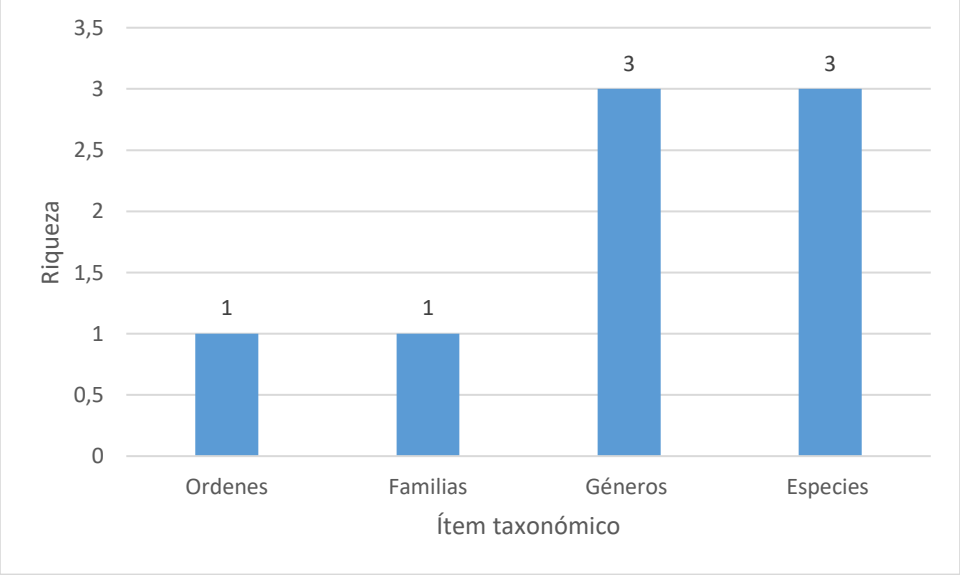



Figura 3-24: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

Se registraron 96 individuos del Orden Chiroptera, la especie con mayores registros de captura fue *Artibeus aequatorialis* con 57 individuos; se capturaron 31 individuos

de *Phyllostomus discolor* y ocho individuos de *Desmodus rotundus.* En la Figura 3-25 se detallan la abundancia de los registros obtenidos.

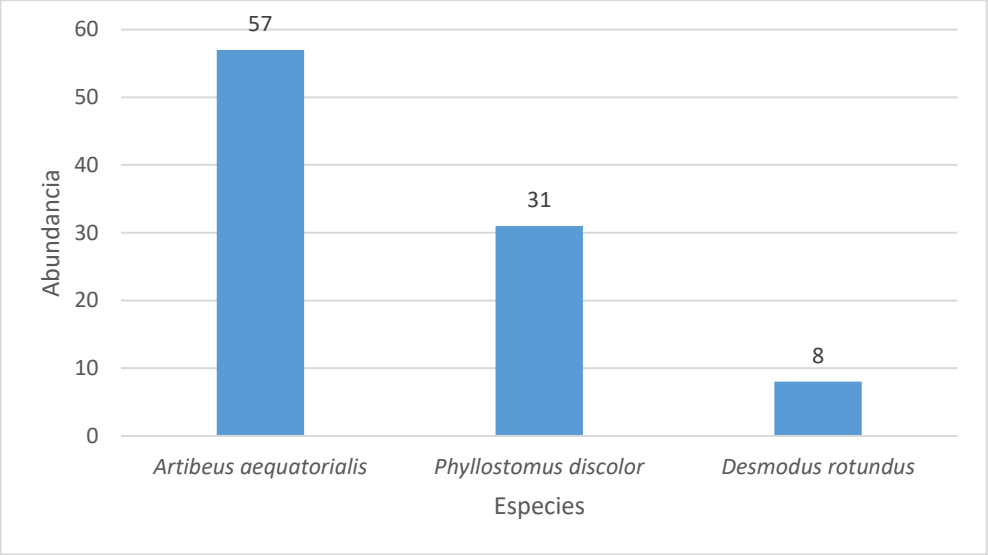



Figura 3-25: Abundancia de especies de mamíferos registrados PM1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La abundancia relativa de las especies registradas se distribuye con dos especies Abundante y una especie común. En la Tabla 3-23 se detallan los resultados de la abundancia relativa.

Tabla 3-23: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PM1

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | 0.59 | 57 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Phyllostomus discolor* | 0.32 | 31 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | 0.08 | 8 | Común |

Tipo de Registro: Captura (Cp). Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los resultados obtenidos mediante el método cuantitativo aplicados en este punto de muestreo (PM1), según el índice de Simpson 1-D (ʎ), indican una diversidad baja de especies presentes, al igual que lo arrojado por el índice Shannon- Wiener, que considera una diversidad baja. En la Tabla 3-24 se detallan los valores de diversidad.

Tabla 3-24: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PM1

| ÍNDICE | PM1 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 3 spp | - |

| ÍNDICE | PM1 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| **Abundancia (N)** | 96 individuos | - |
| **Simpson_1-D (Λ)** | 0.45 | Diversidad baja |
| **Shannon-Wiener (H')** | 0.89 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Cuantitativo PM2

- *Inventario y Riqueza*

Dentro del punto PM2 de muestreo, se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a tres familias y tres órdenes, representando el 1,28 % de las 467 especies registradas para el Ecuador (Tirira, 2023.a); y representa el 4,37 % de las 137 especies registradas para el piso zoogeográfico Bosque seco (Suroccidente) (Tirira, 2023.a). En la Tabla 3-25 se detallan los registros obtenidos.

Tabla 3-25: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM2

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | MÉTODO |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Cuantitativo |
| Carnivora | Mephitidae | *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira sp.* | Murciélago de hombros amarillos | Cuantitativo |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | Cuantitativo |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a tres familias, incluidas en tres órdenes, donde la familia Phyllostomidae es la más representativa en este punto de muestreo, en la Figura 3-26 se observa el resultado.

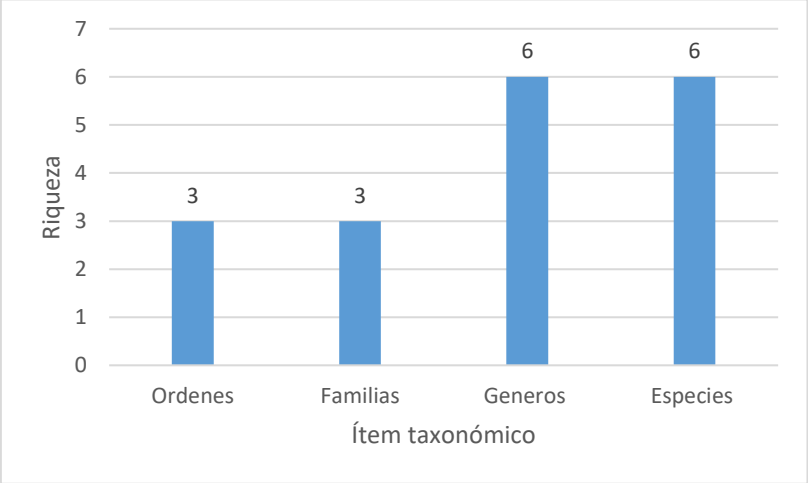



Figura 3-26: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM2
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

Se registraron 20 individuos de los Ordenes Didelphimorphia, Carnivora y Chiroptera, la especie con mayores registros de captura fue *Desmodus rotundus* con 14 individuos. En la Figura 3-27 se detallan la abundancia de los registros obtenidos.

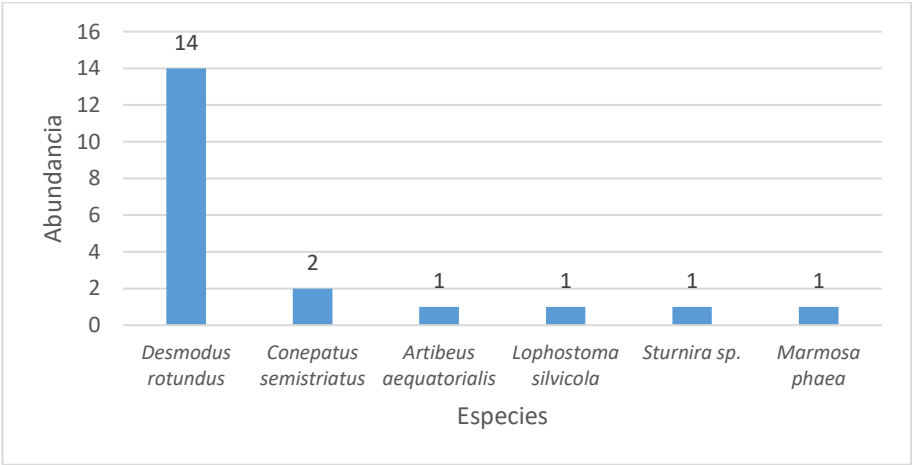



Figura 3-27: Abundancia de especies de mamíferos registrados PM2
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La abundancia relativa de las especies registradas está catalogada con una especie abundante, una especie poco común y cuatro especies raras. En la Tabla 3-26 se detallan los resultados de la abundancia relativa.

Tabla 3-26: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PM2

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | 0,7 | 14 | Abundante |
| Carnivora | Mephitidae | *Conepatus semistriatus* | 0,1 | 2 | Poco común |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | 0,05 | 1 | Rara |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Lophostoma silvicola* | 0,05 | 1 | Rara |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira sp.* | 0,05 | 1 | Rara |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Marmosa phaea* | 0,05 | 1 | Rara |

Tipo de Registro: Captura (Cp). Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los resultados obtenidos mediante el método cuantitativo aplicados en este punto de muestreo (PM2), según el índice de Simpson 1-D (ʎ), indican una diversidad baja de especies presentes, misma estimación que fue arrojada por el índice Shannon- Wiener, considerando una diversidad baja. En la Tabla 3-27 se detallan los siguientes valores.

Tabla 3-27: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PM2

| ÍNDICE | PM2 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD |
|---|---|---|
| | | (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
| **Riqueza (S)** | 6 spp | - |
| **Abundancia (N)** | 20 individuos | - |
| **Simpson_1-D (ʎ)** | 0,51 | Diversidad baja |
| **Shannon-Wiener (H')** | 1,20 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Cuantitativo PM3

- *Inventario y Riqueza*

Dentro del punto PM3 de muestreo, se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a dos familias y dos órdenes, representando el 1,28 % de las 467 especies registradas para el Ecuador (Tirira, 2023.a); y representa el 4,37 % de las 137 especies registradas para el piso zoogeográfico Bosque seco (Suroccidente) (Tirira, 2023.a). En la Tabla 3-28 se detallan los registros obtenidos.

Tabla 3-28: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM3

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | MÉTODO |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira sp.* | Murciélago de hombros amarillos | Cuantitativo |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | Cuantitativo |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a dos familias, incluidas en dos órdenes, la familia Phyllostomidae es la mejor representada en este punto. En la Figura 3-28.

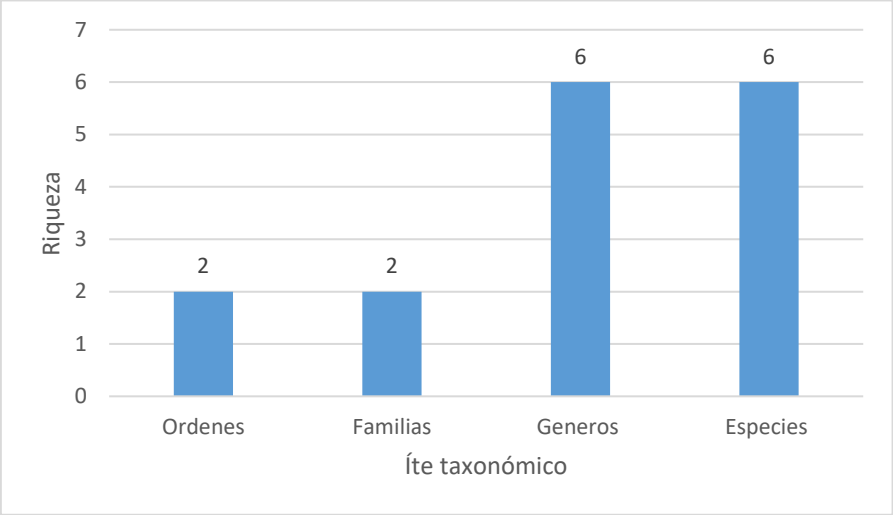



Figura 3-28: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM3
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

Se registraron 35 individuos de los Ordenes Didelphimorphia y Chiroptera, la especie con mayores registros de captura fue *Artibeus aequatorialis* con 22 individuos. En la Figura 3-29 se detallan la abundancia de los registros obtenidos.

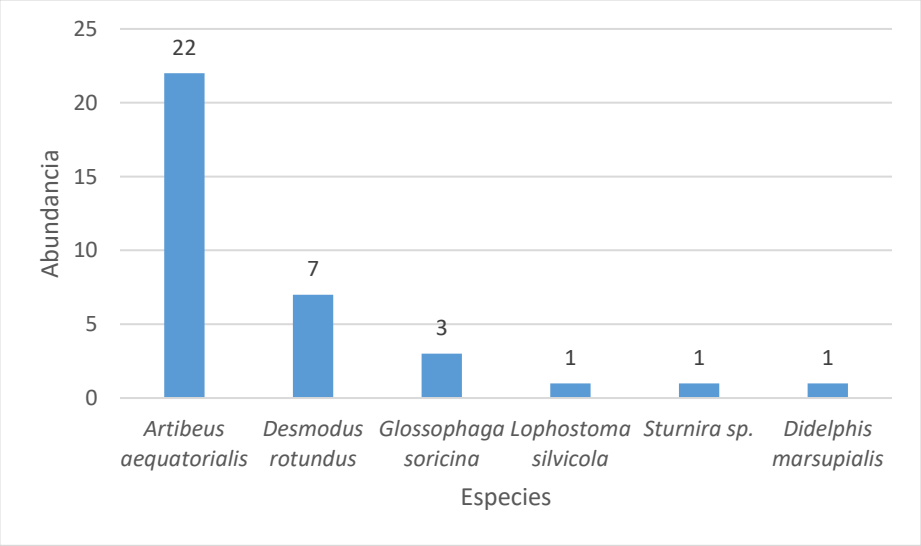



Figura 3-29: Abundancia de especies de mamíferos registrados PM3
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La abundancia relativa de las especies registradas está catalogada con una especie Abundante, una especie Común, una especie Poco común y tres especies Raras. En la Tabla 3-29 se detallan los resultados de la abundancia relativa.

Tabla 3-29: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PM3

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | 0,7 | 22 | Abundante |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | 0,1 | 7 | Común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Glossophaga soricina* | 0,05 | 3 | Poco común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Lophostoma silvicola* | 0,05 | 1 | Rara |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira sp.* | 0,05 | 1 | Rara |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis marsupialis* | 0,05 | 1 | Rara |

Tipo de Registro: Captura (Cp). Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los resultados obtenidos mediante el método cuantitativo aplicados en este punto de muestreo (PM3), según el índice de Simpson 1-D (ʎ), indican una diversidad baja de especies presentes, al igual que lo obtenido con el índice Shannon- Wiener, considera una diversidad baja. En la Tabla 3-30 se detallan los siguientes valores.

Tabla 3-30: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PM3

| ÍNDICE | PM3 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 6 spp | - |
| Abundancia (N) | 35 individuos | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,57 | Diversidad baja |
| Shannon-Wiener (H') | 1,2 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Cuantitativo PM4

- *Inventario y Riqueza*

Dentro del punto PM4 de muestreo, se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a tres familias y dos órdenes, representando el 1,28 % de las 467 especies registradas para el Ecuador (Tirira, 2023.a); y representa el 4,37 % de las 137 especies registradas para el piso zoogeográfico Bosque seco (Suroccidente) (Tirira, 2023.a). En la Tabla 3-31 se detallan los registros obtenidos.

Tabla 3-31: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM4

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | MÉTODO |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Cuantitativo |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | MÉTODO |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Cuantitativo |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | Cuantitativo |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Eptesicus sp.* | Eptesicus | Cuantitativo |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | Cuantitativo |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | Cuantitativo |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Se registraron seis especies de mamíferos pertenecientes a tres familias, incluidas en dos órdenes, y seis géneros; la familia Phyllostomidae es la mejor representada en este punto en la Figura 3-30.

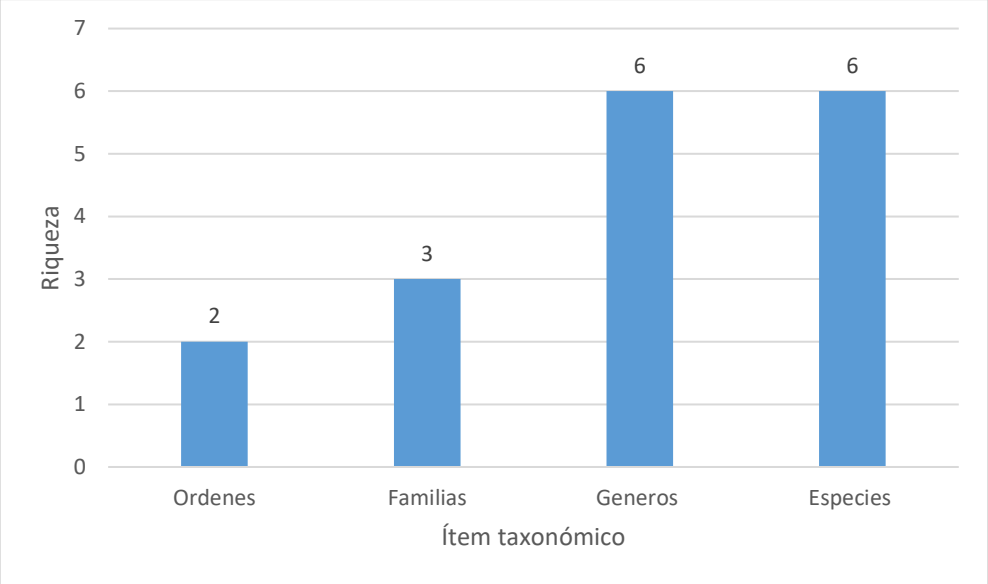



Figura 3-30: Riqueza de especies de mamíferos registrados PM4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

Se registraron 33 individuos de los Ordenes Didelphimorphia y Chiroptera; la especie con mayores registros de captura fue *Artibeus aequatorialis* con 19 individuos. En la Figura 3-31 se detallan la abundancia de los registros obtenidos.

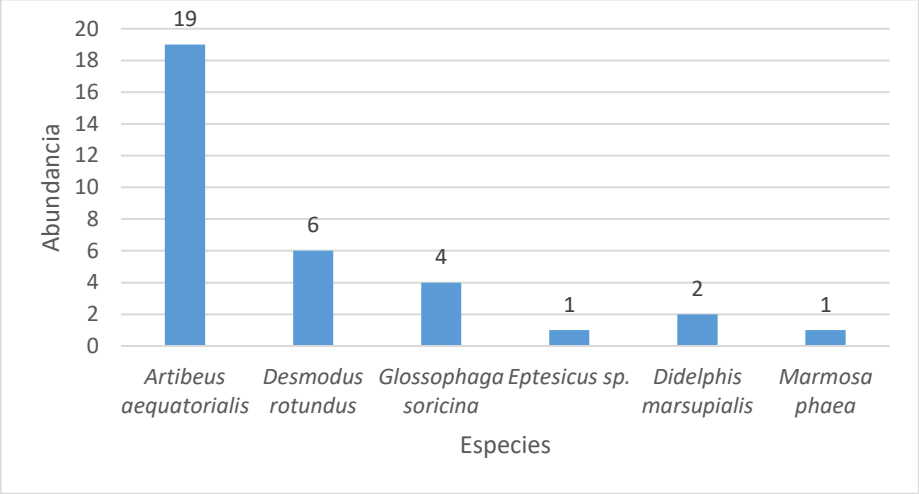



Figura 3-31: Abundancia de especies de mamíferos registrados PM4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La abundancia relativa de las especies registradas está catalogada con una especie Abundante, una especie Común, dos especies Poco comunes y dos especies Raras. En la Tabla 3-32 se detallan los resultados de la abundancia relativa.

Tabla 3-32: Abundancia relativa de los mamíferos registrados – PM4

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | Pi | TOTAL INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Artibeus aequatorialis* | 0,57 | 19 | Abundante |
| Carnivora | Mephitidae | *Desmodus rotundus* | 0,18 | 6 | Común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Glossophaga soricina* | 0,12 | 4 | Poco común |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Eptesicus sp.* | 0,03 | 1 | Rara |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Didelphis marsupialis* | 0,06 | 2 | Poco común |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Marmosa phaea* | 0,03 | 1 | Rara |

Tipo de Registro: Captura (Cp). Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los resultados obtenidos mediante el método cuantitativo aplicados en este punto de muestreo (PM4), según el índice de Simpson 1-D (ʎ), indican una diversidad baja de especies presentes, al igual que lo obtenido por el índice Shannon- Wiener, que considera una diversidad baja. En la Tabla 3-33 se detallan los resultados.

Tabla 3-33: Índices de diversidad de los mamíferos registrados PMM4

| ÍNDICE | PM1 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 6 spp | - |

| ÍNDICE | PM1 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Abundancia (N) | 33 individuos | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,63 | Diversidad baja |
| Shannon-Wiener (H') | 1,34 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.2.3.3. Evaluación Cualitativa*

En los cuatro puntos de muestreo (PM1-PMM-TO1, PM2-PMM-TO4, PM3-PMM-TO2, PM4-PMM-TO1) se registraron mediante métodos cualitativos (transectos de observación, búsqueda de huellas, rastros, osamentas, comederos, pelos y fecas), se registraron cuatro especies de mamíferos, representando el 0,85 % de las 467 especies de mamíferos publicada por (Tirira, 2023.a) y el 9,91 % de las de las 137 especies registradas para el piso zoogeográfico Bosque seco (Tirira, 2023.a).

a. Cualitativo PM1-PMM-TO1 (transecto de observación)

En el PM1-PMM-TO1 no se tuvo registros de mamíferos de manera cualitativa durante este monitoreo.

b. Cualitativo PM2-PMM-TO4 (transecto de observación)

- *Inventario*

Para este punto se registró dos especies de mamíferos, incluidas en un orden y dos familias, representando el 1,45 % de las 137 especies de mamíferos registradas para el piso zoogeográfico Tropical Suroccidental (Tirira, et. 2023.a).

- *Riqueza (por registro)*

En el transecto PM2-PMM-TO4 se registró a dos especies de mamíferos pertenecientes a un orden, dos familias y dos géneros. En la Figura 3-32 se detallan los resultados obtenidos.

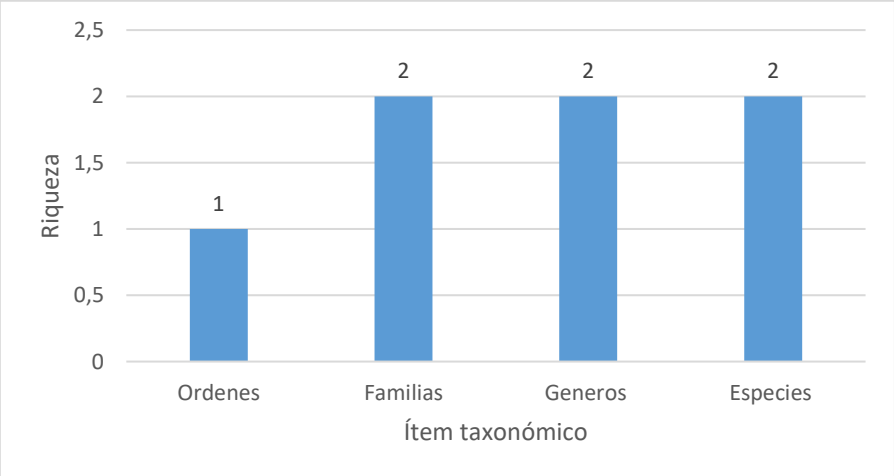



Figura 3-32: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo PM2-PMM-TO4 Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-34 a continuación, detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el PM2-PMM-TO4

Tabla 3-34: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el PM2-PMM-TO4 – Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|
| Rodentia | Dasyproctidae | *Dasyprocta punctata* | Agutí centroamericano | Observación |
| Rodentia | Sciuridae | *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | Observación |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. CualitativoPM3-PMM-TO2 (transecto de observación)

- *Inventario*

Para este punto se registró dos especies de mamíferos, incluidas en dos órdenes y dos familias, representando el 1,45 % de las 137 especies de mamíferos registradas para el piso zoogeográfico Tropical Suroccidental (Tirira, et. 2023.a).

- *Riqueza (por registro)*

El transecto PM3-PMM-TO2 se registró dos especies de mamíferos perteneciente a dos órdenes, dos familias y dos géneros. En la Figura 3-33 se detallan los resultados obtenidos.

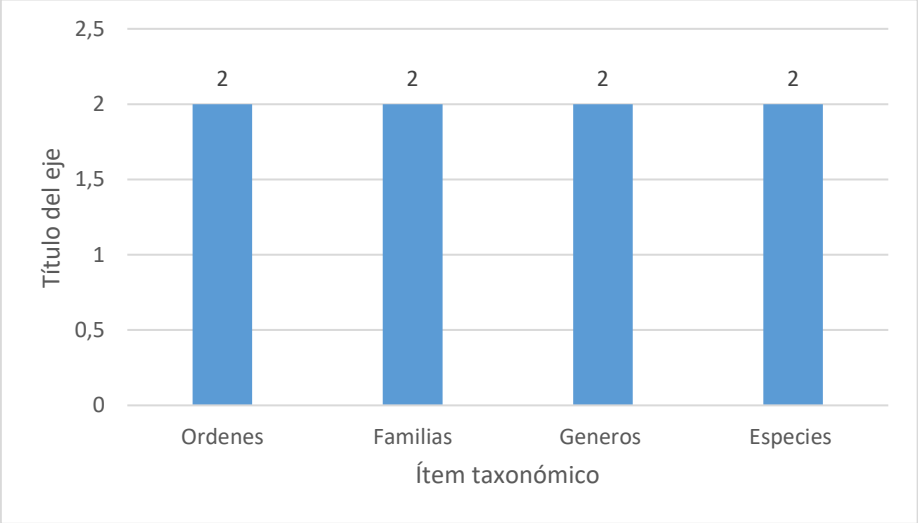



Figura 3-33: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo PM3-PMM-TO2 Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-35 a continuación, detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el PM3-PMM-TO2 .

Tabla 3-35: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el PM3-PMM-TO2 – Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|
| Carnivora | Canidae | *Lycalopex sechurae* | Zorro de Sechura | Observación |
| Rodentia | Sciuridae | *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | Observación |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Cualitativo PM4-PMM-TO1 (transecto de observación)

- *Inventario*

Para este punto se registró dos especies de mamíferos, incluidas en un orden, dos familias y dos géneros, representando el 1,45 % de las 137 especies de mamíferos registradas para el piso zoogeográfico Tropical Suroccidental (Tirira, et. 2023.a).

- *Riqueza (por registro)*

El transecto PM4-PMM-TO1 se registró a dos especies de mamíferos, incluidas en dos órdenes, dos familias y dos géneros. En la Figura 3-34 se detallan los resultados obtenidos.

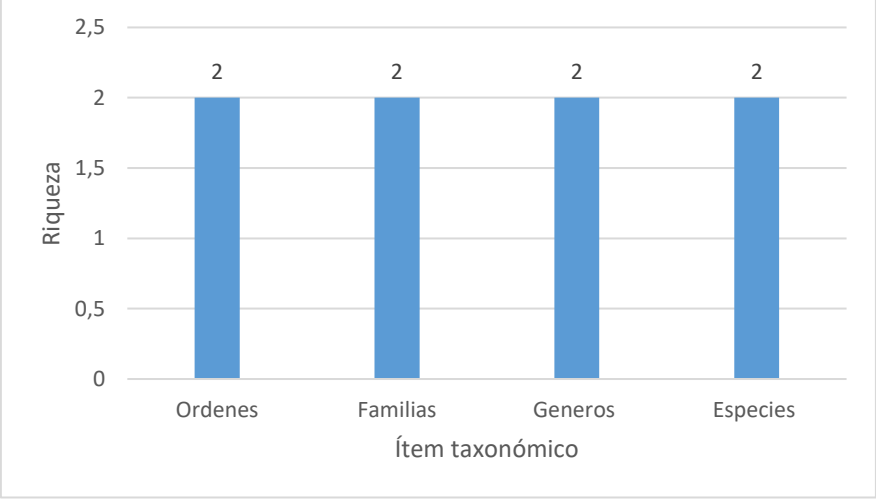



Figura 3-34: Riqueza de órdenes de mamíferos registradas en el punto de muestreo cualitativo PM4-PMM-TO1 Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-36 a continuación, detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el PM4-PMM-TO1

Tabla 3-36: Especies de mamíferos registradas de manera cualitativa en el PM4-PMM-TO1 – Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|
| Carnivora | Canidae | *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | Osamenta/Observación |
| Rodentia | Sciuridae | *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | Observación |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.2.3.4. Aspectos Ecológicos*

A continuación, se presenta información sobre la ecología de las especies de mamíferos registrados, como: gremio o nicho trófico, hábito o patrón de actividad, locomoción y uso de hábitat, relaciones inter o intra específicas (sociabilidad).

Los conceptos y criterios sobre aspectos ecológicos para cada especie fueron tomados de la página electrónica de los Mamíferos del Ecuador Tirira, 2017 Versión 4.1, y la guía de campo de los Mamíferos del Ecuador Tirira (2017).

Para el análisis de aspectos ecológicos se ha considerado todos los registros cuantitativos (redes de neblina, trampas), así como también cualitativos (recorridos de observación), la información mencionada se presenta en la Tabla 3-37.

Tabla 3-37: Aspectos ecológicos de las especies de mamíferos registradas – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | SOCIABILIDAD | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | Baja | Solitario | Nocturno | Terrestre | Omnívoro |
| *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | Baja | Solitario | Nocturno | Arborícola | Omnívoro |
| *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | Baja | Solitario | Diurna | Arborícola | Frugívora |
| *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Nectarívoro |
| *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Frugívora |
| *Eptesicus* sp. | Eptesicus | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Insectívoro |
| *Sturnira* sp. | Murciélago de hombros amarillos | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Frugívora |
| *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Hematófago |
| *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Insectívoro |
| *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | Baja | Gregario | Nocturno | Aéreo | Insectívoro |
| *Lycalopex sechurae* | Zorro de Sechura | Alta | Solitario | Nocturno | Terrestre | Carnívoro |
| *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | Baja | Solitario | Nocturno | Terrestre | Insectívoro |
| *Dasyprocta punctata* | Agutí centroamericano | Media | Solitario | Diurna | Terrestre | Frugívora |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

a. Nicho Trófico

La dieta de las especies registradas comprende variadas fuentes de alimento, ya sea de manera específica o por una combinación de hábitos; durante el estudio se registraron seis diferentes tipos de dietas, todas ellas básicas: Frugívora (Fr), Nectarívora (Ne), Carnívoro (Ca), Insectívoro (In), Hematófago (He) y Omnívora (Om).

Los gremios dominantes corresponden a los Frugívoros y los Insectívoros (61,53 %; n= 4 cada uno), los Omnívoros siguen con el 15,38 % (n=2); mientras que otras dietas de

los mamíferos registrados fueron menos representadas y aportan con el 23,07 % (n=3) a los registros del estudio respectivamente.

Los gremios tróficos identificados mantienen ciertas características típicas o propias de zonas secas, donde las zonas boscosas han modificado su composición natural, y el registro de los gremios es limitado (Véase la Figura 3-35).

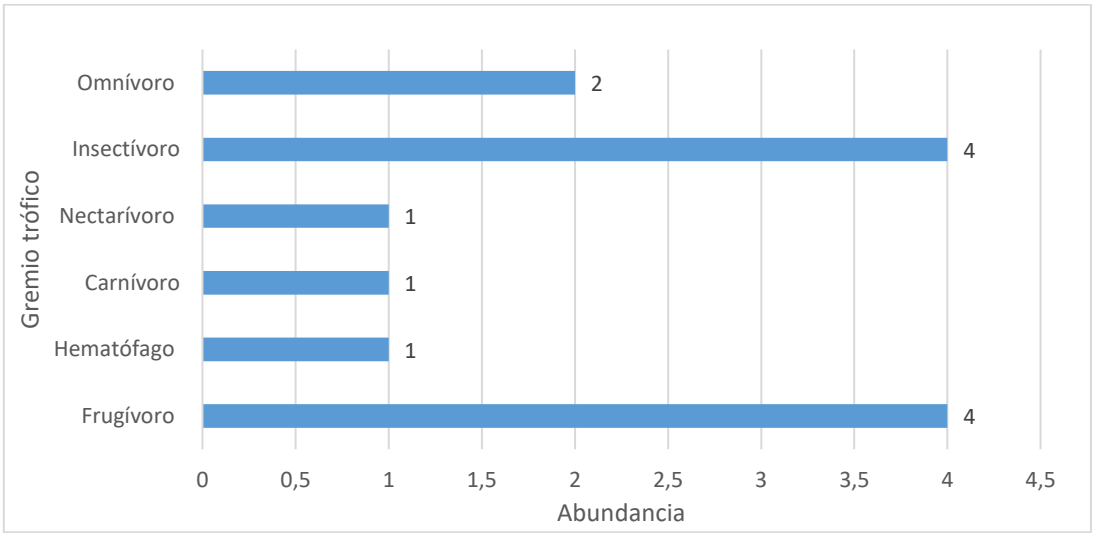



Figura 3-35: Preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Hábito

Especies de mamíferos con hábitos nocturnos ocupan un 85 % de los registros (n=11), mientras que el 15 % de especies registradas presentan actividad diurna. (Véase la Figura 3-36).

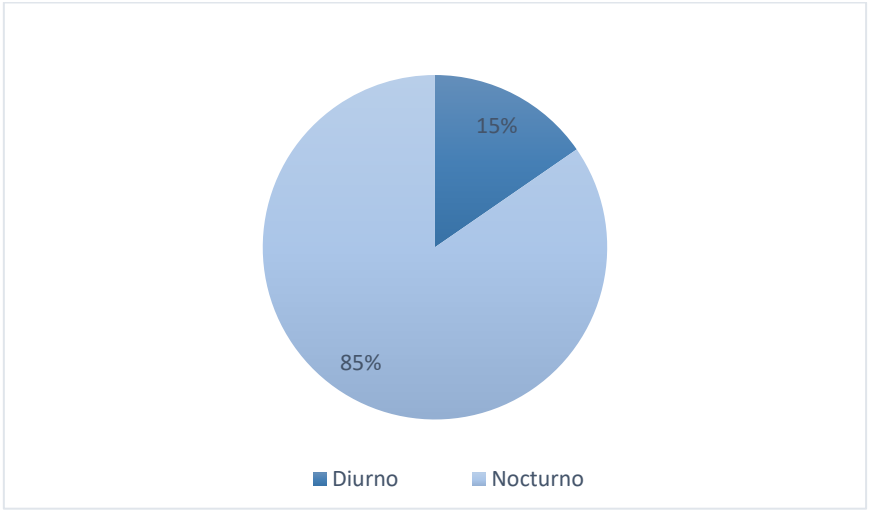



Figura 3-36: Distribución porcentual del hábito de los mamíferos registrados en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Distribución Vertical

Para el área de muestreo se ha determinado que el 54 % de las especies registradas ocupan el estrato aéreo, estrato de uso exclusivo de los murciélagos, cuatro especies son terrestres y aportan el 31 % y por último dos especies son arborícolas y aportan el 15 % a los registros del estudio (Véase la Figura 3-37).

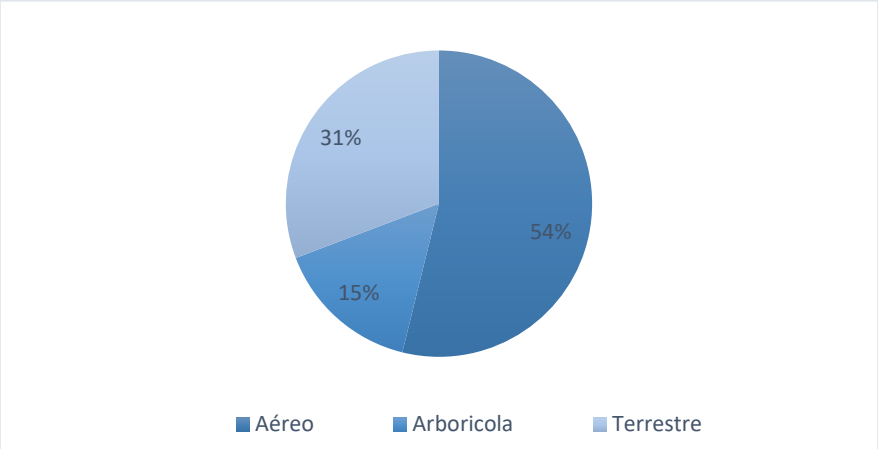



Figura 3-37: Distribución porcentual del patrón de actividad de los mamíferos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Simbología: D: Diurno. N: Nocturno.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Sociabilidad

Para el presente estudio el 54 % de las especies registradas son consideradas gregarias; mientras que el 46 % corresponde a especies mayormente solitarias. (Véase la Figura 3-38).

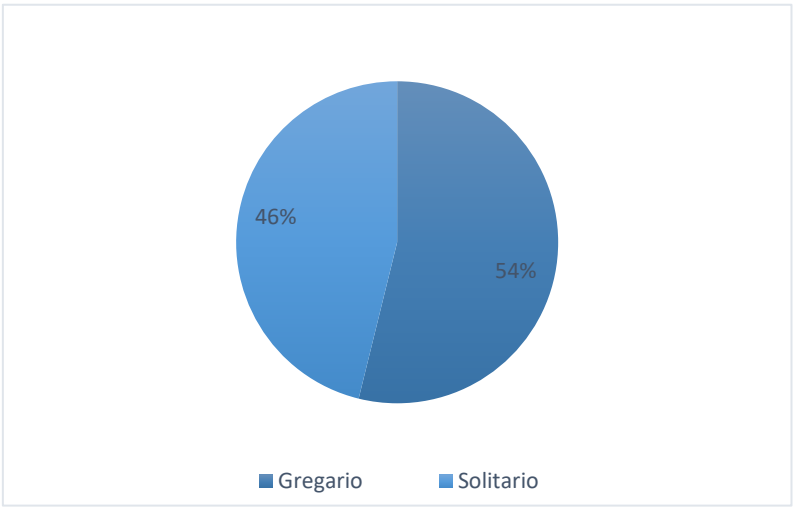



Figura 3-38: Distribución porcentual del patrón de actividad de los mamíferos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Estado de Conservación

El análisis de las categorías de amenaza mundial, evidencia que para el área de estudio la mayoría de las especies registradas no se encuentran catalogadas en alguna categoría de preocupación mayor; nueve especies se encuentran catalogadas como Preocupación menor (LC), una como casi amenazada (NT) y una como vulnerable (VU), según la UICN (2023).

Según la Lista Roja de Ecuador (2021.a); ocho especies se encuentran catalogadas como Preocupación menor (LC) y una especie en peligro (EN) el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae)*. Una especie se encuentra en algún apéndice según CITES, (2023). El detalle de las especies se puede ver a continuación (Véase la Tabla 3-38).

Tabla 3-38: Estado de conservación de las especies de mamíferos registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | LISTA ROJA ECUADOR (2021) | CITES (2023) |
| *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | LC | LC | N/E |
| *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | VU | VU | N/E |
| *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | LC | LC | N/E |
| *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | LC | LC | N/E |
| *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | LC | LC | N/E |
| *Eptesicus* sp. | Eptesicus | NA | NA | NA |
| *Sturnira* sp. | Murciélago de hombros amarillos | NA | NA | NA |
| *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | LC | LC | N/E |
| *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | LC | NT | N/E |
| *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | LC | LC | N/E |
| *Lycalopex sechurae* | Zorro de Sechura | NT | EN | N/E |
| *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | LC | LC | N/E |
| *Dasyprocta punctata* | Agutí centroamericano | LC | LC | Apéndice III |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. Especies Indicadoras

Los indicadores biológicos pueden ser especies sensibles a las actividades humanas o aquellas especies que juegan un papel esencial en sus ecosistemas. A menudo, son seleccionadas para representar a una colección de especies con requerimientos similares (Noss, 1990). Las especies bioindicadores no necesariamente se encontrarán amenazadas o en peligro de extinción. Para la selección de las especies indicadoras se tomó los criterios de la guía de campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

El análisis se refleja que las zonas tienen condiciones degradadas para la presencia de especies de mamíferos, las zonas y las especies que se han registrado varias de ellas

son especies muy resistentes a los cambios en su hábitat, especies de costumbres generalistas; es el caso de los murciélagos de los géneros *Desmodus* y *Artibeus*, esas especies son generalistas y se adaptan bien a los cambios en el hábitat siempre y cuando exista disponibilidad de alimento, para esta jornada de muestreo estos son los registros más abundantes para el estudio.

g. Especies Sensibles

Sobre el análisis realizado, se determinó cinco especies de sensibilidad baja; lo cual representa el 36 %; y siete especies de sensibilidad media que representan el 64 %. La sensibilidad de cada especie se puede ver a continuación (Véase la Tabla 3-39).

Tabla 3-39: Sensibilidad de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Didelphis marsupialis* | Zarigüeya común de orejas negras | X | | |
| *Marmosa phaea* | Marmosa lanuda pequeña | X | | |
| *Simosciurus nebouxii* | Ardilla de nuca blanca | X | | |
| *Glossophaga soricina* | Murciélago de lengua larga común | X | | |
| *Artibeus aequatorialis* | Murciélago frutero ecuatoriano | X | | |
| *Eptesicus* sp. | Eptesicus | X | | |
| *Sturnira* sp. | Murciélago de hombros amarillos | X | | |
| *Desmodus rotundus* | Murciélago vampiro común | X | | |
| *Phyllostomus discolor* | Murciélago nariz de lanza pálido | X | | |
| *Lophostoma silvicola* | Murciélago de orejas redondas de garganta blanca | X | | |
| *Lycalopex sechurae* | Zorro de Sechura | | | X |
| *Conepatus semistriatus* | Zorrillo rayado | X | | |
| *Dasyprocta punctata* | Agutí centroamericano | | X | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

h. Endemismo

Cabe mencionar que, en el actual estudio no se registraron especies endémicas de carácter local o regional, esto se determinó haciendo uso de las listas nacionales, tanto de especies, así como de las listas rojas.

i. Áreas Sensibles

De manera específica, se definió un área de interés biológico por el tipo y número de especies registradas (por su sensibilidad y el estado de conservación), así mismo, se consideró que estas zonas tengan cuerpos de agua; por lo que, teniendo en cuenta estos aspectos, se determinó que las áreas del punto de muestreo PM2 y PM4 como áreas sensibles (Véase la Tabla 3-40).

Tabla 3-40: Sensibilidad de Mastofauna – Monitoreo Anual – Proyecto Minero Bramaderos

| Componente | Factor | Calificación Sensibilidad | Descripción (análisis de especies sensibles) |
|---|---|---|---|
| Mastofauna | Bosque nativo | Alta | No se registraron especies en bosque nativo |
| | Bosque secundario | Baja | El registro de especies consideradas o catalogados por la UICN y el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2022) como Preocupación menor,<br>Incluye a especies de amplia distribución dentro del Ecuador; son especies que están presentes y tienen tolerancia a los hábitats alterados en bosques secundarios |
| | Intervención | Media | En esta área intervenida se registró una especie (*Lycalopex sechurae*) muy importante por su función en el ecosistema (consumidores principales) |
| | Áreas de pastizales y plantaciones | Baja | No se registraron especies en estas áreas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

j. Uso del Recurso

Según las conversaciones con los guías de campo y moradores del sector; se puede indicar que existe el consumo de guantas *Dasyprocta punctata*, raposas *Didelphis marsupialis* y venados *Odocoileus peruvianus*.

### 3.2.4. Comparación con estudios previos

Por tratarse de un de monitoreo semestral, que se viene realizando luego de 2017 (Línea Base), es posible confrontar los datos de las especies registradas desde la Línea base con las especies registradas en los monitoreos. Según la revisión de los estudios ejecutados, existe una lista de 41 especies de mamíferos, y aun en los diferentes estudios se siguen sumando nuevas especies a esta lista.

a. Riqueza y abundancia

Los estudios ecológicos y levantamiento de información biótica se han realizado en el Proyecto Minero Bramaderos desde el año 2017, y se vienen realizando dos monitoreos anuales; uno en época lluviosa (marzo) y uno en época seca (septiembre), aunque en este año se realizó el estudio durante el mes de agosto.

Según esta comparación, el año y periodo con mayor número de registros, es el monitoreo en época seca del año 2021-2, cuando se registraron 18 especies de mamíferos; en el actual monitoreo se registraron 13 especies de mamíferos. A continuación, detalla la riqueza de órdenes, familias y especies determinadas en los distintos monitoreos (Véase la Figura 3-39).

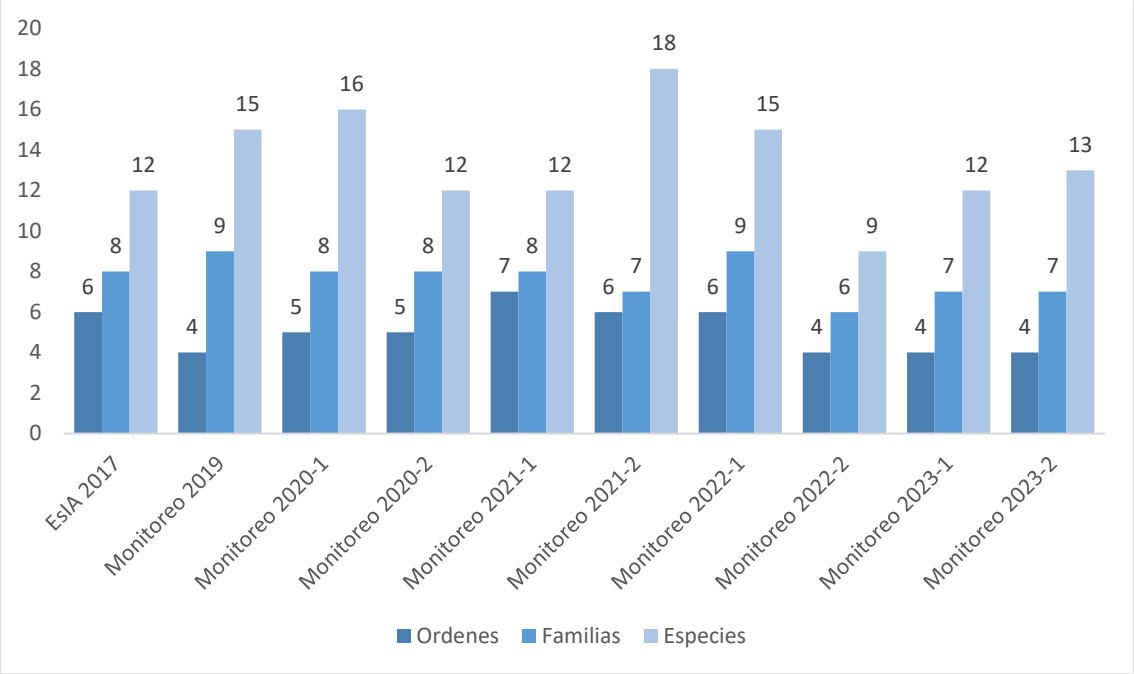



Figura 3-39: Comparación de resultados multitemporales Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Diversidad

Se confrontó la diversidad obtenida a lo largo de los distintos estudios siendo uno de los monitoreos con menos especies registradas el de septiembre (2022) no tiene los valores más bajos en diversidad registrados, lo que está relacionado con el número de individuos que se registraron durante este periodo en las diferentes zonas evaluadas, dejando al periodo evaluado durante marzo del 2021 como el periodo que presenta una diversidad baja según el Shannon Wiener (H') en la siguiente tabla se puede observar los diferentes periodos analizados(Véase la Tabla 3-41).

Tabla 3-41: Diversidad de especies de mamíferos entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | LÍNEA BASE 2017 | MONITOREO BIÓTICO 2019 | MONITOREO BIÓTICO FEBRERO 2020 | MONITOREO BIÓTICO MARZO 2020 | MONITOREO BIÓTICO SEPTIEMBRE 2021 | MONITOREO BIÓTICO MARZO 2021 | MONITOREO BIÓTICO MARZO 2022 | MONITOREO BIÓTICO SEPTIEMBRE 2022 | MONITOREO BIÓTICO MARZO 2023 | MONITOREO BIÓTICO AGOSTO 2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Riqueza** | 12 | 9 | 10 | 6 | 18 | 5 | 12 | 7 | 8 | 10 |
| **Abundancia** | 50 | 26 | 50 | 35 | 49 | 17 | 48 | 30 | 71 | 184 |
| **Simpson_1-D (λ)** | 0.69 | 0.85 | 0.69 | 0.62 | 0.83 | 0.68 | 0.81 | 0.78 | 0.52 | 0.64 |
| | Diversidad media | Diversidad alta | Diversidad media | Diversidad media | Diversidad alta | Diversidad media | Diversidad alta | Diversidad media | Diversidad baja | Diversidad media |
| **Shannon Wiener (H')** | 1.81 | 2.01 | 1.60 | 1.28 | 2.02 | 1.33 | 2.02 | 1.82 | 1.13 | 1.34 |
| | Diversidad media | Diversidad media | Diversidad baja | Diversidad baja | Diversidad media | Diversidad baja | Diversidad media | Diversidad media | Diversidad baja | Diversidad baja |

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Similitud

En la Figura 3-40 se puede apreciar la similaridad entre los estudios, donde se obtuvieron datos por observaciones directas e indirectas para la mastofauna; y en términos generales, existe una similitud bastante alta, presentándose valores desde 1 % hasta 33 % dejando una disimilitud en algunos casos mayor al 50 %.

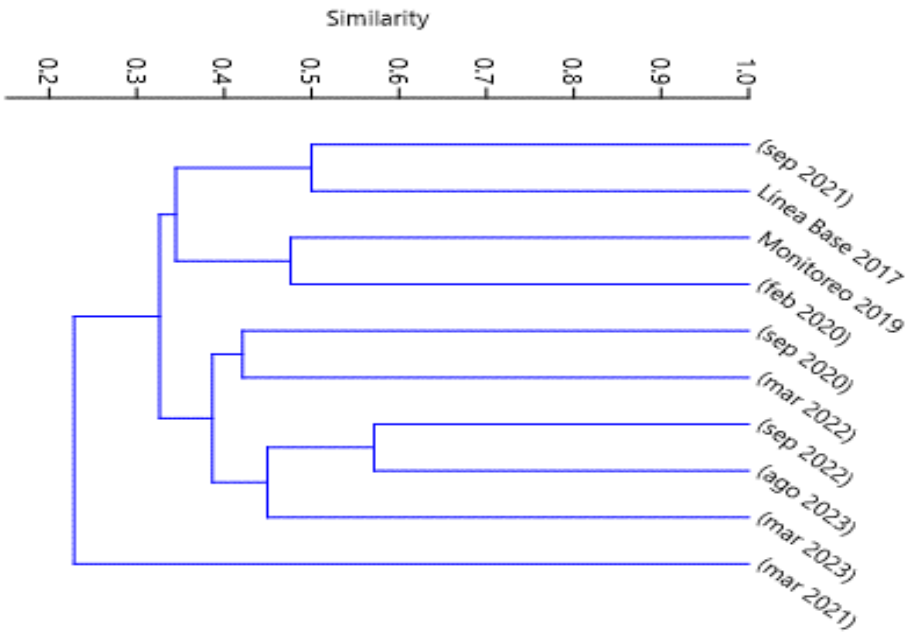



Figura 3-40: Dendrograma de similitud de Jaccard para mamíferos – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Especies indicadoras

Entre los registros se incluyeron este monitoreo se destaca la marmosa lanuda pequeña (*Marmosa phaea*), especie de la cual se conocen muy pocas zonas de distribución. A continuación, se presenta la lista de especies registradas y cuál es el periodo de monitoreo en el cual se incluyeron en la lista del sector (Véase la Tabla 3-42).

Tabla 3-42: Especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos durante los diferentes estudios

| ESPECIES | LÍNEA BASE 2017 | MONITOREO 2019 | MONITOREO (febrero 2020) | MONITOREO (septiembre 2020) | MONITOREO (marzo 2021) | MONITOREO (septiembre 2021) | MONITOREO (marzo 2022) | MONITOREO (septiembre 2022) | MONITOREO (marzo 2023) | MONITOREO (agosto 2023) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Amorphochilus schnablii* | - | - | - | - | - | - | - | X | - | - |
| *Artibeus fraterculus* | X | X | X | X | X | X | X | - | - | - |
| *Artibeus lituratus* | X | X | X | - | - | | | - | - | - |
| *Artibeus aequatorialis* | - | - | - | - | - | X | X | X | X | X |
| *Lophostoma occidentalis* | X | - | - | - | - | X | - | - | - | |
| *Lophostoma silvicola* | - | - | - | - | - | - | X | - | - | X |
| *Desmodus rotundus* | X | X | X | X | - | X | X | X | X | X |
| *Enchisthenes hartii* | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Marmosa simonsi* | X | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| *Marmosa zeledoni* | - | - | - | - | - | - | X | | - | - |
| *Marmosa phaea* | - | - | - | - | - | - | - | - | - | X |
| *Didelphis marsupialis* | X | X | X | X | X | X | X | X | - | X |
| *Lycalopex sechurae* | X | X | X | X | - | X | X | X | - | X |
| *Conepatus semistriatus* | X | X | X | X | - | X | - | X | X | X |
| *Puma concolor* | X | - | X | - | - | X | X | | | |
| *Simosciurus nebouxii* | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| *Simosciurus stramineus* | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Sylvilagus brasiliensis* | X | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Dasypus novemcinctus* | X | - | - | - | X | X | X | - | - | - |

| ESPECIES | LÍNEA BASE 2017 | MONITOREO 2019 | MONITOREO (febrero 2020) | MONITOREO (septiembre 2020) | MONITOREO (marzo 2021) | MONITOREO (septiembre 2021) | MONITOREO (marzo 2022) | MONITOREO (septiembre 2022) | MONITOREO (marzo 2023) | MONITOREO (agosto 2023) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Glossophaga soricina* | - | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| *Artibeus ravus* | - | - | X | - | - | - | - | - | | |
| *Phyllostomus discolor* | - | - | X | X | - | X | X | X | X | X |
| *Platyrrhinus matapalensis* | - | X | X | - | - | | - | - | - | - |
| *Vampyressa thyone* | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Vampyrum spectrum* | | | | | | | | | X | |
| *Uroderma convexum* | - | - | X | - | X | - | - | - | - | - |
| *Eptesiscus sp.* | | | | | | | | | - | X |
| *Transandinomys talamancae* | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - |
| *Handleyomys alfaroi* | - | - | X | X | - | - | X | - | - | - |
| *Odocoileus peruvianus* | - | - | X | - | X | - | - | - | - | - |
| *Carollia castanea* | - | X | - | - | - | - | - | - | - | - |
| *Sturnira erythromos* | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Sturnira bakeri* | - | X | - | - | X | | - | - | - | - |
| *Sturnira sp.* | - | - | - | - | - | - | - | - | X | X |
| *Myotis nigricans* | - | - | - | - | - | X | - | - | - | - |
| *Myotis riparius* | - | X | - | - | - | - | X | - | - | - |
| *Myotis sp* | | | | | | | | | X | |
| *Eira barbara* | - | X | - | - | - | - | - | - | - | - |
| *Procyon cancrivorus* | - | - | - | - | - | - | | - | X | - |

| ESPECIES | LÍNEA BASE 2017 | MONITOREO 2019 | MONITOREO (febrero 2020) | MONITOREO (septiembre 2020) | MONITOREO (marzo 2021) | MONITOREO (septiembre 2021) | MONITOREO (marzo 2022) | MONITOREO (septiembre 2022) | MONITOREO (marzo 2023) | MONITOREO (agosto 2023) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Leopardus sp.* | - | X | - | - | - | - | - | - | - | - |
| *Carollia brevicauda* | - | - | - | X | X | - | - | - | - | - |
| *Nasua narica* | - | - | - | X | X | - | - | - | - | - |
| *Tamandua mexicana* | - | - | - | X | X | - | - | - | - | - |
| *Dasyprocta punctata* | - | - | - | - | X | - | X | - | - | X |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.3. Avifauna

La región tumbesina que comprende la región del suroccidente de Ecuador y noroeste de Perú abarca los bosques ecuatoriales secos del Pacífico. Estos bosques están caracterizados por una temperatura mayor a 25 °C y una precipitación anual entre 500 y 2000 mm con una estación seca que se prolonga entre 4 y 6 meses (Prieto-Torres et al., 2019). La estacional de precipitaciones influye en la productividad primaria así como en las tasas de reproducción, crecimiento y producción de materia orgánica de la vegetación (C I Espinosa et al., 2012).

La vegetación de esta región es diversa y está conformada por una gran variedad de tipos incluyendo matorrales, cardonales y bosques espinosos y deciduos. En todos estos crecen plantas como arbustos, cactus y suculentas y árboles como *Ceiba trichistandra* adaptados a las áridas condiciones de la estación seca que crecen sus hojas durante la estación lluviosa (Linares-Palomino & Ponce-Alvarez, 2009). La presencia de distintos tipos de vegetación ha dado origen a una avifauna singular muy especializada y adaptada a este tipo de hábitats conformando la denominada área de endemismo tumbesino que alberga 61 especies de aves cuya distribución está restringida a esta región (B. Best & Kessler, 1995; Cracraft, 1985).

Las especies de aves que se hallan en los bosques secos tumbesinos han desarrollado una variedad de estrategias adaptativas asociados a los cambios estacionales en la estructura de la vegetación asociada a la estacionalidad de las precipitaciones. Estas adaptaciones incluyen movimientos estacionales a corta y larga distancia, cambios en la dieta y adaptaciones fisiológicas que les permiten lidiar con el aumento y disminución de recursos alimenticios como insectos, frutas y semillas (Luzuriaga-Aveiga & Cisneros-Heredia, 2022; Tinoco, 2009). Consecuentemente, la composición y diversidad de las comunidades aves de los bosques secos del Pacífico ecuatorial está influenciada por la elevación y la variabilidad de las precipitaciones (Carlos I. Espinosa et al., 2011). Según Albuja et al. (2012), la riqueza de especies de aves en el piso tropical suroccidental es de 246 especies, aunque estos valores aumentan en el austro ecuatoriano debido a la presencia de especies del piso temperado (J. F. Freile & Restall, 2018).

A nivel más local, los bosques secos de Loja registran una diversidad que varía entre 74 a 91 especies de aves e incluyen 41 de las 55 especies de distribución restringida a la región tumbesina (Bonaccorso et al., 2007). La mayor riqueza de especies de aves es hallada en los ecosistemas de bosques semideciduos y en los estacionalmente secos dominados por *Ceiba trichistrandra* (B. Best & Kessler, 1995; Tinoco, 2009). Especies de aves que anidan en cavidades, insectívoros aéreos, nectarívoros y frugívoros suelen ser comunes en los bosques secos de la región tumbesina, aunque algunos grupos como los insectívoros revolvedores de hojarasca y trepatroncos suelen limitarse a bosques secos maduros (Becker & Ágreda, 2005). No obstante, el conocimiento acerca de la distribución y ecología de las especies de aves de esta región es todavía incompleto (Orihuela-Torres et al., 2020).

Información acerca de la diversidad y organización de las comunidades de especies es esencial para la implementación de estrategias de manejo y conservación que permitan monitorear los cambios temporales en la diversidad y evaluar el efecto de las actividades antropogénicas sobre las poblaciones de organismos. El cambio global antropogénico es considerado una de las mayores amenazas para la diversidad de aves (Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa, 2010). Las principales amenazas que enfrentan las especies de aves de la región tumbesina es la acelerada pérdida de los ecosistemas

xerofíticos debido a la expansión de la agricultura, urbanización, proyectos de infraestructura y deforestación (Orihuela-Torres et al., 2020). Estos procesos pueden producir una rápida homogenización biológica, que se refiere al reemplazo taxonómico de especies raras y ecológicamente especializadas por especies generalistas, y es una de las principales causas de pérdida de diversidad biológica (Luzuriaga-Aveiga & Cisneros-Heredia, 2022). Actividades como la minería producen algunos efectos sobre las comunidades de aves de los bosques tropicales que requieren ser evaluados y monitoreados como la fragmentación y el efecto de borde, que se refiere a la modificación en las condiciones ambientales y los procesos biológicos de un ecosistema que ocurren como resultado de la interrupción en la continuidad de un hábitat homogéneo (Murcia, 1999). Como resultado se pueden producir alteraciones en la composición, riqueza, abundancia e interacciones entre las especies de aves como resultado de cambios en los microclimas o la estructura de los hábitats, con consecuencias a corto y largo plazo (Ewers & Didham, 2006).

El entendimiento de la composición y estructura de las comunidades de aves de los bosques secos ecuatoriales y el efecto de las actividades humanas se vuelve esencial para desarrollar acciones efectivas de manejo y conservación ambiental (Orihuela-Torres et al., 2020; Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa, 2010). Por tanto, en este informe se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la avifauna como parte del monitoreo semestral de la concesión Bramaderos.

### 3.3.1. Área de estudio

El área de estudio correspondió a la concesión minera Bramaderos, ubicada en el cantón Paltas, provincia de Loja. Dentro de la concesión se realizó el muestreo en cuatro puntos de muestreo ubicados en la cercanía de los caseríos de El Yeso, San José, El Limón y Zapotepamba. El clima en la zona es de tipo cálido seco con una temperatura anual promedio de 23 °C y una precipitación anual total de 230 $mm^3$ (Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), 2012). Las precipitaciones muestran una distribución unimodal con una estación lluviosa comprendida entre diciembre y abril. El área de estudio cubre un gradiente altitudinal entre 800 y 1200 msnm donde se encuentra una vegetación heterogénea que ha sido clasificada como bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), 2013).

La vegetación en los sitios de muestreo correspondió a un paisaje agroforestal heterogéneo que incluyó bosques semideciduos dominados por *Ceiba trichistandra* y otras bombacáceas, bosques espinosos de faiques (*Acacia macracantha*) y algarrobos (*Prosopis juliflora*), además de matorrales xerofíticos y cardonales dominados por cactáceas de los géneros *Opuntia, Espostoa* y *Armatocereus* dentro de un paisaje agropecuario con pastizales para ganado caprino, campos de cultivo y áreas con vegetación en distintos estados de sucesión ecológica. La zona se ubica dentro del piso zoogeográfico tropical suroccidental (Albuja et al., 2012), la avifauna está adaptada a matorrales xerofíticos y bosques semideciduos.

El área de estudio se incluye también dentro del área de endemismo para las aves de la región Tumbesina, la cual mantiene una de las más altas concentraciones de especies con distribuciones restringidas en Suramérica (B. Best & Kessler, 1995). Debido a la distribución geográfica limitada de varias especies que muestran una fuerte asociación con ciertos tipos de vegetación como los bosques semideciduos de *Ceiba trichistandra*, bosques espinosos de algarrobos o matorrales xerofíticos y áreas intervenidas (Bonaccorso et al., 2007; Brooks & Hurtado, 2022).

### *3.3.1.1. Sitios de Muestreo*

El monitoreo se realizó en cuatro sitios de muestreo, los cuales fueron evaluados de manera cuantitativa y cualitativa. Los sitios de muestreo cuantitativo se encuentran codificados como PMA, y los cualitativos, con código POA, tomando como referencia las coordenadas de los sitios de muestreo de la Línea Base y de los monitoreos anteriores. Las coordenadas de los cuatro sitios de muestreo y el tipo de vegetación se detallan en la Tabla 3-43.

Tabla 3-43: Sitios de muestreo componente avifauna– Proyecto Minero Bramaderos

| SITIO DE MUESTREO | PUNTO | CÓDIGO | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | METODOLOGÍA | TIPO DE VEGETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Este | Norte | | |
| PMA-1 | PMA-T7 | PM 1-PMA-T7-01 | 636564 | 9552117 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino |
| | | PM 1-PMA-T7-01 | 637001 | 9552280 | | |
| | PMA-T8 | PM 1-PMA-T8-01 | 637211,97 | 9552308,91 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra, cactus* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino |
| | | PM 1-PMA-T8-02 | 636676,64 | 9552319,72 | | |
| | PMA-T9 | PM 1-PMA-T9-01 | 637300,69 | 9552339,50 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra, parches de Opuntia* spp. y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino |
| | | PM 1-PMA-T9-02 | 637660,58 | 9552660,12 | | |
| | PMA-R4 | PM 1-PMA-R4-01 | 637145 | 9552291 | Redes de Neblina | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino |
| | | PM 1-PMA-R4-02 | 637001 | 9552280 | | |
| PMA-2 | PMA-T3 | PM 2-PMA-T3-01 | 631393,92 | 9550583,32 | Transecto de observación | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y de *Acacia macracantha,* cultivos |
| | | PM 2-PMA-T3-02 | 631825 | 9550283 | | |
| | PMA-T11 | PM 2-PMA-T11-01 | 635603,82 | 9551031,20 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor |
| | | PM 2-PMA-T11-02 | 634656,57 | 9550642,82 | | |
| | PMA-T12 | PM 2-PMA-T12-01 | 634763,22 | 9550609,46 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor |
| | | PM 2-PMA-T12-02 | 634694,05 | 9550096,92 | | |
| | PMA-T13 | PM 2-PMA-T13-01 | 634694,05 | 9550096,92 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor dominado por *Acacia macracantha* |
| | | PM 2-PMA-T13-02 | 634449,98 | 9550655,91 | | |
| | PMA-R3 | PM 2-PMA-R3-01 | 634427 | 9550548 | Redes de Neblina | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y de *Acacia macracantha* |
| | | PM 2-PMA-R3-02 | 634459 | 9550455 | | |
| PMA-3 | PMA-T5 | PM 3-PMA-T5-01 | 632256,97 | 9546892,24 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus |
| | | PM 3-PMA-T5-02 | 631964,23 | 9546446,51 | | |

| SITIO DE MUESTREO | PUNTO | CÓDIGO | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | METODOLOGÍA | TIPO DE VEGETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Este | Norte | | |
| | PMA-T5a | PM 3-PMA-T5a-01 | 631774,35 | 9547428,54 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus |
| | | PM 3-PMA-T5a-02 | 631360,57 | 9547769,11 | | |
| | PMA-T6 | PM 3-PMA-T6-01 | 631905,89 | 9547202,43 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus |
| | | PM 3-PMA-T6-02 | 632084,57 | 9546737,67 | | |
| | PMA-R2 | PM 3-PMA-R2-01 | 631913 | 9547126 | Redes de Neblina | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus |
| | | PM 3-PMA-R2-02 | 631726 | 9547094 | | |
| PMA-4 | PMA-T1 | PM 4-PMA-T1-01 | 631643,63 | 9545879,50 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos |
| | | PM 4-PMA-T1-02 | 631195,72 | 9545575,04 | | |
| | PMA-T2 | PM 4-PMA-T2-01 | 630967,03 | 9545528,29 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos |
| | | PM 4-PMA-T2-02 | 630556,55 | 9545158,28 | | |
| | PMA-T3 | PM 4-PMA-T3-01 | 631175,34 | 9545725,97 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos |
| | | PM 4-PMA-T3-02 | 630843,94 | 9546081,28 | | |
| | PMA-T4 | PM 4-PMA-T4-01 | 631462,95 | 9545705,01 | Transecto de banda fija | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos |
| | | PM 4-PMA-T4-02 | 631791,36 | 9545553,25 | | |
| | PMA-R1 | PM 4-PMA-R1-01 | 631500 | 9545635 | Redes de Neblina | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos |
| | | PM 4-PMA-R1-02 | 631433 | 9545550 | | |

Código: Punto de Muestreo Avifauna: PMA. Punto Observación Avifauna: POA.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.3.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

El monitoreo de aves de la concesión Bramaderos se ejecutó entre el 9 y 17 de agosto del 2023. La evaluación del área incluyó cuatro puntos de muestreo que habían sido establecidos para el efecto. El esfuerzo de muestreo realizado en cada punto se detalla en la Tabla 3-44.

Tabla 3-44:Esfuerzo de muestreo avifauna – Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTO DE MUESTREO | TIPO DE VEGETACIÓN | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| PMA-1 | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |

| PUNTO DE MUESTREO | TIPO DE VEGETACIÓN | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y áreas de pastoreo con ganado caprino y equino | Redes de neblina | Cuantitativo | 8 | 20 |
| PMA-2 | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y de *Acacia macracantha*, cultivos | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor | Redes de neblina | Cuantitativo | 8 | 20 |
| PMA-3 | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo con *Ceiba trichistandra* y matorrales y cactus | Redes de neblina | Cuantitativo | 8 | 20 |
| PMA-4 | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |

| PUNTO DE MUESTREO | TIPO DE VEGETACIÓN | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos | Transecto de banda fija | Cuantitativo | 4 | 8 |
| | Bosque Semideciduo de *Acacia macrantha* y *Prosopis juliflora* y matorrales xerofíticos | Redes de neblina | Cuantitativo | 8 | 20 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.3.2. Metodología

La evaluación de la avifauna se efectuó mediante una combinación de métodos que provean una eficiente y apropiada recolección de datos sobre la composición y diversidad de especies del área de estudio. Estos métodos incluyeron censos en transectos de banda fija y captura de aves empleando redes de neblina que proporcionan información de abundancia y son de tipo cuantitativo. Estos fueron complementados por observaciones y grabaciones oportunistas durante recorridos de observación que fueron de tipo cualitativo.

#### *3.3.2.1. Fase de Campo*

Los métodos y procedimientos utilizados para el monitoreo se ajustaron a los establecidos en la línea base y efectuados en las evaluaciones de períodos anteriores.

a. Redes de Neblina (muestreo cuantitativo)

Este método consistió en la captura de aves mediante el uso de redes de nylon que no pueden ser detectadas por las aves. Las redes de neblina son una técnica útil para la evaluación de la composición, abundancia relativa y demografía de especies de aves silvestres (Dunn & Ralph, 2004). El método ofrece la ventaja de obtener datos precisos para la identificación de las especies (ej. fotografías), una gran cantidad de datos ecológicos (estado reproductivo, muda, etc.) de los individuos y normalizar el esfuerzo de muestreo. Sin embargo, esta técnica presenta un fuerte sesgo para estimar la diversidad de zonas boscosas con árboles altos (Remsen y Good 1996) y es poco eficiente para evaluaciones ecológicas rápidas debido al menor número de especies detectadas en comparación a métodos como transectos o puntos de conteo (Dunn & Ralph, 2004; Poulsen & Krabbe, 1998). Durante el período de estudio se establecieron cuatro estaciones de captura en el área de estudio para realizar comparaciones sobre la composición y diversidad de aves. Cada estación de captura consistió en una línea de ocho redes (12 metros x 2,5, 15 mm ojo de malla), que fueron abiertas por dos días para obtener un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 100 h/red (Karr, 1981), y aumentar la probabilidad de registrar nuevas especies en cada día de muestreo. La

apertura y cierre de las redes fueron realizadas cada día en el mismo orden en que fueron instaladas con revisiones aproximadamente cada 45 minutos (Ralph & Scott,1981). Las redes fueron ubicadas en sitios con una densa vegetación de sotobosque para aumentar su eficiencia y cerradas durante los períodos de mayor radiación solar para evitar su detección por las aves o evitar la deshidratación y el stress de cualquier individuo capturado. Las aves que fueron capturadas se las identificó in situ y posteriormente los individuos fueron fotografiados y liberados. Los individuos recapturados fueron identificados mediante pequeños cortes en las plumas de la cola o ala que sirvieron como marcas temporales de reconocimiento de los individuos. Estas marcas se realizan mediante un corte recto lo menos extenso posible sobre la mitad de la lámina de las plumas (Pinilla, 2000). Este método de marcaje es no invasivo, rápido, fácil de aplicar y no afecta de manera permanente y adversa a la conducta, longevidad o comportamientos de las aves (Marion & Shamis, 1977).

b. Censos en transectos de banda fija (muestreo cuantitativo)

La observación directa de las especies e individuos es el método más efectivo para determinar la riqueza y abundancia de las aves (Lacher et al., 2005; Parker, 1991). Este método permite, además, identificar áreas ecológicamente sensibles para las aves como saladeros, asambleas de cortejo y sitios de anidación. La evaluación de la composición y diversidad de aves en el área de estudio se efectuó mediante transectos lineales de banda fija, el cual es un método muy eficiente para determinar la riqueza de aves en áreas tropicales extensas (Bibby et al., 2000). Los transectos lineales son un método adaptable para la evaluación de ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, tanto a nivel de especies o comunidades debido a su eficiencia en la cantidad de datos recolectados por unidad de esfuerzo y son particularmente apropiados para monitoreos y evaluaciones ecológicas debido a que permiten obtener medidas de abundancia absoluta o relativa de aves (Sutherland et al., 2004). Los supuestos que deben cumplirse para realizar este tipo de muestreos incluyen una búsqueda sistemática de manera que todos los individuos presentes en el transecto deben ser detectados, estas detecciones son realizadas al primer encuentro, antes de cualquier movimiento en respuesta al observador y no deben ser contabilizados de manera repetida, para lo cual las distancias del transecto deben ser medidas con precisión y deben ser eventos independientes, por lo cual los individuos son registrados en una sola dirección (Buckland et al., 2008; Peres, 1999). Estos supuestos en áreas tropicales pueden ser satisfechos si el observador se desplaza a una velocidad constante y lenta no mayor a 1250 m/h deteniéndose para el registro e identificación confiable de los animales, empleando generalmente 2 horas o más dependiendo de la actividad de los animales (Peres, 1999). En el caso de transectos de banda fija, los conteos deben incluir solamente a los individuos observados dentro de los límites laterales del transecto a fin de facilitar las estimaciones del tamaño de las poblaciones, transformando al transecto en cuadrantes delgados (Krebs, 1999).

En el área de estudio, este método consistió en el recorrido de una distancia fija donde se registraron todas las especies de aves oídas u observadas a los lados del camino hasta 50 metros del observador. La longitud de los transectos para el monitoreo fue normalizada a 500 metros (n = 12) y para cada transecto se anotaron los datos de altitud, coordenadas y horas de inicio y fin de los muestreos. Los recorridos se efectuaron entre las 6:00 a 10:00 am y entre las 15:00 a 18:00 horas, con una duración de dos horas por transecto, con un esfuerzo similar al realizado por Bonaccorso et al.(2007). La longitud total de transectos realizados fue de alrededor de 7 km. Los datos recopilados por este método fueron usados para determinar la composición y diversidad de especies (riqueza

y abundancia) así como las características generales de la avifauna (número de especies residentes, migratorias, endémicas y amenazadas de extinción) dentro del área de evaluación en el sector Bramaderos. Las especies fueron identificadas en el campo utilizando las guías de aves del Ecuador (McMullan & Navarrete, 2013; P. Ridgely & Greenfield, 2006).

c. Recorridos de observación oportunista (muestreo cualitativo)

Durante el estudio se realizaron también observaciones oportunistas que consistieron en el registro de especies halladas casualmente durante los puntos de muestreo fuera de los transectos de muestreo cuantitativo, así como de aquellas especies observadas sobrevolando el área. Estas observaciones sirvieron para complementar el listado de especies del área de estudio.

d. Sonidos y Vocalizaciones

En adición, se realizaron también registros de las vocalizaciones de las aves. La grabación de las vocalizaciones de las aves es un método frecuente para el registró de especies de aves pocos conspicuas debido a su coloración o hábitos, y en algunos casos es la única manera de documentar su presencia (Parker, 1991). Durante el período de muestreo se realizaron grabaciones normalizadas de tres minutos del coro del amanecer y también grabaciones oportunistas de las vocalizaciones de las especies encontradas con una grabadora Olympus y un micrófono direccional Senheizer M62. Las vocalizaciones desconocidas fueron identificadas mediante comparación con las grabaciones de Birds of Ecuador (Coopmans et al., 2004; Moore et al., 2013) y de la base de datos en línea Xenocanto (Xeno-canto, 2023). Las especies registradas durante las grabaciones del coro del amanecer fueron utilizadas para documentar la presencia de las especies en los puntos de muestreo evaluados.

#### *3.3.2.2. Fase de Gabinete*

Los registros obtenidos en el campo fueron utilizados para realizar análisis de la composición taxonómica y diversidad de aves en cada uno de los puntos de muestreo. La composición taxonómica de las especies halladas en el área de estudio fue establecida utilizando la clasificación del comité ecuatoriano de registros ornitológicos (CERO) (Freile, J. F., et al., 2022). La diversidad global y de cada punto de muestreo fue establecida mediante la riqueza y abundancia de las especies. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando los programas informáticos Estimates (R. K. Colwell & Elsensohn, 2014) y PAST 2.4 (Hammer et al., 2001). Adicionalmente, se estableció el grado de endemismo, amenaza de extinción a nivel global según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN, 2022) y a nivel nacional de acuerdo a la Lista roja de las aves del Ecuador de (J. Freile et al., 2019), y también si se encuentran incluidas en los apéndices contra el tráfico ilegal de especies de la Convención Internacional contra el Tráfico de Especies Amenazadas (CITES, 2023).

a. Riqueza

La riqueza de especies se refiere al número de especies presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo o superficie) durante un determinado período de tiempo (Moreno, 2001), y es la medida más simple de diversidad. La riqueza de especies del área de estudio fue obtenida mediante la contabilización de las especies de aves identificadas en cada sitio de muestreo durante el período de estudio.

b. Abundancia

La abundancia absoluta correspondió al número total de individuos registrados en toda el área (Moreno, 2001). La abundancia absoluta de las especies fue obtenida, de la suma de individuos registrados en los transectos durante el muestreo cuantitativos (Moreno, 2001). Considerando que los transectos fueron recorridos en varias oportunidades se utilizó el número máximo de individuos hallado para cada transecto con el propósito de mantener la independencia estadística para el cálculo del número de individuos como sugerido para los transectos de mapeo de territorios en múltiples períodos de tiempo (Jahn, 2011).

c. Abundancia relativa

La abundancia relativa (Pi) correspondió a la porción de individuos de una especie en relación con el total de individuos registrados en toda el área de estudio y para cada punto de muestreo. Adicionalmente, se categorizó a las especies según el número de individuos registrados como: Abundante, igual o más de 10 individuos; Común, 5–9 individuos; Poco común, 2-4 individuos; Raro, 1 individuo (Robbins & Ridgely, 1990)

d. Curva de Dominancia de Especies

La curva de dominancia de especies es una representación en términos de la proporción con la que las especies contribuyen a la abundancia total (Magurran, 2004). Las curvas se establecen mediante un arreglo jerárquico de las especies que se ordenan de mayor a menor según el porcentaje de individuos (Pi) que presenta cada especie identificando cuales son las que más aportan con respecto a su abundancia. El ajuste de la curva a los modelos de abundancia teóricas de serie geométrica, logarítmica, logarítmica normal y de palo quebrado se determinó mediante una prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrado (Matthews & Whittaker, 2014; Uribe M & Orrego, 2001).

e. Curva de Acumulación de Especies

Para determinar la efectividad del muestreo se realizó un análisis de rarefacción y se obtuvo curvas de acumulación de especies. Estos procedimientos permiten determinar el incremento en el número de especies basado en el esfuerzo de muestreo. La curva de acumulación de especies representa de manera gráfica la forma en la que las especies son encontradas dentro de las unidades de muestreo (curvas de enrarecimiento basadas en las muestras), o según aumenta el número de individuos (curvas de enrarecimiento basadas en los individuos) (Álvarez et al., 2004). Este método permite realizar comparaciones en el número de especies entre comunidades, a pesar de las diferencias en el tamaño de muestra y determinar la completitud del muestreo (R. Colwell et al., 2004). Los análisis de enrarecimiento para los transectos de estudio fueron realizados en función de los recorridos de transectos o muestras mediante el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001).

- *Índice de Chao 1*

El índice de Chao 1 es un índice no paramétrico que permite estimar la riqueza máxima de especies de un grupo taxonómico dentro de una comunidad tomando como base el número de especies raras detectadas por solo un individuo (“singletons”) y es adecuado en el caso de un pequeño tamaño de muestra (Gotelli & Chao, 2013). El índice de Chao 1 fue calculado basado en el número de especies detectadas por un solo individuo dentro de los transectos de estudio. La fórmula del índice es la siguiente:

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

Dónde

- Chao 1 = Índice de Chao
- S = Riqueza de especies observadas en la muestra
- a = Número de especies representadas por sólo un individuo en la muestra.
- b = Número de especies representadas exactamente por dos individuos en la muestra

f. Índices de Diversidad

Los índices de diversidad son por tanto expresiones matemáticas que nos permiten evaluar la contribución de la riqueza y abundancia de las especies dentro de las comunidades y su distribución dentro de los ecosistemas (Moreno et al., 2011). La gran mayoría de estos índices organizan matemáticamente de distintas formas los valores de riqueza y abundancia relativa registrados en una comunidad con el fin de describir la estructura de las comunidades biológicas y realizar comparaciones temporales o espaciales (Carmona-Galindo & Carmona V., 2015; Moreno et al., 2011).

- *Índice de Shannon – Wiener (H')*

El índice de Shannon-Wiener cuantifica el grado promedio de incertidumbre al determinar la identidad de un individuo dentro de una muestra de especies escogida al azar (Thukral, 2017; Tuomisto, 2012). Los valores de este índice generalmente se expresan, en una escala logarítmica continua por lo cual varían entre 0 y el logaritmo de la riqueza de especies (S), por lo cual raramente sobrepasa un valor de 5, que equivaldría a una riqueza en números efectivos de especies a más de 149 especies con abundancias idénticas (Jost, 2006). Los valores de riqueza y abundancia relativa fueron utilizados para estimar la diversidad de aves, mediante el índice de Shannon-Wiener (H') cuya fórmula fue la siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^{S} (P_i)(lnP_i)$$

Dónde:

H = contenido de información de la muestra (bits/individuo)
= índice de diversidad de la especie
S = número de especies
*Pi* = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie *i*

A fin realizar comparaciones, el valor del índice fue transformado a números efectivos de especies mediante la función exponencial como sugerido por Jost (2006).

- *Índice de Simpson (1-D)*

La dominancia de Simpson muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies, y está influenciado por la dominancia de las especies (Moreno, 2001; Tuomisto, 2012). La fórmula de este índice se detalla a continuación:

$$D = \sum_{n}^{i} = pi^2$$

Dónde:

- Pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
- Σ = sumatoria
- pi = proporción de la muestra (ni/n)

El índice adquiere valores entre 0 y 1, y cuanto más se acerca el valor a la unidad, existe una mayor dominancia de una especie; cuanto más se acerque el valor a cero, mayor es la diversidad. Debido a la relación inversa entre la diversidad y el valor de probabilidad se han desarrollado medidas complementarias como el inverso del índice de Simpson (1- D), que oscila entre 0 y 1 que implica una mayor diversidad cuando el índice obtiene valores cercanos a 1 (Moreno, 2001).

g. Índice de similitud de Jaccard

El índice de Jaccard es el método más simple de calcular la tasa de recambio entre dos conjuntos o ensambles por lo cual se utilizó para las comparaciones en la semejanza de especies halladas en los muestreos cuantitativos considerando la heterogeneidad en la distancia longitudinal de los transectos de monitoreo que influyen significativamente en los valores de abundancia de especies (Soetaert & Heip, 1990). El Índice de Jaccard relaciona el número de especies compartidas entre dos sitios, con respecto a todas las especies encontradas en un par de sitios. Por tanto, este índice mide diferencias en la presencia/ausencia de especies. El rango de valores de este índice va desde 0 a 1. Cuando el valor es cero o cercano a cero significa una alta desemejanza indicando que los sitios no poseen especies en común o son pocas las especies que se comparten entre los sitios. Por otro lado, si se comparten la mayoría o la totalidad de especies la semejanza será máxima y el valor del índice se acercará a 1 o será igual a 1. El valor del índice de Jaccard es representado como porcentaje al multiplicar el coeficiente resultante por 100 (Álvarez et al., 2004), y permite determinar el nivel de reemplazo de especies entre sitios por lo cual es utilizado para establecer la diversidad beta (Villareal et al., 2006).

h. Aspectos ecológicos

La estructura ecológica de la comunidad de aves del área de estudio fue establecida mediante la distribución de las especies de aves en categorías de nicho trófico, habito, distribución vertical y estatus migratorio. A fin de identificar especies de aves de importancia para la conservación de la diversidad biológica también se identificó a las especies endémicas, así como el estado de conservación según los criterios de riesgo de extinción de la UICN (2022) y susceptibilidad al tráfico ilegal de acuerdo a los

apéndices de la Convención Internacional contra el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2023).

- *Nicho trófico*

Las especies de aves fueron categorizadas acorde su dieta y método de captura de presas con el propósito de determinar la estructura ecológica de la comunidad de especies del sitio de estudio. El nicho trófico se determinó considerando los ítems que componen la dieta de las especies según la información de Ridgely y Greenfield (2006). Como establecido en la línea base, las especies fueron clasificadas de acuerdo a su dieta y estrato del bosque en 22 gremios ecológicos: acuáticas del bosque (ACB); acuáticas limícolas (ACL); acuáticas pescadoras (ACP); carroñeros (CAR); folívoros (FOL); frugívoros aéreos (FRA); frugívoros terrestres (FRT); granívoros arbóreos (GRA); granívoros terrestres (GRT); insectívoros ambulantes aéreos (IAA); insectívoros de follaje (IRF); insectívoros perchadores arbóreos (IPA); insectívoros perchadores terrestres (IPT); insectívoros picamaderos (IIC); insectívoros de corteza (ISC); insectívoros de hojarasca (IRH); insectívoros seguidores de hormigas legionarias (ISH); insectívoros de frondas secas colgantes (ISHS); nectarívoros (NEC); omnívoros arbóreos (OMA); Rapaces diurnas (RAD); Rapaces nocturnas (RAN) (Canaday & Rivadeneyra, 2001; Vilella & Baldassarre, 2010).

- *Hábito*

Las especies de aves fueron categorizadas según el período de tiempo que invierten en las actividades de movimiento, alimentación y descanso, las cuales se relaciona con sus ritmos circadianos, fisiología y comportamiento para adaptarse a la cantidad y duración de períodos de luz y oscuridad (Pérez-Irineo & Santos-Moreno, 2021). Para la determinación del hábito de la avifauna se utilizó las observaciones realizadas en el campo, las cuales se complementaron con la información acerca de los horarios de vocalización, alimentación y desplazamiento de las aves proporcionada por Ridgely y Greenfield (2001). Las especies que se encuentran activas cantando, moviéndose y alimentándose desde el amanecer al crepúsculo fueron consideradas como diurnas y aquellas que se encuentran activas desde las últimas horas del atardecer hasta el amanecer fueron categorizadas como nocturnas.

- *Distribución vertical*

En los bosques tropicales la biomasa vegetal se encuentra distribuida de manera desigual formando una serie de capas verticales que se extienden desde el suelo hasta la copa de los árboles, creando una gran variedad de microhábitats que contribuyen a mantener la diversidad de especies (Thiel et al., 2021). Para determinar la distribución de las especies de aves se las categorizó de acuerdo con el estrato de vegetación en el cual son más frecuentemente observadas de acuerdo a Ridgely y Greenfield (2006). Las categorías utilizadas correspondieron a: 1) suelo: 0–0,5 m; 2) sotobosque: 1–5 m y dosel (5–15 m) y dos estratos adicionales para el espacio aéreo (aéreas) y cuerpos de agua (acuáticas).

- *Estado de Conservación de Especies*

La identificación de especies endémicas o bajo alguna categoría de amenaza se realizó tomando en cuenta las categorías de amenaza de extinción propuestos por la Unión

Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022) para el estado de conservación a nivel global de la especie (Birdlife International, 2023) y a nivel nacional de la Lista roja del Ecuador (J. Freile et al., 2019). Las categorías de riesgo de amenaza de la UICN (2022) utilizadas fueron 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.
- **No Evaluada (NE).** Para especies que no han sido sometidas a los parámetros de evaluación según los criterios de la UICN, principalmente por falta de información o por omisión. Su estado de conservación puede ser cualquiera de los anteriormente mencionados.
- **No Aplicable (NA).** Para especies introducidas.

Se identificó también para las especies registradas su inclusión en los apéndices de la Convención Internacional para el tráfico de especies silvestres (CITES, 2023).

- *Especies Indicadoras*

Las especies indicadoras consisten en un grupo de organismos, que por sus características (sensibilidad a perturbaciones o contaminantes, distribución, abundancia dispersión, éxito reproductivo, etc.) permiten determinar el estado de un ecosistema, evaluar la eficiencia de las actividades de manejo ambiental y proveen señales que permiten evitar cambios ecológicos inminentes que serían difíciles o costosas de medir directamente (Niemi & McDonald, 2004). Las especies bio-indicadoras poseen características que reflejan de manera confiable y económica, el grado de alteración de las condiciones del ambiente en que habitan (Siddig et al., 2016). Muchas especies desarrollan cambios físicos, fisiológicos o comportamentales, en respuesta a las alteraciones físicas o químicas de su entorno, las cuales pueden ser observadas y cuantificadas a nivel de individuos, poblaciones y ecosistemas debido a los cambios observados en las funciones vitales, composición química, expresión genética o almacenamiento del agente causal en los organismos. Esto provoca aumentos o descensos en el número de individuos de las especies, lo cual puede ser utilizado para determinar el estado de amenaza o conservación de la vegetación, las funciones ecosistémicas y los paramétricos físicos de cuerpos de agua o suelo. Además, en el caso de especies bio-acumuladoras es posible detectar cambios fisiológicos, morfológicos o de comportamiento en los individuos, que evidencian la presencia, cantidad y efectos perjudiciales de distintos agentes contaminantes (Noss, 1999).

- *Especies sensibles*

Los rasgos ecológicos de las especies de aves como el tamaño corporal, dieta, movilidad y el grado de especialización de hábitat a menudo se correlacionan fuertemente con la sensibilidad de las especies de aves a las alteraciones humanas. Así, las especies registradas fueron clasificadas en tres categorías de sensibilidad de acuerdo con Stotz et al. (1996) como:

- **Especies de sensibilidad alta**. Son aquellas especies que muestran una alta especialización de hábitat o dieta por lo cual son incapaces de adaptarse a zonas con alteraciones extensivas en la composición o estructura de la vegetación original. Las poblaciones de estas especies tienden a reducirse o desaparecer de zonas perturbadas lo que resulta en extinciones locales o movimientos de dispersión.

- **Especies de sensibilidad media.** Son especies de aves que toleran un amplio rango de condiciones ambientales y pueden hallarse en distintos tipos de vegetación o hábitats naturales, generalmente tienen una dieta amplia y no están altamente especializados lo que les permite soportar ciertos grados de afectación en los ecosistemas. Pueden hallarse tanto en áreas con vegetación original, así como aquellas donde han ocurrido alteraciones no extensivas de la estructura de la vegetación.

- **Especies de sensibilidad baja.** Son aquellas especies que muestran una amplia tolerancia a distintas condiciones ambientales lo que les permite soportar cambios y alteraciones significativas en los ambientes originales y en algunos casos inclusive se han adaptado a ecosistemas marcadamente alterados por las actividades humanas.

- *Endemismo*

Las especies de aves registradas fueron categorizadas acorde a los datos de distribución geográfica en el Ecuador. Una especie fue considerada endémica cuando su rango de distribución es menor a 50 000 km2 y se encuentran dentro de una de las siete áreas de endemismo para las aves identificadas en el Ecuador según Birdlife International (2023).

- *Especies migratorias*

Las especies migratorias fueron definidas como aquellas que se trasladan regularmente de una región a otra con los cambios de estación (Newton, 2010). En Ecuador, estas especies según Ridgely y Greenfield (2001) comprenden tres grupos: migratorias boreales, australes e intertropicales. Las especies migratorias boreales son aquellas que se desarrollan en el hemisferio norte y migran hacia el sur durante el invierno boreal (diciembre-marzo), utilizando el Ecuador como un sitio de invernada o de tránsito hacia otros países. En cambio, las especies migratorias australes, se reproducen y desarrollan en las regiones australes de Sudamérica y migran hacia el norte durante el invierno austral (junio-septiembre). En último lugar, las especies migratorias intertropicales, se desarrollan en una región tropical y se mueven hacia otra durante un determinado período del año.

- *Áreas sensibles*

Las áreas sensibles fueron establecidas según la composición y riqueza de especies detectadas. Se consideró también para su ubicación la presencia de áreas de reproducción, refugio o alimentación. Se marcaron las coordenadas de los sitios y el tipo de vegetación.

- *Uso del Recurso*

Se determinó si en el área se encuentran especies de aves que presentan algún tipo de utilidad o que posean un valor económico y cultural para los habitantes de la zona estudiada. El uso de las especies de aves fue determinado según lo conversado por los guías locales y categorizado con base a la propuesta de Herrera-Flores et al. (2019):

- **Alimentación.** Especies que son capturadas para su uso como alimento, sea de animales completos, como de algunas de sus partes.
- **Comercio.** Especies que son capturadas con fines comerciales, sea para la venta de animales completos, vivos o muertos, o de alguna de sus partes (pieles, dientes, garras, etc.).
- **Uso medicinal.** Especies que son utilizadas debido a la creencia de que tienen propiedades medicinales.
- **Recreación.** Especies que son capturadas para mantenerlas como mascotas, o especies que son cazadas solo como distracción o sin motivo alguno que justifique esa actividad.
- **Defensa.** Animales que son cazados por la amenaza que representan para los pobladores locales, para sus animales domésticos y/o sus cultivos.
- **Creencias locales.** Animales sobre los cuales existen mitos o leyendas por parte de los pobladores locales que incentivan a su cacería o captura.
- **Ornamental.** Especies que, en su totalidad o parte de ella, son apreciadas por su valor estético.

### 3.3.3. Resultados

#### *3.3.3.1. Inventario General*

Los resultados obtenidos fueron similares en la riqueza de especies a lo determinado en el período de monitoreo anterior, aunque con algunas variaciones en la composición, principalmente entre las de hábitos migratorios y acuáticos. El detalle de los resultados se describe en las siguientes secciones.

a. Riqueza

En el área de estudio se registró un total de 73 especies, agrupadas en 12 órdenes y 30 familias. La composición taxonómica y especies de aves registradas se presentan en la Tabla 3-45.

Tabla 3-45. Composición y riqueza de especies de aves en – Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | Grabación |
| 2 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | Auditivo |
| 3 | Apodiformes | Apodidae | *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | Observación |
| 4 | Apodiformes | Apodidae | *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | Observación |
| 5 | Apodiformes | Trochilidae | *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | Observación |
| 6 | Apodiformes | Trochilidae | *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | Observación |
| 7 | Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | Captura |
| 8 | Cuculiformes | Cuculidae | *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | Observación |
| 9 | Cuculiformes | Cuculidae | *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | Observación |
| 10 | Columbiformes | Columbidae | *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | Observación |
| 11 | Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | Observación |
| 12 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Captura |
| 13 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | Auditivo |
| 14 | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | Observación |
| 15 | Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | Observación |
| 16 | Accipitriformes | Accipitridae | *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | Observación |
| 17 | Accipitriformes | Accipitridae | *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | Observación |
| 18 | Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | Observación |
| 19 | Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | Observación |
| 20 | Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | Observación |
| 21 | Coraciiformes | Alcedinidae | *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | Observación |
| 22 | Coraciiformes | Alcedinidae | *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | Observación |
| 23 | Coraciiformes | Momotidae | *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | Observación |
| 24 | Piciformes | Picidae | *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | Observación |
| 25 | Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Captura |
| 26 | Piciformes | Picidae | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | Observación |
| 27 | Piciformes | Picidae | *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | Observación |
| 28 | Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | Caracara Crestado | Observación |
| 29 | Falconiformes | Falconidae | *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | Observación |
| 30 | Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Observación |
| 31 | Psittaciformes | Psittacidae | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | Observación |
| 32 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | Observación |
| 33 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Observación |
| 34 | Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Captura |

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 35 | Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Captura |
| 36 | Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Captura |
| 37 | Passeriformes | Melanopareiidae | *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | Observación |
| 38 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | Captura |
| 39 | Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Captura |
| 40 | Passeriformes | Tyrannidae | *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | Observación |
| 41 | Passeriformes | Tyrannidae | *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | Observación |
| 42 | Passeriformes | Tyrannidae | *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | Observación |
| 43 | Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | Observación |
| 44 | Passeriformes | Tyrannidae | *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | Observación |
| 45 | Passeriformes | Tyrannidae | *Nesotriccus tumbezana* | Atrapamoscas de Tumbes | Observación |
| 46 | Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | Captura |
| 47 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Observación |
| 48 | Passeriformes | Tyrannidae | *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | Observación |
| 49 | Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | Observación |
| 50 | Passeriformes | Vireonidae | *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | Observación |
| 51 | Passeriformes | Vireonidae | *Vireo chivi* | Vireo Chiví | Observación |
| 52 | Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | Observación |
| 53 | Passeriformes | Hirundinidae | *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | Observación |
| 54 | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Observación |
| 55 | Passeriformes | Troglodytidae | *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | Observación |
| 56 | Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Captura |
| 57 | Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Captura |
| 58 | Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Captura |
| 59 | Passeriformes | Turdidae | *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | Captura |
| 60 | Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | Observación |
| 61 | Passeriformes | Passerellidae | *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | Captura |
| 62 | Passeriformes | Passerellidae | *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | Observación |
| 63 | Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | Captura |
| 64 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | Observación |
| 65 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | Observación |
| 66 | Passeriformes | Icteridae | *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | Observación |
| 67 | Passeriformes | Icteridae | *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | Observación |
| 68 | Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | Observación |
| 69 | Passeriformes | Parulidae | *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | Observación |

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 70 | Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | Captura |
| 71 | Passeriformes | Thraupidae | *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | Observación |
| 72 | Passeriformes | Thraupidae | *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | Captura |
| 73 | Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | Captura |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza de especies registrada de todos los órdenes se presenta en la Figura 3-41; la mayor riqueza la registró el orden Passeriformes, que contabilizó 40 especies y seguidamente Apodiformes con cinco (5) especies. Otros órdenes importantes correspondieron a los Accipitriformes, Columbiformes, Piciformes y Psittaciformes que registraron cuatro (4) especies cada uno, y, a Coraciformes que registró tres (3) especies. Los demás órdenes registrados estuvieron representados por una (1) o dos (2) especies incluyendo entre otros a Strigiformes, Caprimulgiformes, Cathartiformes, Cuculiformes y Falconiformes.

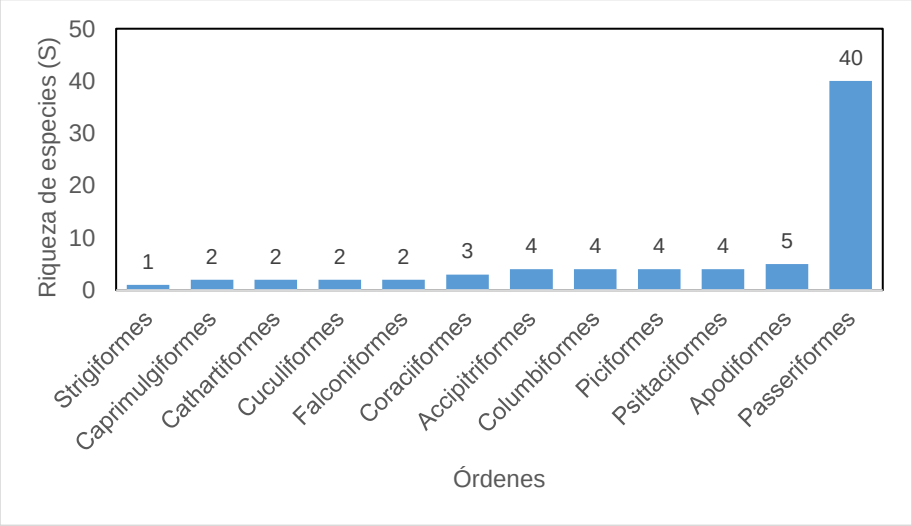



Figura 3-41: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos– Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza de especies registrada de todas las familias de aves se presenta en la Figura 3-42. Este nivel taxonómico indicó que la mayor riqueza correspondió a Tyrannidae que registró 11 especies de atrapamoscas. Las demás familias registraron una menor riqueza. Familias como Columbidae, Accipitridae, Psittacidae, Picidae e Icteridae estuvieron representadas por cuatro especies cada una. Las familias de Passeriformes como Troglodytidae, Passerellidae y Thraupidae estuvieron representadas por tres especies cada una, al igual que los Trochilidae (colibríes). Nueve familias registraron dos especies como ocurrió con Apodidae, Alcedinidae, Falconidae, Furnariidae, Vireonidae y Parulidae. Finalmente, once familias estuvieron representadas por una sola especie. Entre estas últimas se incluyó Strigidae, además de varias de Passeriformes tales como Thamnophilidae, Melanopareidae, Mimidae, Troglodytidae, Turdidae, Polioptilidae, Corvidae, Fringillidae y Cardinalidae.

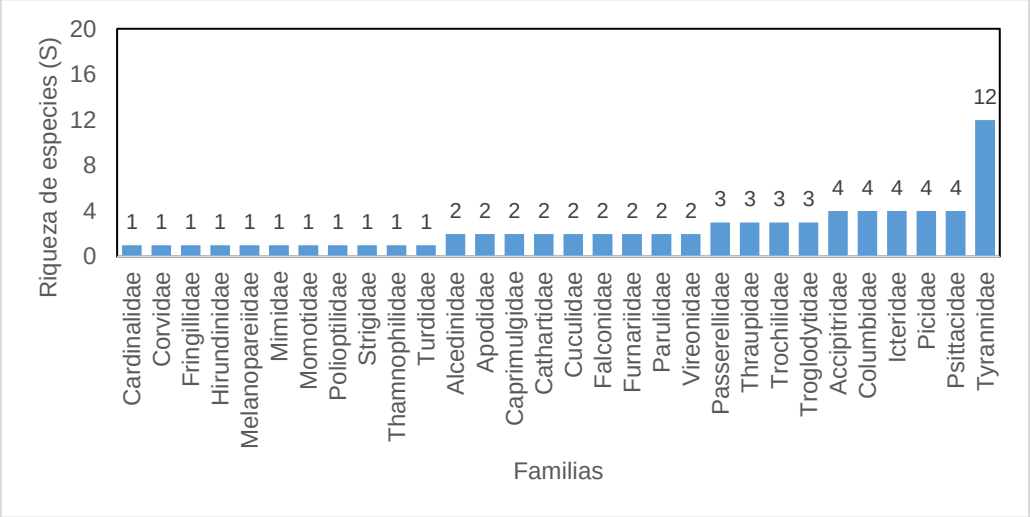



Figura 3-42: Riqueza de especies de aves en familias– Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia Absoluta

Durante el muestreo de agosto de 2023 se contabilizaron un total de 1096 individuos de 73 especies de aves (Véase la Figura 3-43). El Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys* fue la especie más numerosa con 83 individuos. Otras especies abundantes incluyeron la Reinita Cabecipizarra *Polioptila bilineata*, el Frigilo Pechicenizo *Geospizopsis plebejus*, el Sinsonte Colilargo *Mimus longicaudatus*, el Soterrey Ondeado *Campylorhynchus fasciatus*, el Hornero Patipálido *Furnarius leucopus* y el Periquito del Pacífico *Forpus coelestis.* Estas especies registraron más de 50 individuos cada una. Otras especies fueron comunes y contabilizaron más de 10 individuos incluyendo, por ejemplo, granívoros como *Columbina cruziana, Zenaida auriculata, Leptotila verreauxi, Brotogeris pyrrhoptera, Pheucticus chrysogaster* y *Dives warczewickzii*.

En esta categoría se incluyeron también varios insectívoros y omnívoros como *Troglodytes aedon, Dryobates callonotus, Cyanocorax mystacalis, Lepidocolaptes souleyetii, Thamnophilus bernardii, Camptostoma obsoletum, Pyrocephalus rubinus, Euphonia laniirostris* y *Atlapetes albiceps*. Seguidamente con base en el número de individuos se ubicaron 32 especies poco comunes que agrupo especies de distintos gremios tróficos incluyendo varios Passeriformes silvícolas como *Myiodynastes bairdii, Contopus punensis, Euscarthmus fulviceps, Cantorchilus superciliaris, Icterus graceannae, I. mesomelas, Arremon abeillei, Setophaga pitiayumi y Myiothlypis fraseri*. En este grupo también están algunas acuáticas como *Megaceryle torquata* y *Chloroceryle americana* además rapaces como *Accipiter bicolor, Herpetotheres cacchinans, Caracara plancus* y *Glaucidium peruanum.*

Finalmente, 15 especies fueron escasas y registraron un solo individuo durante el muestreo incluyendo el amenazado perico *Psittacara frontatus*, y algunas rapaces como *Parabuteo unicinctus, Buteo brachyurus* y *B. albonotatus*.

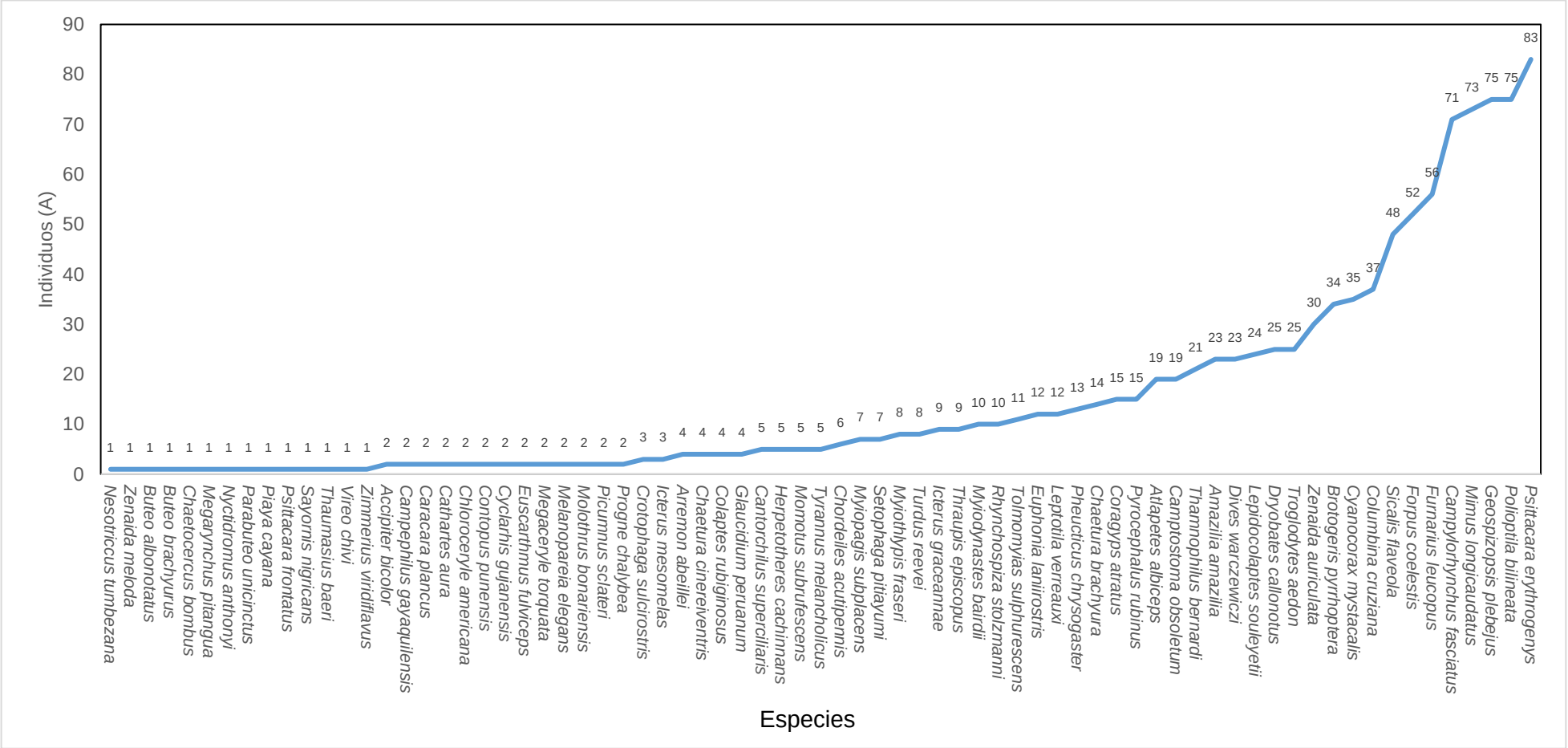



Figura 3-43: Abundancia de especies de aves registradas en el área de estudio– Proyecto Minero |Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Abundancia Relativa

Se registraron un total de 73 especies en el área de estudio entre las cuales siete especies fueron muy abundantes, representando casi un 10 % de la riqueza total. La mayoría de especies fueron, sin embargo, comunes o poco comunes sumando 52 especies o un 71 % de la riqueza total. Las especies poco comunes sumaron 32 especies representando un 44 % y las comunes contabilizaron 20 especies representando el 27 %. Las especies raras contabilizaron solo 15 especies y representaron un 21 % de la riqueza total.

En este último grupo se incluyeron principalmente especies de hábitats más húmedos o mayor elevación como *Piaya cayana, Chaetocercus bombus, Zimmerius viridiflavus, Sayornis nigricans, Megarhynchus pitangua* y *Vireo chivi*, pero también algunas de gran tamaño como *Zenaida meloda* y las rapaces *Buteo albonotatus*, *B. brachyurus* y *Parabuteo unicinctus*. El listado de especies y sus valores de abundancia relativa se detallan en la Tabla 3-46.

Tabla 3-46: Abundancia relativa de las especies de aves registradas - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Pi | TOTAL INDIVIDUOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | 0.005 | 6 |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | 0.001 | 1 |
| Apodiformes | Apodidae | *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | 0.004 | 4 |
| Apodiformes | Apodidae | *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | 0.013 | 14 |
| Apodiformes | Trochilidae | *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | 0.001 | 1 |
| Apodiformes | Trochilidae | *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | 0.001 | 1 |
| Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | 0.021 | 23 |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | 0.003 | 3 |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | 0.001 | 1 |
| Columbiformes | Columbidae | *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | 0.034 | 37 |
| Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | 0.011 | 12 |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | 0.027 | 30 |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | 0.001 | 1 |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | 0.014 | 15 |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | 0.002 | 2 |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | 0.002 | 2 |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | 0.001 | 1 |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | 0.001 | 1 |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | 0.001 | 1 |
| Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | 0.004 | 4 |
| Coraciiformes | Alcedinidae | *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | 0.002 | 2 |
| Coraciiformes | Alcedinidae | *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | 0.002 | 2 |
| Coraciiformes | Momotidae | *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | 0.005 | 5 |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Pi | TOTAL INDIVIDUOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Piciformes | Picidae | *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | 0.002 | 2 |
| Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | 0.023 | 25 |
| Piciformes | Picidae | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | 0.004 | 4 |
| Piciformes | Picidae | *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | 0.002 | 2 |
| Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | Caracara Crestado | 0.002 | 2 |
| Falconiformes | Falconidae | *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | 0.005 | 5 |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | 0.031 | 34 |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | 0.047 | 52 |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | 0.001 | 1 |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | 0.076 | 83 |
| Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | 0.022 | 24 |
| Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | 0.051 | 56 |
| Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | 0.019 | 21 |
| Passeriformes | Melanopareiidae | *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | 0.006 | 7 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | 0.017 | 19 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Nesotriccus tumbezana* | Tiranolete de Tumbes | 0.001 | 1 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | 0.001 | 1 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | 0.01 | 11 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | 0.001 | 1 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | 0.014 | 15 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | 0.009 | 10 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | 0.001 | 1 |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | 0.005 | 5 |
| Passeriformes | Vireonidae | *Cyclarhis gujanensis* | Verderón Cejirrufo | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo chivi* | Vireo Chiví | 0.001 | 1 |
| Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | 0.032 | 35 |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | 0.065 | 71 |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | 0.005 | 5 |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | 0.023 | 25 |
| Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | 0.068 | 75 |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Pi | TOTAL INDIVIDUOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | 0.067 | 73 |
| Passeriformes | Turdidae | *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | 0.007 | 8 |
| Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | 0.011 | 12 |
| Passeriformes | Passerellidae | *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | 0.009 | 10 |
| Passeriformes | Passerellidae | *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | 0.004 | 4 |
| Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | 0.017 | 19 |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | 0.003 | 3 |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | 0.008 | 9 |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | 0.002 | 2 |
| Passeriformes | Icteridae | *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | 0.021 | 23 |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | 0.006 | 7 |
| Passeriformes | Parulidae | *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | 0.007 | 8 |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | 0.012 | 13 |
| Passeriformes | Thraupidae | *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | 0.044 | 48 |
| Passeriformes | Thraupidae | *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | 0.068 | 75 |
| Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | 0.008 | 9 |

Abundancia relativa: A= Abundante > 50 individuo, C= Común > 10 a 49 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Curva de Dominancia de Especies

La curva de abundancia dominancia no difirió de una distribución de tipo logaritmica ($\chi^2$ = 35,7, p = 0,92) que caracteriza a una comunidad con pocas especies muy abundantes y numerosas especies raras. Este tipo de curva es común en comunidades ecológicas sometidas a perturbaciones periódicas como las de los bosques ecuatoriales secos. Esta distribución esta probablemente asociada a la marcada estacionalidad del área y representa una submuestra de un ensamble de aves de mayor riqueza.

La especie de mayor abundancia correspondió al Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys* que contribuyó con el 8 % de la abundancia total. Otras especies como *Geospizopsis plebejus, Polioptila bilineata, Mimus longicaudatus*, *Campylorhynchus fasciatus, Furnarius leucopus* y *Forpus coelestis* contribuyeron también con más del 5 % de los individuos registrados cada una y fueron halladas en todos los puntos de muestreo. Seguidamente se ubicaron las especies comunes, que contribuyeron con porcentajes de entre el 1 y el 4 % de la abundancia registrada.

Entre estas se incluyeron varias especies de amplia distribución como *Coragyps atratus, Lepidocolaptes souleyetii, Camptostoma obsoletum* o *Pyrocephalus rubinus,* y otras típicas de los bosques secos del suroccidente del Ecuador como *Amazilia amazilia, Columbina cruziana, Brotogeris pyrrhoptera, Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardii, Cyanocorax mystacalis*, *Dives warczewickzii* y *Sicalis flaveola*. Por otra parte,

la curva de dominancia de las especies indicó también un gran número de especies escasas cuyos valores de abundancia relativa fueron menores al 1 %.

En este conjunto se incluyeron principalmente especies de gran tamaño como *Piaya cayana, Accipiter bicolor, Parabuteo unicinctus, Buteo brachyurus, B. albonotatus, Campephilus gayaquilensis, Momotus momota, Herpetotheres cacchinnans* o *Caracara plancus.* En este grupo también se incluyeron las especies acuáticas como *Sayornis nigricans, Megaceryle torquata* y *Chloroceryle americana,* así como algunas especies tipicas de formaciones vegetales más húmedas o zonas de mayor y menor elevación como *Piaya cayana, Colaptes rubiginosus, Megarhyncus pitangua, Tyrannus melancholicus, Icterus mesomelas* o *Setophaga pitiayumi*. La curva de dominancia de especies se presenta en la Figura 3-44.

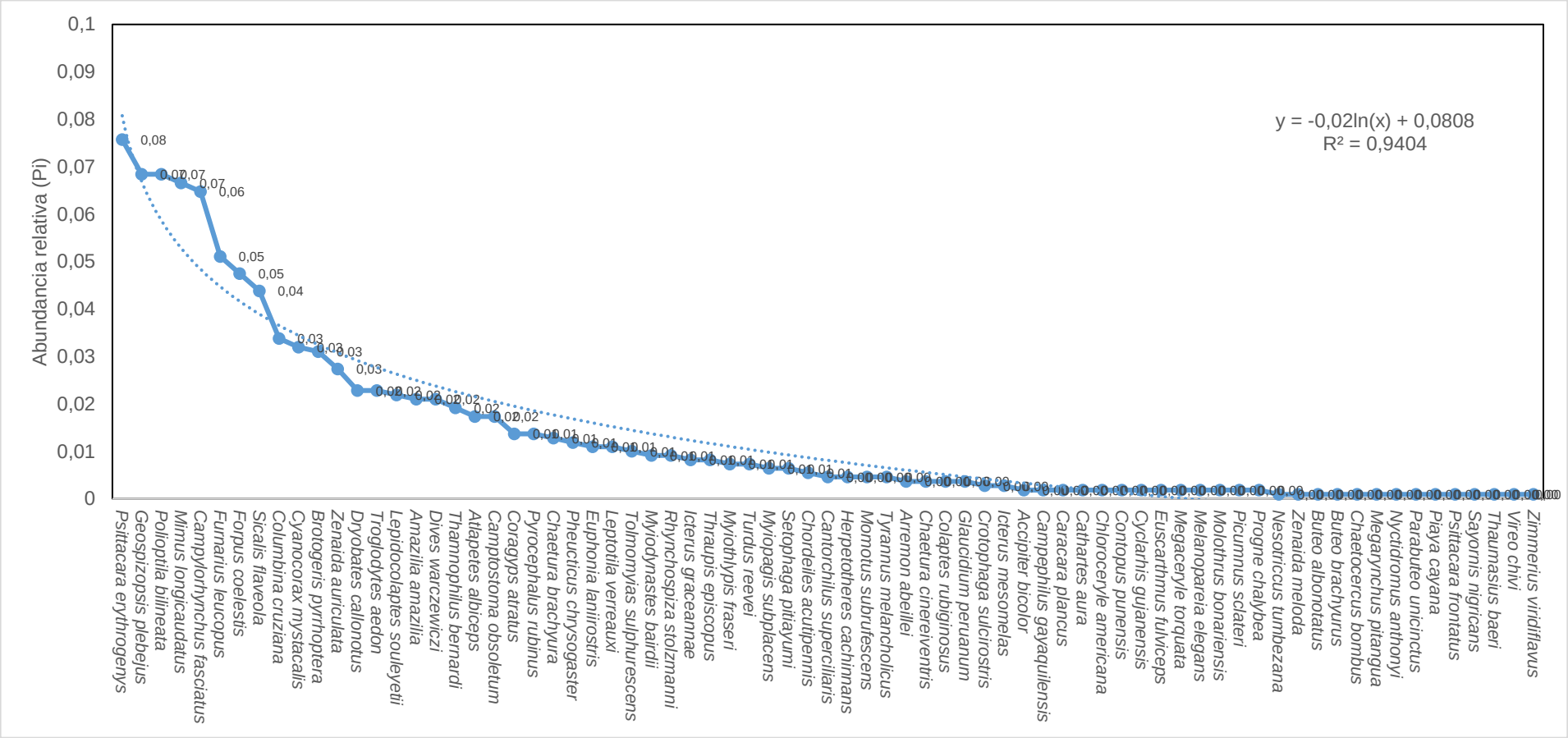



Figura 3-44: Curva de dominancia de especies de aves en el área de estudio- Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

e. Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies indicaron que los métodos de muestreo capturaron una diferente proporción de la riqueza de especies. El ajuste de la curva de acumulación de los transectos fue de tipo logarítmica (y = 19.742ln(x) + 16.895, $R^2$ = 0,99) y tendió a una asíntota indicando que se registró la mayoría de especies presentes en el área, con una reducción de la pendiente a partir de las 60 especies. En contraste, la curva de acumulación de las capturas con redes de neblina mostró un menor ajuste (y = 7.7879ln(x) + 4.5424, $R^2$= 0,97) y mostró una riqueza cercana a 20 especies, aunque no alcanzó una asíntota. Las curvas de acumulación y sus intervalos de confianza inferior y superior se presentan en la Figura 3-45.

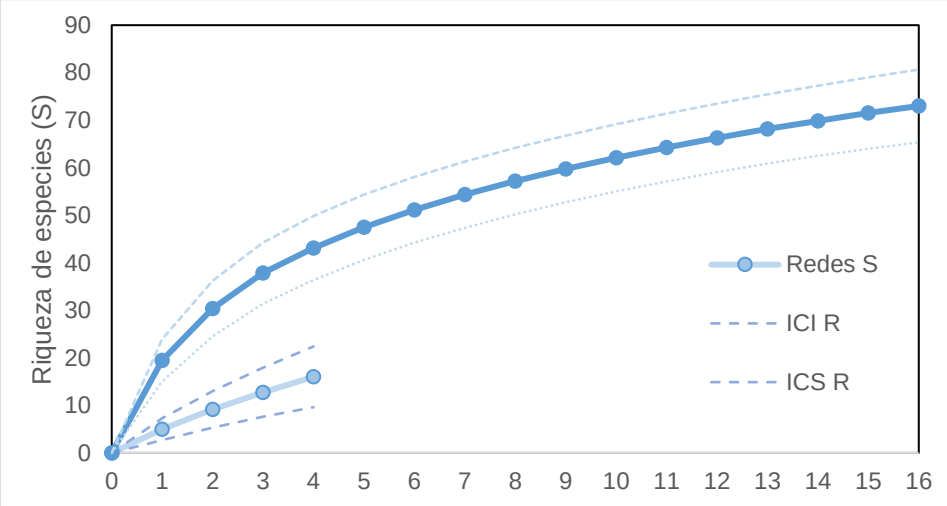



Figura 3-45: Curva de Acumulación de especies de aves registradas en el área del proyecto

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de Chao 1*

La riqueza estimada por el índice de Chao 1 para las aves observadas en los transectos indicó un valor de 79 especies, lo cual indica que la riqueza total observada de 73 especies represento el 92 % de la riqueza potencial de especies para el área. En contraste, para las capturas con redes de neblina se obtuvo un valor de riqueza estimado de 26 especies, implicando que la riqueza observada represento un 62 % de la potencial según el índice de Chao 1. Estos valores indican una alta riqueza de especies de aves en los bosques secos del sector de la concesión del proyecto minero Bramaderos y a su vez que el esfuerzo de muestreo logró capturar la mayoría de especies de aves halladas en el área. La curva con los valores del índice de Chao 1 se presentan en la Figura 3-46.

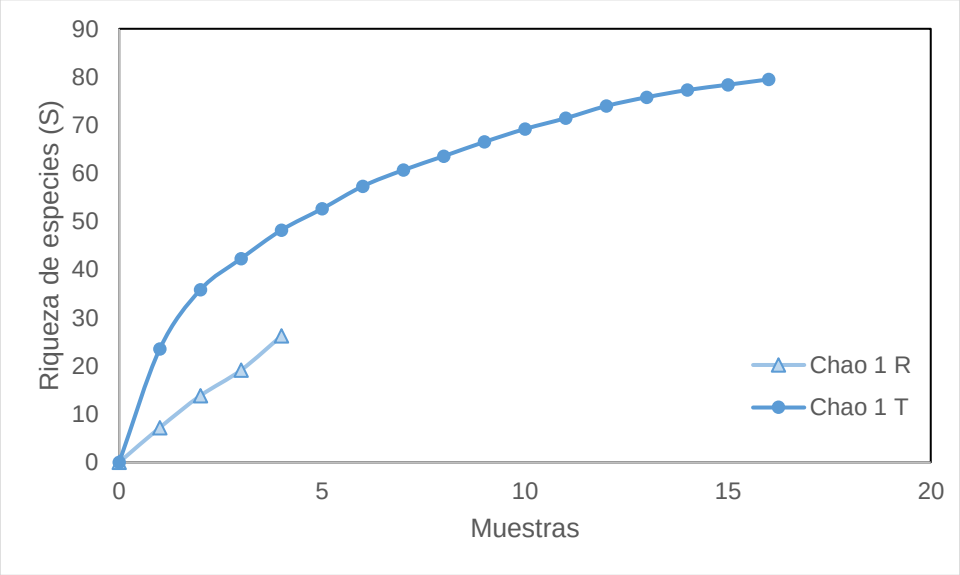



Figura 3-46: Valores de riqueza de especies de aves estimada por Chao 1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de similitud de Jaccard*

El análisis de la composición de especies mediante el índice de similitud de Jaccard indicó que hubo un alto recambio espacial entre los puntos de muestreo. El punto de muestreo que mostró la mayor desemejanza en la composición de especies fue el PMA-1 que obtuvo valores del índice de Jaccard entre 0,37 con PMA 2 y PMA 3 y de 0,41 con PMA 4. Esto debido a su menor riqueza de especies debido al mayor grado de perturbación en el área y la ausencia de varias especies de insectívoros y granívoros de sotobosque. Tres especies, *Chaetura cinereiventris, Megarynchus pitangua* y *Piaya cayana* fueron registradas en este punto de muestreo. Los puntos de muestreo PMA 3 y PMA 4 fueron los que mostraron la mayor similitud en la composición con un valor de Jaccard del 54 %.

Esta mayor similitud estuvo asociada a la semejanza de hábitats y cercanía espacial, aunque PMA 3 mostró un mayor grado de perturbación. Esto se reflejó en una mayor riqueza y diversidad de especies tolerantes a zonas perturbadas en PM3 donde hubo una mayor abundancia de especies como *Coragyps atratus*, *Furnarius leucopus* y *Zenaida auriculata*. PMA 3 también mostró una mayor abundancia de psitácidos como *Psittacara erythrogenys* y *Forpus coelestis* en comparación a PMA 4. Aunque es importante mencionar que las diferencias en abundancia están también asociadas a la mayor cantidad de transectos en PMA 4, en comparación a PMA 3. En contraste a estos dos puntos, el PMA 2 se caracterizó por una mayor diversidad que los otros puntos de muestreo con una mayor riqueza de especies sensibles y de hábitos silvícolas como *Picumnus sclateri, Campephilus gayaquilensis*, *Thamnophilus bernardii, Euscarthmus fulviceps, Myiopagis subplacens, Arremon abeillei*, *Myiothlypis fraseri* y *Parula pitiayumi.*

El menor grado de perturbación y mayor extensión y complejidad de la vegetación contribuyó en este punto también a la presencia de varias rapaces forestales como *Accipiter bicolor, Buteo brachyurus* y *B. albonotatus*. La semejanza en la composición de especies entre los puntos de muestreo se ilustra en el dendrograma de la Figura 3-47.

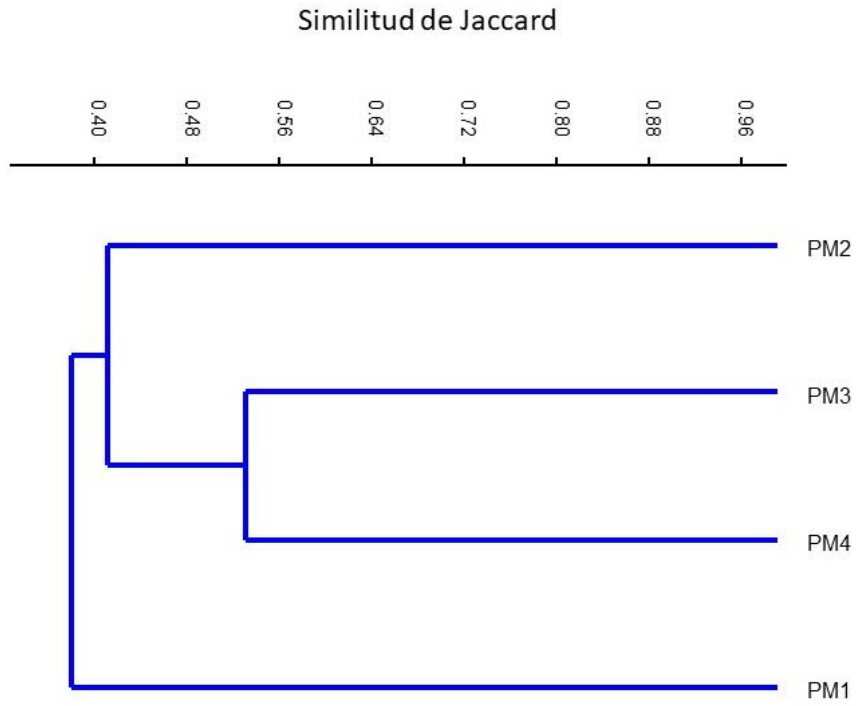



Figura 3-47: Dendrograma de similitud de la composición de especies entre puntos de muestreo en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### f. Índices de Diversidad

La riqueza global registrada durante el período de monitoreo fue de 73 especies que sumaron un total de 1095 individuos. Los valores de riqueza y abundancia contribuyeron a un valor de diversidad de H'=3,61 para el índice de Shannon y de diversidad de Simpson de ʎ = 0,96. Estos valores indicaron que existe una diversidad media que equivaldría a 40 especies efectivas y una probabilidad de 4 % de capturar un individuo de una misma especie como parte de una muestra aleatoria. Los valores de diversidad globales obtenidos se detallan en los valores de la Tabla 3-47.

Tabla 3-47: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | GLOBAL | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 73 | - |
| Abundancia (N) | 1096 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0.96 | Dominancia media |
| Shannon-Wiener (H') | 3.57 | Diversidad alta |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.3.3.2. Evaluación cuantitativa*

Análisis por punto de muestreo

a. Cuantitativo PMA-1

- *Inventario*

Durante el periodo de agosto de 2023, en el PMA-1 fueron registradas un total de 29 especies, 28 géneros, 18 familias y 9 órdenes. La composición de especies hallada se detalla en la Tabla 3-48.

Tabla 3-48: Composición y riqueza de especies de aves en PMA -1 - Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | Observación |
| 2 | Apodiformes | Apodidae | *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | Observación |
| 3 | Apodiformes | Apodidae | *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | Observación |
| 4 | Cuculiformes | Cuculidae | *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | Observación |
| 5 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Observación |
| 6 | Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | Observación |
| 7 | Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Captura |
| 8 | Piciformes | Picidae | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | Observación |
| 9 | Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | Caracara Crestado | Observación |
| 10 | Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Observación |
| 11 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Observación |
| 12 | Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Captura |
| 13 | Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Captura |
| 14 | Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Captura |
| 15 | Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Captura |
| 16 | Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | Captura |
| 17 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Observación |
| 18 | Passeriformes | Tyrannidae | *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | Observación |
| 19 | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Observación |
| 20 | Passeriformes | Troglodytidae | *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | Observación |
| 21 | Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Captura |
| 22 | Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Captura |
| 23 | Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Captura |
| 24 | Passeriformes | Passerellidae | *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | Captura |
| 25 | Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | Captura |
| 26 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | Observación |
| 27 | Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | Captura |
| 28 | Passeriformes | Thraupidae | *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | Captura |

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 29 | Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | Captura |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Riqueza*

En PMA-1 se registraron 29 especies que estuvieron repartidas en nueve órdenes. El orden mejor representado correspondió a los Passeriformes que incluyó 18 especies. Seguidamente se ubicaron los órdenes Apodiformes, Piciformes y Psittaciformes que contabilizaron dos especies cada uno. Finalmente se ubicaron los órdenes Caprimulgiformes, Cuculiformes, Columbiformes, Strigiformes y Falconiformes que registraron una sola especie cada uno. Entre estos últimos órdenes merece resaltarse la presencia del añapero *Chordeiles acutipennis*, una especie migratoria registrada descansando en los matorrales y árboles xerofíticos de este punto de muestreo. La riqueza de especies en cada uno de los órdenes taxonómicos encontradas se ilustra en la Figura 3-48.

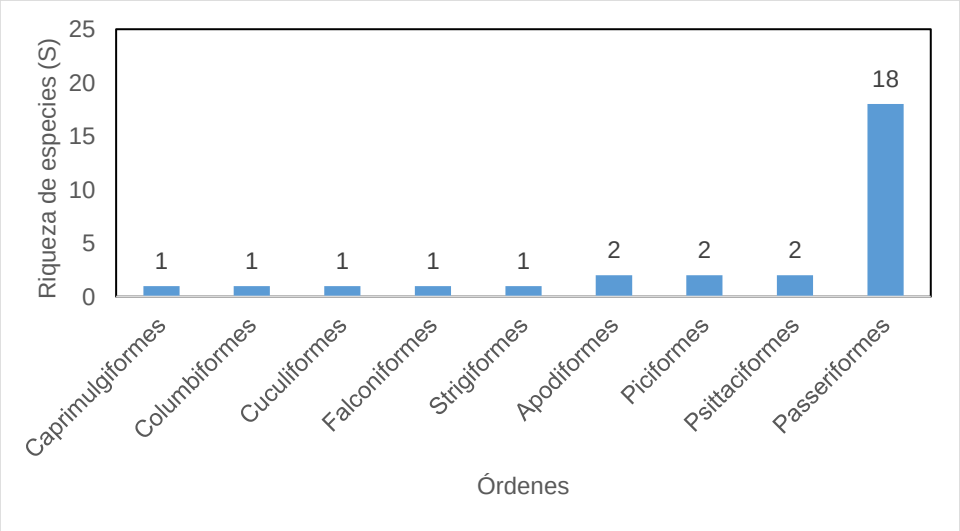



Figura 3-48: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA-1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza de especies hallada en PMA-1 se incluyó en 18 familias, de las cuales las de mayor riqueza correspondieron a Tyrannidae con cuatro especies y Troglodytidae con tres especies (Véase la Figura 3-49). Otras familias de Passeriformes como Furnariidae, Passerellidae y Thraupidae contabilizaron dos especies cada una.

También dos especies fueron registradas por las familias de otros órdenes como Apodidae, Picidae y Psittacidae. Las diez familias restantes estuvieron representadas por una sola especie e incluyeron entre otras a Cuculidae, Columbidae, Caprimulgidae, Strigidae, Falconidae, Thamnophilidae, Mimidae, Polioptilidae, Icteridae y Cardinalidae. Especies que fueron registradas en mayor abundancia o solo en este punto de muestreo incluyeron *Piaya cayana, Megarhynchus pitangua* y *Cantorchilus superciliaris*.

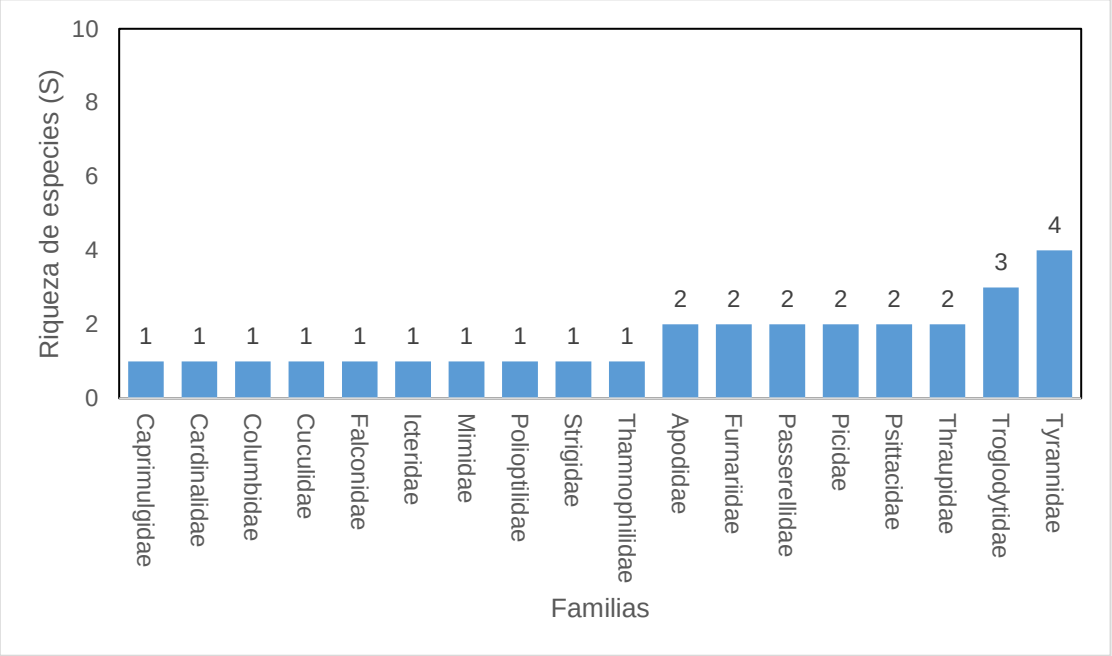



Figura 3-49: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMA-1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

El punto PMA-1 estuvo caracterizado por una menor abundancia de especies de loros y pericos en comparación a otros puntos de muestreo. La especie más abundante fue el Frigilo Pechicenizo *Geospizopsis plebejus* que registró 52 individuos, observándose varios grupos posados entre los arbustos y cactus mientras se alimentaban de semillas.

Otras ocho especies fueron comunes contabilizando al menos 5 individuos cada una, incluyendo al vencejo *Chaetura brachyura* (ssp. *ocypetes*), la Tórtola Orejuda Zenaida auriculata y varios Passeriformes como *Pyrocephalus rubinus, Troglodytes aedon, Polioptila bilineata, Mimus longicaudatus, Campylorhynchus fasciatus* y *Lepidocolaptes souleyetii.* Seguidamente se ubicaron 13 especies representadas por un número de individuos comprendido entre 2 y 4 individuos.

En este grupo se puede mencionar a *Chordeiles acutipennis, Chaetura cinereiventris, Colaptes rubiginosus, Dryobates callonotus, Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrrhoptera, Thamnophilus bernardi, Furnarius leucopus, Myiodynastes bairdii, Cantorchilus superciliaris, Icterus graceannae* y algunos semilleros que se mueven en grupos o en bandadas de especies mixtas como *Atlapetes albiceps* y *Rhynchospiza stolzmanni.*

Finalmente, siete especies fueron raras y registraron un solo individuo en este punto de muestreo. En este grupo se incluyó *Piaya cayana, Glaucidium peruanum, Caracara plancus, Megarynchus pitangua, Pheucticus chrysogaster, Thraupis episcopus y Camptostoma obsoletum*, El número de individuos registrado para cada especie se presenta en la Figura 3-50.

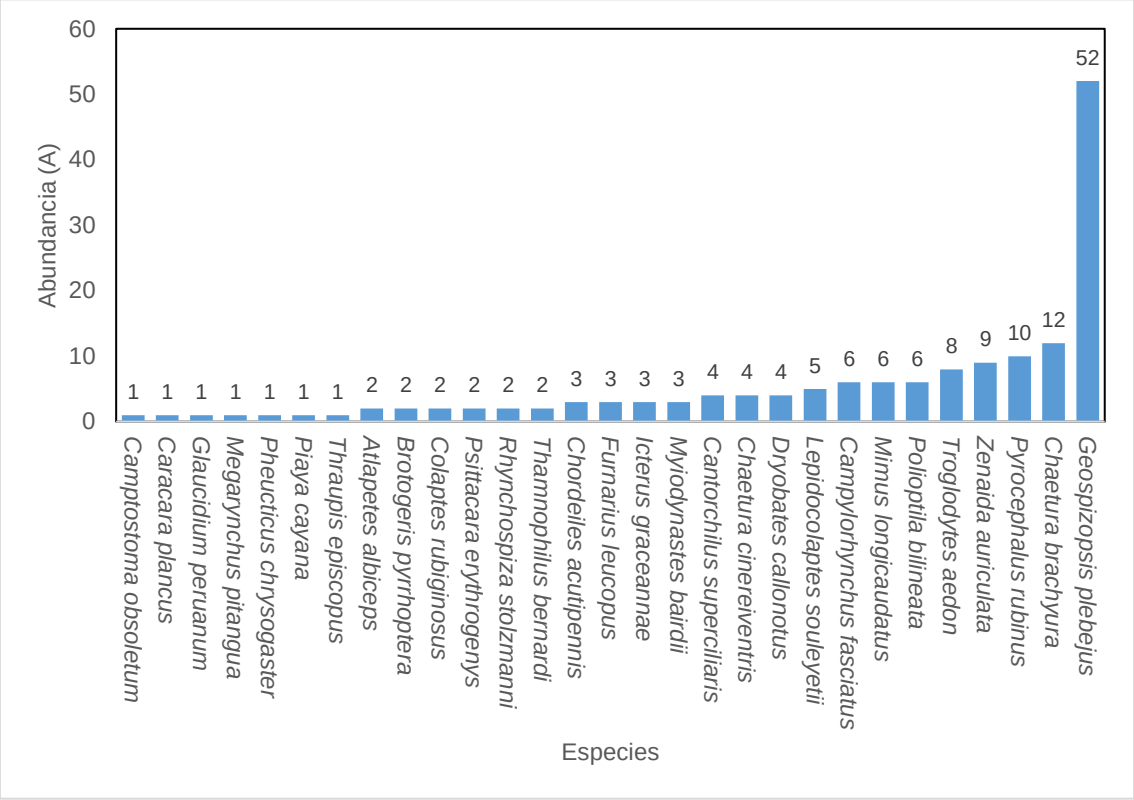



Figura 3-50: Abundancia de las especies de aves registradas en PMA-1 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La curva de dominancia relativa indicó que la distribución de la abundancia entre las especies no fue equitativa. La curva se ajustó a un modelo de tipo lognormal ($X_2$ = 0,8, p = 0,96) con una marcada dominancia de *Geospizopsis plebejus* que representó un 33 % de los individuos registrados. Otras especies que contribuyeron con porcentajes mayores al 5 % de la abundancia incluyeron *Chaetura brachyura* (8%), *Pyrocephalus rubinus* (6 %), *Zenaida auriculata* (6 %) y *Troglodytes aedon* (5 %).

Las especies restantes contribuyeron con porcentajes mucho menores, repartidas en 17 especies con valores entre el 4 y 1 % y siete especies raras que contribuyeron con menos del 1 % cada una. En este último grupo se incluyeron aquellas de zonas más húmedas como, por ejemplo, *Piaya cayana, Megarynchus pitangua* y *Thraupis episcopus.* La curva de dominancia del punto PMA 1 se presenta en la Figura 3-51.

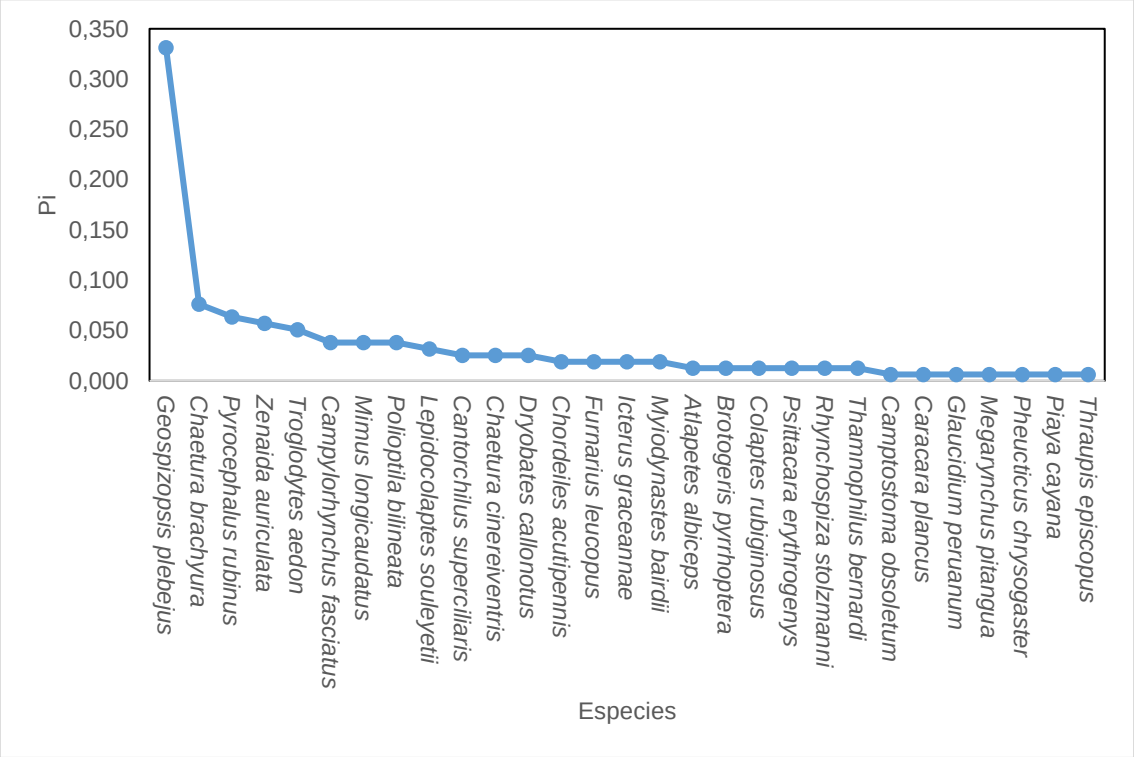



Figura 3-51: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-1

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los valores de diversidad hallados en este punto de muestreo fueron moderados con valores para el índice de Shannon de H'= 2,68, que equivalió a 15 especies efectivas. El valor del índice de diversidad de Simpson fue de ʎ= 0,96, indicando una probabilidad de 4 % de obtener dos individuos de una misma especie de manera aleatoria. El valor de Simpson en término de especies efectivas equivalió a 8. Los valores de los índices de diversidad registrados en este punto se presentan en la Tabla 3-49.

Tabla 3-49: Índices de diversidad de aves registradas en PMA-1-Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | PMA-1 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 29 | - |
| Abundancia (N) | 157 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,96 | Dominancia media |
| Shannon-Wiener (H') | 2,68 | Diversidad media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Cuantitativo PMA-2

- *Inventario y Riqueza*

En este punto de muestreo mediante capturas con redes de neblina y censos en transectos de banda fija se registraron 51 especies de aves pertenecientes a 23 familias y nueve (9) órdenes que correspondieron en su mayoría a especies típicas de la región Tumbesina del suroccidente de Ecuador y norte de Perú. Las 51 especies registradas

en este punto representaron un 49 % de la riqueza global hallada en el monitoreo del área de Bramaderos durante el período de estudio. En la Tabla 3-50 se detallan las especies de aves registradas.

Tabla 3-50: Composición y riqueza de especies de aves en PMA-2– Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | Observación |
| 2 | Apodiformes | Trochilidae | *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | Observación |
| 3 | Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | Observación |
| 4 | Columbiformes | Columbidae | *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | Observación |
| 5 | Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | Observación |
| 6 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Observación |
| 7 | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | Observación |
| 8 | Accipitriformes | Accipitridae | *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | Observación |
| 9 | Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | Observación |
| 10 | Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | Observación |
| 11 | Piciformes | Picidae | *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | Observación |
| 12 | Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Captura |
| 13 | Piciformes | Picidae | *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | Observación |
| 14 | Piciformes | Picidae | *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | Observación |
| 15 | Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | Caracara Crestado | Observación |
| 16 | Falconiformes | Falconidae | *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | Observación |
| 17 | Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Observación |
| 18 | Psittaciformes | Psittacidae | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | Observación |
| 19 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Observación |
| 20 | Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Captura |
| 21 | Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Captura |
| 22 | Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Captura |
| 23 | Passeriformes | Melanopareiidae | *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | Observación |
| 24 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | Captura |
| 25 | Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Captura |
| 26 | Passeriformes | Tyrannidae | *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | Observación |
| 27 | Passeriformes | Tyrannidae | *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | Observación |
| 28 | Passeriformes | Tyrannidae | *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | Observación |
| 29 | Passeriformes | Tyrannidae | *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | Observación |
| 30 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Observación |
| 31 | Passeriformes | Vireonidae | *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | Observación |
| 32 | Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | Observación |
| 33 | Passeriformes | Hirundinidae | *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | Observación |
| 34 | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Observación |
| 35 | Passeriformes | Troglodytidae | *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | Observación |
| 36 | Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Captura |
| 37 | Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Captura |
| 38 | Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Captura |
| 39 | Passeriformes | Passerellidae | *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | Captura |
| 40 | Passeriformes | Passerellidae | *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | Observación |
| 41 | Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | Captura |
| 42 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | Observación |
| 43 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | Observación |
| 44 | Passeriformes | Icteridae | *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | Observación |

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 45 | Passeriformes | Icteridae | *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | Observación |
| 46 | Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | Observación |
| 47 | Passeriformes | Parulidae | *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | Observación |
| 48 | Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado (Huiracchuro) | Observación |
| 49 | Passeriformes | Thraupidae | *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | Observación |
| 50 | Passeriformes | Thraupidae | *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | Captura |
| 51 | Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | Captura |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

En el punto PMA-2 se registró 51 especies las cuales pertenecieron a nueve órdenes y 23 familias. El orden con mayor riqueza fue Passeriformes que contabilizó 32 especies. A continuación, se ubicaron en orden descendente Piciformes con cuatro especies y Accipitriformes, Columbiformes y Psittaciformes que registraron tres especies cada uno. Apodiformes y Falconiformes estuvieron representados por dos especies solamente y Caprimulgiformes y Cathartiformes por una sola especie. La distribución de la riqueza en los órdenes registrados se presenta en la Figura 3-52.

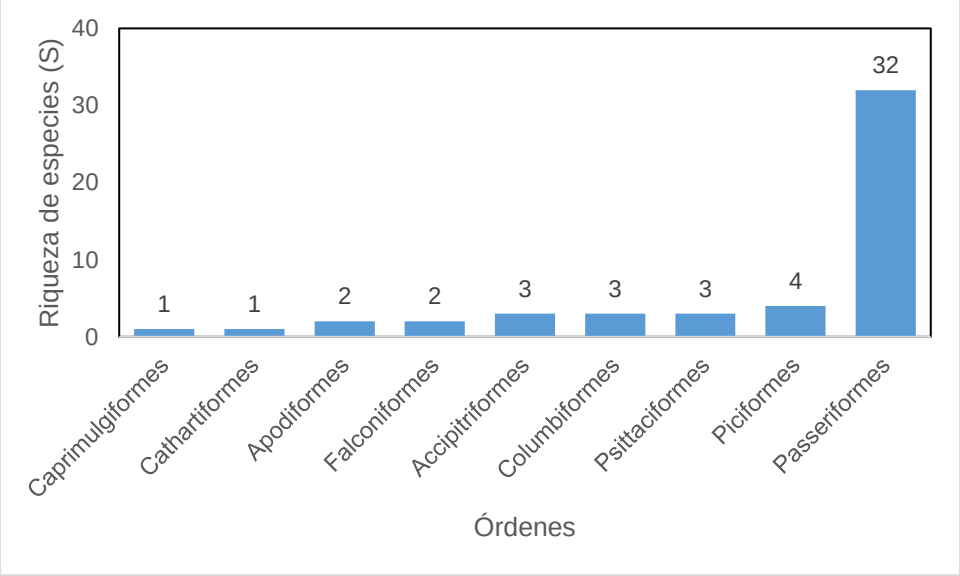



Figura 3-52: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA-2

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza de especies hallada en PMA-2 estuvo distribuida en 23 familias. La familia de los atrapamoscas Tyrannidae fue la que registró la mayor riqueza contabilizando 7 especies. A continuación, se ubicaron Picidae e Icteridae que registraron cuatro especies cada una y seguidamente un grupo de seis familias que contabilizaron tres especies incluyendo Troglodytidae, Psittacidae, Passerellidae, Columbidae y Accipitridae. Las familias restantes tuvieron dos especies como ocurrió con Trochilidae, Parulidae, Furnariidae y Falconidae o solo una especie como sucedió con Cathartidae, Caprimulgidae, Thamnophilidae, Mimidae, Polioptilidae, Corvidae, Cardinalidae, Melanopareidae e Hirundinidae. Este punto de muestreo fue el de mayor envergadura y también el que registró la avifauna más diversa y ecológicamente más compleja. El número de especies registrado en cada familia se ilustra en la Figura 3-53.

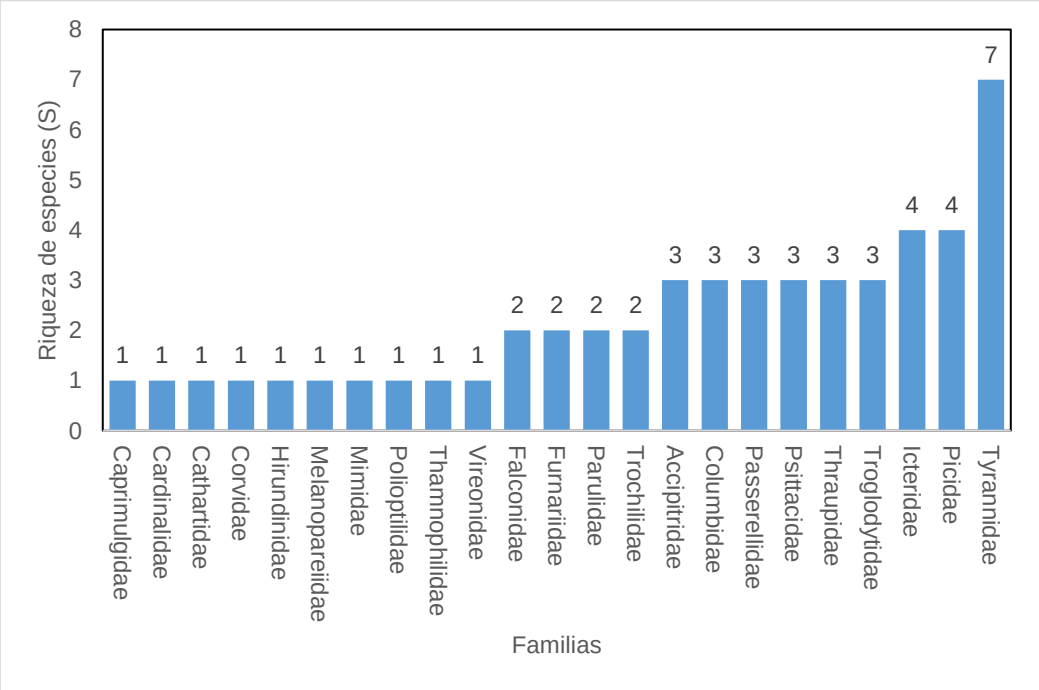



Figura 3-53: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMA-2

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

En este punto de muestreo se registró un total de 318 individuos mediante capturas con redes de neblina y censos audiovisuales en transectos de banda fija. Las especies más abundantes correspondieron a Passeriformes insectívoros como el Soterrey Ondeado *Campylorhynchus fasciatus* que contabilizó 33 individuos y seguidamente se ubicaron *Polioptila bilineata* con 26 individuos, *Cyanocorax mystacalis* con 18 individuos y *Furnarius leucopus* con 16 individuos y *Troglodytes aedon* con 10 individuos. También fueron abundantes en este punto de muestreo especies como *Brotogeris pyrroptera, Psittacara erythrogenys* y *Columbina cruziana* que contabilizaron entre 12 y 16 individuos cada una. Una tercera parte de las especies fueron comunes registrando al menos 5 individuos. Este grupo incluyó una gran variedad de especies incluyendo colibríes como *Amazilia amazilia,* granívoros como *Leptotila verreauxi, Forpus coelestis, Dives warczewiczi, Rhynchospiza stolzmanni* y *Geospizopsis plebejus*, insectívoros medianos y pequeños como *Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardi, Lepidocolaptes souleyetii, Myiopagis subplacens, Camptostoma obsoletum, Tolmomyias sulphurescens, Mimus longicaudatus, Icterus graceannae, Setophaga pitiayumi* y *Myiothlypis fraseri.* El resto de especies fueron poco comunes o raras registrando menos de cinco individuos. Dentro de este grupo destacó el Azor bicolor *Accipiter bicolor* solo registrado en este punto de muestreo y también diez especies que contabilizaron un solo individuo incluyendo el chotacabras *Nyctidromus anthonyi*, rapaces como *Buteo brachyurus, Buteo albonotatus* y *Caracara plancus*, y también algunos insectívoros como *Zimmerius viridiflavus, Cyclarhis gujanensis y Cantorchilus superciliaris.* El detalle del número de individuos registrado por las especies en el PMA-2 se ilustra en la Figura 3-54.

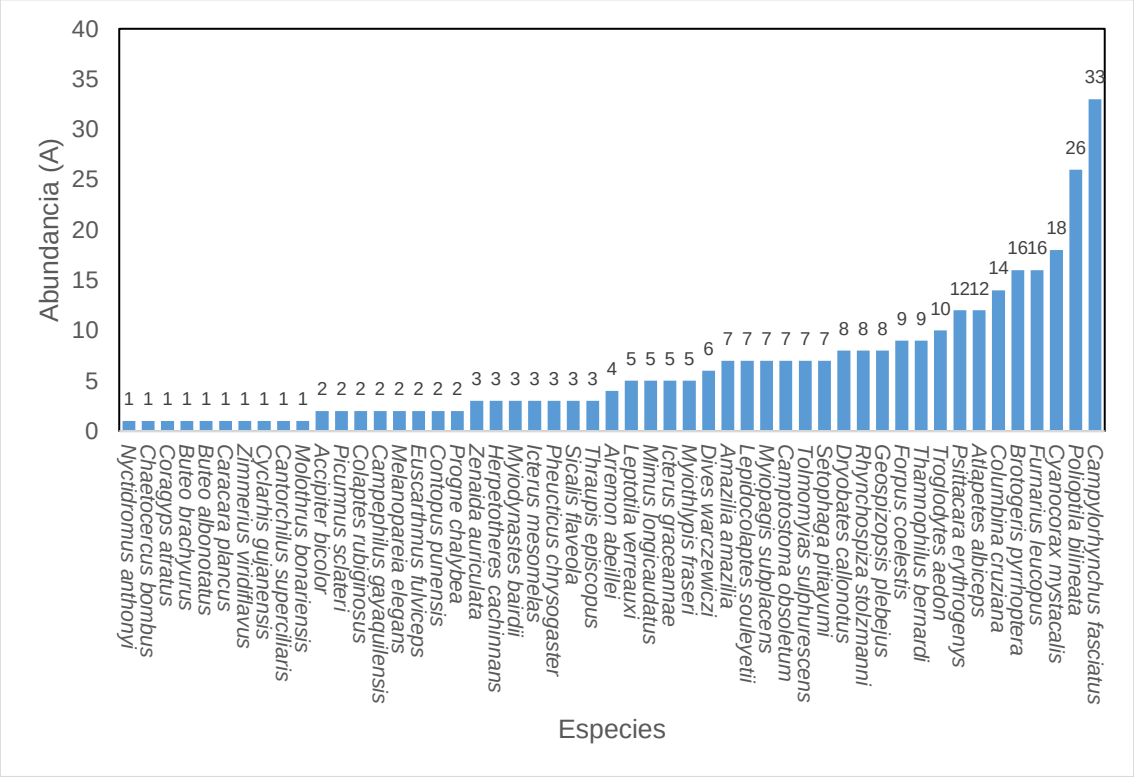



Figura 3-54: Abundancia de las especies de aves registradas en PMA-2 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La curva de abundancia relativa en PMA-2 indicó que hubo una desigual distribución de la abundancia de las especies. La distribución de la curva se ajustó a un modelo logarítmico ($X_2$ = 14, p = 0,99). La mayor contribución al número de individuos correspondió a Campylorhynchus fasciatus con 10 % y a Polioptila bilineata con 8 %. Especies de la región tumbesina como *Cyanocorax mystacalis, Brotogeris cyanoptera, Furnarius leucopus, Columbina cruziana, Psittacara erythrogenys* y *Atlapetes albiceps* contribuyeron con porcentajes superiores al 3 %. La contribución de 24 especies restantes a la abundancia relativa fue menor y se ubicó entre el 1 y 3 % solamente. En este conjunto se incluyeron una gran variedad de insectívoros, omnívoros y granívoros de pequeño tamaño como *Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardi, Rhynchospiza stolzmanni, Geospizopsis plebejus, Lepidocolaptes souleyetii, Myiopagis subplacens, Camptostoma obsoletum, Tolmomyias sulphurescens, Setophaga pitiayumi, Mimus longicaudatus, Icterus graceannae, Myiothlypis fraseri*, y *Arremon abeillei.* Ocho especies poco comunes contribuyeron con porcentajes aún menores al 1 % como ocurrió con *Accipiter bicolor, Picumnus sclateri, Colaptes rubiginous, Campephilus gayaquilensis, Melanopareia elegans, Euscarthmus fulviceps, Contopus punensis* y *Progne chalybea*.

Finalmente, la menor proporción de individuos correspondió a especies escasas, las cuales sumaron un 3 % de la abundancia en conjunto e individualmente alcanzaron porcentajes menores al 0,05 %. La curva de dominancia con los valores de abundancia relativa se detalla en la Figura 3-55.

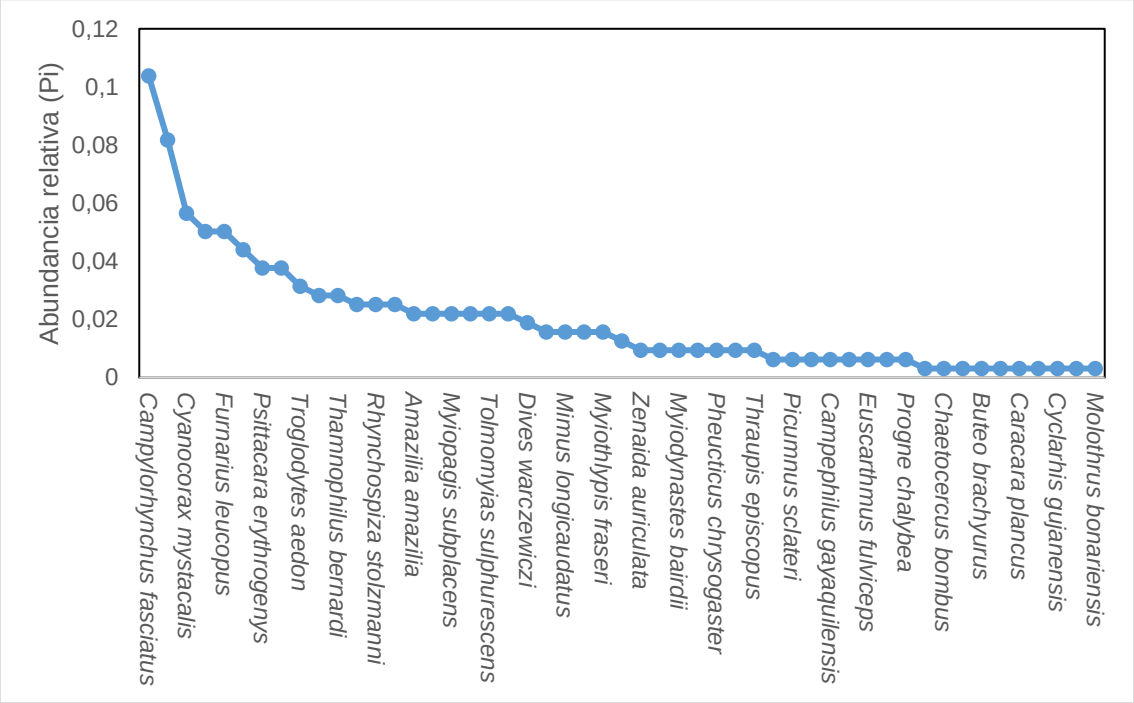



Figura 3-55: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-2

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

El punto de muestreo PMA-2 fue el que registró los mayores valores de diversidad. El valor del índice de Shannon-Wiener fue de 3,52 nats, lo que resultó en un valor de 33 especies efectivas. El valor del índice de Simpson fue de 0,96 indicando que hubo una probabilidad de solo el 4 % de escoger dos individuos de la misma especie de manera aleatoria. El valor del índice de Simpson equivalió a 25 especies efectivas. Los valores de riqueza y diversidad en este punto de monitoreo se presentan en la Tabla 3-51.

Tabla 3-51: Índices de diversidad de aves registradas en el PMA-2-Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | PMA-2 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 51 | - |
| Abundancia (N) | 318 | - |
| Simpson_1-D (λ) | 0.96 | Dominancia media |
| Shannon-Wiener (H') | 3.52 | Diversidad alta |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Cuantitativo PMA-3

- *Inventario y Riqueza*

En el punto PMA-3 se registró durante el período de monitoreo un total de 41 especies incluidas en 40 géneros, 26 familias y 12 órdenes. La composición de especies hallada se detalla en la Tabla 3-52.

Tabla 3-52: Composición y riqueza de especies de aves en, PMA-3 – Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | Grabación |
| 2 | Apodiformes | Apodidae | *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | Observación |
| 3 | Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | Captura |
| 4 | Cuculiformes | Cuculidae | *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | Observación |
| 5 | Columbiformes | Columbidae | *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | Observación |
| 6 | Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | Observación |
| 7 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Captura |
| 8 | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | Observación |
| 9 | Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | Observación |
| 10 | Acciptriformes | Accipitridae | *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | Observación |
| 11 | Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | Observación |
| 12 | Coraciiformes | Alcedinidae | *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | Captura |
| 13 | Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Captura |
| 14 | Falconiformes | Falconidae | *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | Observación |
| 15 | Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Observación |
| 16 | Psittaciformes | Psittacidae | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | Observación |
| 17 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | Observación |
| 18 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Observación |
| 19 | Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Captura |
| 20 | Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Captura |
| 21 | Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Captura |
| 22 | Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Captura |
| 23 | Passeriformes | Tyrannidae | *Nesotriccus tumbezana* | Tiranolete de Tumbes | Observación |
| 24 | Passeriformes | Tyrannidae | *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | Observación |
| 25 | Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | Observación |
| 26 | Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | Captura |
| 27 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Observación |
| 28 | Passeriformes | Vireonidae | *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | Observación |
| 29 | Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | Observación |
| 30 | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Observación |
| 31 | Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Captura |
| 32 | Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Captura |
| 33 | Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Captura |
| 34 | Passeriformes | Turdidae | *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | Captura |
| 35 | Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | Observación |
| 36 | Passeriformes | Icteridae | *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | Observación |
| 37 | Passeriformes | Icteridae | *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | Observación |
| 38 | Passeriformes | Parulidae | *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | Observación |
| 39 | Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | Observación |
| 40 | Passeriformes | Thraupidae | *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | Observación |
| 41 | Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | Captura |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

En el PMA-3 se registró un total de 41 especies que estuvieron distribuidas en 12 órdenes taxonómicos. El orden que contuvo la mayor riqueza de especies fueron los Passeriformes de manera semejante a los puntos de muestreo PMA-1 y PMA-2. Los Passeriformes contabilizaron 23 especies y a continuación en orden descendente se incluyeron los Psittaciformes con cuatro especies, los Columbiformes con tres especies

y los Apodiformes y Cathartiformes con dos especies cada uno. Los siete órdenes restantes registraron una sola especie como se ilustra en la Figura 3-56. Entre estos últimos se incluyeron Caprimulgiformes, Cuculiformes, Accipitriformes, Strigiformes, Coraciiformes, Falconiformes y Piciformes.

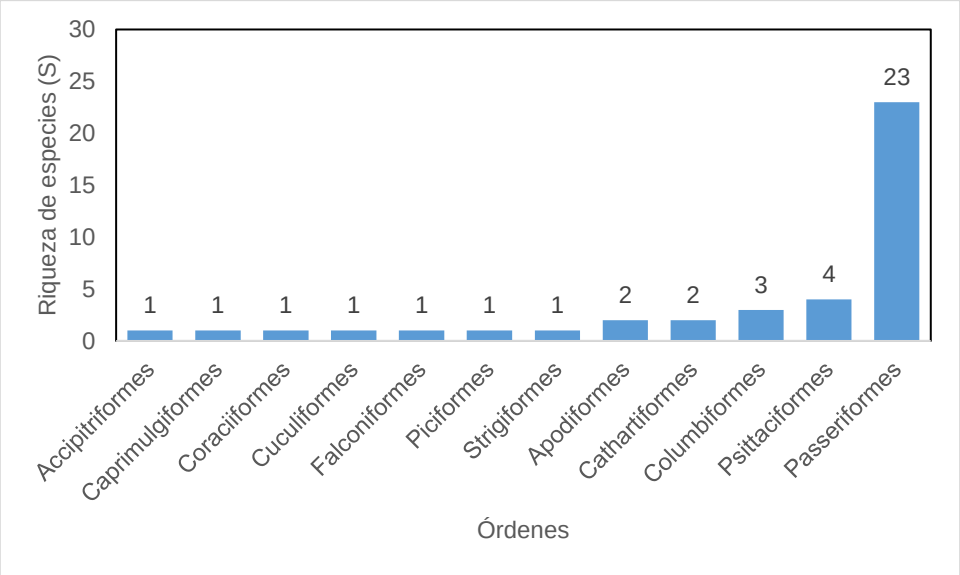



Figura 3-56: Riqueza de especies de aves en órdenes taxonómicos en el punto cuantitativo PMA-3

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

En este punto de muestreo se registraron 26 familias de aves que mostró una composición ligeramente diferente a lo observado en los puntos PMA 1 y PMA 2 debido al mayor grado de intervención humana en el área. La familia con mayor riqueza correspondió a Tyrannidae que contabilizó seis especies incluyendo *Myiodynastes bairdii, Nesotriccus tumbezana, Camptostoma obsoletum, Tolmomyias sulphurescens, Pyrocephalus rubinus* y *Sayornis nigricans*, este último asociado a cuerpos de agua lóticos. Seguidamente se ubicaron Psittacidae con cuatro especies y Columbidae con tres especies. Cinco familias estuvieron representadas por dos especies incluyendo Troglodytidae, Thraupidae, Icteridae, Furnariidae y Cathartidae. Las 18 familias restantes estuvieron pobremente representadas ya que registraron una sola especie. En este grupo se incluyen Accipitridae, Alcedinidae, Cuculidae, Picidae, Trochilidae y varias de Passeriformes como Cardinalidae, Corvidae, Fringillidae, Mimidae, Parulidae, Thamnophilidae y Vireonidae. La riqueza de especies en cada familia se presenta en la Figura 3-57.

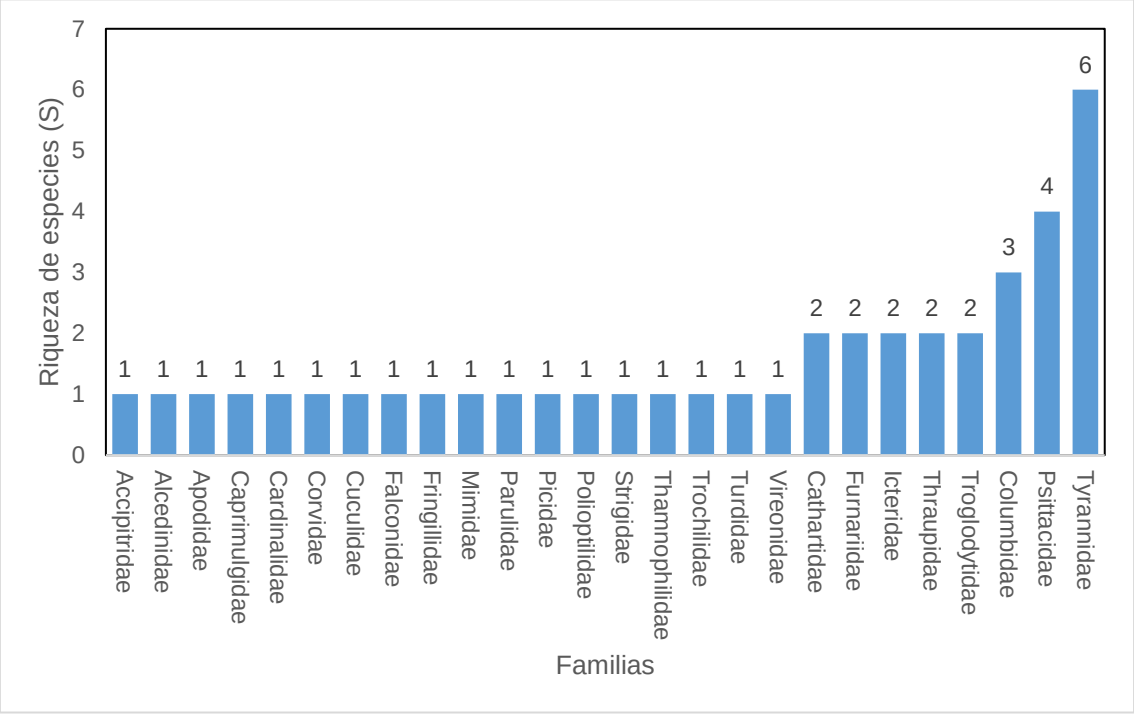



Figura 3-57: Riqueza de especies de aves en familias registradas el punto cuantitativo PMA-3

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

El total de individuos registrados fue de 337 en este punto de muestreo. Las especies más abundantes correspondieron a los psitácidos como el Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys* con 56 individuos y seguidamente el Perico del Pacífico *Forpus coelestis* que contabilizó 32 individuos. Otras especies importantes por el número de individuos fueron *Mimus longicaudatus, Furnarius leucopus, Columbina cruziana, Campylorhynchus fasciatus, Polioptila bilineata, Coragyps atratus, Sicalis flaveola y Zenaida auriculata* que contabilizaron al menos 10 individuos. Seguidamente se ubicó un grupo de 22 especies poco comunes cuya abundancia varió entre 2 y 9 individuos. Este grupo incluyó una amplia variedad de especies de insectívoros como *Dryobates callonotus, Lepidocolaptes souleyetii, Pyrocephalus rubinus, Camptostoma obsoletum, Troglodytes aedon, Myiothlypis fraseri, Myiodynastes bairdii*, omnívoros como *Turdus reevei, Cyanocorax mystacalis, Thraupis episcopus* además de carroñeras como *Cathartes aura* y acuáticas como *Megaceryle torquata*. finalmente, con solo un individuo registrado se ubicaron 9 especies entre las cuales se puede mencionar a Crotophaga *sulcirostris, Parabuteo unicinctus, Glaucidium peruanum, Psittacara frontatus, Thamnophilus bernardi, Nesotriccus tumbezana, Sayornis nigricans, Cyclarhis gujanensis* y *Molothrus bonariensis*. El número de individuos registrados se ilustra en la Figura 3-58.

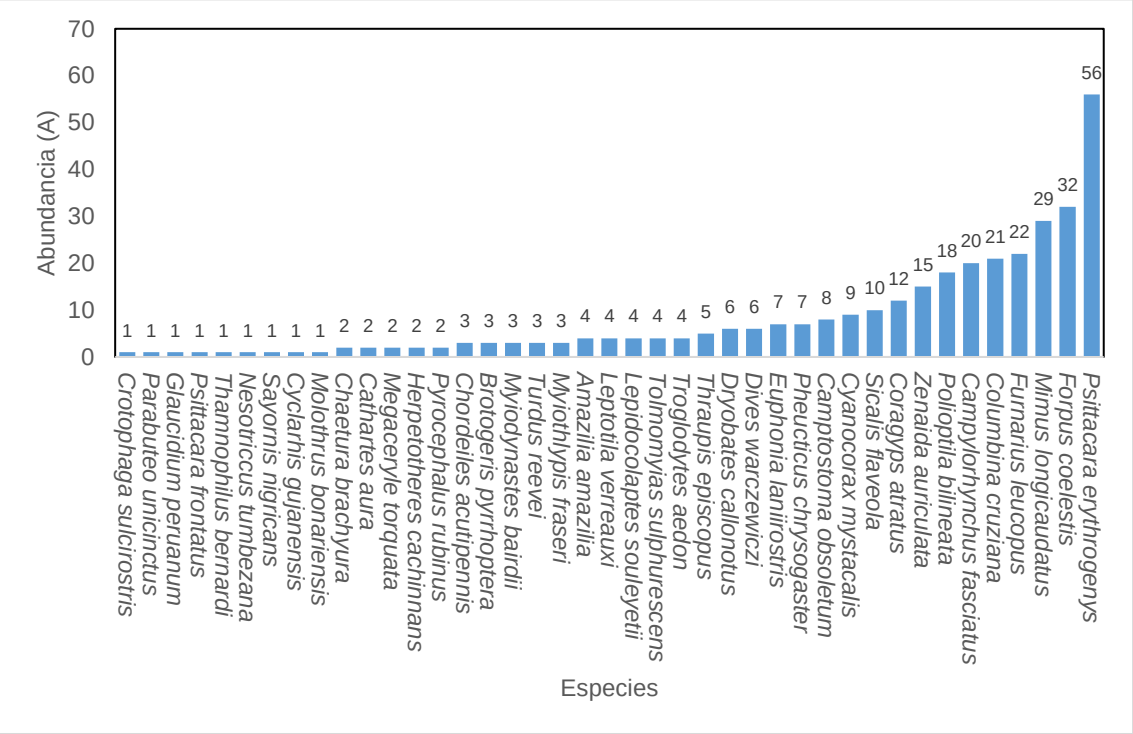



Figura 3-58: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-3

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La curva de abundancia relativa en PMA-3 indicó una distribución heterogénea de la abundancia de las especies. La distribución de la curva se ajustó a un modelo de serie logarítmica ($X_2$ = 3,52, p = 0,99). La mayor contribución al número de individuos correspondió al Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys* con un 17 % de la abundancia total. A continuación, con porcentajes entre el 10 % y 5 % de la abundancia se encontraron *Forpus coelestis*, *Mimus longicaudatus*, *Furnarius leucopus, Columbina cruziana, Campylorhynchus fasciatus, Polioptila bilineata* y *Zenaida auriculata.* Seguidamente se ubicó un grupo heterogéneo de especies cuya contribución a la abundancia total estuvo comprendida entre el 1 y 5 % incluyéndose aquí algunos insectívoros como *Camptostoma obsoletum, Dryobates callonotus, Lepidocolaptes souleyetii* y *Troglodytes aedon*, además de algunos omnívoros y granívoros arbóreos como *Cyanocorax mystacalis, Sicalis flaveola, Euphonia laniirostris, Thraupis episcopus* y *Dives warczewickzii*.

Finalmente, la menor proporción de individuos correspondió a especies escasas, las cuales representaron en conjunto un 10 % de todos los individuos registrados. A nivel individual estas especies contribuyeron con valores menores al 1 % y estuvieron representados por uno o dos individuos solamente como fue el caso de *Parabuteo unicinctus, Glaucidium peruanum, Crotophaga sulcirostris* y el amenazado Perico de Cordilleras *Psittacara frontatus*. La curva de dominancia con los valores de abundancia relativa se detalla en la Figura 3-59.

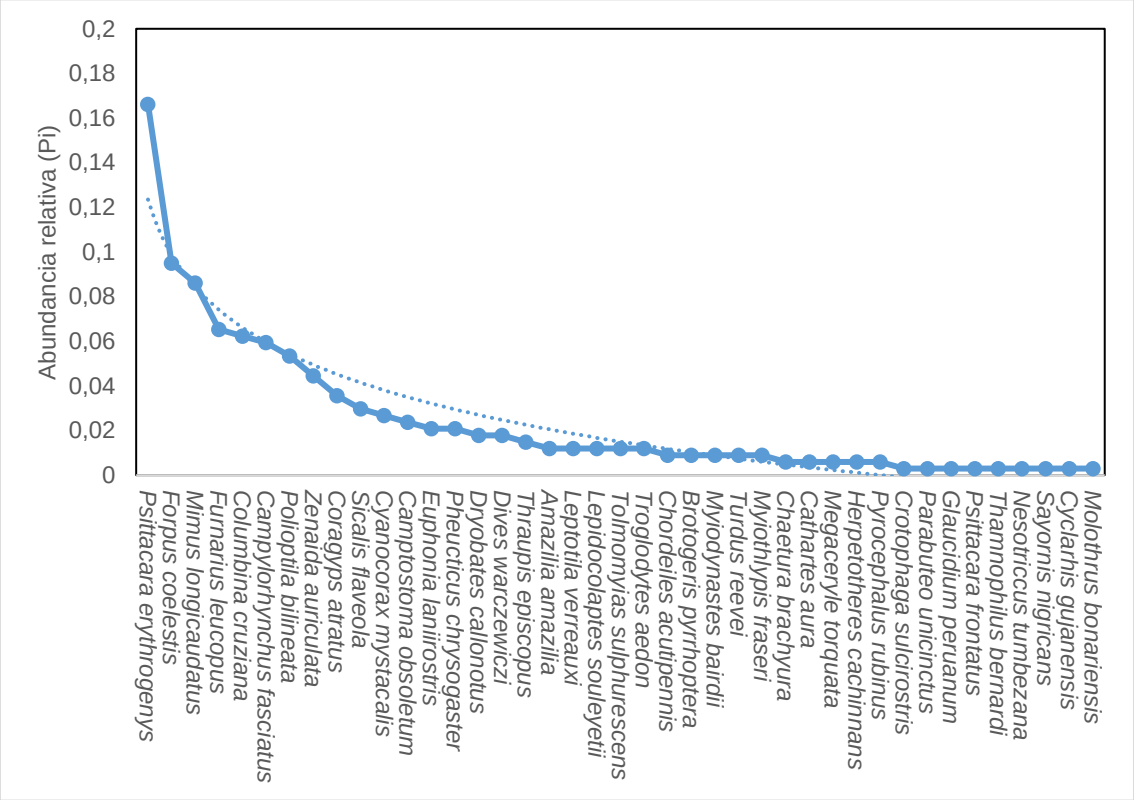



Figura 3-59: Curva de dominancia de especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-3

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

El punto de muestreo PMA-3 correspondió a un área de matorrales con un mayor nivel de perturbación en comparación a PMA-2. A pesar de esto, los resultados obtenidos de los índices de diversidad fueron similares con un valor del índice de Shannon Wiener de H'= 3,10 o su equivalente de 22 especies efectivas. Para el índice de Simpson el valor fue de ʎ = 0,93 indicando una mayor dominancia de unas pocas especies como *Psittacara erythrogenys*. El valor del índice de diversidad de Simpson indicó una probabilidad del 7 % de extraer dos individuos de una misma especie en el área de muestreo y resultó en un valor de 15 especies efectivas. Los valores de diversidad del punto PMA-33 se ilustran en la Tabla 3-53.

Tabla 3-53: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | PMA-3 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 41 | - |
| Abundancia (N) | 337 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,93 | Dominancia media |
| Shannon-Wiener (H') | 3,10 | Diversidad alta |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Cuantitativo PMA-4

- *Inventario y Riqueza*

Durante el periodo de agosto de 2023, en el punto de muestreo PMA-4 fueron registradas un total de 36 especies pertenecientes a 35 géneros, 23 familias y 9 órdenes. La composición de especies hallada se detalla en la Tabla 3-54.

Tabla 3-54: Composición y riqueza de especies de aves en PMA 4 – Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Apodiformes | Trochilidae | *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | Observación |
| 2 | Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | Observación |
| 3 | Cuculiformes | Cuculidae | *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | Observación |
| 4 | Columbiformes | Columbidae | *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | Observación |
| 5 | Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | Observación |
| 6 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Captura |
| 7 | Columbiformes | Columbidae | *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | Observación |
| 8 | Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | Observación |
| 9 | Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | Observación |
| 10 | Coraciiformes | Alcedinidae | *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | Observación |
| 11 | Coraciiformes | Momotidae | *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | Observación |
| 12 | Piciformes | Picidae | *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Captura |
| 13 | Psittaciformes | Psittacidae | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Observación |
| 14 | Psittaciformes | Psittacidae | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | Observación |
| 15 | Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Observación |
| 16 | Passeriformes | Furnariidae | *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Captura |
| 17 | Passeriformes | Furnariidae | *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Captura |
| 18 | Passeriformes | Thamnophilidae | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Captura |
| 19 | Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Captura |
| 20 | Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | Captura |
| 21 | Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Observación |
| 22 | Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | Observación |
| 23 | Passeriformes | Vireonidae | *Vireo chivi* | Vireo Chiví | Observación |
| 24 | Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | Observación |
| 25 | Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Observación |
| 26 | Passeriformes | Troglodytidae | *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Captura |
| 27 | Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Captura |
| 28 | Passeriformes | Mimidae | *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Captura |
| 29 | Passeriformes | Turdidae | *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | Captura |
| 30 | Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | Observación |

| NO. | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|---|---|---|---|---|---|
| 31 | Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | Captura |
| 32 | Passeriformes | Icteridae | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | Observación |
| 33 | Passeriformes | Icteridae | *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | Observación |
| 34 | Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado (Huiracchuro) | Observación |
| 35 | Passeriformes | Thraupidae | *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | Observación |
| 36 | Passeriformes | Thraupidae | *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | Captura |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza de especies en este punto estuvo compuesta por 36 especies de las cuales 21 correspondieron al orden Passeriformes (Véase la Figura 3-60). Seguidamente se ubicaron otros órdenes como Columbiformes que registró 4 especies, Psittaciformes con tres especies y Coraciiformes y Apodiformes que registraron tres especies cada uno. Los otros cuatro órdenes registrados que incluyeron Cuculiformes, Cathartiformes, Strigiformes y Piciformes estuvieron representados por una sola especie.

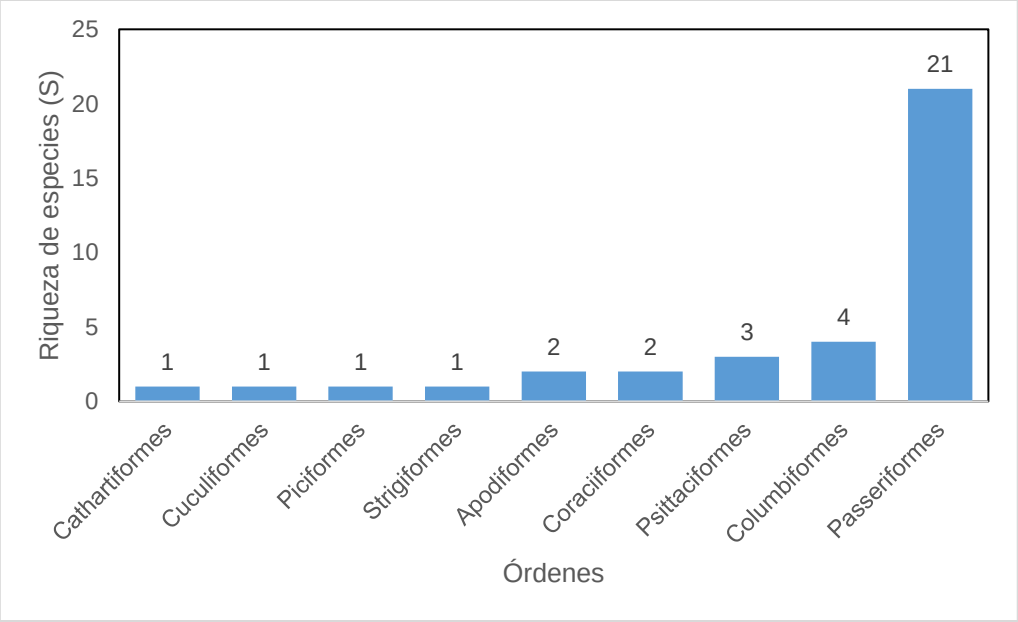



Figura 3-60: Riqueza de especies en órdenes taxonómicos de aves registrados en el punto cuantitativo PMA-4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La composición y riqueza de especies en familias en el punto PMA-4 fue similar a la observada en el punto PMA-3. Las familias Tyrannidae y Columbidae fueron las de mayor riqueza con 4 especies y seguidamente se ubicó Psittacidae con tres especies que incluyeron *Psittacara erythrogenys, Forpus coelestis* y *Brotogeris pyrrhoptera*. Las familias Troglodytidae, Trochilidae, Thraupidae, Icteridae y Furnaridae estuvieron representados por dos especies en todos los casos. Sin embargo, unas 15 familias que representaron el 65 % del total, registraron una sola especie. En este conjunto se incluyeron entre las no paseriformes Alcedinidae, Cathartidae, Strigidae, Cuculidae, Momotidae y Picidae y entre los Passeriformes las familias Thamnophilidae,

Cardinalidae, Corvidae, Fringillidae, Mimidae, Passerellidae, Polioptilidae y Turdidae. La riqueza de especies encontrada en cada familia se ilustra en la Figura 3-61.

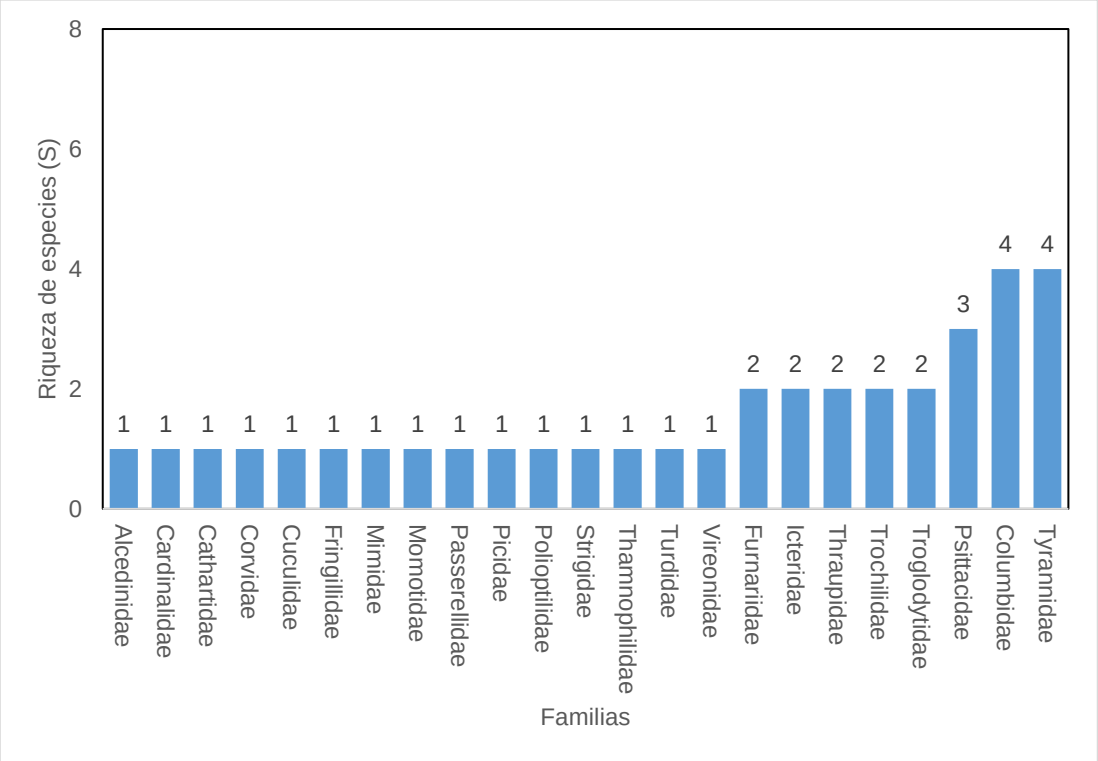



Figura 3-61: Riqueza de especies de aves en familias registradas en el punto cuantitativo PMA-4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia*

En este punto de muestreo las especies de mayor abundancia correspondieron a Passeriformes de tamaño pequeño y mediano. Las especies más abundantes fueron *Sicalis flaveola*, *Mimus longicaudatus* y *Polioptila bilineata* que registraron 35, 33 y 25 individuos, respectivamente. Otras especies comunes en este punto de muestreo incluyeron algunos psitácidos como *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrroptera* y *Forpus coelestis* además de algunos paseriformes como *Dives warczewiczii, Geospizopsis plebejus, Furnarius leucopus, Campylorhynchus fasciatus* y el colibrí *Amazilia amazilia* que sumaron cada uno más de 10 individuos. Las 20 especies que les siguieron fueron poco comunes y contabilizaron entre 2 y 10 individuos solamente. Este grupo comprendió en su mayoría insectívoros y omnívoros pequeños y medianos como *Lepidocolaptes souleyetii Camptostoma obsoletum, Troglodytes aedon, Tyrannus melancholicus, Pyrocephalus rubinus, Atlapetes albiceps, Euphonia laniirostris, Turdus reevei*, además de algunos granívoros terrestres y arbóreos como *Columbina cruziana, Leptotila verreauxi, Zenaida auriculata* y *Pheucticus chrysogaster*. Finalmente, cinco especies fueron raras y registraron un solo individuo incluyendo *Thaumasius baeri, Zenaida meloda, Myiodynastes bairdii, Vireo chivi* e *Icterus graceannae*. El número de individuos registrado por cada especie se ilustra en la Figura 3-62.

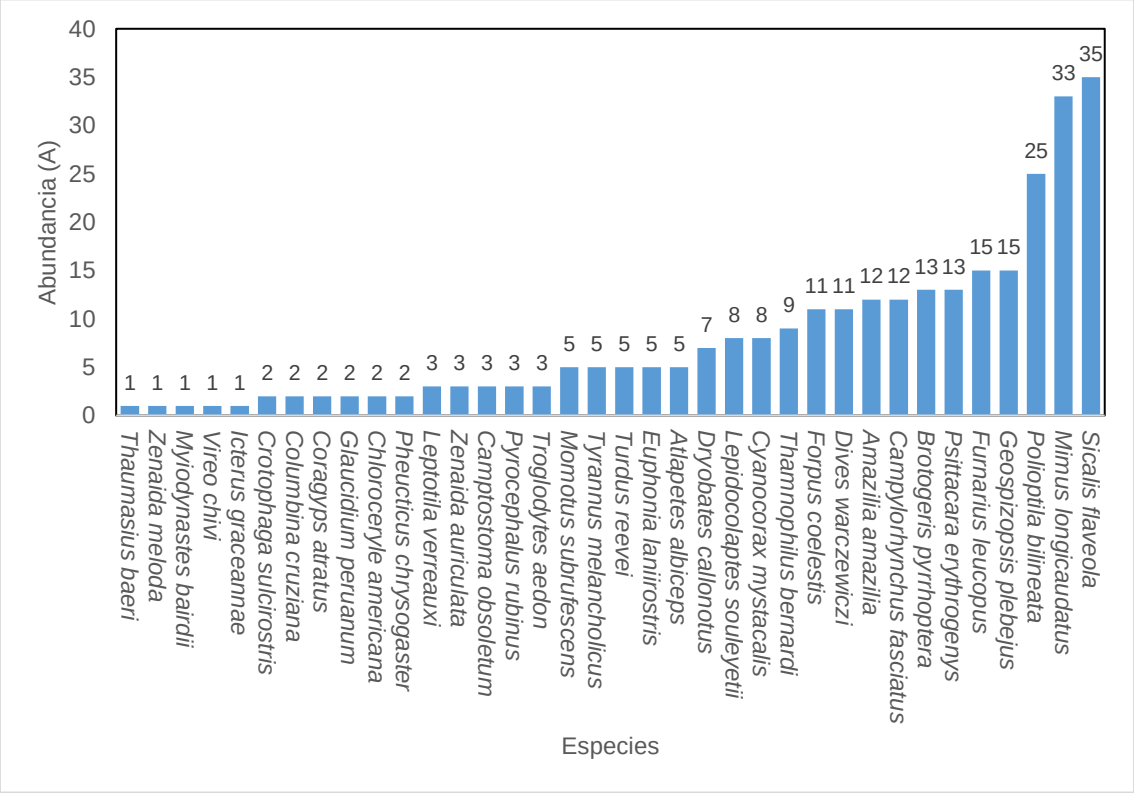



Figura 3-62: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA 4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

El mayor impacto antropogénico observado en este punto de muestreo se reflejó en una curva de abundancia relativa que se ajustó a un modelo de vara quebrada ($X^2$ = 7, p = 0,99). Este modelo sugiere nichos ecológicos bien delimitados en la comunidad de aves y una mayor equidad en la abundancia en comparación a los modelos logarítmicos y lognormales. Especies adaptadas ambientes xerofíticos como *Sicalis flaveola* y *Mimus longicaudatus* fueron las que contribuyeron con la mayor proporción de individuos con valores del 12 % cada una. Seguidamente se ubicaron otras 12 especies que contribuyeron con porcentajes entre el 3 y el 5 % incluyéndose los psitácidos como *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrroptera* y *Forpus coelestis*, además de otros granívoros como *Geospizopsis plebejus, Dives warczewickzii* e insectívoros como *Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardii, Lepidocolaptes souleyeti, Furnarius leucopus, Polioptila bilineata, Campylorhynchus fasciatus* y *Cyanocorax mystacalis.* Las especies restantes registraron valores cercanos o menores al 1 %. Estas especies contribuyeron en conjunto con el 20 % de los individuos, aunque algunas como *Crotophaga sulcirostris, Columbina cruziana, Coragyps atratus, Glaucidium peruanum, Chloroceryle americana, Pheucticus chrysogaster, Thaumasius baeri, Zenaida meloda, Myiodynastes bairdii, Vireo chivi* e *Icterus graceannae* contribuyeron individualmente con valores menores al 0,05 %. Los valores de abundancia relativa de las especies se presentan en la Figura 3-63.

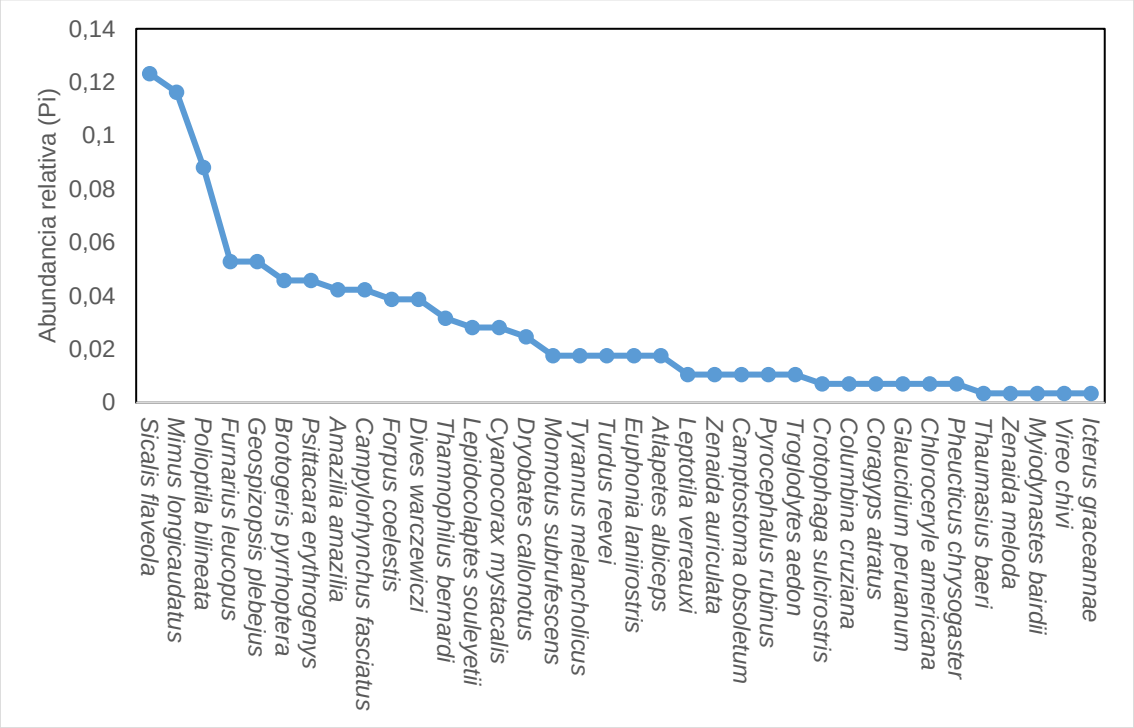



Figura 3-63: Abundancia de las especies de aves registradas en el punto cuantitativo PMA-4

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

En el punto PMA-4 la diversidad fue ligeramente mayor a la observada en el PM3, aunque también predominaron matorrales xerofíticos y bosques de galería de *Acacia macracantha* al borde del río. El valor del índice de Shannon Wiener fue de H' = 3,14 que equivale a 23 especies efectivas. Un resultado similar fue obtenido por el índice de diversidad de Simpson que obtuvo un valor de ʎ = 0,94, indicando una probabilidad del 95 % de extraer dos individuos de especies diferentes de manera aleatoria en este punto. El valor del índice de Simpson resultó en un valor de 17 especies efectivas. Los valores de riqueza y diversidad en este punto de monitoreo se presentan en la Tabla 3-55.

Tabla 3-55: Índices de diversidad de aves registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | PMA-4 | VALOR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 36 | - |
| Abundancia (N) | 284 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0.94 | Dominancia media |
| Shannon-Wiener (H') | 3.14 | Diversidad alta |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

#### *3.3.3.3. Aspectos Ecológicos*

La estructura ecológica del ensamble de aves registrado en el área de estudio se analizó mediante la distribución de la riqueza en categorías de nicho trófico, hábito o patrón de actividad y la distribución en los distintos estratos del bosque. Las especies fueron categorizadas según la información disponible en las guías de aves del Ecuador (J. F. Freile & Restall, 2018; R. S. Ridgely & Greenfield, 2001). El detalle de los aspectos ecológicos de las especies de aves se presenta en la Tabla 3-56

Tabla 3-56: Aspectos ecológicos de las especies de aves registradas – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | MIGRACIÓN | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | B, Baja | MIGB | N, Nocturna | AE, Aéreo | IAA, Insectívoro aéreo |
| *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | M, Media | | N, Nocturna | SU, Suelo | IPN, Insectívoro nocturno |
| *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | M, Media | | D. Diurna | AE, Aéreo | IAA, Insectívoro aéreo |
| *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | B, Baja | | D. Diurna | AE, Aéreo | IAA, Insectívoro aéreo |
| *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | A, Alta | | D. Diurna | DS, Dosel | NEC, Nectarívoro |
| *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | M, Media | | D. Diurna | ST, Sotobosque | NEC Nectarívoro |
| *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | M, Media | | D. Diurna | MS, Estrato Medio | NEC Nectarívoro |
| *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | M, Media | | D. Diurna | SDS, Subdosel | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | M, Media | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | B, Baja | | D. Diurna | AE, Aéreo | CAR, Carroñero |
| *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | B, Baja | MIGB | D. Diurna | AE, Aéreo | CAR, Carroñero |
| *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | RAD, Rapaz diurno |
| *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | RAD, Rapaz diurno |
| *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | M, Media | | D. Diurna | AE, Aéreo | RAD, Rapaz diurno |
| *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | RAD, Rapaz diurno |
| *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | M, Media | | N, Nocturna | ST, Sotobosque | RAD, Rapaz diurno |

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | MIGRACIÓN | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | B, Baja | | D. Diurna | AC, Acuática | ACP, Piscívoro acuático |
| *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | B, Baja | | D. Diurna | AC, Acuática | ACP, Piscívoro acuático |
| *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | M, Media | | D. Diurna | MS, Estrato Medio | IIC, Insectívoro picamaderos |
| *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IIC, Insectívoro picamaderos |
| *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IIC, Insectívoro picamaderos |
| *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | IIC, Insectívoro picamaderos |
| *Caracara plancus* | Caracara Crestado | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | RAD, Rapaz diurno |
| *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | RAD, Rapaz diurno |
| *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | GRA, Granívoro arbóreo |
| *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | GRA, Granívoro arbóreo |
| *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | GRA, Granívoro arbóreo |
| *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | GRA, Granívoro arbóreo |
| *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | ISC, Insectívoro de corteza |
| *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | IRH, Insectívoro de Hojarasca |
| *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | A, Alta | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | M, Media | | D. Diurna | SU, Suelo | IRH, Insectívoro de Hojarasca |
| *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | A, Alta | | D. Diurna | DS, Dosel | IPA, Insectívoro de percha |
| *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IPA, Insectívoro de percha |
| *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | IPA, Insectívoro de percha |

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | MIGRACIÓN | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | B, Baja | | D. Diurna | AC, Acuática | IPA, Insectívoro de percha |
| *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | B, Baja | | D. Diurna | MS, Estrato Medio | IPA, Insectívoro de percha |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IPA, Insectívoro de percha |
| *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IPA, Insectívoro de percha |
| *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IPA, Insectívoro de percha |
| *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IPA, Insectívoro de percha |
| *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | B, Baja | | D. Diurna | EM, Estrato Medio | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Vireo chivi* | Vireo Chiví | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | B, Baja | | D. Diurna | AE, Aéreo | IAA, Insectívoro aéreo |
| *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | B, Baja | | D. Diurna | MS, Estrato Medio | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | FRA, Frugívoro arbóreo |
| *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | M, Media | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | M, Media | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | M, Media | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | MIGRACIÓN | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | M, Media | | D. Diurna | DS, Dosel | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | M, Media | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IRF, Insectívoro de follaje |
| *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | GRA, Granívoro arbóreo |
| *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | B, Baja | | D. Diurna | SU, Suelo | GRT, Granívoro terrestre |
| *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | B, Baja | | D. Diurna | DS, Dosel | OMA, Omnívoro arbóreo |
| *Nesotriccus tumbezana* | Tiranolete de Tumbes | B, Baja | | D. Diurna | ST, Sotobosque | IPA, Insectívoro de percha |

1) Estrato: AC: Cuerpos de agua; AE: Aéreo; DS: Dosel; SDS: Subdosel; MS: Estrato Medio; ST: Sotobosque; SU: Suelo,
3) Gremio: ACP: Acuáticas pescadoras; ACL: Acuáticas limícolas, ACF: Acuáticas forestales, ACL: Acuáticas limícolas, ACP: Acuáticas pescadoras, ACZ: Acuáticas zancudas, CAR: Carroñeros, FOL: Folívoros, FRA: Frugívoros arbóreos, FRT: Frugívoros terrestres, GRA: Granívoros arbóreos, GRT: Granívoros terrestres, IAA: Insectívoros aéreos, IIC: Insectívoros picamaderos, IPA: Insectívoro perchador, IRF: Insectívoros del follaje, IRH: Insectívoros de hojarasca, ISC: Insectívoros de corteza, ISH: Insectívoros de hormigas, ISHS: Insectívoros de follaje seco, IPN: Insectívoros nocturnos, NEC: Nectarívoros, OMA: Omnívoros arbóreos, RAD: Rapaces diurnos, RAN: Rapaces nocturnos
4) Migración: MIGB: Migratorias boreales; MIGI: Migratorias intratropicales; MIGA: Migratorias australes.

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

a. Nicho Trófico

En términos de la riqueza de especies, el gremio alimenticio mejor representado fueron los insectívoros del follaje que registraron 14 especies. La mayoría de especies de este grupo correspondieron a paseriformes de mediano y pequeño tamaño como *Piaya cayana, Crotophaga sulcirostris, Thamnophilus bernardii, Euscarthmus meloryphus, Camptostoma obsoletum, Vireo chivi, Cyclarhis gujanensis, Polioptila bilineata, Troglodytes aedon, Cantorchilus superciliaris, Campylorhynchus fasciatus, Setophaga pitiayumi y Myiothlypis fraseri.* Seguidamente se ubicaron los omnívoros arbóreos que contabilizaron 10 especies incluyendo entre otros a *Momotus subrufescens, Turdus reevei, Icterus graceanne, I. mesomelas, Molothrus bonariensis, Thraupis episcopus* y algunas que se mueven en grupos como *Mimus longicaudatus* y *Cyanocorax mystacalis.* También estuvieron bien representados los insectívoros que capturan presas mediante vuelos cortos de una percha. Este gremio contabilizó 9 especies e incluyó a la mayoría de atrapamoscas como, por ejemplo, *Pyrocephalus rubinus, Myiodynastes bairdii, Megarhynchus pitangua, Tyrannus melancholicus* y *Myiopagis subplacens.*

Una riqueza ligeramente menor fue registrada por los granívoros terrestres que sumaron 8 especies incluyendo las palomas *Columbina cruziana, Zenaida auriculata, Z. meloda* y *Leptotila verreauxi*, además de semilleros como *Geospizopsis plebejus* y *Sicalis flaveola*. Seguidamente con 7 especies se ubicaron las rapaces diurnas que incluyeron los gavilanes *Accipiter bicolor, Parabuteo unicinctus, Buteo albonotatus* y *B. brachyura* además de *Caracara plancus* y *Herpetotheres cacchinans* de los Falconidae. Otros gremios tróficos tuvieron una riqueza menor de especies como sucedió con los granívoros arbóreos que contabilizaron 5 especies incluyendo los psitácidos como *Psittacara erythrogenys, P. frontatus, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis*, además del picogrueso *Pheucticus chrysogaster*. Lo mismo aplica para otros gremios como los insectívoros arbóreos y picamaderos que registraron 4 especies cada uno. Así como también para los carroñeros, nectarívoros, insectívoros de hojarasca y depredadores nocturnos que contabilizaron solamente entre 1 y 3 especies. Las especies de piscívoros incluyeron solamente a los martines pescadores *Chloroceryle americana* y *Megaceryle torquata*. El número de especies en cada uno de los gremios tróficos se detalla en la Figura 3-64.

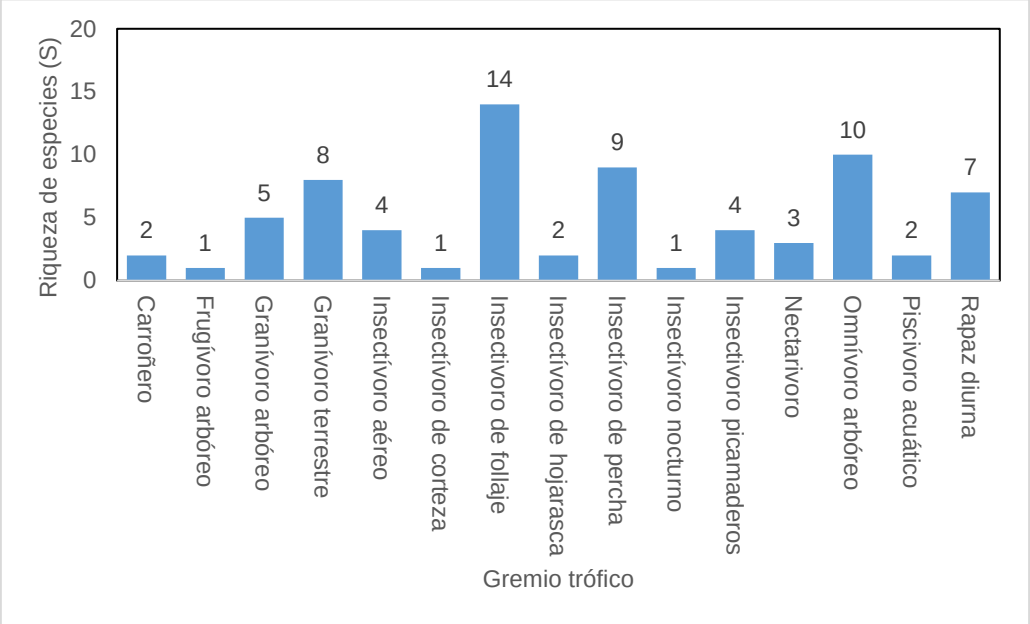



Figura 3-64: Riqueza de especies de aves en gremios tróficos hallados en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

A nivel porcentual y en categorías más amplias de dieta, la mayoría de especies registradas correspondieron a los insectívoros que representaron un 46 % de la riqueza y seguidamente se ubicaron los granívoros con el 18 %, los omnívoros con el 14 % y los carnívoros con un 9 %. Los nectarívoros y piscívoros representaron un 4 % y 3 % respectivamente. Otros tipos de dieta como los carroñeros y frugívoros tuvieron porcentajes de 3 o 1 %. El porcentaje de los tipos de dieta se presenta en la Figura 3-65.

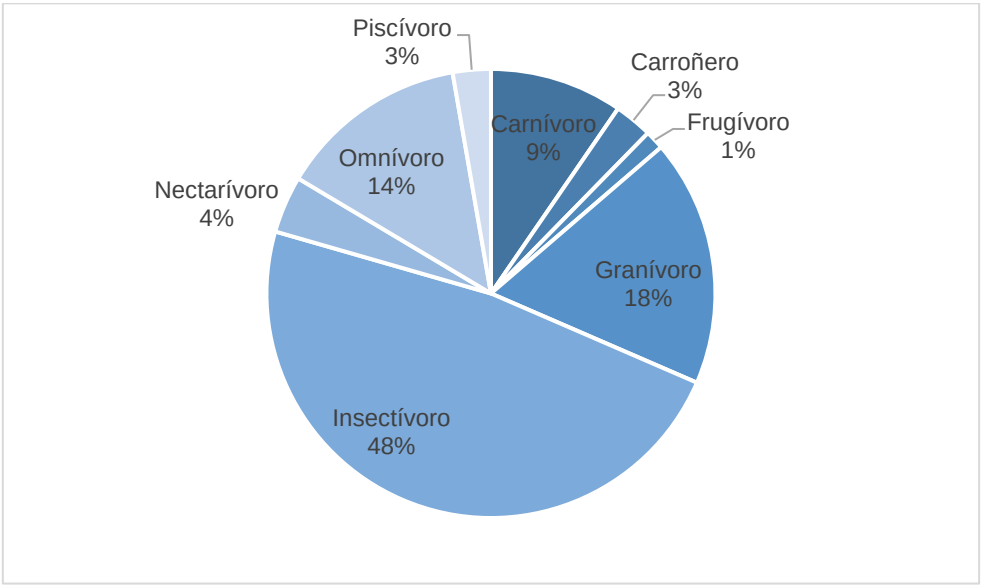



Figura 3-65: Distribución porcentual de la dieta de las especies de aves registrados en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Hábito

La mayoría de especies de aves registradas correspondieron aquellas de actividad diurna, incluyéndose en esta categoría un total de 69 especies. Solo tres especies registradas correspondieron aquellas con hábitos diurnos o crepusculares e incluyeron al Añapero Menor *Chordeiles acutipennis* y el Chotacabras Matorralero *Nyctidromus cayennensis* y al Mochuelo del Pacífico *Glaucidium peruanum* (Véase la Tabla 3-57).

Tabla 3-57: Hábito de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ACTIVIDAD |
|---|---|---|
| *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | Nocturno |
| *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | Nocturno |
| *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | Diurno |
| *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | Diurno |
| *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | Diurno |
| *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | Diurno |
| *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | Diurno |
| *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | Diurno |
| *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | Diurno |
| *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | Diurno |
| *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | Diurno |
| *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | Diurno |
| *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | Diurno |
| *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | Diurno |
| *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | Diurno |
| *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | Diurno |
| *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | Diurno |
| *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | Diurno |
| *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | Diurno |
| *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | Nocturno |
| *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | Diurno |
| *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | Diurno |
| *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | Diurno |
| *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | Diurno |
| *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | Diurno |
| *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | Diurno |
| *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | Diurno |
| *Caracara plancus* | Caracara Crestado | Diurno |
| *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | Diurno |
| *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | Diurno |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ACTIVIDAD |
|---|---|---|
| *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | Diurno |
| *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | Diurno |
| *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | Diurno |
| *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | Diurno |
| *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | Diurno |
| *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | Diurno |
| *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | Diurno |
| *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | Diurno |
| *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | Diurno |
| *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | Diurno |
| *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | Diurno |
| *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | Diurno |
| *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | Diurno |
| *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | Diurno |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | Diurno |
| *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | Diurno |
| *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | Diurno |
| *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | Diurno |
| *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | Diurno |
| *Vireo chivi* | Vireo Chiví | Diurno |
| *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | Diurno |
| *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | Diurno |
| *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | Diurno |
| *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | Diurno |
| *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | Diurno |
| *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | Diurno |
| *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | Diurno |
| *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | Diurno |
| *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | Diurno |
| *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | Diurno |
| *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | Diurno |
| *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | Diurno |
| *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | Diurno |
| *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | Diurno |
| *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | Diurno |
| *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | Diurno |
| *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | Diurno |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ACTIVIDAD |
|---|---|---|
| *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | Diurno |
| *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | Diurno |
| *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | Diurno |
| *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | Diurno |
| *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | Diurno |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

En términos porcentuales, las especies diurnas representaron un 96 % de la riqueza total y las nocturnas solo un 4 % (Véase la Figura 3-66).

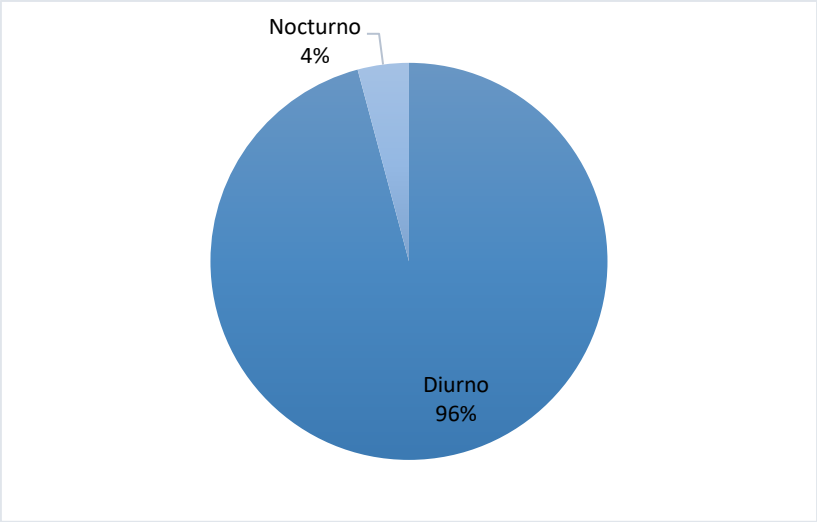



Figura 3-66: Distribución porcentual del patrón de actividad de especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Distribución Vertical

Con respecto a la distribución vertical, la mayor parte de las especies registradas correspondieron aquellas que se mueven en el dosel del bosque que representaron el 40 % (29 especies) de la riqueza. A continuación, se ubicaron las que se hallan en el sotobosque y en el suelo que representaron un 21 % y un 18 %, respectivamente. Solo cinco especies ocurren preferentemente en el estrato medio (7 %) y una sola, *Piaya cayana*, ocupa el subdosel (1 %). Las especies aéreas sumaron 7 especies que representaron un 10 % y las acuáticas contabilizaron 3 especies que equivale a un 4 % de la riqueza. Las especies acuáticas registradas incluyeron dos martines pescadores La distribución de la riqueza de especies de aves en el área de estudio se presenta en la Figura 3-67.

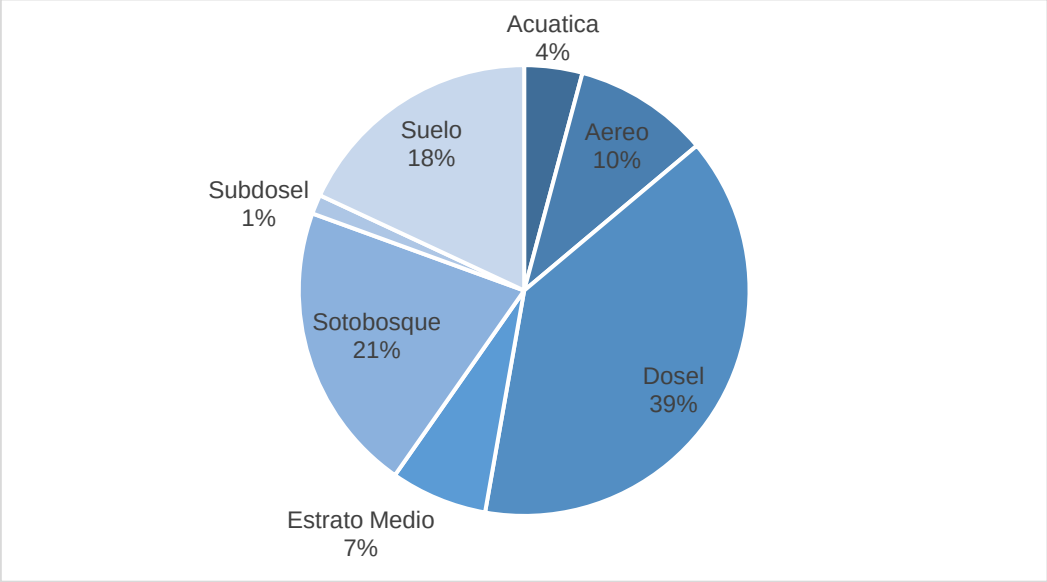



Figura 3-67: Distribución porcentual de la riqueza de especies de aves en estratos de la vegetación del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Estado de Conservación

La mayoría de especies de aves registradas se incluyeron en la categoría de Preocupación Menor (LC) a nivel global, que contabilizó 69 especies representando un 95 %. Esta categoría registró un menor número de especies a nivel nacional que contabilizó solo 61 especies, un 84 % de la riqueza total (Véase la Figura 3-68). El mayor riesgo de extinción a nivel nacional estuvo asociado a un mayor número de especies en las categorías casi amenazado (NT) y vulnerable (VU). A nivel nacional se incluyeron siete especies como casi amenazadas, aunque solo tres de estas tienen el mismo nivel de riesgo de extinción a nivel global. De manera semejante, la lista roja nacional de J. Freile et al. (2019) incluye cuatro especies vulnerables pero de estas solo el Perico Cachetigris *Brotogeris pyrrhoptera* se incluye en la misma categoría a nivel global. El análisis también indicó que una de las especies registradas durante el monitoreo como el Perico de Cordilleras *Psittacara frontatus* se incluye a nivel nacional como En Peligro (EN) de extinción. Este perico esta categorizado como casi amenazado a nivel global debido a la presencia de poblaciones en el norte de Perú.

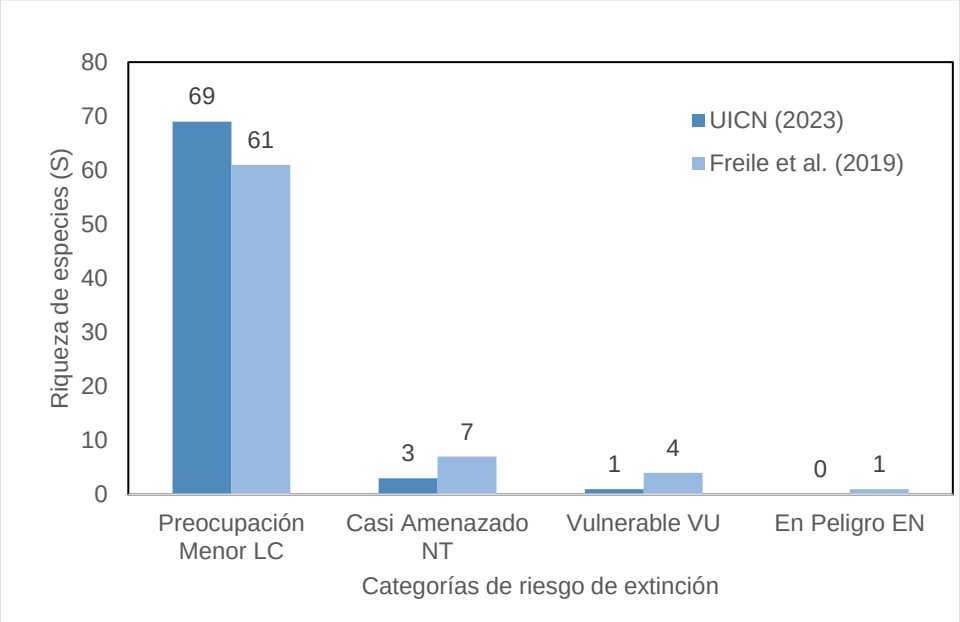



Figura 3-68: Distribución de la riqueza de especies de aves en categorías de riesgo de extinción de la UICN (2023) del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Además del Perico Cordillerano *Psittacara frontatus* que se encuentra en peligro de extinción a nivel nacional también resaltaron los colibríes como *Chaetocercus bombus* que está clasificada como vulnerable en el Ecuador y *Thaumasius baeri* que está clasificada como Casi Amenazado. También en esta categoría se incluye el Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys*, una especie abundante en el área de estudio. A nivel nacional se incluyeron varias especies con distribuciones geográficas limitadas al área de endemismo de la región tumbesina como vulnerables o casi amenazadas incluyendo por ejemplo al Picolete Ecuatoriano *Picumnus sclateri, Campephilus gayaquilensis, Brotogeris pyrrhopterus, Myiopagis subplacens, Cyanocorax mystacalis, Atlapetes albiceps* y *Myiothlypis fraseri.*

Durante el monitoreo de agosto 2023 también se registraron 14 especies que se incluyen dentro del apéndice II de la CITES (CITES, 2023). Las especies incluídas correspondieron a tres especies de colibríes como *Thaumasius baeri, Amazilia amazilia* y *Chaetocercus bombus*, cuatro de psitácidos como *Psittacara erythrogenys, P. frontatus, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis* y las rapaces diurnas como *Accipiter bicolor, Parabuteo unicinctus, Buteo albonotatus, B. brachyurus, Caracara plancus, Herpetotheres cacchinas* y las nocturnas como *Glaucidium peruanum*. El listado de las especies de aves en categorías de riesgo de extinción y apéndices CITES en los que se incluyen se detalla en la Tabla 3-58.

Tabla 3-58: Estado de conservación de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | CITES (2023) | LISTA ROJA ECUADOR |
| *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | NT, Casi amenazado | II | VU, Vulnerable |
| *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | LC, Preocupación menor | II | NT, Casi amenazado |
| *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | LC, Preocupación menor | | NT, Casi amenazado |
| *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | LC, Preocupación menor | | VU, Vulnerable |
| *Caracara plancus* | Caracara Crestado | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor (Valdivia) | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | CITES (2023) | LISTA ROJA ECUADOR |
| *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | VU, Vulnerable | II | VU, Vulnerable |
| *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | NT, Casi amenazado | II | EN |
| *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | NT, Casi amenazado | II | NT, Casi amenazado |
| *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | LC, Preocupación menor | | NT, Casi amenazado |
| *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Nesotriccus tumbezana* | Tiranolete de Tumbes | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Vireo chivi* | Vireo Chiví | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | LC, Preocupación menor | | VU, Vulnerable |
| *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | CITES (2023) | LISTA ROJA ECUADOR |
| *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | LC, Preocupación menor | | NT, Casi amenazado |
| *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | LC, Preocupación menor | | NT, Casi amenazado |
| *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | LC, Preocupación menor | | NT, Casi amenazado |
| *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado (Huiracchuro) | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |
| *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | LC, Preocupación menor | | LC, Preocupación menor |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Especies Indicadoras

Durante el monitoreo de agosto de 2023 se encontraron varias especies indicadoras de bosques maduros cuya presencia proporciona información acerca del grado de conservación de los bosques y el efecto de distintas perturbaciones humanas. Entre estas especies se incluyeron varios insectívoros y omnívoros forestales como *Momotus subrufescens, Campephilus gayaquilensis, Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardii, Lepidocolaptes souleyetii, Myiopagis subplacens, Contopus punensis, Euscarthmus fulviceps, Arremon abellei* y *Atlapetes albiceps*. El monitoreo y búsquedas adicionales se sugiere también para otras especies de aves en peligro de extinción que pueden servir de bio indicadores ecológicos como *Pseudastur occidentalis, Ortalis erythroptera* y *Grallaria watkinsii*, que han sido registradas en monitoreos anteriores, y que podrían servir de indicadoras de sitios control o de mínimo nivel de perturbación antropogénico debido a su alta sensibilidad ecológica (B. Best & Kessler, 1995).

También en esta categoría se pueden incluir las especies de rapaces diurnas y nocturnas como *Accipiter bicolor, Parabuteo unicinctus, Buteo brachyurus* y *B. albonotatus* que por su tamaño y requerimientos ecológicos son un indicador de ecosistemas funcionales. Como depredadores topes estas especies son vulnerables a la degradación de los ecosistemas y pueden responder rápidamente a la disminución en la riqueza de otros grupos de animales como aves, reptiles y mamíferos que forman parte de sus dietas. La presencia de estas especies es asimismo un indicador

importante de bajos niveles de contaminación por pesticidas o insecticidas debido a su capacidad de bioacumulación (Kuo et al., 2022).

Otras especies indicadoras importantes incluyeron a los psitácidos como *Psittacara erythrogenys, P. frontatus, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis.* Estas especies debido a su abundancia y apariencia llamativa son importantes para evaluar el estado de los ecosistemas de bosque seco. La abundancia de estas especies está fuertemente influenciada por factores naturales y las actividades antropogénicas. Factores naturales que determinan el tamaño de las poblaciones de psitácidos incluyen la presencia de áreas de bosque maduro bien conservado que les proporciones una amplia cantidad y calidad de recursos alimenticios y donde encuentren suficientes cavidades u oquedades en troncos de árboles para reproducirse, siendo esto último un importante limitante para el crecimiento de las poblaciones (Cornelius et al., 2008). Por otra parte, las poblaciones de estas especies también se ven frecuentemente afectadas por las actividades humanas debido a la persecución que sufren por sus impactos sobre ciertos cultivos y también la captura para el tráfico ilegal de especies (B. Best & Kessler, 1995).

Otras especies indicadoras cuya presencia debe evaluarse durante los monitoreos incluyen *Rhynchospiza stolzmanni, Arremon abellei* y *Contopus punensis*. Estas especies son escasas y/o tuvieron una distribución localizada dentro del área de estudio por lo cual tienen una alta probabilidad de extinción local asociada a cambios en la estructura de la vegetación y disponibilidad de recursos alimenticios. Por otra parte, se evidenció diferencias en la abundancia de especies como *Furnarius leucopus, Mimus longicaudatus, Forpus coelestis, Sicalis flaveola, Molothrus bonariensis* y *Dives warczewickzii* entre los puntos de muestreo. Estas especies parecen ser indicadores del grado de alteración de la vegetación y pueden servir para determinar el grado de perturbación antropogénica.

f. Especies Sensibles

En el área de estudio la mayoría de las especies registradas correspondieron aquella de baja y media sensibilidad ecológica. Las de baja sensibilidad ecológica contabilizaron 43 especies y representaron un 59 % de la riqueza total hallada. Las de media y alta sensibilidad sumaron 27 especies que representaron el 37 % y 3 especies que representaron el 4 %, respectivamente. El número de especies en cada una de las categorías de sensibilidad ecológica se muestra en la Figura 3-69.

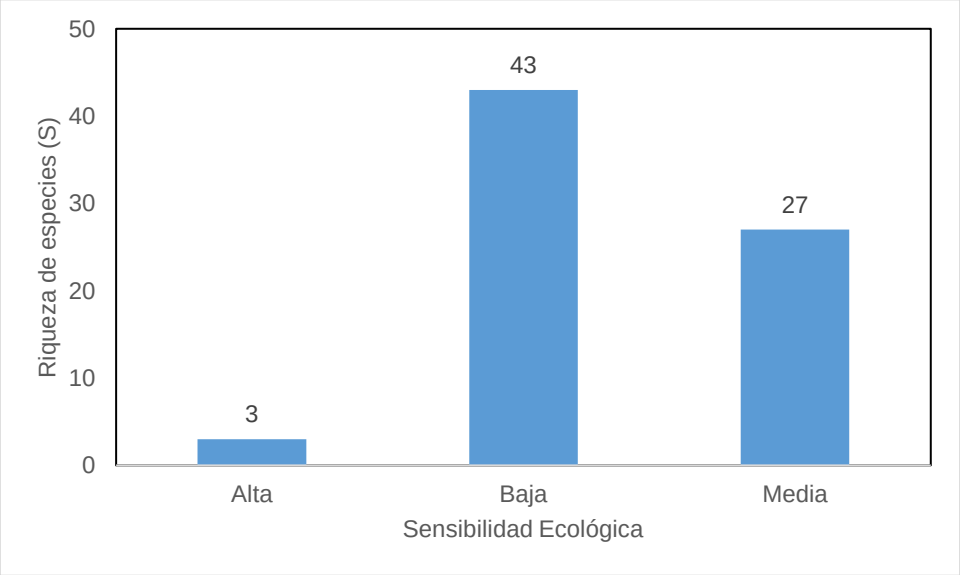



Figura 3-69: Distribución de la riqueza de especies de aves según su sensibilidad ecológica del área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La mayoría de especies encontradas correspondieron aquellas de baja sensibilidad incluyéndose en esta categoría por ejemplo *Crotophaga sulcirostris, Columbina cruziana, Zenaida auriculata, Coragyps atratus, Parabuteo unicinctus, Pyrocephalus rubinus, Troglodytes aedon, Mimus longicaudatus, Pheucticus chrysogaster, Dives warczewickzii, Molothrus bonariensis, Sicalis flaveola, Thraupis episcopus y Geospizopsis plebejus.* Estas especies exhiben una alta tolerancia a las perturbaciones y han demostrado ser capaces de persistir en ambientes transformados por el hombre como cultivos, áreas rurales e incluso zonas urbanas. Las especies de sensibilidad media incluyeron en su mayoría insectívoros, omnívoros y frugívoros de mediano tamaño como *Tolmomyias sulphurescens, Turdus reevei, Myiothlypis fraseri, Setophaga pitiayumi, Rhynchospiza stolzmanni, Arremon abeillei* y *Atlapetes albiceps* que exhiben una mayor dependencia con la vegetación original y en su mayoría fueron hallados en el punto de muestreo PMA 2 en los bosques semideciduos dominados por *Ceiba trichistandra.*

Entre las especies de sensibilidad ecológica media se incluyeron también el Chotacabras Matorralero *Nyctidromus anthonyi,* el colibrí de Tumbes *Thaumasius baeri* asociados a hábitats particulares y con una distribución muy localizada en el área de estudio y las rapaces *Accipiter bicolor, Buteo brachyurus* y *B. albonotatus* que son de mayor tamaño y tienen requerimientos ecológicos más altos. Finalmente, solo tres especies que correspondieron a *Chaetocercus bombus, Thamnophilus bernardii* y *Myiopagis subplacens*, fueron especies de alta sensibilidad ecológica debido a su dependencia de bosques secos y semideciduos con un sotobosque denso. La sensibilidad ecológica según Stotz (1996) de las especies de aves registradas se detalla en la Tabla 3-59.

Tabla 3-59: Sensibilidad de las especies de aves registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Chordeiles acutipennis* | Añapero Menor | X | | |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | | X | |
| *Chaetura cinereiventris* | Vencejo Lomigrís | | X | |
| *Chaetura brachyura* | Vencejo Colicorto | X | | |
| *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | | | X |
| *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | | X | |
| *Amazilia amazilia* | Amazilia Ventrirrufa | | X | |
| *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero Piquiestriado | X | | |
| *Piaya cayana* | Cuco Ardilla | | X | |
| *Columbina cruziana* | Tortolita Croante | X | | |
| *Leptotila verreauxi* | Paloma Apical | | X | |
| *Zenaida auriculata* | Tórtola Orejuda | X | | |
| *Zenaida meloda* | Tórtola Melódica | X | | |
| *Coragyps atratus* | Gallinazo Negro | X | | |
| *Cathartes aura* | Gallinazo Cabecirrojo | X | | |
| *Accipiter bicolor* | Azor Bicolor | | X | |
| *Parabuteo unicinctus* | Gavilán de Harris | X | | |
| *Buteo brachyurus* | Gavilán Colicorto | | X | |
| *Buteo albonotatus* | Gavilán Colifajeado | | X | |
| *Glaucidium peruanum* | Mochuelo del Pacífico | | X | |
| *Chloroceryle americana* | Martín Pescador Verde | X | | |
| *Megaceryle torquata* | Martín Pescador Grande | X | | |
| *Momotus subrufescens* | Momoto Gritón | X | | |
| *Picumnus sclateri* | Picolete Ecuatoriano | | X | |
| *Dryobates callonotus* | Carpintero Dorsiescarlata | X | | |
| *Colaptes rubiginosus* | Carpintero Olividorado | X | | |
| *Campephilus gayaquilensis* | Carpintero Guayaquileño | | X | |
| *Caracara plancus* | Caracara Crestado | X | | |
| *Herpetotheres cachinnans* | Halcón Reidor | X | | |
| *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | | X | |
| *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | | X | |
| *Psittacara frontatus* | Perico de Cordilleras | | X | |
| *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | | X | |
| *Lepidocolaptes souleyetii* | Trepatroncos Cabecilistado | X | | |
| *Furnarius leucopus* | Hornero Patipálido | X | | |
| *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | | | X |
| *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | | X | |
| *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | | | X |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete Silbador Sureño | X | | |
| *Nesotriccus tumbezana* | Tiranolete de Tumbes | X | | |
| *Euscarthmus fulviceps* | Tirano Enano Frentileonado | X | | |
| *Zimmerius viridiflavus* | Tiranolete Peruano | | X | |
| *Tolmomyias sulphurescens* | Picoancho Azufrado | | X | |
| *Sayornis nigricans* | Febe Guardarríos | X | | |
| *Contopus punensis* | Pibí de Tumbes | X | | |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero Escarlata | X | | |
| *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | X | | |
| *Megarynchus pitangua* | Mosquero Picudo | X | | |
| *Tyrannus melancholicus* | Tirano Tropical | X | | |
| *Cyclarhis gujanensis* | Vireón Cejirrufo | X | | |
| *Vireo chivi* | Vireo Chiví | X | | |
| *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | X | | |
| *Progne chalybea* | Martín Pechigrís | X | | |
| *Campylorhynchus fasciatus* | Soterrey Ondeado | X | | |
| *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | X | | |
| *Troglodytes aedon* | Soterrey Criollo | X | | |
| *Polioptila bilineata* | Perlita Cejiblanca | X | | |
| *Mimus longicaudatus* | Sisonte Colilargo | X | | |
| *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | | X | |
| *Euphonia laniirostris* | Eufonia Piquigruesa | X | | |
| *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | | X | |
| *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | | X | |
| *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | | X | |
| *Icterus mesomelas* | Bolsero Coliamarillo | X | | |
| *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | | X | |
| *Molothrus bonariensis* | Vaquero Brilloso | X | | |
| *Dives warczewiczi* | Negro Matorralero | X | | |
| *Setophaga pitiayumi* | Parula Tropical | | X | |
| *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | | X | |
| *Pheucticus chrysogaster* | Picogrueso Dorado | X | | |
| *Sicalis flaveola* | Pinzón Sabanero Azafranado | X | | |
| *Geospizopsis plebejus* | Frigilo Pechicinéreo | X | | |
| *Thraupis episcopus* | Tangara Azuleja | X | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

g. Endemismo

Durante el muestreo realizado se registraron 18 especies endémicas que representaron un 25 % de las 73 especies registradas en el período de estudio y un 32 % de las 56 especies restringidas al área de endemismo de la región tumbesina según Birdlife International (2023). La mayoría de estas especies se concentraron en los bosques semideciduos dominados por *Ceiba trichistandra* incluyendo entre otras *Thamnophilus bernardii, Melanopareia elegans, Euscarthmus fulviceps, Myiopagis subplacens, Cantorchilus superciliaris, Rhychospiza stolzmanni, Arremon abellei* y *Atlapetes albiceps* además de los pericos como *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis* que se concentraron adicionalmente en parches con abundancia de árboles de *Cordia lutea* y *Cochlospermum vitifolium* dentro de la concesión. Las especies endémicas registradas se presentan en la Tabla 3-60.

Tabla 3-60: Especies de aves endémicas de la región Tumbesina registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| NO. | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ENDÉMICAS |
|---|---|---|---|
| 1 | *Nyctidromus anthonyi* | Chotacabras Matorralero | X |
| 2 | *Thaumasius baeri* | Colibrí de Tumbes | X |
| 3 | *Chaetocercus bombus* | Estrellita Chica | X |
| 4 | *Brotogeris pyrrhoptera* | Perico Cachetigrís | X |
| 5 | *Forpus coelestis* | Periquito del Pacífico | X |
| 6 | *Psittacara erythrogenys* | Perico Caretirrojo | X |
| 7 | *Thamnophilus bernardi* | Batará Collarejo | X |
| 8 | *Melanopareia elegans* | Pecholuna Elegante | X |
| 9 | *Myiopagis subplacens* | Elenita del Pacífico | X |
| 10 | *Myiodynastes bairdii* | Mosquero de Baird | X |
| 11 | *Cyanocorax mystacalis* | Urraca Coliblanca | X |
| 12 | *Cantorchilus superciliaris* | Soterrey Cejón | X |
| 13 | *Turdus reevei* | Mirlo Dorsiplomizo | X |
| 14 | *Rhynchospiza stolzmanni* | Sabanero de Tumbes | X |
| 15 | *Arremon abeillei* | Saltón Gorrinegro | X |
| 16 | *Atlapetes albiceps* | Matorralero Cabeciblanco | X |
| 17 | *Icterus graceannae* | Bolsero Filiblanco | X |
| 18 | *Myiothlypis fraseri* | Reinita Grisidorada | X |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

h. Áreas Sensibles

De manera similar a lo hallado en el período de monitoreo anterior, la composición y diversidad de aves en el área de estudio estuvo asociada al tipo de vegetación y presencia de cuerpos de agua. El área de mayor sensibilidad correspondió a los bosques semideciduos en el área del punto de muestreo PMA 2. Esta se identificó como la zona ecológicamente más diversa y con una composición de especies distinta a la

encontrada en los demás puntos de muestreo. Los transectos PM2-PMA-3, PM2-PMA-T11 y PM2-PMA-T13 se identificaron como áreas sensibles porque albergaron la mayor riqueza de especies de aves endémicas tumbesinas, incluyendo poblaciones de especies amenazadas de extinción y de alta sensibilidad ecológica incluyendo *Campephilus gayaquilensis, Psittacara erythrogenys, Melanopareia elegans, Myiopagis subplacens, Contopus punensis, Cyanocorax mystacalis, Atlapetes albiceps* y *Arremon abellei*. Se sugiere efectuar un levantamiento cartográfico exacto de la superficie de bosque remanente y su potencial extensión para mejorar la mitigación de impactos ambientales. Los transectos PM2-PMA-T11 y PM2-PMA-T13 ya habían sido identificados anteriormente como áreas sensibles (especialmente al desbroce y quema) debido también a una alta diversidad de aves insectívoras como *Euscarthmus fulviceps, Lathrotriccus griseipectus, Contopus punensis, Vireo chivi, Tolmomyias sulphurescens y Thamnophilus bernardii,* además del endémico *Trogon mesurus* que no fue registrado en agosto 2023.

El área de la ribera del río Playas es también un área ecológicamente sensible debido a la abundancia de psitácidos como *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis.* Los matorrales que se ubican en el punto PMA-3 y PMA-4 son áreas dominadas por varias especies de árboles que sirven de alimentación y como sitios de reproducción para las poblaciones de loros hallados dentro de la concesión. Durante el monitoreo de agosto de 2023 en esta área se registró también a *Psittacara frontatus*, una especie amenazada de extinción y con distribución muy local en el Ecuador alimentándose en una bandada mixta con *Psittacara erythrogenys*. Esto resalta la importancia de esta área para la conservación de las aves y su inclusión como área sensible. Adicionalmente, el río Playas es un área importante debido a que mantiene un cierto número de especies de aves acuáticas residentes como *Megaceryle torquata, Chloroceryle americana y Sayornis nigricans* y también migratorias como *Actitis macularia* registrada en marzo de 2023. El río probablemente sirve también como un corredor para varias especies de aves dentro del área de la concesión Bramaderos. Las áreas sensibles y especies representativas se resumen en la Tabla 3-61.

Tabla 3-61: Áreas sensibles para la Avifauna – Monitoreo Anual – Proyecto Minero Bramaderos

| Componente | Factor | Calificación Sensibilidad | Descripción (análisis de especies sensibles) |
|---|---|---|---|
| Mastofauna | Bosque nativo PM 2 | Alta | Bosque con dominancia de *Ceiba trichistandra* con alta riqueza de especies de insectívoros y bandadas de especies mixtas como *Campephilus gayaquilensis, Myiopagis subplacens, Tolmomyias sulphurescens, Atlapetes albiceps, Euscarthmus fulviceps.* |
| | Bosque secundario PM 4 | Media | Matorrales xerofíticos alrededor de PMA 4 con presencia de endémicas como *Cyanocorax mystacalis, Myiopagis subplacens, Myiodynastes bairdii* y sitios de alimentación de psitácidas amenazadas de extinción como *Psittacara erythrogenis, P. frontatus* y *Brotogeris pyrroptera.* |
| | Intervención PM 3 | Media | Aves acuáticas residentes y migratorias como *Megaceryle torquata, Chloroceryle americana, Sayornis nigricans.* |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

i. Uso del Recurso

La cacería es una actividad que ocurre de manera esporádica dentro del área de estudio con especial énfasis en aves de porte grande y mediano como las palomas *Leptotila verreauxi, Zenaida meloda* y *Zenaida auriculata*, especialmente en zonas cultivadas. Especies de menor tamaño como *Columbina cruziana, Mimus longicaudatus, Molothrus bonariensis* y *Dives warczewickzii* también son cazados esporádicamente por menores de edad mediante catapultas (jebes) y son utilizados como alimento. Por otro lado, las especies de loros, pericos y periquitos como *Psittacara erythrogenys, P. frontatus, Brotogeris pyrrhoptera* y *Forpus coelestis* son capturados en sus nidos para tenerlos como mascotas o venderlas para el tráfico ilegal y también son perseguidas por considerárselas perjudiciales para los cultivos de maíz y maní (B. J. Best et al., 1995; Pires et al., 2016). Esto pese a estar consideradas como especies amenazadas y dentro de los apéndices de la CITES (CITES, 2023).

Una situación similar ocurre con las aves rapaces de las familias Accipitridae que suelen ser perseguidas por considerarse “gavilanes polleros” o de la Valdivia *Herpetotheres cacchinnas* que es incorrectamente y basada en el folklore local como un ave de mal agüero que presagia la muerte según lo expresado por los habitantes del área de estudio. Especies como *Buteo brachyurus, B. albonotatus* y *Parabuteo unicinctus* son especialmente perseguidas debido a su preferencia por áreas abiertas. Dos especies de rapaces, *Pseudastur occidentalis, Geranoaetus polyosoma,* registradas anteriormente y que podrían persistir en el área no han sido registradas en los últimos monitoreos. Esto último requiere seguimiento considerando que la ausencia de rapaces podría estar relacionada a la fragmentación del hábitat y pérdida de presas o también estar asociada a persecuciones en retaliación por la pérdida de aves de corral y creencias supersticiosas que afectan a las poblaciones silvestres de Accipitridae y Falconidae en Sudamérica (O’Bryan et al., 2022).

### 3.3.4. Comparación con estudios previos

Los cambios en la composición, riqueza y abundancia de especies de aves fueron comparados con los resultados obtenidos entre los años 2020 y 2023 por Ecuambiente Consulting Group (2020-2023). Las comparaciones incluyeron los datos de riqueza y abundancia de categorías taxonómicas a nivel de órdenes y familias, índices de diversidad y también se evaluó el recambio de especies mediante análisis de semejanza mediante el índice de Jaccard.

a. Riqueza y abundancia

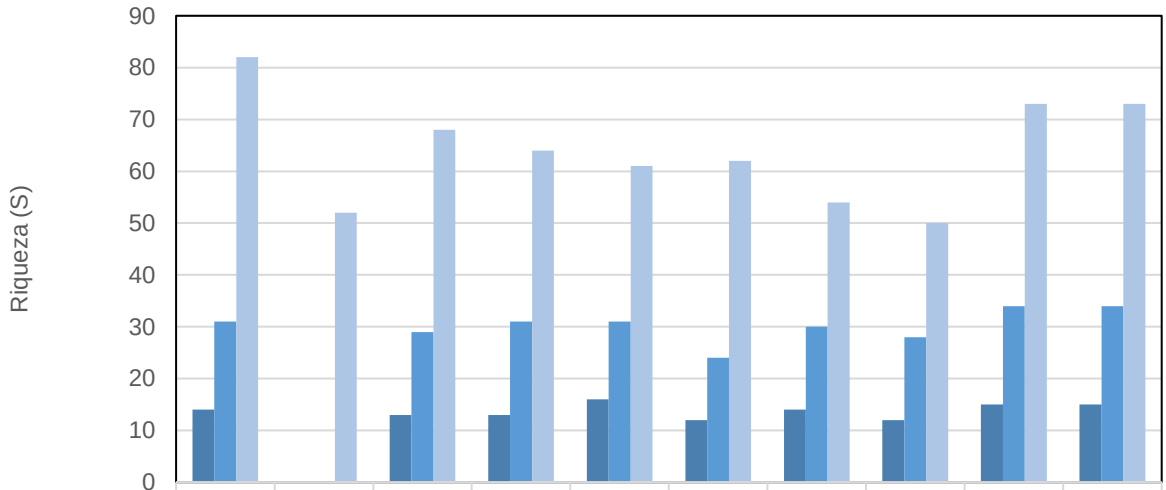
El análisis de los valores de riqueza de especies encontrada en los monitoreos entre 2017 y 2023 indican una variación importante (CV = 16 %). Esta variación parece estar estabilizándose considerando que fue de 17 % en el período anterior de marzo 2023. Los valores más disímiles con una riqueza de especies menor a 60 especies correspondieron al 2019 y el segundo período del 2022. Estos valores difieren en casi un 40 % con respecto a los de la línea base. En comparación, los valores de los dos monitoreos de marzo y agosto de 2023 son idénticos en la riqueza de especies detectada. Ambos valores con 73 especies difieren solamente un 11 % del valor máximo de riqueza de 82 especies reportado en la línea base (Ecuambiente Consulting group 2017).

Los cambios en la riqueza de especies entre los distintos períodos de monitoreo entre el 2017 y 2023 estuvieron asociados también a ligeros cambios en la composición de especies. Esto inclusive entre los dos períodos de monitoreo del 2023 que registraron

idénticos valores de riqueza de especies. A través de los períodos de monitoreo ha variado el registro de especies acuáticas como *Butorides striatus, Ardea alba, Phalacrocorax brasilianus*, *Chloroceryle americana*, *Actitis macularia, Himantopus*, que han sido registradas de manera esporádica en los distintos monitoreos. La mayoría de esta variación parece ser estacional, ya que el registro de estas especies se concentra durante los monitoreos de la estación lluviosa que coinciden con el incremento del nivel del río Playas o con el período de invernada de limícolas migratorias como *Actitis macularia* en el Ecuador.

El esfuerzo de muestreo, estacionalidad y elevación de los puntos de muestreo parecen influir también de manera importante en la variación de la riqueza de especies detectada entre monitoreos. Particularmente, algunas especies de aves silvícolas han sido registradas de manera intermitente en el área de estudio incluyendo entre otras *Pseudastur occidentalis, Trogon mesurus, Pulsatrix perspicillata, Psittacara frontatus, Taraba major, Contopus punensis, Pachyramphus spodiurus, P. albogriseus, Tolmomyias sulphurescens*, *Nesotriccus tumbezana, Myiozetetes similis, Megarynchus pitangua, Tyrannus melancholicus, Cantorchilus superciliaris, Spinus magellanicus, Volatinia jacarina* y *Leistes bellicosus.* La intermitencia de registros de algunas de estas especies parece estar asociadas a movimientos estacionales, especialmente de especies como *Trogon mesurus, Taraba major, Pachyramphus albogriseus, Tyrannus melancholicus, Megarhynchus pitangua, Myiozetetes similis* y *Spinus magellanicus* que son abundantes y frecuentes en ecosistemas más húmedos en las estribaciones occidentales. No obstante, unas pocas como *Campephilus gayaquilensis, Nesotriccus tumbezana, Melanopareia elegans, Contopus punensis* y *Psittacara frontatus* parecen ser escasas y parecen estar muy localizadas dentro del área de monitoreo de la concesión Bramaderos. Esto hace que hayan podido pasar inadvertidas en algunos monitoreos y requieren una mayor atención durante los monitoreos, por lo cual se sugiere continuar con las dos evaluaciones anuales.

Al comparar los datos de riqueza entre la línea base de 2017 y 2023 se evidencia también la presencia de algunas especies exclusivas del área del Naranjo como *Ortalis erythroptera, Sittasomus griseicapillus, Taraba major* y *Contopus cinereus* que no han sido registradas en años subsecuentes probablemente debido a su dependencia de bosque más húmedos a mayor altitud y menor grado de perturbación. La Figura 3-70 detalla la riqueza de especies determinadas entre monitoreos.




| | ECG Año 2017 | ECG Año 2019 | ECG Año 2020a | ECG Año 2020b | ECG Año 2021a | ECG Año 2021b | ECG Año 2022 | ECG Año 2022b | ECG Año 2023 | ECG Año 2023b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Órdenes | 14 | | 13 | 13 | 16 | 12 | 14 | 12 | 15 | 15 |
| Familias | 31 | | 29 | 31 | 31 | 24 | 30 | 28 | 34 | 34 |
| Riqueza (S) | 82 | 52 | 68 | 64 | 61 | 62 | 54 | 50 | 73 | 73 |

Figura 3-70: Comparación de resultados de diversidad de aves registrados en los monitoreos- Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

El número de individuos en los períodos de monitoreo ha mostrado una mayor variación en comparación a los resultados de riqueza de especies. El promedio de individuos hallado a través de los años ha sido de 963 ± 475 (CV = 49 %) asociado a las grandes variaciones estacionales de la época lluviosa y la época seca. No obstante, a nivel local el número de individuos registrados fue bastante bajo durante las evaluaciones del segundo período de 2022 que en casi todos los puntos de muestreo fue menor a 100 y también en PMA 4 en el año 2019. Esta variación podría estar asociado a diferencias entre observadores y no tanto a cambios significativos en las condiciones ecológicas del área considerando que los dos monitoreos de 2023 no evidencian estos cambios. Se sugiere continuar con los monitoreos considerando que existe una variación estacional que no ha sido completamente establecida.

b. Diversidad

Los valores de diversidad global hallados en los distintos períodos de monitoreo oscilaron para el índice de Shannon Wiener entre 2,79 y 3,61. Estos valores estuvieron en general asociados al número de especies registradas con una marcada reducción en el 2019 que fue el que registró la menor riqueza y abundancia. En contraste, los mayores valores correspondieron a las dos evaluaciones del 2023 que alcanzaron un valor del índice de 3,61. Estos valores son mayores inclusive al reportado en la línea base de 2017 que fue de 3,56 (Ecuambiente Consulting Group 2017). Este aumento de la diversidad en comparación a la línea base es aparente y no se sostiene considerando el menor esfuerzo de muestreo, menor número de transectos y mayor riqueza global de especies encontrado en la línea base. A pesar de esto, los valores del índice de Shannon sugieren que el área de Bramaderos mantiene todavía una diversidad de aves

importante que similar a otras localidades de bosque seco tumbesino en el suroccidente de Ecuador. Asimismo, existe una importante fluctuación asociada a la riqueza y abundancia estacional de las especies que indican que el área mantiene una avifauna especiosa y diversa pero no uniforme. El detalle de los valores de diversidad encontrados a nivel global y en los puntos de muestreo se detallan en la Tabla 3-62.

Tabla 3-62: Diversidad de especies de aves entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

| MONITOREO AVIFAUNA | SECTOR | No. ESPECIES | No. INDIVIDUOS | ÍNDICE DE SHANNON | INTEPRETACION |
|---|---|---|---|---|---|
| ECG (2017) | El Naranjo | 52 | 158 | 3.56 | Diversidad media |
| ECG (2017) | Limón | 50 | 297 | 2.79 | Diversidad media |
| ECG (2017) | San José | 48 | 302 | 3.27 | Diversidad media |
| ECG (2017) | El Yeso | 30 | 425 | 1.99 | Diversidad baja |
| ECG (2019) | El Naranjo | 32 | 125 | 2.98 | Diversidad media |
| ECG (2019) | Limón | 28 | 104 | 2.93 | Diversidad media |
| ECG (2019) | San José | 21 | 122 | 2.36 | Diversidad baja |
| ECG (2019) | El Yeso | 20 | 77 | 2.71 | Diversidad baja |
| ECG (2020a) | El Naranjo | 35 | 199 | 3.31 | Diversidad media |
| ECG (2020a) | Limón | 45 | 245 | 3.34 | Diversidad media |
| ECG (2020a) | San José | 38 | 375 | 3.24 | Diversidad media |
| ECG (2020a) | El Yeso | 38 | 245 | 2.75 | Diversidad baja |
| ECG (2020b) | El Naranjo | 37 | 326 | 3.07 | Diversidad media |
| ECG (2020b) | Limón | 33 | 241 | 3.15 | Diversidad media |
| ECG (2020b) | San José | 34 | 327 | 2.81 | Diversidad media |
| ECG (2020b) | El Yeso | 39 | 336 | 2.98 | Diversidad media |
| ECG (2021a) | El Naranjo | 37 | 326 | 3.07 | Diversidad media |
| ECG (2021a) | Limón | 33 | 241 | 3.15 | Diversidad media |
| ECG (2021a) | San José | 34 | 327 | 2.81 | Diversidad media |
| ECG (2021a) | El Yeso | 39 | 336 | 2.98 | Diversidad media |
| ECG (2021b) | El Naranjo | 50 | 251 | 3.411 | Diversidad media |
| ECG (2021b) | Limón | 33 | 167 | 3.164 | Diversidad media |
| ECG (2021b) | San José | 52 | 246 | 3.504 | Diversidad media |
| ECG (2021b) | El Yeso | 37 | 214 | 3.099 | Diversidad media |
| ECG (2022) | Limón | 47 | 569 | 3.33 | Diversidad media |
| ECG (2022) | San José | 49 | 670 | 3.32 | Diversidad media |
| ECG (2022) | El Yeso | 41 | 723 | 3.14 | Diversidad media |
| ECG (2022 b) | Limón | 24 | 71 | 2.98 | Diversidad media |
| ECG (2022 b) | San José | 32 | 64 | 3.259 | Diversidad media |
| ECG (2022 b) | El Yeso | 29 | 68 | 3.117 | Diversidad media |

| MONITOREO AVIFAUNA | SECTOR | No. ESPECIES | No. INDIVIDUOS | ÍNDICE DE SHANNON | INTEPRETACION |
|---|---|---|---|---|---|
| ECG (2023a) | Las Limas * | 36 | 221 | 3.16 | Diversidad media |
| ECG (2023a) | Limón | 56 | 321 | 3.66 | Diversidad media |
| ECG (2023a) | San José | 38 | 274 | 2.94 | Diversidad media |
| ECG (2023a) | El Yeso | 39 | 289 | 3.19 | Diversidad media |
| ECG (2023b) | Las Limas * | 29 | 157 | 2.68 | Diversidad media |
| ECG (2023b) | Limón | 51 | 318 | 3.52 | Diversidad media |
| ECG (2023b) | San José | 41 | 337 | 3.1 | Diversidad media |
| ECG (2023b) | El Yeso | 36 | 284 | 3.14 | Diversidad media |
| ECG (2017) | Global | 82 | 911 | 3.16 | Diversidad media |
| ECG (2019) | Global | 52 | 428 | 2.79 | Diversidad media |
| ECG (2020a) | Global | 68 | 1031 | 3.45 | Diversidad media |
| ECG (2020b) | Global | 64 | 1230 | 3.41 | Diversidad media |
| ECG (2021a) | Global | 61 | 763 | 3.34 | Diversidad media |
| ECG (2021b) | Global | 62 | 878 | 3.53 | Diversidad media |
| ECG (2022) | Global | 54 | 1962 | 3.26 | Diversidad media |
| ECG (2022b) | Global | 50 | 203 | 3.44 | Diversidad media |
| ECG (2023) | Global | 73 | 1125 | 3.61 | Diversidad media |
| ECG (2023b) | Global | 73 | 1096 | 3.61 | Diversidad media |

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Similitud

El análisis de la composición de especies entre la línea base de 2017 y los monitoreos de 2023 indicó que han ocurrido ciertos cambios en la avifauna. El dendrograma basado en la composición de especies agrupo los monitoreos en dos conjuntos como se ilustra en la Figura 3-71. El primer conjunto agrupo a la línea base y los dos monitoreos de 2021 y de la época seca en el 2022. Entre estos, la mayor similitud ocurrió entre los del 2021 con un 93 % de semejanza y una riqueza de 60 especies aproximadamente. Estos monitoreos y el de la época seca de 2022 compartieron más del 50 % de las especies con la línea base de 2017. Esta mayor similitud entre estos monitoreos refleja probablemente también la presencia de especies de aves de bosques más húmedos y a mayor elevación hallados solamente en el Naranjo. El segundo conjunto identificado por el dendrograma incluyó los dos monitoreos de 2023 junto con el de 2022 de la época lluviosa. La mayor similitud se halló entre los del 2023 que registraron una similar riqueza de especies, aunque con variaciones en la composición de especies. Estos dos monitoreos tuvieron una semejanza del 64 % entre sí y del 50 % con el de 2022. Los dos monitoreos del 2023 tuvieron una semejanza del 52 % con respecto a la línea base de 2017.

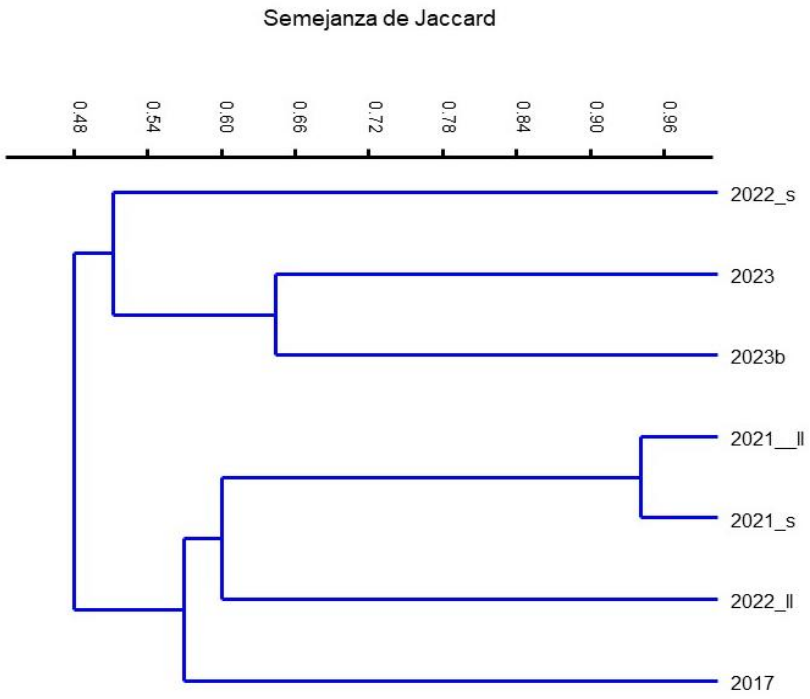



Figura 3-71: Dendrograma de similitud de Jaccard de especies de aves – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos
Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Especies indicadoras

Las especies de aves registradas incluyeron algunas que poseen una alta especialización ecológica y en su mayoría están restringidas en su distribución a la región tumbesina del suroccidente de Ecuador y norte de Perú. Especies relevantes como indicadoras ecológicas de ecosistemas de bosques deciduos que mantienen una alta complejidad y madurez incluyeron entre otras a *Momotus subrufescens, Dryobates callonotus, Thamnophilus bernardii, Myiopagis subplacens, Contopus punensis,* y *Atlapetes albiceps*. Estas especies fueron registradas principalmente en PM 2. Otras especies importantes correspondieron a loros y pericos como *Psittacara erythrogenys, P. frontatus y Brotogeris pyrrhoptera* debido a que requieren de cavidades u oquedades en los troncos de los árboles para anidar y por ende es un factor limitante de sus poblaciones (Cornelius et al., 2008). La dependencia a cavidades de troncos de árboles y el alto riesgo de extinción que enfrentan estas especies en el país debido al tráfico ilegal de especies (B. Best & Kessler, 1995), las convierte en importantes especies indicadoras para evaluar el estado de los ecosistemas naturales del área de estudio. Durante agosto de 2023 se registró al Perico Cordillerano *Psittacara frontatus* (anteriormente clasificado como una subespecie de *Psittacara wagleri*) reafirmando la necesidad de mantener los monitoreos de la avifauna como sugerido en el informe de marzo de 2023.

Otras especies indicadoras cuya presencia debe evaluarse durante los monitoreos corresponde a *Contopus punensis, Momotus subrufescens* y *Nyctidromus anthonyi* que tienen una distribución localizada dentro del área de estudio y fueron escasas por lo cual

tienen una alta probabilidad de extinción local como resultado de cambios en la estructura de los hábitats y disponibilidad de recursos alimenticios. También merece incluirse en los monitoreos la presencia de *Trogon mesurus, Megascops roboratus* y *Chordeiles acutipennis* cuyos registros parecen ser estacionales. Durante el monitoreo de agosto de 2023 no se registró a *Trogon mesurus* y fue el período en el que por primera vez se registró el Añapero *Chordeiles acutipennis.*

Por otra parte, se evidenció diferencias en la abundancia de especies como *Furnarius leucopus, Mimus longicaudatus, Forpus coelestis, Sicalis flaveola, Molothrus bonariensis* y *Dives warszewickzii* entre los puntos de muestreo. Estas especies fueron más abundantes en los puntos como PMA 3, PMA 4 y PMA 1 que presentan un mayor nivel de impactos por alteraciones antropogénicas, por lo cual debe monitorearse los cambios en presencia y abundancia debido a que parecen ser indicadores de un mayor grado de alteración y cambios en la cobertura de la vegetación.

El monitoreo y búsquedas adicionales se sugiere también para otras especies de aves en peligro de extinción incluidas como indicadoras como *Pseudastur occidentalis, Campephilus gayaquilensis, Ortalis erythroptera* y *Grallaria watkinsii*, que han sido registradas en monitoreos anteriores, principalmente en el sector del Naranjo y cuya presencia debe corroborarse en otros puntos dentro del área de estudio. Estas especies podrían persistir aún dentro del área de la concesión considerando que en agosto de 2023 se logró encontrar nuevamente al carpintero *Campephilus gayaquilensis* y se registraron dos especies adicionales de rapaces como *Buteo brachyurus* y *Accipiter bicolor*. Al igual que estas algunas de las especies registradas anteriormente estas son muy escasas lo que las hace difíciles de hallar.

### 3.4. Herpetofauna

Los bosques secos del suroccidente del Ecuador se encuentran dentro del Centro Tumbesino de Endemismo (Cracraft, 1985). Además, los patrones de distribución mostrados por las especies tumbesinas están influenciados por la depresión geográfica de Huancabamba, donde se sobreponen importantes centros de endemismo de los Andes del norte y Tumbes (Terborgh y Winter, 1983; Best y Clarke, 1991). que alberga anfibios y reptiles que se han adaptado a las altas temperaturas propias de los ecosistemas y las épocas secas.

La región Tumbesina (Perú - Ecuador) se considera un hotspot de biodiversidad con importantes tasas de endemismo (Stattersfield et. al., 1998); esta región desde hace muchas décadas enfrenta importantes amenazadas por el avance acelerado de la agricultura y ganadería; para los años 90” ya se conocía que menos del 5% de la superficie terrestre estaba cubierta por bosque naturales (Best y Kessler, 1995); actualmente la mayoría de remanentes de bosque secos conservados en encuentra únicamente en áreas protegidas (Székely et al., 2016).

Los bosques secos a pesar de la marcada estacionalidad climática, son áreas altamente amenazadas, ya que su suelo es muy apto para el cultivo; estos ecosistemas en la actualidad son todavía poco estudiados y en muchos casos la información de su fauna silvestre es aún deficiente (MECN-INB-GADPEO, 2015).

Algunos estudios determinaron importantes valores de diversidad y endemismo especialmente en flora y avifauna, y las urgentes medidas de conservación de la región

(Best y Kessler, 1995); para la herpetofauna de los bosques secos se determinó una significativa presión antrópica y la deficiente información sobre su diversidad (Armijos y Valarezo, 2010).

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo biótico (época seca — 2023) del Proyecto Minero Bramaderos, que evalúa el estado poblacional de la herpetofauna en el área de influencia, con la aplicación de métodos y análisis de datos estandarizados para estudios ambientales.

### 3.4.1. Área de estudio

El área de estudio pertenece a la provincia de Loja, según el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013), está dentro del ecosistema "Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01)"; se distinguen cuatro tipos de cobertura vegetal: Bosque semideciduo (BS), Bosque de Galería (BG), Bosque de Faique (BF) y Cultivos (C).

#### *3.4.1.1. xSitios de Muestreo*

El monitoreo herpetofaunístico se realizó en cuatro estaciones cuantitativas (PMH 1 - 4) y tres recorridos cualitativos (POH1, POH2 y POH4), tomando como referencia a los puntos de muestreo y coordenadas establecidos en la línea base, (Véase la Tabla 3-63). Debido al impedimento de ingreso a la localidad El Limón (PMH1), no fue posible realizar el monitoreo biótico en este sitio, sin embargo, se reubicó (monitoreo marzo 2023) el mismo en la localidad Zapotepamba (PMH1).

Tabla 3-63: Sitios de muestreo componente herpetofauna– Proyecto Minero Bramaderos

| ÁREA DE ESTUDIO | PUNTO | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | | | METODOLOGÍA | TIPO DE VEGETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE (X1) | NORTE (Y1) | ESTE (X2) | NORTE (Y2) | | |
| PMH1 | PMH1-PMH-1 | 637282 | 9552298 | 637660 | 9552640 | Cuantitativo (REVs) diurnos Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Bosque Semideciduo |
| | PMH1-POH-1 | 636565 | 9552577 | 636911 | 9552550 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Bosque Semideciduo |
| PMH2 | PMH2-PMH-4 | 634797 | 9550610 | 634702 | 9550076 | Cuantitativo (REVs) diurnos Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Bosque Semideciduo y de Galería |
| | PM2H-POH-1 | 634482 | 9550744 | 634749 | 9550900 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | |

| ÁREA DE ESTUDIO | PUNTO | COORDENADAS UTM WGS 84 | | | | METODOLOGÍA | TIPO DE VEGETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ZONA 17 SUR | | | | | |
| | | ESTE (X1) | NORTE (Y1) | ESTE (X2) | NORTE (Y2) | | |
| PMH3 | PM3H-PMH-1 | 631925 | 9546733 | 631103 | 9547089 | Cuantitativo (REVs) diurnos libres) | Bosque Semideciduo |
| PMH4 | PMH4-PMH-1 | 631172 | 9545598 | 630757 | 9546119 | Cuantitativo (REVs) diurnos Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Bosque Semideciduo |
| | PMH4-POH-1 | 630704 | 9544999 | 630971 | 9545155 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | |

Código: PMH: Puntos de Muestreo de Herpetofauna, POH: Punto de observación Herpetofauna.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.4.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

Durante la fase de campo para el monitoreo biótico (agosto 2023) se aplicó de forma general un esfuerzo similar a monitoreos anteriores y se contó con el apoyo de personal de la empresa y comunidad (Sr, Juan Rosas) (Véase la Tabla 3-64).

Tabla 3-64: Esfuerzo de muestreo Herpetofauna – Proyecto Minero Bramaderos

| TIPO DE VEGETACIÓN | SITIO DE MUESTREO | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| Bosque semideciduo | PM1-PMH-1 | Cuantitativo (REVs) nocturnos | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo | PM1-POH-1 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo y de galería | PM2-PMH-4 | Cuantitativo (REVs) diurnos Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/1 días/1 técnico y asistente | 12 horas |
| Bosque semideciduo y de galería | PM2-PMH-4 | Cuantitativo (REVs) nocturnos | Observación, captura y liberación. | 6 horas/1 días/1 técnico y asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo | PM2-POH-1 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo | PM3-PMH-2 | Cuantitativo (REVs) diurnos | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y asistente | 12 horas |
| Bosque semideciduo | PM3-PMH-2 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo | PM4-PMH-1 | Cuantitativo (REVs) diurnos | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 | 12 horas |

| TIPO DE VEGETACIÓN | SITIO DE MUESTREO | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | técnico y 1 asistente | |
| Bosque semideciduo | PM4-PMH-1 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y 1 asistente | 8 horas |
| Bosque semideciduo | PM4-POH-1 | Cualitativo (Observación y Recorridos libres) | Observación, captura y liberación. | 6 horas/2 días/1 técnico y 1 asistente | 8 horas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.4.2. Metodología

Uno de los objetivos del presente estudio fue delimitar las poblaciones de herpetofauna que habitan en el área del proyecto para su evaluación a través del tiempo (comparación con estudios previos); en este sentido, se definieron las mismas técnicas de muestreo de anteriores estudios.

#### *3.4.2.1. Fase de Campo*

Las técnicas empleadas para el monitoreo de anfibios y reptiles siguieron los lineamientos establecidos en la línea base (EsIA, 2017), con de fin de realizar comparaciones específicas del estado de las poblaciones de anfibios y reptiles. Las metodologías se detallan a continuación:

a. Registros por encuentros visuales (REVs) nocturnos (Muestreo Cuantitativo)

Esta es una de las técnicas de inventario más comúnmente usadas ya que puede ser utilizada para medir la composición de especies, estimar la abundancia relativa, la asociación de hábitats y la actividad diaria (Lips y Reaser 2000). Esta técnica permite registrar en un corto período, la mayor cantidad de especies, tanto como sea posible.

Durante el monitoreo se capturó toda la herpetofauna activa o visible dentro de los límites de cada REV, desde el nivel del suelo hasta aproximadamente tres metros de alto o más en la vegetación. Para los REVs nocturnos, la unidad de muestreo se define como un recorrido de 240 minutos, que equivale a cuatro horas a través de un sendero lineal con aproximadamente 400 m de longitud y cuatro metros de banda, en un área de evaluación de aproximadamente 1600 m2. Los recorridos se inician desde las 19h00 aproximadamente hasta las 23h00.

b. Registros por Encuentros Visuales (REV's) diurnos (Muestreo Cuantitativo)

Los Registros por Encuentros Visuales diurnos consistieron en el muestreo efectivo de herpetofauna diurna en los diferentes hábitats. Este constituye un método de refuerzo, con el objetivo de contribuir con individuos de herpetofauna diurna encontrada en microhábitats y sitios no cubiertos por los REVs nocturnos. Esta técnica consiste en realizar un transecto lineal de 800 x 4 metros de bandeo en áreas con vegetación nativa, diariamente en un lapso de tres horas por la mañana o por la tarde, entre las 10h00 a 13h00 o de 15h00 a 18h00, el recorrido de cada REV fue realizado por un biólogo, acompañado por un guía comunitario, abarcando aproximadamente 3200 m2. Durante

este tiempo se registró toda la herpetofauna en general, sea por cantos, avistamientos o capturas.

c. Observación y recorridos libres (Muestreo Cualitativo)

Es el método más efectivo para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo; consiste en realizar caminatas durante el día o la noche, en búsqueda de anfibios y reptiles, pero sin mayores reglas para la exploración (excepto revisar minuciosamente todos los microhábitats disponibles) (Angulo et al., 2006). Estas caminatas de observación proveen información adicional de riqueza, reproducción y etología.

d. Identificación taxonómica preliminar (Muestreo Cualitativo)

Todos los individuos observados fueron capturados y trasportados en bolsas plásticas o de tela hasta el sitio de análisis, donde se procedió a la identificación taxonómica preliminar. Los registros se apuntaron en una libreta de campo donde se tomaron datos como: ubicación del sitio, fecha y hora de la captura-recaptura, coordenadas geográficas, identificación taxonómica, método de muestreo, tipo hábitat, tipo de vegetación, sustrato, posición vertical, actividad, y fotografía referencial. La identificación preliminar fue desarrollada con la ayuda de claves taxonómicas, como libros especializados en herpetofauna y guías de campo: (MECN, 2010) (MECN-INB-GADPEO, 2015); (Szekely et al. 2016); (Ron et al. 2022); (Torres-Carvajal et al. 2022). Los individuos, una vez identificados, fueron liberados en zonas cercanas al lugar de captura.

#### *3.4.2.2. Fase de Gabinete*

Se utilizaron los softwares Biodiversity Pro-Versión 2 (McAleece et al. 1997; Hammer et al. 2001) para los cálculos y Office Excel (2020) para las gráficas.

Los cálculos fueron realizados para el total de especies e individuos registrados en los 6 puntos de muestreo; todos los conceptos, fórmulas e interpretaciones provienen de la publicación Métodos para medir la Biodiversidad (Moreno, 2001) a menos que se indique lo contrario. A continuación, se describen los métodos de análisis utilizados para levantar la información de herpetofauna.

a. Riqueza

La riqueza total de un sitio muestreado se refiere al número de especies registradas en el mismo, mientras que el término abundancia, es el número de individuos registrados (colectados o liberados) por cada especie (Villareal et al. 2004).

b. Abundancia

Abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad. La abundancia total no es más que el sumatorio total de todos los individuos que han sido registrados en un estudio.

c. Abundancia relativa

Para analizar la abundancia relativa se obtendrá la proporción de individuos por cada especie (Pi):

$$Pi = ni / N$$

ni = número de individuos por especie, y; N = número total de individuos.

d. Curva de Dominancia de Especies

Con los datos de abundancia relativa se construye la gráfica de dominancia de especies en forma descendente, de la especie de mayor dominancia a la menos representativa.

e. Curva de Acumulación de Especies

Es una representación de la riqueza de especies con respecto al esfuerzo de muestreo, puede estar dado por unidades o tiempo de muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas. 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).

- *Índice de Chao 1*

Estima el número de especies en una comunidad basada 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:

$$Chao1 = S\_obs +(F\_1^2)/ (2F\_2)$$

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

La representatividad del muestreo se evaluó en base a este índice a nivel general y en datos agrupados por estaciones de muestreo.

f. Índices de Diversidad

La diversidad alfa mide el número de especies que se encuentran interactuando en un área de un determinado tamaño. Comprende la variabilidad de especies bajo los criterios de riqueza y heterogeneidad o equitatibilidad (Jost y Gonzales-Oreja, 2012).

- *Índice de Shannon – Wiener (H')*

Este índice "mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección" (Magurran 1986), 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.

$$H = \sum_{i=1}^{S} (P_i)(log_2 P_i)$$

H = contenido de información de la muestra (bits/individuo)
i = índice de diversidad de la especie
S = número de especies
Pi = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie

El valor de la fórmula describe una población infinitamente larga y resulta en el promedio de Diversidad por especie. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo; de acuerdo a Pla (2006), valores entre 0.1-1.5 se consideran de baja diversidad, entre 1.6-3.0 como de diversidad media y valores superiores a 3.1 como altamente diversos.

- *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:

$$D = \sum_{n}^{i} = pi^2$$

Dónde:

- Pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
- Σ = sumatoria
- pi = proporción de la muestra (ni/n)

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); esto podría generar confusión, razón por la cual se consideró restar el valor de D a 1, quedando 1- D; y en este caso, el valor del índice también oscila entre 0 y 1, pero cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad de la muestra.

Los rangos numéricos refieren una diversidad baja a valores entre 0 y 0.33; diversidad media entre 0.34 y 0.66; diversidad alta a valores mayores a 0.66 (Aguirre Mendoza, 2013).

g. Índice de similaridad de Jaccard

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 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):

$$IJ = c / a + b - c$$

Dónde: a es el número de especies presentes en el sitio A; b el número de especies presentes en el sitio B; y c el número de especies presentes en ambos sitios A y B.

h. Aspectos ecológicos

Para este acápite realizamos una revisión ecológica para cada especie registrada tanto en los muestreos cuantitativos como cualitativos y comparamos con la información de nuestros avistamientos para establecer una cualidad ecológica específica para cada la especie.

- *Nicho trófico*

El nicho ecológico se refiere de la función que desempeña cierto organismo dentro de un ecosistema, es decir, la interrelación del organismo con los factores ecológicos, siendo una de las principales características la competencia que se presenta entre ellos por alimento. Se identificaron grupos de especies insectívoras y carnívoras; dentro de estos se evaluaron en base a revisiones bibliográficas, grupos generalistas o especialistas (preferencia específica por cierto tipo de presa), así se determinó cuatro agrupaciones: insectívoros generalistas, carnívoro generalista y Herbívoro.

- *Hábito*

Para el análisis de comunidades, tomando en cuenta la importancia del uso del recurso utilizado y la actividad de las especies, se clasificó a la herpetofauna en varios grupos:

- **Diurnos terrestres:** Son aquellas especies forrajeras cuya actividad la realizan en el día al interior del bosque sobre el sustrato, como hojarasca, cuevas y troncos caídos, esto no les hace recibir la luz solar directamente.

- **Diurnos arbóreos:** Son especies forrajeadoras pasivas que realizan su actividad sobre la vegetación arbustiva y arbórea (distribución vertical, antes mencionada) durante el día; estos se exponen a la luz solar directamente para regular su temperatura corporal.

- **Nocturnos terrestres:** Son especies que realizan sus actividades sobre el sustrato terrestre durante la noche.

- **Nocturnos arbóreos:** Dentro de este grupo constan todas las especies que utilizan el estrato arbustivo (distribución vertical, antes mencionada) para su actividad durante la noche.

- *Distribución vertical*

Es necesario tener en cuenta que la disposición de las especies en el bosque es de gran importancia, la estratificación es de vital importancia para el desenvolvimiento de las poblaciones en el aprovechamiento de los recursos (Jaeger y Inger, 2001). En este contexto determinamos cuatro estratos utilizados por las especies de anfibios y reptiles:

- **Terrestre**. - Especies que habitan y desarrollan sus actividades únicamente en el sustrato terrestre, es decir a nivel de suelo.

- **Arbustivo**. - Especies que habitan en el sotobosque o vegetación arbustiva baja, considerando una altura menor a 3m.

- *Tipos de reproducción*

La reproducción es una característica conspicua en la herpetofauna, especialmente en anfibios (Stuart et al., 2008). Para evaluar los aspectos reproductivos de la herpetofauna, nos basamos en la clasificación ecológica de la Herpetofauna de la Amazonia Centro de Ecuador para anfibios y reptiles (Duellman y Trueb 1994; Ortega-Andrade, et al. 2010); además de descripciones disponibles en portales digitales (www.bioweb.org). (Véase la Tabla 3-65 y Tabla 3-66)

Tabla 3-65: Tipos de reproducción de anfibios – Proyecto Minero Bramaderos

| TIPO DE HUEVOS | LUGAR DE DEPOSITO | MODO REPRODUCTIVO | MODO |
|---|---|---|---|
| Acuáticos | Depositados en agua | Huevos y renacuajos son depositados en aguas lénticas. | 1 |
| | | Huevos y renacuajos son depositados en aguas lóticas. | 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. | 9 |
| | Depositado en árboles | De los huevos nacen pequeños subadultos. | 8 |
| | 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 |

Fuente: Duellman y Trueb, 1994.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, agosto 2023

Tabla 3-66: Tipos de reproducción de reptiles – Proyecto Minero Bramaderos

| MODO REPRODUCTIVO | | MODO |
|---|---|---|
| Ovovivíparo | Modalidad de reproducción donde los huevos permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta su eclosión. | 28 |
| Ovíparo | Modalidad de reproducción que incluye el depósito de huevos en el medio externo donde completan su desarrollo antes de la eclosión. | 30 |
| Vivíparos | Modalidad de reproducción se basa en que el desarrollo del embrión se produce dentro del vientre de la madre, después de la fecundación entre el macho y la hembra (Boa imperator) | 31 |

Fuente: Duellman y Trueb, 1994.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, agosto 2023

- *Estado de Conservación de Especies*

El estado de conservación de anfibios y reptiles se revisó de acuerdo a los criterios de Carrillo et al. (2005) y Torres-Carvajal et al. (Torres-Carvajal et al. 2022) para reptiles; IUCN (2023) y Ron et al. (Ron et al. 2022) para anfibios del Ecuador. Las especies protegidas según la CITES se revisarán en UNEP-WCMC (2020).

- *Especies Indicadoras*

Para este análisis utilizamos información ecológica especializada para el grupo (bioweb.com; amphibiaweb.org; iucn.org), que identifica en base a reportes de especialistas, características biológicas y ecológicas, especies asociadas o con cierto grado de preferencia por algún tipo hábitat o microhábitat sea este conservado o en algún grado de disturbio.

- *Especies sensibles*

Los anfibios son el único grupo de vertebrados que generalmente presenta en su ciclo de vida (acuático y terrestre) dos fases de desarrollo; esta característica los hace sensibles a alteraciones de los dos medios; en el acuático afecta generalmente a sus embriones y larvas, y en el terrestre a sus procesos reproductivos, alimenticios y de uso de hábitat (Young et al. 2004).

A nivel individual, la piel permeable en ciertos grupos de anfibios incrementa su sensibilidad a cambios en su hábitat; este tipo de piel además de permitirles realizar una respiración cutánea (intercambio de oxígeno con el medio), favorece la absorción de nutrientes del agua (Duellman y Trueb, 1986); dicha permeabilidad incrementa la vulnerabilidad en etapa larval e incluso sus adultos se ven afectados directamente por la dispersión de sustancias disueltas (ie. polución de origen química, lluvias ácidas, etc.) (Wyman 1990).

En base a una revisión de información histórica sobre la ecología de especies y su resiliencia al disturbio (Ron et al, 2022) (Torres-Carvajal et al. 2022) se evaluó y estableció una categorización de sensibilidad que a continuación se detalla:

- **Alta =** Especies muy sensibles a la transformación de su hábitat, desaparecen del área intervenida; además se encasillan en categorías de amenaza relevantes (Crítico CR, En Peligro EN, Vulnerable VU, Casi Amenazada NT).

- **Media =** Especies que toleran una moderada transformación del hábitat; su clasificación de conservación puede ser incierta o de escasos datos para su evaluación (Datos Insuficientes DD, No Evaluada NE).

- **Baja =** Especies tolerantes a la transformación del hábitat, se adaptan al nuevo entorno y, a veces, aumentan sus poblaciones; generalmente de determinan como especies de Baja preocupación (LC).

Algunas características que también se toman en cuenta son: Dependencia de un hábitat y/o un microhábitats especializado; reducida tolerancia o umbrales ambientales muy estrechos que son susceptibles de ser sobrepasados en cualquiera de las etapas del ciclo vital; dependencia de un detonante o señal ambiental específica que es susceptible de sufrir una perturbación; dependencia de interacciones interespecíficas susceptibles de sufrir perturbaciones; limitada capacidad de dispersión o de colonización de zonas nuevas o más favorables.

- *Endemismo*

Se evaluó la distribución geográfica de las especies, si estas se restringen a localidades solo para Ecuador (endémicas) o de rangos mayores de distribución, acuerdo a bases de datos especializadas para el grupo (iucnredlist.org, amphibiaweb.org, qcaz.com, bioweb.bio) (IUCN, 2022; Uetz et al. 2020).

- *Uso del Recurso*

La diversidad cultural está estrechamente relacionada con la biodiversidad con la que coexiste (Ávila-Nájera et al. 2018); se evaluó el uso del recurso herpetofaunística mediante entrevistas directas a pobladores, utilizando guías fotográficas de referencia para una clara identificación de las especies utilizadas. Determinar los organismos utilizados permite evaluar la importancia de las especies en la comunidad y es de gran utilidad para enfocar estrategias de conservación, tomando en cuenta el valor cultural de las especies.

### 3.4.3. Resultados

Los resultados se presentan a continuación, primero de manera general, y luego por análisis cuantitativos y cualitativos.

#### *3.4.3.1. Inventario General*

Para el área de estudio, tanto en los muestreos cuantitativos como cualitativos se registró un total de 18 especies, distribuidas en cuatro familias de anfibios y siete reptiles; en anfibios todas las especies pertenecen al orden Anura distribuidas en cuatro familias (Bufonidae, Dendrobatidae, Leptodactylidae y Strabomantidae); en reptiles pertenecientes al orden Squamata: Sauria con tres familias (Iguanidae: Iguaninae, Iguanidae: Tropidurinae, Phyllodactylidae y Teiidae) y suborden Serpentes con la familia (Colubridae, Elapidae y Boidae).

a. Riqueza

Para la herpetofauna, la familia de la clase Reptilia con mayor número de especies es la familia Colubridae (culebras no venenosas) con dos especies y la familia Iguanidae (lagartijas e iguanas) que fue la más diversa con cinco especies, finalmente representado con una especie la familia Phyllodactylidae (Salamanquesas), Teiidae (lagartijas), Elapidae (Corales) y Boidae (boas). Para la clase Amphibia la familia con más especies registradas fue Dendrobatidae (ranas venenosas) con tres especies, seguido de la familia Leptodactylidae (Ranas) con dos especies y representado por una especie tenemos a la familia Strabomantidae (Cutines) y Bufonidae (Sapos). En la Tabla 3-72 se presenta la riqueza por familias registradas en el presente monitoreo para el proyecto Bramaderos.

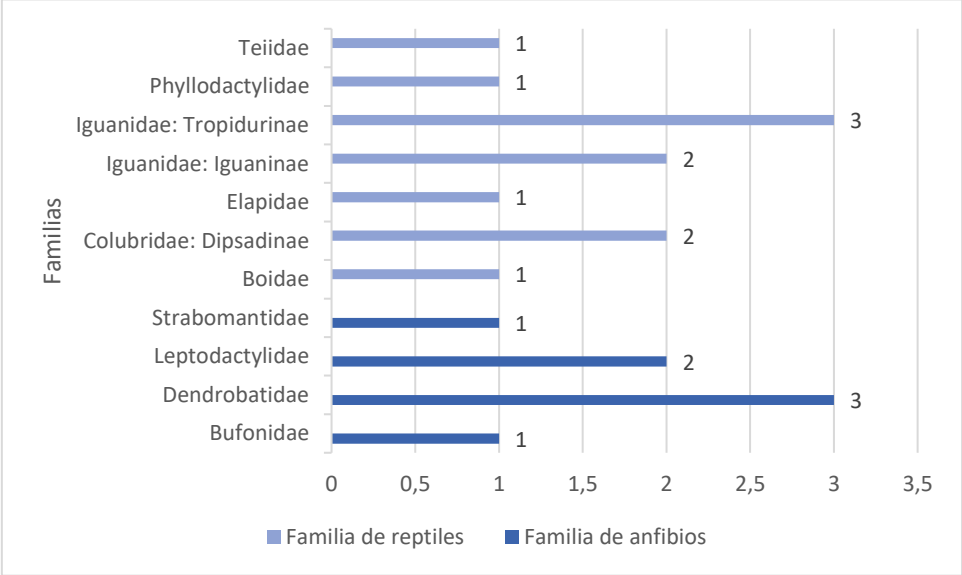



Figura 3-72: Riqueza por familia de anfibios y reptiles - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## b. Abundancia Absoluta

Para este análisis se toma en cuenta los datos de muestreo cuantitativos ya que los cualitativos únicamente denotan presencia y ausencia de especies. Entre avistamientos, capturas temporales y datos auditivos se obtuvo un total de 215 registros; los anuros representan 47,05% de la abundancia general y los reptiles el 52,9%.

La especie de mayor abundancia fue *Epipedobates anthonyi* (rana venenosa) con 48 registros y *Microlophus occipitalis* (lagartijas) con 56 registros; seguido de los reptiles *Phyllodactylus reissii* (salamanquesas) y *Stenocercus Puyango* (guagsas) con 20 y 26 registros respectivamente y en anfibios las especies *Hyloxalus infraguttatus* (rana venenosa) y *Pristimantis lymani* (cutín) con 13 registros. La Figura 3-73, describe la riqueza-abundancia de la herpetofauna en el presente monitoreo.

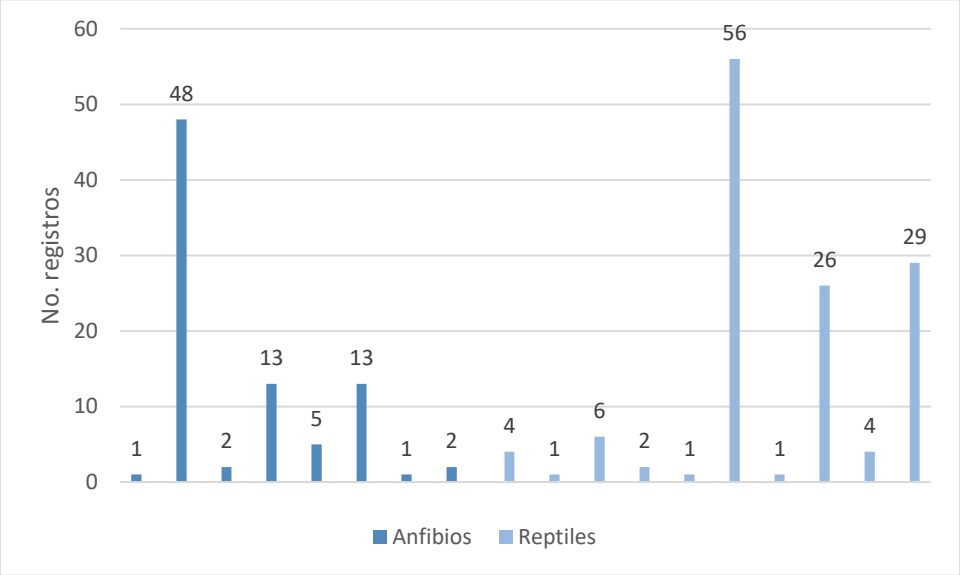



Figura 3-73: Abundancia de especies de anfibios y reptiles registrados – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## c. Abundancia Relativa

A nivel general, se identifican cuatro especies categorizadas como abundantes que representan el 35,29% de la diversidad local; común, tres especies como especies comunes (17,64%), cinco especies dentro de la categoría: poco común (29,41%) y tres especies raras (17,64%) (Véase la Tabla 3-67).

Tabla 3-67: Abundancia relativa de los anfibios y reptiles registrados - Proyecto Minero Bramaderos

| N | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA | Pi | AB. RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Anura | Leptodactylidae | *Engystomops puyango* | 1 | 0,034 | Raro |
| 2 | Anura | Dendrobatidae | *Hyloxalus infraguttatus* | 18 | 0,085 | Abundante |
| 3 | Anura | Bufonidae | *Rhinella marina* | 15 | 0,071 | Abundante |
| 4 | Anura | Dendrobatidae | *Epipedobates anthonyi* | 48 | 1,655 | Abundante |
| 5 | Anura | Leptodactylidae | *Leptodactylus labrosus* | 5 | 0,172 | Común |
| 6 | Anura | Dendrobatidae | *Hyloxalus elachyhistus* | 13 | 0,048 | Abundante |
| 7 | Anura | Strabomantidae | *Pristimantis lymani* | 13 | 0,048 | Abundante |
| 8 | Squamata | Phyllodactylidae | *Phyllodactylus reissii* | 26 | 0,897 | Abundante |
| 9 | Squamata | Iguanidae | *Microlophus occipitalis* | 56 | 1,931 | Abundante |
| 10 | Squamata | Teiidae | *Callopistes flavipunctatus* | 4 | 0,138 | Común |
| 11 | Squamata | Iguanidae | *Iguana iguana* | 2 | 0,009 | Poco común |
| 12 | Squamata | Iguanidae | *Stenocercus iridescens* | 4 | 0,014 | Poco común |
| 13 | Squamata | Iguanidae | *Stenocercus puyango* | 29 | 1,000 | Abundante |
| 14 | Squamata | Teiidae | *Holcosus septemlineatus* | 6 | 0,207 | Poco común |

| N | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA | Pi | AB. RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | Squamata | Colubridae | *Dipsas oswaldobaezi* | 1 | 0,005 | Raro |
| 16 | Squamata | Colubridae | *Leptodeira ornata* | 1 | 0,005 | Raro |
| 17 | Squamata | Elapidae | *Micrurus tschudii* | 1 | 0,005 | Raro |
| 18 | Squamata | Boidae | *Boa imperator* | 2 | 0,009 | Poco común |

Tipo de Registro: Captura (Cp).
Abundancia relativa: AB= Abundante > 10 individuo, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuo, R= Raro 1 individuo.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## d. Curva de Dominancia de Especies

A nivel general, para el presente monitoreo la especie dominante fue *Microlophus occipitalis* con 56 registros (Pi=1,93), seguida de *Epipedobates anthonyi* con 48 registros (Pi=1,66), *Stenocercus puyango* con 29 registros (Pi=1,00), Phyllodactylus reissii con 26 registros (Pi=0,89), *Hyloxalus infraguttatus* y *Pristimantis lymani* con 13 registros (Pi=0.448), Phyllodactylus reissii y Stenocercus puyango con 26 (0.897) y 29 registros (Pi=1.00) y las demás especies representadas con menos de seis individuos cada una (Pi=0.034-0.207). (Véase la Figura 3-74).

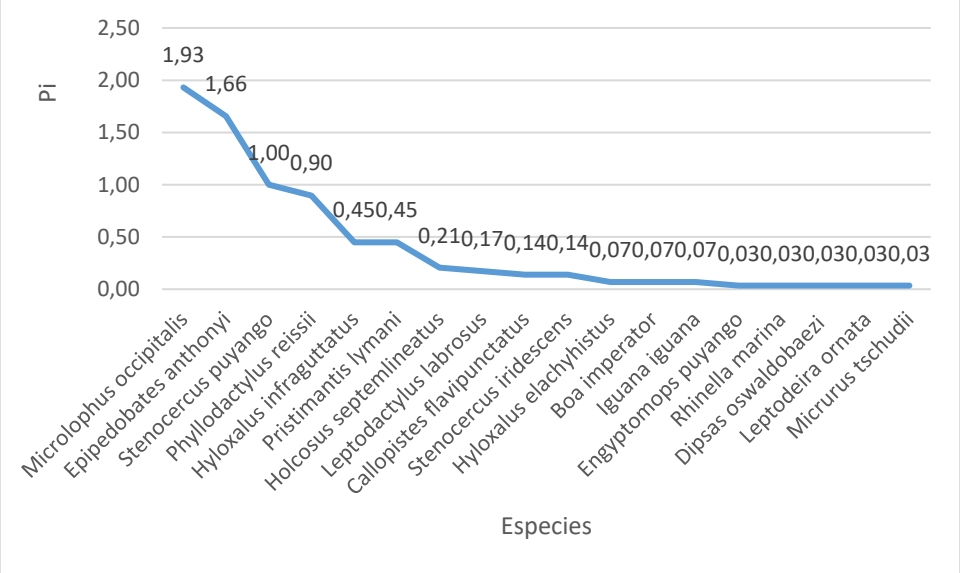



Figura 3-74: Curva de dominancia de la herpetofauna registrada- Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## e. Curva de Acumulación de Especies

El esfuerzo de muestreo a través de la curva de acumulación de especies, nos indica que la asíntota de la curva está cerca al número de especies estimado de Chao 1 (S=20,49), indicando que es posible incrementar dos especies más a las encontradas (S obs=18), lo cual sugiere que las 18 especies registradas en esta área corresponden a un potencial 87.8 % de la diversidad total esperada (Véase la Figura 3-75).

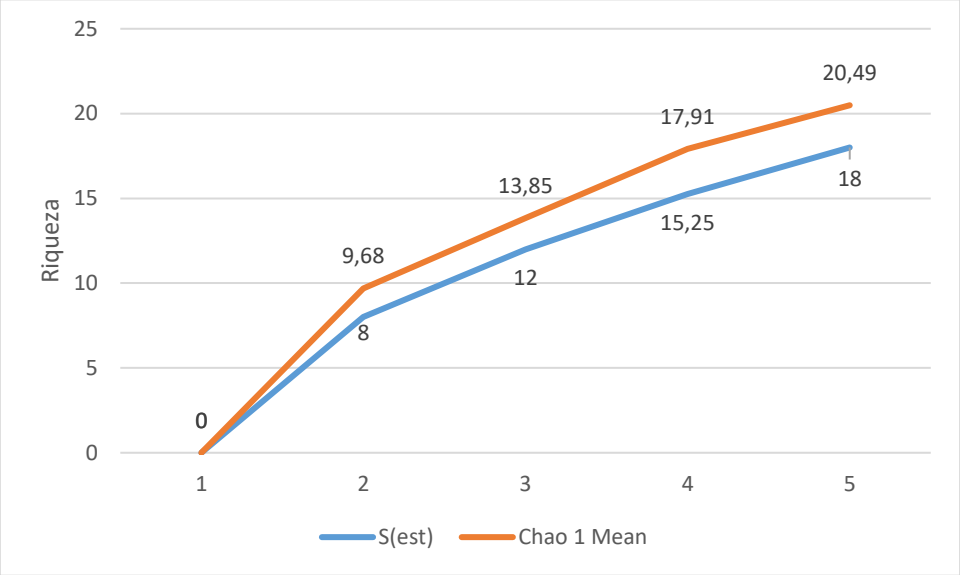



Figura 3-75: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de la herpetofauna registrada- Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. Índices de Diversidad

De forma general la diversidad de Shannon, se clasifica como media, con un valor H´ de 2 bits; el indicador de Simpson alcanza el valor de 0.839 por lo que su categorización de diversidad es alta (Véase la Tabla 3-68).

Tabla 3-68: Índices de diversidad de los herpetofauna registrados en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | PMH | ÍNDICE DE DIVERSIDAD (Magurran 1978, y Pielou 1969) |
|---|---|---|
| Riqueza (S) | 18 | - |
| Abundancia (N) | 215 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0.839 | Diversidad alta |
| Shannon-Wiener (H') | 2 | Diversidad media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.4.3.2. Evaluación cuantitativa*

Análisis por punto de muestreo

a. Cuantitativo PMH1

- *Inventario y Riqueza*

En esta estación de muestreo se obtuvo un registro total de cuatro especies (reptiles), con las familias Phyllodactylidae, Iguanidae: Tropidurinae y Teiidae.

- *Abundancia*

Phyllodactylidae, Iguanidae: Tropidurinae son las familias dominantes con 6 y 17 registros respectivamente. (Véase la Figura 3-76).

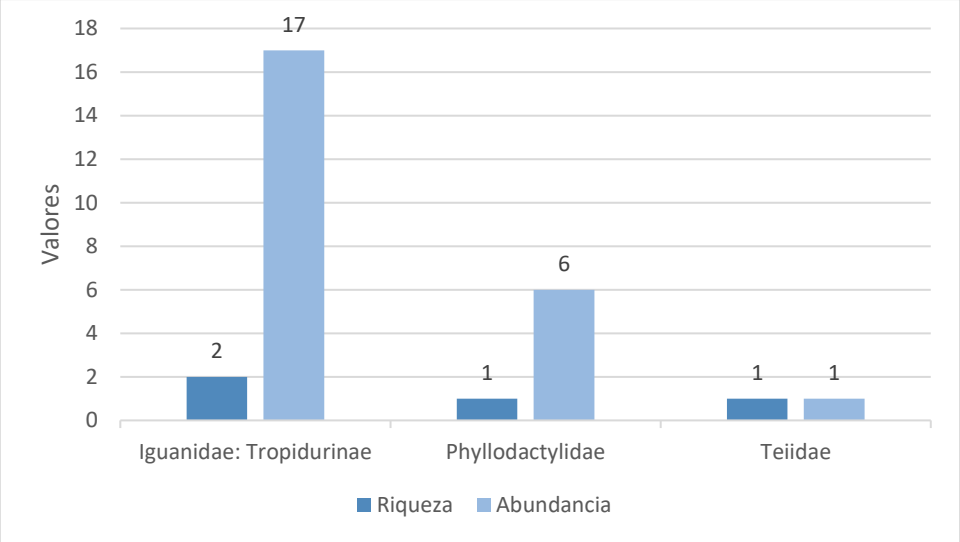



Figura 3-76: Riqueza y abundancia por familia en PMH1– Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La especie dominante en esta estación de muestreo fue *Microlophus occipitalis* con 17 registros (Pi=0.583), seguida por *Phyllodactylus reissii* con 6 registros (Pi=0.250), Stenocercus puyango con 3 individuos (Pi= 0,125) y Callopistes flavipunctatus con un solo registro (Pi=0.042). (Véase la Figura 3-77).

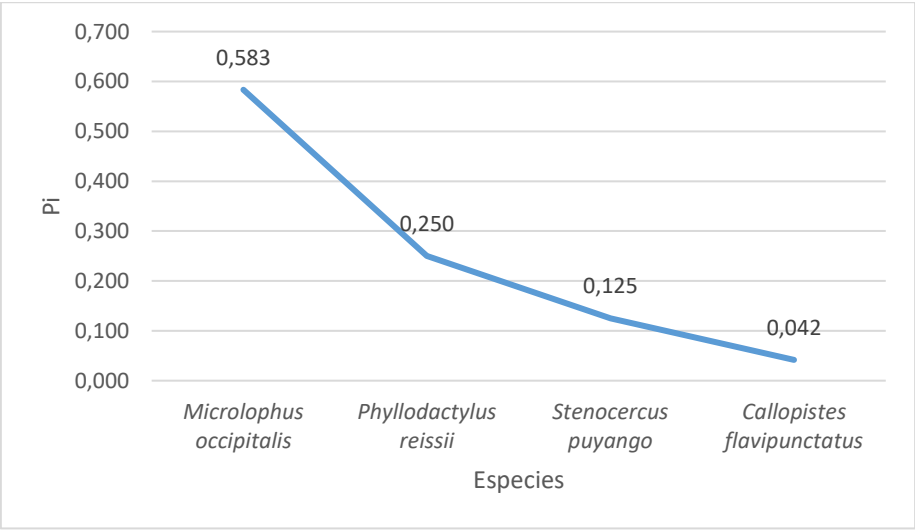



Figura 3-77: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH1 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Para el punto PMH1 la diversidad de Shannon, se clasifica como baja, con un valor H´ de 1,053 bits; el indicador de Simpson alcanza el valor de 0,579 por lo que su categorización de diversidad es media (Véase la Tabla 3-69).

Tabla 3-69: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos

| Puntos de muestreo | Riqueza | Abundancia | Índice de Simpson | Interpretación de diversidad | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación de diversidad | Índice de Chao 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMH1 | 4 | 24 | 0,5799 | Media | 1,053 | Baja | 4 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Cuantitativo PMH2

- *Inventario y Riqueza*

En esta estación de muestreo se obtuvo un registro total de 14 especies (seis anfibios y ocho reptiles), con las familias Dendrobatidae, Iguanidae: Tropidurinae como las más diversas con tres especies; las familias, Leptodactylidae con dos especies, y las familias Strabomantidae, Phyllodactylidae, Iguanidae, Boidae, Colubridae: Dipsadinae y Teiidae representadas con una especie cada una.

- *Abundancia*

La familia Dendrobatidae y Iguanidae: Tropidurinae es la más dominante representada con 3 especies, seguido de la familia Leptodactylidae representado por dos especies, y las familias restantes siendo representadas por una especie cada una. (Véase la Figura 3-78)

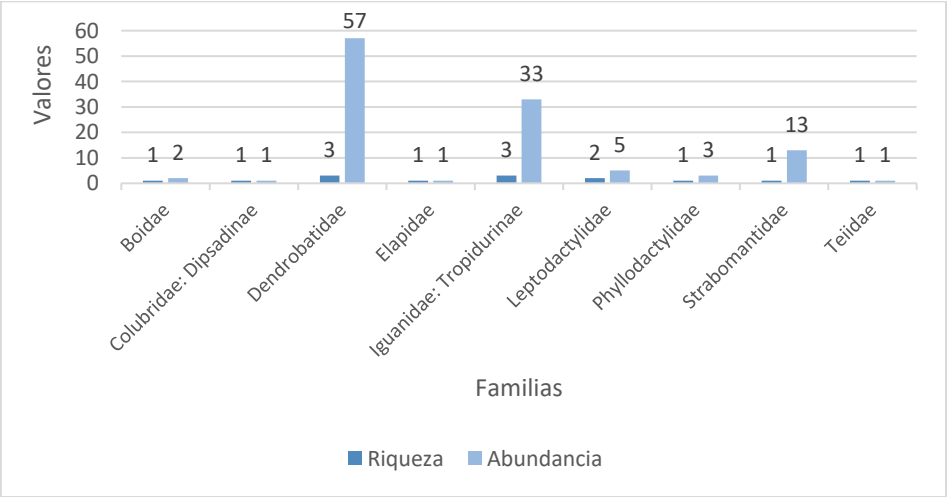



Figura 3-78: Riqueza y abundancia por familia en PMH2– Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La especie dominante en esta estación de muestreo fue *Epipedobates anthonyi* con 48 registros (Pi=0.414), seguida por Stenocercus puyango con 24 registros (Pi=0.207), *Pristimantis lymani* con 13 registros (Pi= 0,112) y las especies restantes con menos de 7 individuos cada una. (Véase la Figura 3-79).

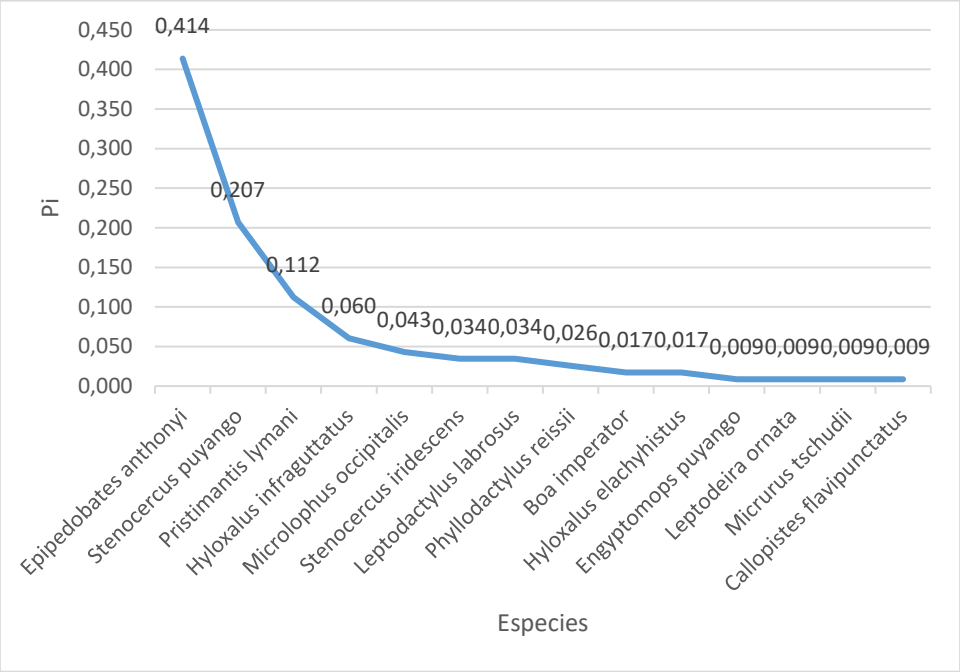



Figura 3-79: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH2– Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

- *Diversidad*

Para el punto PMH2 la diversidad de Shannon, se clasifica como media, con un valor H´ de 2 bits; el indicador de Simpson alcanza el valor de 0,764 por lo que su categorización de diversidad es alta (Véase la Tabla 3-70).

Tabla 3-70: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos

| Puntos de muestreo | Riqueza | Abundancia | Índice de Simpson | Interpretación de diversidad | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación de diversidad | Índice de Chao 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMH2 | 14 | 116 | 0,764 | Alta | 2 | Media | 16 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

c. Cuantitativo PMH3

- *Inventario y Riqueza*

En esta estación de muestreo se obtuvo un registro total de 6 especies, un anfibio y cinco reptiles), con todas las familias (Colubridae: Dipsadinae, Dendrobatidae, Iguanidae Iguanidae: Tropidurinae, Phyllodactylidae, Teiidae) con una sola especie (Véase Figura 3-80).

- *Abundancia*

Teniendo como resultado que las familias fueron representadas con una sola especie la abundancia general se refiere a los registros de cada especie; es decir que Iguanidae: Tropidurinae es la familia dominante, seguida de las familias Phyllodactylidae y Dendrobatidae (Véase la Figura 3-80).

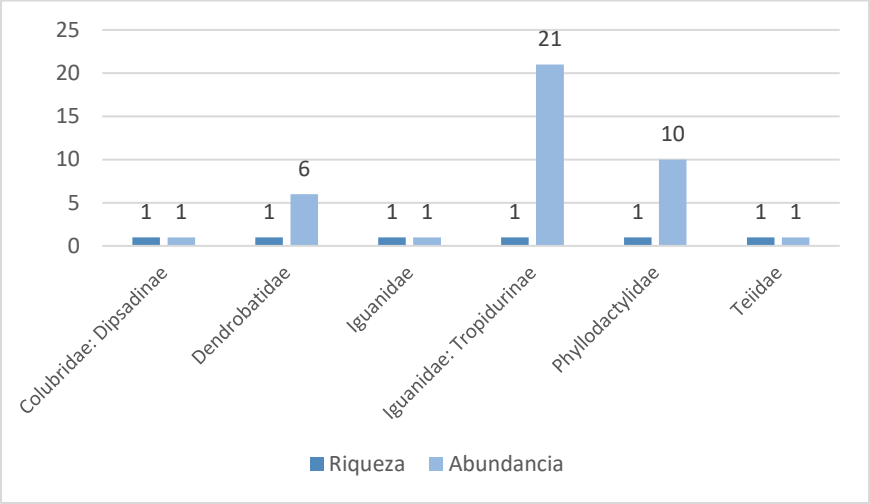



Figura 3-80: Riqueza y abundancia por familia en PMH3– Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La especie dominante en esta estación de muestreo fue *Microlophus occipitalis* con 21 registros (Pi= 0.525), seguida de *Phyllodactylus reissii* con 10 registros (Pi=0.250), *Hyloxalus infraguttatus* con 6 registros (Pi= 0.105) *Callopistes flavipunctatus, Dipsas oswaldobaezi, Iguana Iguana* con un registro (Pi=0.025). (Véase la Figura 3-81).

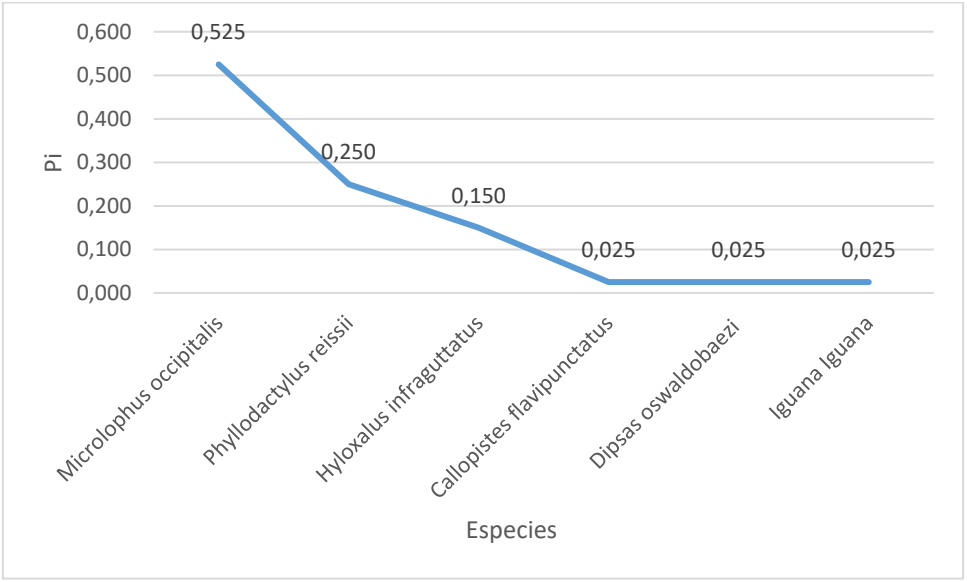



Figura 3-81: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH3 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Para el punto PMH3 la diversidad de Shannon, se clasifica como baja, con un valor H´ de 1 bits; el indicador de Simpson alcanza el valor de 0.63 por lo que su categorización de diversidad es media (Véase la Tabla 3-71).

Tabla 3-71: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos

| Puntos de muestreo | Riqueza | Abundancia | Índice de Simpson | Interpretación de diversidad | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación de diversidad | Índice de Chao 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMH3 | 6 | 40 | 0,6375 | Media | 1 | Baja | 9 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- Cuantitativo PMH4
- *Inventario y Riqueza*

En esta estación de muestreo se obtuvo un registro total de 8 especies: Orden Anura (Bufonidae y Leptodactylidae) y seis reptiles (Iguanidae, Phyllodactylidae, Teiidae). (Véase la Figura 3-82).

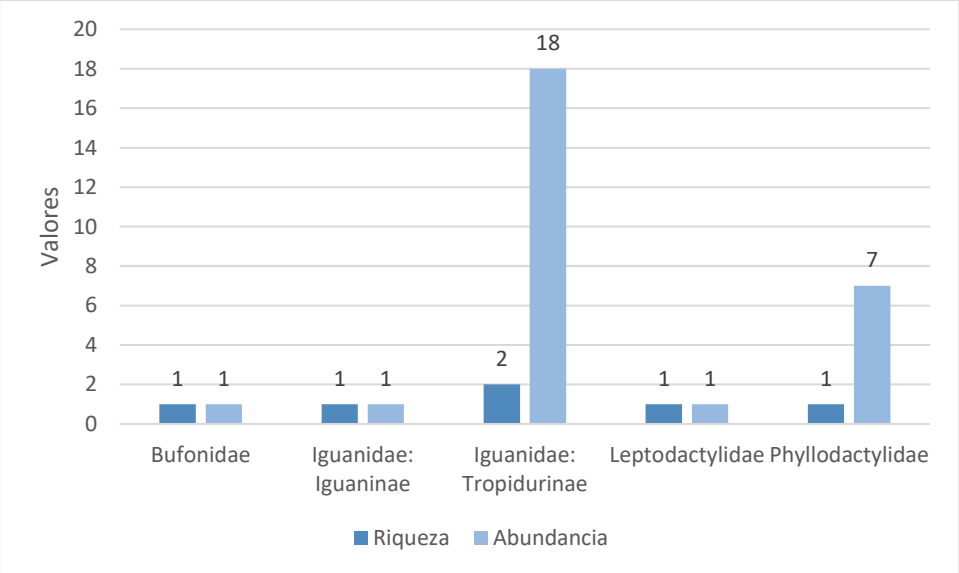



Figura 3-82: Riqueza y abundancia por familia en PMH4– Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La especie dominante en esta estación de muestreo fue *Microlophus occipitalis* con 16 registros (Pi= 0.457), seguida de *Phyllodactylus reissii* con 7 registros (Pi=0.200), *Holcosus septemlineatus* con 6 registros (Pi= 0,171) Stenocercus Puyango con 2 registros (Pi= 0,057) *Callopistes flavipunctatus, Iguana Iguana, Leptodactylus labrosus Rhinella marina* con un registro (Pi=0.029) (Véase la Figura 3-83).

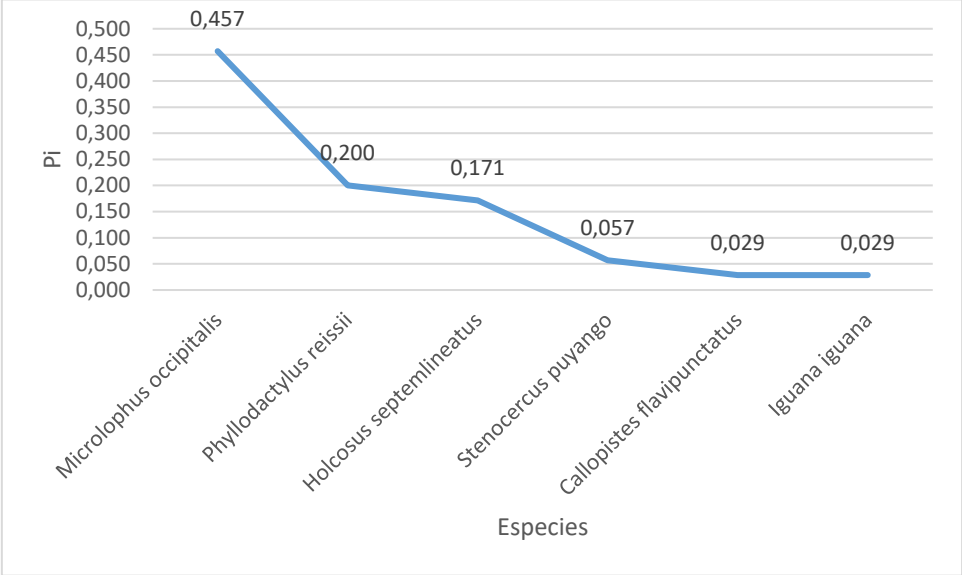



Figura 3-83: Curva de dominancia de la herpetofauna en PMH4 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

- *Diversidad*

Para el punto PMH4 la diversidad de Shannon, se clasifica como media, con un valor H´ de 2 bits; el indicador de Simpson alcanza el valor de 0.71 por lo que su categorización de diversidad es alta (Véase la Tabla 3-72).

Tabla 3-72: Diversidad de la herpetofauna en las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos

| Puntos de muestreo | Riqueza | Abundancia | Índice de Simpson | Interpretación de diversidad | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación de diversidad | Índice de Chao 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMH4 | 8 | 35 | 0,715 | Alta | 2 | Media | 11 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

- *Similitud entre las estaciones de muestreo*

La diversidad Beta es el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales, esta se basa en proporciones y diferencias (Magurran, 1988).

La similitud según el índice de Jaccard basado en la composición de especies fue 42%, una similitud moderada, con especies distintas dominantes para cada localidad de monitoreo.

El porcentaje mayor de similitud se da entre las localidades de muestreo PMH1 (Zapotepamba) y PMH4 (El Yeso) con el 50%; seguido de las localidades de PMH1 (Zapotepamba) y PMH3 (San José) con el 42%. PMH4 (El Yeso) y PMH2 (El Guayabo) (29%), PMH1 (Zapotepamba) y PMH2 (El Guayabo) (28%). PMH2 (El Guayabo) y PMH3 (San José) (25%) la similitud entre estas estaciones de muestreo se considera baja; es decir la composición herpetofaunística difiere significativamente (Véase la Figura 3-84).

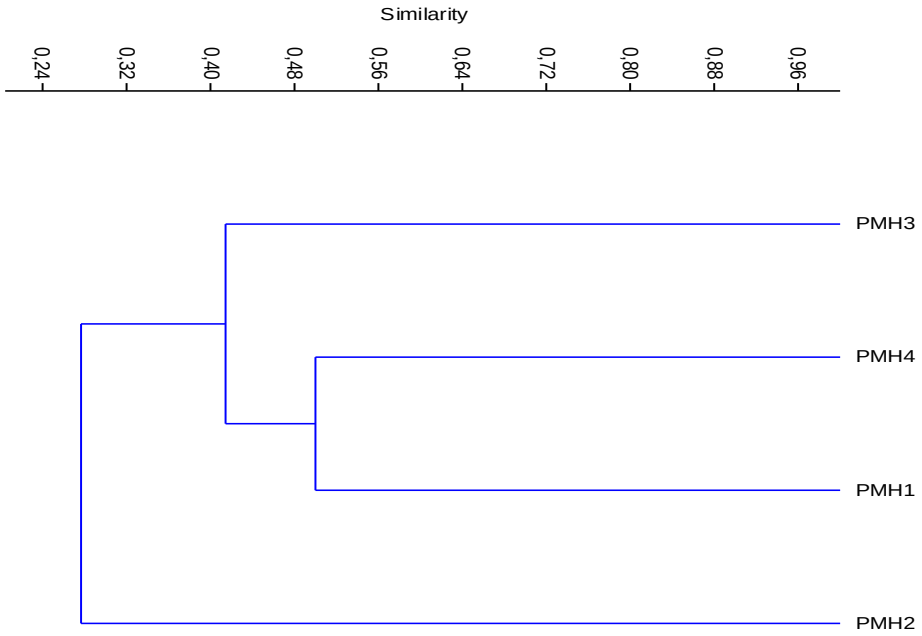



Figura 3-84: Similitud Jaccard entre las estaciones de muestreo – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

### *3.4.3.3. Evaluación Cualitativa*

a. Cualitativo POH1

- *Inventario y Riqueza*

Durante los recorridos cualitativos en POH1, se observó la especie de reptil: *Microlophus occipitalis* (Capones).

b. Cualitativo POH2

- *Inventario y Riqueza*

Durante el presente monitoreo en este punto no se registró individuos de anfibios y/o reptiles.

c. Cualitativo POH4

- *Inventario y Riqueza*

Durante los recorridos cualitativos en POH4, se observó la especie de reptil *Stenocercus Puyango* (guagsas) y la especie *Microlophus occipitalis* (Capones).

### *3.4.3.4. Aspectos Ecológicos*

Se describe a continuación los aspectos ecológicos más relevantes de la herpetofauna local, comparando los datos de campo y la historia natural descrita para cada especie (Valencia et al. 2008, Valencia et al. 2008b, IUCN 2023, Freire et al. 2020; Torres-Carvajal et. al 2022, Ron et al. 2022, MECN 2010) (Véase la Tabla 3-73).

Tabla 3-73: Aspectos ecológicos de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | SENSIBILIDAD | ACTIVIDAD | ESTRATO | DIETA |
|---|---|---|---|---|---|
| *Rhinella marina* | Sapo de la caña | Baja | N. Nocturno | T, Terrestre | Carnívoro generalista |
| *Engyptomops puyango* | Rana bullanguera de Puyango | Media | N. Nocturno | T, Terrestre | Insectívoro especialista |
| *Epipedobates anthonyi* | Rana nodriza de la epibatidina | Alta | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Hyloxalus elachyhistus* | Rana cohete de Loja | Alta | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Hyloxalus infraguttatus* | Rana cohete | Alta | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Leptodactylus labrosus* | Rana terrestre labiosa | Baja | N. Nocturno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Pristimantis lymani* | Cutín de Lyman | Media | N, Nocturno | T, Terrestre; Ar: Arbustivo | Insectívoro generalista |
| *Phyllodactylus reissii* | Salamanquesa común de la costa | Baja | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Holcosus septemlineatus* | Ameivas de siete líneas | Baja | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro especialista |
| *Microlophus occipitalis* | Capones | Media | D, Diurno | T, Terrestre; Ar: Arbustivo | Insectívoro generalista |
| *Stenocercus puyango* | Guagsa Puyango | Media | D, Diurno | T, Terrestre | Insectívoro generalista |
| *Iguana iguana* | Iguana terrestre | Baja | D, Diurno | T, Terrestre; Ar: Arbustivo | Herbívoro, carroñero |
| *Callopistes flavipunctatus* | Lagarto monitor falso | Media | D, Diurno | T, Terrestre | Carnívoro generalista |
| *Leptodeira ornata* | Serpientes ojos de gato del Norte | Baja | N, Nocturno | Se: Semiarborícola | Carnívoro especialista |
| *Dipsas oswaldobaezi* | Caracoleras de Oswaldo Báez | Baja | N, Nocturno | Ar: Arbustivo | Carnívoro especialista |
| *Boa imperator* | Matacaballos de la costa | Media | N, Nocturno | T, Terrestre | Carnívoro especialista |
| *Micrurus tschudii* | Corales norteñas del desierto | Media | D, Diurno | Fosorial | Carnívoro especialista |
| Stenocercus iridescens | Guagsas iridiscentes de la costa | Media | D, Diurno | T, Terrestre, Ar: Arbustivo | Insectívoro generalista |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

a. Nicho Trófico

La mayoría de especies del presente estudio se incluyen en el grupo de especies insectívoras generalista (50%); los representantes de las familias, Dendrobatidae, Leptodactylidae, Strabomantidae e Iguanidae se alimentan de hormigas, ácaros, grillos y escarabajos de tamaño y peso proporcional (Arteaga et al., 2013).

En el caso de los reptiles, *Phyllodactylus reissii* consumen ácaros, hormigas; especies del género *Stenocercus y Microlophus* prefieren en su dieta grillosy otros invertebrados

a igual que *Medopheos edracanthus* (Valencia et al. 2008b); en ladieta de *Callopistes flavipunctatus* que incluye aves (Crespo y Koch, 2015).

*Iguana iguana* (6%) presentan una dieta muy particular, se alimentan principalmente de hojas ricas en proteínas y ácido oxálico, frutas y flores las cuales son digeridas en el intestino por bacterias simbiontes (Torres-Carvajal et al. 2019).

*Rhinella marina* es un voraz predador de insectos e incluso de pequeños vertebrados como roedores, ranas y lagartijas (Ron et al. 2022) (Véase la Figura 3-85).

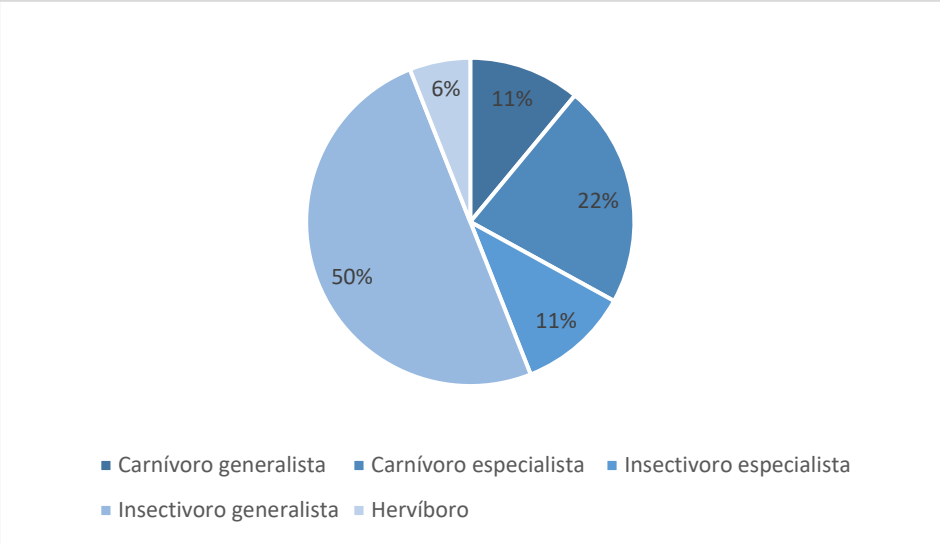



Figura 3-85: Preferencias alimenticias de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Hábito y Distribución Vertical

El hábito se determina por el tipo de estrato en el cual las especies son más activas o de mayor preferencia; en relación a la información bibliográfica disponible (ver referencias en descripción de aspectos ecológicos) el 60% corresponde a especies de hábitos terrestres (suelo, hojarasca, rocas) donde se incluyen los anuros de las familias Bufonidae, Dendrobatidae, Strabomantidae, Leptodactylidae, y en reptiles Iguanidae y Teiidae. Las especies *Pristimantis lymani, Phyllodactylus reissii, Iguana iguana, Stenocercus Puyango* y *Microlophus occipitalis* también presenta hábitos arbustivos (6%), y la especie *Micrurus tschudii* con 6% presenta habitos fosoriales. (Véase la Figura 3-86).

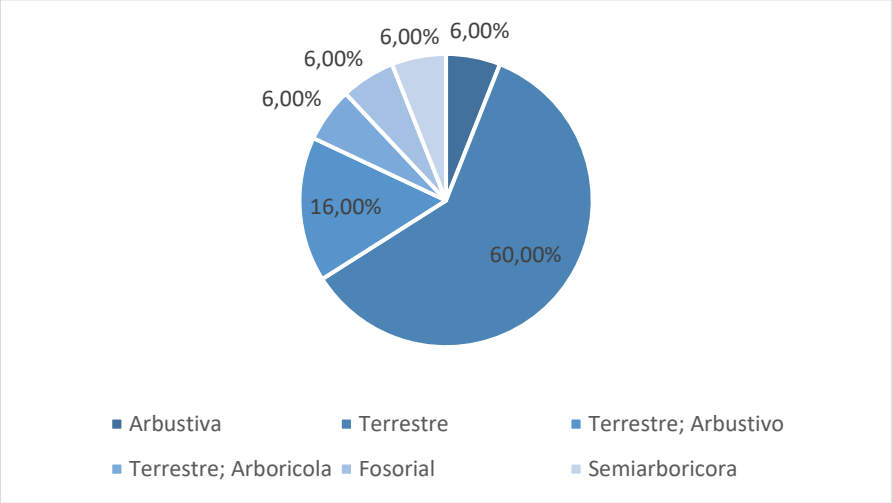



Figura 3-86: Habito de la Herpetofauna registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Patrón de Actividad

Diurnos (61%): Son aquellas especies forrajeras cuya actividad la realizan en eldía sobre el sustrato terrestre como hojarasca, cuevas y troncos caídos; clasificamos dentro de este grupo a nuestros registros del género *Hyloxalus y Epipedobates;* y de reptiles todas las especies de saurios fueron observadas activas durante el día y en la noche en algunos casos perchan para dormir como *Iguana iguana*.

Nocturnos (39%): Son especies que realizan sus actividades sobre el sustrato terrestre y arbustivo durante horas de la noche, a este grupo pertenece: *Engyptomos puyango*, *Leptodactylus labrosus*, *Pristimantis lymani y Dipsas oswaldobaezi, las especies y Rhinella marina* puede ser observada durante el día (zonas de sombra) (Véase la Figura 3-87).

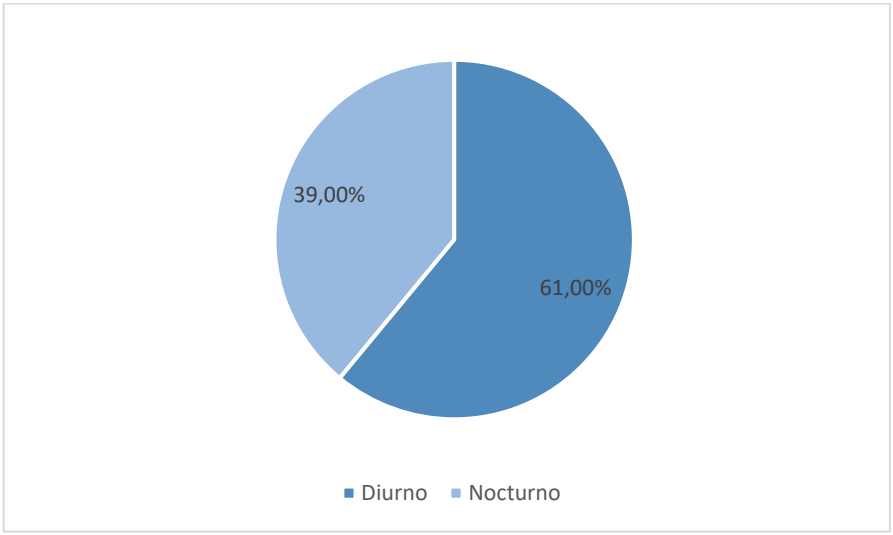



Figura 3-87: Actividad diaria de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Modos reproductivos

De los modos reproductivos listados en la metodología registramos los siguientes (Véase Figura 3-88):

- **Modo 1 (2 spp.). –** Los huevos son puestos individualmente, en el fondo del cuerpo de agua; el desarrollo larval, que puede durar varios meses y la eclosión se llevan a cabo en el mismo ambiente (*Rhinella marina)*.

- **Modo 8 (1 spp.)** Las hembras depositan sus huevos terrestres en el suelo o en madrigueras como bromelias o bajo troncos, de los huevos eclosionan individuos diminutos completamente formados (*Pristimantis lymani*).

- **Modo 9 (2 spp.). –** Huevos colocados en la vegetación, renacuajos transportados al agua por los padres (familia Dendrobatidae*)*.

- **Modo 21 (2 spp.). -** Huevos terrestres o arbóreos que son depositados en nido de espuma; Nido en una madriguera; subsecuentemente se inunda, los renacuajos se alimentan en posas o riachuelos (familia Leptodactylidae)

- **Ovíparos. -** Los huevos son depositados en ambientes terrestres o arbóreos; todas las especies de saurios y serpientes depositan sus huevos en cavidades (raíces, troncos y al interior de la hojarasca).

- **Vivíparos. -** cuya reproducción se basa en que el desarrollo del embrión se produce dentro del vientre de la madre, después de la fecundación entre el macho y la hembra (*Boa imperator*)

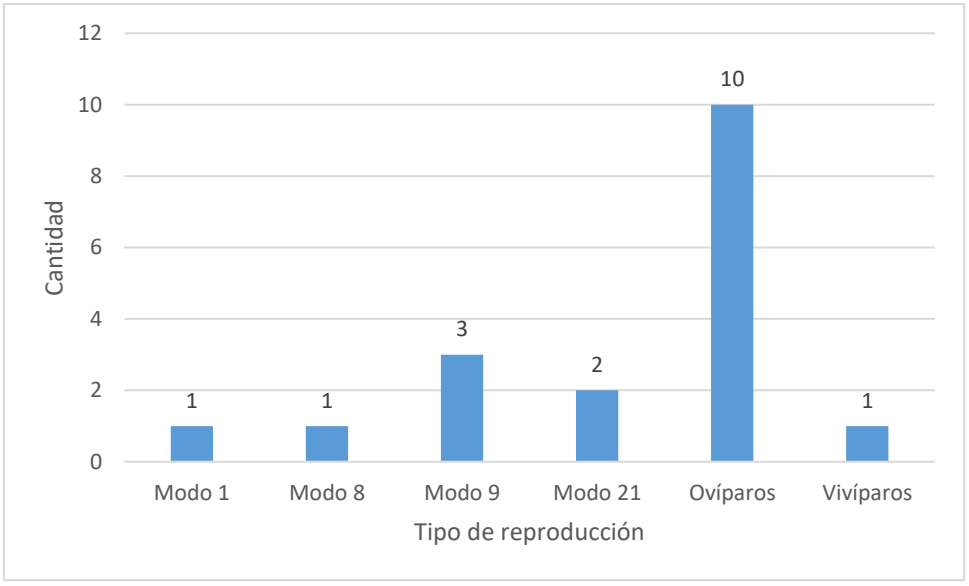



Figura 3-88: Modos reproductivos de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Estado de Conservación

Se reportaron especies categorizadas En Peligro (EN) (*Hyloxalus elachyhistus*) según la UICN (2023) y para la categorización local (Ortega et al. 2020), así como Casi Amenazadas (NT) (*Hyloxalus infraguttatus, Epipedobates anthonyi* y *Callopistes flavipunctatus*), que representan el 18,5% de la diversidad local; y el 62.5% se categoriza de Preocupación menor (LC); como No Evaluada (NE) *Stenocercus puyango*.

La categorización a nivel local es similar, excepto para *Hyloxalus infraguttatus* (VU: vulnerable), *Engystomops puyango* y*Epipedobates anthonyi* (NT: Casi amenazada) e *Iguana iguana,* que también se categoriza en el Apéndice II del CITES (2023) (Véase la Tabla 3-74).

Tabla 3-74: Estado de conservación de la Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | CITES-2023 | LISTA ROJA ECUADOR |
| *Rhinella marina* | Sapo de la caña | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Engystomops puyango* | Rana bullanguera de Puyango | LC, Preocupación menor | - | NT, Casi Amenazada |
| *Epipedobates anthonyi* | Rana nodriza de la epibatidina | NT, Casi Amenazada | II | NT, Casi Amenazada |
| *Hyloxalus elachyhistus* | Rana cohete de Loja | LC, Preocupación menor | - | EN, En peligro |
| *Hyloxalus infraguttatus* | Rana cohete de Chimbo | NT, Casi Amenazada | - | VU, Vulnerable |
| *Leptodactylus labrosus* | Rana terrestre labiosa | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Pristimantis lymani* | Cutín de Lyman | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Phyllodactylus reissii* | Salamanquesa común de la costa | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Holcosus septemlineatus* | Ameivas de siete líneas | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Iguana iguana* | Iguana terrestre | LC, Preocupación menor | II | LC, Preocupación menor |
| *Callopistes flavipunctatus* | Lagarto monitor falso | NT, Casi Amenazada | - | NE, No Evaluado |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | UICN (2023) | CITES-2023 | LISTA ROJA ECUADOR |
| *Microlophus occipitalis* | Capones | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Stenocercus puyango* | Guagsa Puyango | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Dipsas oswaldobaezi* | Caracoleras de Oswaldo Báez | NE, No Evaluado | - | NE, No Evaluado |
| *Boa imperator* | Matacaballos de la costa | LC, Preocupación menor | II | VU, Vulnerable |
| *Micrurus tschudii* | Corales norteñas del desierto | NE, No Evaluado | - | EN, En peligro |
| *Stenocercus iridescens* | Guagsas iridiscentes de la costa | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |
| *Leptodeira ornata* | Serpientes ojos de gato del Norte | LC, Preocupación menor | - | LC, Preocupación menor |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. Especies Indicadoras

En base a información ecológica especializada (Ron et al. 2022, Torres-Carvajal et al. 2022) y datos de campo obtenidos, identificamos grupos o poblaciones que se relaciona a hábitats en distintos grados de afectación (antrópica) y grupos especialistas de ambientes poco alterados o sin intervención.

Las poblaciones de anfibios y reptiles, en su mayoría corresponde a grupos endémicos de los bosques secos entre Ecuador y Perú, adaptados a los temporales climáticos extremos.

Las especies de la familia Dendrobatidae (*Epipedobates anthonyi e Hyloxalus infraguttatus, Hyloxalus elachyhistus*) son totalmente dependientes de los cursos de agua para su reproducción, también toleran la modificación del hábitat y pueden ser fácilmente registradas en zonas intervenidas.

La mayoría de saurios evidencian cierta tolerancia a ambientes disturbados.

g. Especies Sensibles

La sensibilidad de una especie se manifiesta en los cambios que puede presentar una población, que, independientemente de fluctuaciones naturales, factores exógenos incidan en dicha variación, obligándolos a desplazarse, adaptarse o en muchos de los casos terminan por desaparecer (IUCN, 2008).

Estos factores estrechamente relacionados con actividades antrópicas generan una serie de acciones que afecta en forma directa o indirecta en la composición y estructura de la fauna silvestre. La herpetofauna, en particular los anfibios, son considerados grupos altamente sensibles (Wells, 2007).

*Hyloxalus infraguttatus, Hyloxalus elachyhistus* y *Epipedobates anthonyi,* se categorizan como amenazadas (IUCN 2023, Amphibiaweb.org) y por su dependencia por los cursos de agua o humedales por lo que las consideramos como un grupo de sensibilidad alta (28%) ya que una mayor afectación podría ser determinante en su estabilidad; a su vez, *Epipedobates anthonyi* y el reptil Boa imperator, se encuentra en el apéndice II del Cites.

*Pristimantis lymani, Engyptomops puyango, Callopistes flavipunctatus,* se clasifican como medianamente sensibles, además es un grupo de especies distribuidas para los bosques secos de Ecuador y norte de Perú (16%).

El grupo de sensibilidad baja representa el 56% y abarca especies de amplia distribución geográfica y en categorías de amenaza menores (*Rhinella marina, Phyllodactylus reissii, Holcosus septemlineatus, Leptodactylus labrosus, Microlophus occipitalis, Iguana iguana, etc.*) (Véase la Figura 3-89 y la Tabla 3-75).

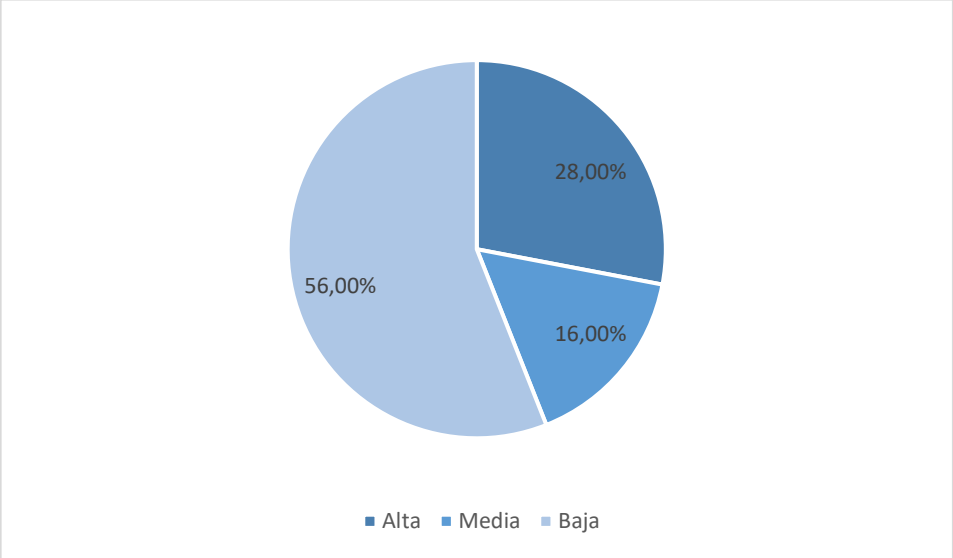



Figura 3-89: Sensibilidad de la Herpetofauna en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Tabla 3-75: Sensibilidad de Herpetofauna registrada – Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Rhinella marina* | Sapo de la caña | X | | |
| *Engystomops puyango* | Rana bullanguera de Puyango | | X | |
| *Epipedobates anthonyi* | Rana nodriza de la epibatidina | | | X |
| *Hyloxalus elachyhistus* | Rana cohete de Loja | | | X |
| *Leptodactylus labrosus* | Rana terrestre labiosa | X | | |
| *Hyloxalus infraguttatus* | Rana cohete de Chimbo | | | X |
| *Pristimantis lymani* | Cutín de Lyman | | X | |
| *Phyllodactylus reissii* | Salamanquesa común de la costa | X | | |
| *Holcosus septemlineatus* | Ameivas de siete líneas | X | | |
| *Iguana iguana* | Iguana terrestre | X | | |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | BAJA | MEDIA | ALTA |
|---|---|---|---|---|
| *Callopistes flavipunctatus* | Lagarto monitor falso | | X | |
| *Microlophus occipitalis* | Capones | | X | |
| *Stenocercus puyango* | Guagsa Puyango | | X | |
| *Dipsas oswaldobaezi* | Caracoleras de Oswaldo Báez | X | | |
| *Boa imperator* | Matacaballos de la costa | | X | |
| *Micrurus tschudii* | Corales norteñas del desierto | | X | |
| *Stenocercus iridescens* | Guagsas iridiscentes de la costa | X | | |
| *Leptodeira ornata* | Serpientes ojos de gato del Norte | X | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

### h. Endemismo

El 10% de la herpetofauna es endémica de Ecuador (Hyloxalus infraguttatus) y el 71% para los bosques secos Tumbesinos de Ecuador y Perú, con la mayoría de reptiles; el 19% presenta una amplia distribución geográfica Continental (Véase la Figura 3-90).

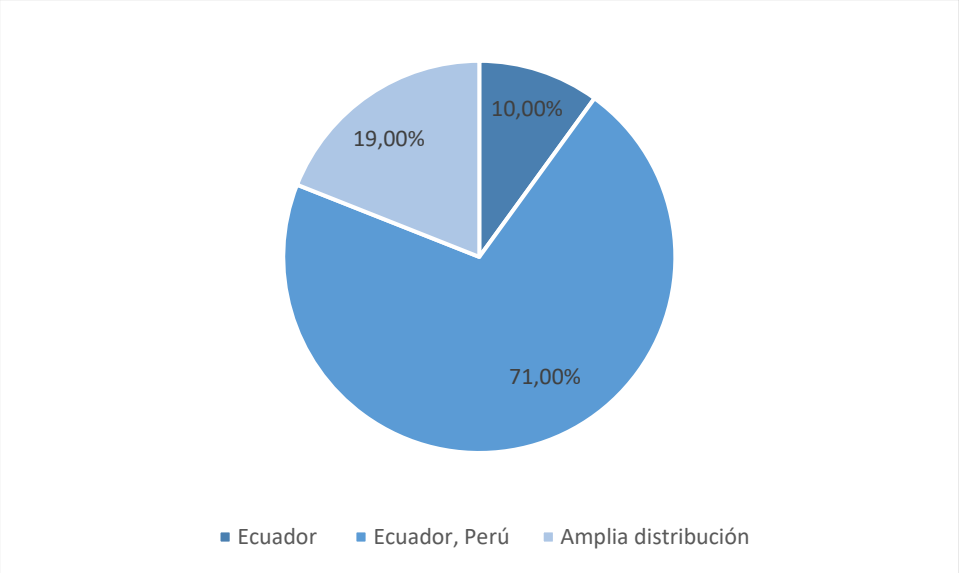



Figura 3-90: Distribución Geográfica de la Herpetofauna– Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### i. Áreas Sensibles

Existe una estrecha relación entre la Herpetofauna y ambientes de mayor humedad como ríos, quebradas y pantanos al interior del bosque, debido a la alta dependencia del agua en sus ciclos de vida (mayoría de anuros); para los reptiles estos ambientes concentran a muchas de sus presas naturales; en consecuencia, existen una gran interacción de la fauna silvestre en estos hábitats, especialmente durante estos meses de altas temperaturas y ausencia de lluvias como el que presenta el actual monitoreo.

En este sentido, se evaluó según el grado de sensibilidad de las especies en cada localidad de monitoreo; es evidente que la diversidad disminuye considerablemente en

PMH1-PMH2 y PMH3 y PMH4 por lo que no es posible establecer una evaluación similar.

Si utilizamos el criterio de riqueza PMH2 es la de mayor importancia ya que presentan especies sensibles y mantiene aún un curso de agua que acumula humedad; al contrario, PMH1, PMH3 y PMH4 son sitios de mayor afectación antrópica y la ausencia de cursos de agua (PMH3), final del transecto un pequeño cuerpo de agua) es casi total en época seca como la actual.

Es importante mencionar que el comportamiento de la herpetofauna en bosques secos es aún desconocido, su tolerancia a la modificación ambiental no está descrito sobre todo en anfibios, cuya dependencia por ambientes acuáticos es mayor (Véase la Tabla 3-76).

Tabla 3-76: Sensibilidad de Herpetofauna – Monitoreo semestral– Proyecto Minero Bramaderos

| Componente | Factor | Calificación Sensibilidad | Descripción (análisis de especies sensibles) |
|---|---|---|---|
| Herpetofauna | Bosque Semideciduo | Baja | PMH1: Tres especies de sensibilidad baja (3), media (1) |
| | Bosque Semideciduo y de galería | Media | PMH2: nueve especies de sensibilidad alta (3), media (2) y baja (8) |
| | Bosque Semideciduo | Baja | PMH3: cinco especies de sensibilidad alta (1), baja (3) media (2) |
| | Bosque Semideciduo | Baja | PMH4: tres especies de sensibilidad media (1) y baja (5) |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

j. Uso del Recurso

En base a entrevistas a pobladores locales no se identificó algún tipo de uso (alimenticio, ancestral o medicinal) que se dé a la herpetofauna local.

### 3.4.4. Comparación con estudios previos

a. Riqueza

Realizamos una comparación con datos obtenidos desde la Línea Base Ambiental del “Proyecto Minero Bramaderos” realizada en 2017 en una época de transición climática; consecuentemente se realizaron monitoreos semestrales; en total nueve estudios adicionales (4 en época lluviosa y 5 en época seca) (Véase la Figura 3-91).

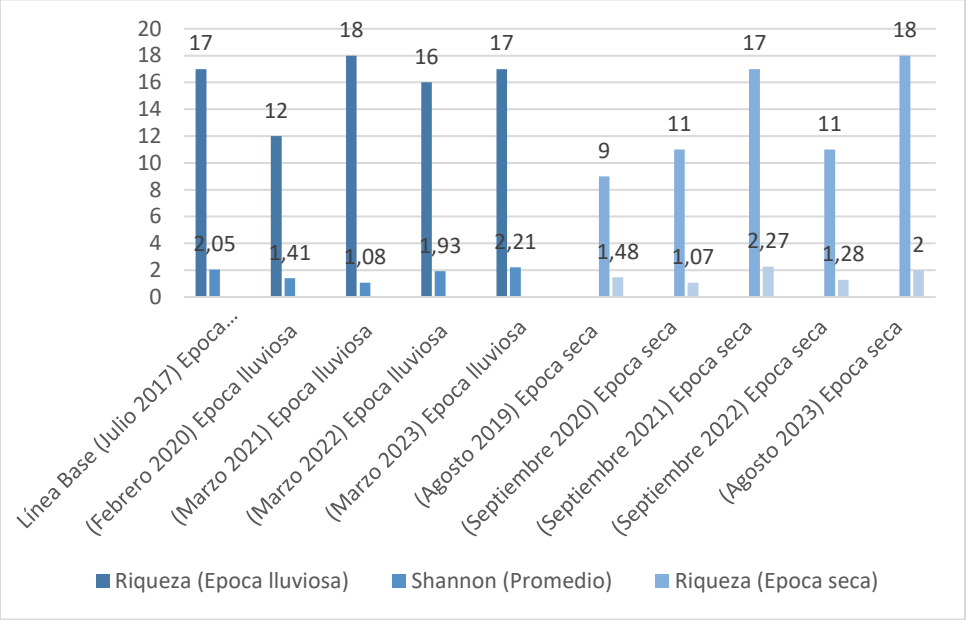



Figura 3-91: Riqueza y Diversidad de Shannon de la Herpetofauna entre los distintos monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia

El análisis de abundancia mostró que la densidad de la herpetofauna permanece constante entre épocas de monitoreo, mostrando bajas fluctuaciones entre épocas; sin embargo, una excepción es el monitoreo de marzo 2021 que presentó el mayor número de registros entre los estudios analizados con un total de 680 individuos. Estos picos de abudania pueden deberse a una demanda mayor de alimento o a un mayor esfuerzo de muestreo (Figura 3-92).

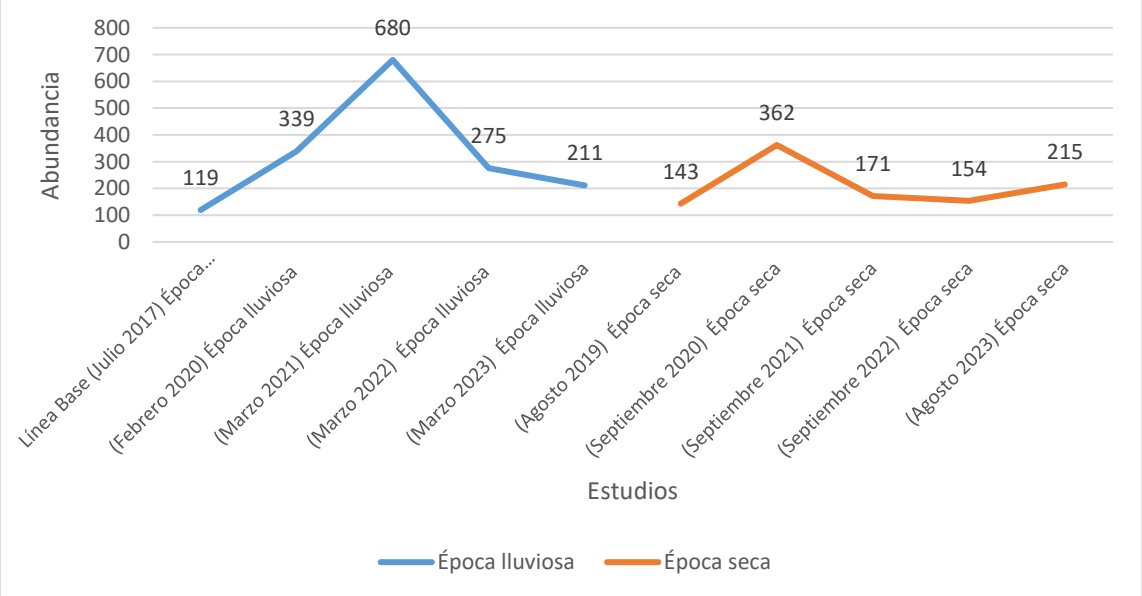


Figura 3-92: Abundancia de la Herpetofauna entre los distintos monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### c. Diversidad

Los valores de diversidad según Shannon muestran diferencias entre cada monitoreo; los estudios con mayores abundancias por lo general presentan una especie altamente dominante, esto influye en la valoración del índice.

Shannon clasifica a los dos últimos monitoreos de la estación lluviosa como sitios de diversidad media con valores superiores a los 1.9 bits (Pla 2006); y únicamente para la época seca (2022), también con diversidad media (2.27) los demás monitoreos en las dos épocas presentan diversidad baja. (Véase la Tabla 3-77)

Tabla 3-77: Diversidad de especies de herpetofauna entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

| MONITOREOS HERPETOFAUNA BRAMADEROS | No. ESPECIES | No. INDIVIDUOS | ÍNDICE DE SHANNON | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| Línea Base (Julio 2017) Época de transición | 17 | 119 | 2.05 | Baja |
| Monitoreo biótico (agosto 2019) Época seca | 9 | 143 | 1.48 | Bajo |
| Monitoreo biótico (febrero 2020) Época lluviosa | 12 | 339 | 1.41 | Baja |
| Monitoreo biótico (septiembre 2020) Época seca | 11 | 362 | 1.07 | Baja |
| Monitoreo biótico (marzo 2021) Época lluviosa | 18 | 680 | 1.08 | Baja |
| Monitoreo biótico (septiembre 2022) Época seca | 17 | 171 | 2.27 | Media |
| Monitoreo biótico marzo 2022) Época lluviosa | 16 | 275 | 1.93 | Media |
| Monitoreo biótico (septiembre 2022) Época seca | 11 | 154 | 1.28 | Baja |
| Monitoreo biótico marzo 2023) Época lluviosa | 17 | 211 | 2.21 | Media |
| Monitoreo biótico (agosto 2022) Época seca | 18 | 215 | 2 | Media |

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### d. Similitud

El índice de Jaccard nos muestra que los monitoreos de la época lluviosa de marzo (2023) y la época seca de agosto (2023) comparten una similitud del 66% de sus especies, seguido de un 58% para los estudios de marzo 2022 (época lluviosa) y septiembre 2022 (época seca), y los monitoreos que comparten menos similitud es marzo 2021(lluviosa) y septiembre 2022 (seca), con un 38% (Véase la Figura 3-93).

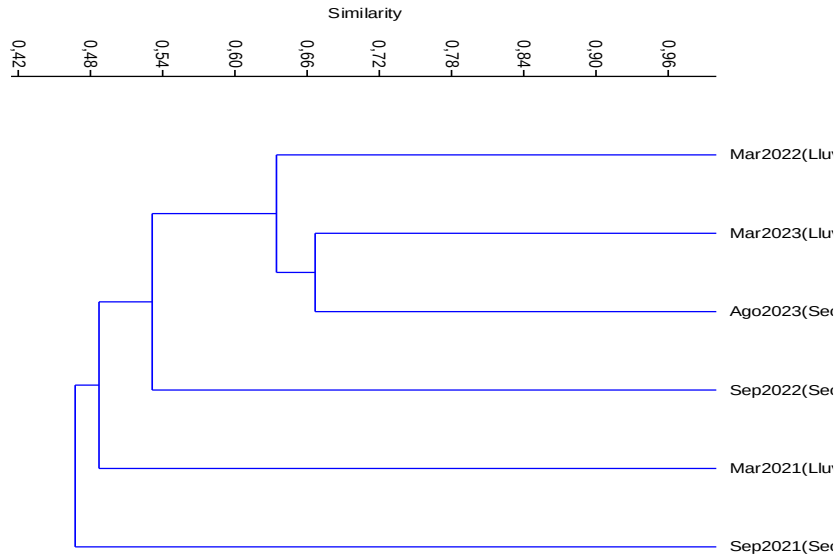



Figura 3-93: Dendrograma de similitud de Jaccard para la herpetofauna – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Especies indicadoras

A lo largo de los monitoreos realizados en el Proyecto Minero Bramaderos, la familia de ranas venenosas Dendrobatidae que está representada con las especies *Epipedobates Anthony* (Rana nodriza de la epibatidina), *Hyloxalus infraguttatus* (Rana cohete de Chimbo), *Hyloxalus elachyhistus* (Rana cohete de Loja), son consideradas como especies indicadoras, tomando en cuenta que están ligadas a fuentes de agua corrientosas y en buen estado de conservación, además que los renacuajos necesitan de aguas con buenos niveles de oxígeno disuelto para completar la metamorfosis.

## 3.5. Entomofauna

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 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, 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 perdida de cobertura vegetal, por las distintas presione 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 indicadoras 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 Lepidoptera 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).

### 3.5.1. Área de estudio

La zona minera de Bramaderos (código 60000334) está ubicada entre las parroquias de Guachanamá, Casanga, Catacocha y Sozoranga, a una altitud de 640 a 1880 msnm. La precipitación anual en el área de estudio es menor a 500 mm, la temperatura promedio está entre 18 y 22 °C, y la humedad relativa está entre 50% y 80%, dando como resultado un clima llamado clima ecuatorial mesotérmico seco (PDOT Cantón Aguacates 2019). Según el MAE (2013), sistema de clasificación de ecosistemas continentales del Ecuador, esta zona alberga la flora de los bosques semideciduos piemontanos de Catamayo-Alamor.

#### *3.5.1.1. Sitios de Muestreo*

Se monitoreo un total de cuatro puntos mediante muestreo cuantitativo y cualitativo, las coordenadas de los puntos de muestreo para el componente de invertebrados se muestran en la siguiente Tabla 3-78.

Tabla 3-78: Sitios de muestreo componente Entomofauna – Proyecto Minero Bramaderos

| ÁREA DE ESTUDIO | PUNTO | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | | | METODOLOGÍA | TIPO DE VEGETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Este (X1) | Norte (Y1) | Este (X2) | Norte (Y2) | | |
| *Zapote pamba | PME-1 | 637127 | 9552297 | 636859 | 9552176 | Trampas pitfall y Trampas VSR | Bosque seco colinado con áreas abiertas |
| | POE-1 | 637127 | 9552297 | 636859 | 9552176 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | |
| El Guabo | PME-2 | 634652 | 9550077 | 634464 | 9550306 | Trampas pitfall y Trampas VSR | Bosque secundario |
| | POE-2 | 634652 | 9550077 | 634464 | 9550306 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | |
| San José | PME-3 | 631373 | 9545640 | 631400 | 9545939 | Trampas pitfall y Trampas VSR | Bosque seco |
| | POE-3 | 631373 | 9545640 | 631400 | 9545939 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | |
| El Yeso | PME-4 | 631598 | 9546798 | 631861 | 9546686 | Trampas pitfall y Trampas VSR | Bosque seco junto a estero seco |
| | POE-4 | 631598 | 9546798 | 631861 | 9546686 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | |

*Punto desplazado por temas comunitarios
Código: Punto de Muestreo Entomofauna: PME. Punto Observación Entomofauna: POE.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.5.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

El esfuerzo de muestreo empleado para los muestreos cuantitativos (trampas pitfall y trampas VSR) fue de un total de 2888 horas. (Véase la Tabla 3-79).

Tabla 3-79: Esfuerzo de muestreo Entomofauna – Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTO | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA x trampas | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| PME-1 | Trampas pitfall | Cuantitativo | 24 h x 20 trampas | 480 h |
| | Trampas VSR | | 24 h x 10 trampas | 240 h |
| PME-2 | Trampas pitfall | Cuantitativo | 24 h x 20 trampas | 480 h |
| | Trampas VSR | | 24 h x 10 trampas | 240 h |
| PME-3 | Trampas pitfall | Cuantitativo | 24 h x 20 trampas | 480 h |
| | Trampas VSR | | 24 h x 10 trampas | 240 h |
| PME-4 | Trampas pitfall | Cuantitativo | 24 h x 20 trampas | 480 h |

| PUNTO | METODOLOGÍA | TIPO DE REGISTRO | HORAS X DÍA x trampas | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | Trampas VSR | | 24 h x 10 trampas | 240 h |
| POE-1 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | Cualitativo | 2 h | 2h |
| POE-2 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | Cualitativo | 2 h | 2h |
| POE-3 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | Cualitativo | 2 h | 2h |
| POE-4 | Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual | Cualitativo | 2 h | 2h |
| **TOTAL** | | | | 2,888 h |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.5.2. Metodología

Los métodos de muestreo empleados se replicaron de monitoreos anteriores, permitiendo así el sesgo de información. El método de muestreo aplicado se basa en los parámetros utilizados por Celi y Dávalos (2001), Carvajal y Villamarín (2007), Carvajal et al. (2011), Villarreal et al. (2006), Escobar y Chacón-Ulloa (2001).

En los sitios de muestreo cuantitativo, se implantaron dos tipos de cebos (heces y carroña) en trampas pitfall “vivas” para recolectar escarabajos peloteros (Carvajal et al., 2011; Escobar y Chacón-Ulloa, 2001; Villareal et al. 2006) y el uso de trampas VSR para poblaciones diurnas de lepidópteros (Villareal et al., 2006; Gaviria & Henao, 2014: Rydon, 1964).

Para el muestreo de los puntos de muestreo cualitativos se utilizaron transectos de 200 m registrados mediante recolección activa en diferentes estratos, hábitats y microhábitats (Carvajal et al., 2011; Villareal et al., 2006).

#### *3.5.2.1. Fase de Campo*

a. Trampas pitfall (muestreo cuantitativo)

Se instalaron cuatro transectos con una longitud de 300 m en el área de muestreo (uno por sitio) donde se colocaron 20 trampas en cada transecto, de las cuales 10 trampas utilizaron heces humanas como cebo y 10 utilizaron trampas compuestas de carne de cerdo podrida y camarones, alternadas a intervalos de 30 m y obtuvieron un total de 10 estaciones de muestreo (Carvajal et al. 2011).

Las trampas estuvieron activas durante 48 horas consecutivas siendo revisadas cada 24 horas (Carvajal y Villamarín, 2007; Villareal et al., 2006), evitando así la muerte y el escape de los individuos.

Las especies de escarabajos peloteros fueron fotografiadas e identificadas in situ utilizando el material de identificación recomendado por Medina y Lopera (2000) basado en fotografías de alta resolución y guías de identificación (Vaz-de-Mello et al., 2011; Génier, 2009), y por conocimiento propio evitando así su sacrificio.

b. Trampas Vsr (muestreo cuantitativo)

Para registrar especies diurnas del orden Lepidoptera, se establecieron un total de 4 transectos de 300 m de longitud y se colocaron 10 trampas Van Someren Rydon (VSR) a intervalos de 30 m en cada transecto (Rydon, 1964; Gaviria & Henao, 2014, Uehara-

Prado et al., 2007; Uehara-Prado et al., 2008; Tufto et al., 2012), aproximadamente a 2,50 m sobre el suelo (Daily & Ehrlich 1995).

Los cebos de las trampas fueron los siguientes: cinco trampas que contenían carne de cerdo y camarones en descomposición y cinco trampas que contenían una mezcla de frutas fermentadas (plátano, papaya, malta pony) colocadas a 30 m de distancia como lo sugieren Villarreal et al. (2006). Este método es muy sencillo y muy utilizado para atrapar mariposas durante el día. Las trampas se colocaron durante 48 horas y una persona las revisó dos veces al día (Villareal et al., 2006; Gaviria y Henao, 2014; Rydon, 1964).

Los ejemplares recolectados fueron fotografiados in situ para evitar sacrificios ya que existen materiales de identificación que pueden identificarse sin sacrificio. Para la identificación taxonómica de mariposas utilice la ilustración: Ecología de Mariposas del Ecuador (Silva, 2011). y la publicación “Hadas Aladas de Yasuní” (checo, 2013).

c. Recorrido de observación y colecta con red entomológica manual (muestreo cualitativo)

El muestreo cualitativo se lo realizó en 4 transectos con una longitud de 300 m. Mediante recolección manual, observación directa y búsqueda activa, se registró la fauna de insectos existente en el área de estudio en hojarasca, troncos de árboles y arbustos en un plazo de 2 horas. Otros sitios de descanso y anidación de invertebrados (Carvajal et al., 2011; Villareal 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

#### *3.5.2.2. Fase de Gabinete*

A continuación, se describen los métodos de análisis utilizados para levantar la información de mamíferos.

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 Pi 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).

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).

- *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. , 2001).

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

Donde:

*Sobs* representa el total de especies registradas,
*F*1 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 demuestre y rarefacción, mediante iteraciones al azar del ordenamiento de especies.

f. 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:

$$H' = -\sum pi\ ln(pi)$$

Donde la proporción de especies i, relativa al total de especies (pi), es calculada y multiplicada por el logaritmo natural de esta proporción (lnpi). 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:

$$D = \sum \rho\_i\text{^}2$$

Donde pi 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.

g. 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

h. 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.

- *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 3 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).

- *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.

- *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.

- *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.

- *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).

- *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 para 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).

- *Endemismo*

Las especies endémicas serán analizadas bajo su rango de distribución regional provincial en base a lo publicado por Chamorro et al, (2019).

- *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.

- *Uso del Recurso*

Se refiere al tipo de uso 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.

- *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 las órdenes de invertebrados se utilizará los horarios de sus respectivas familias.

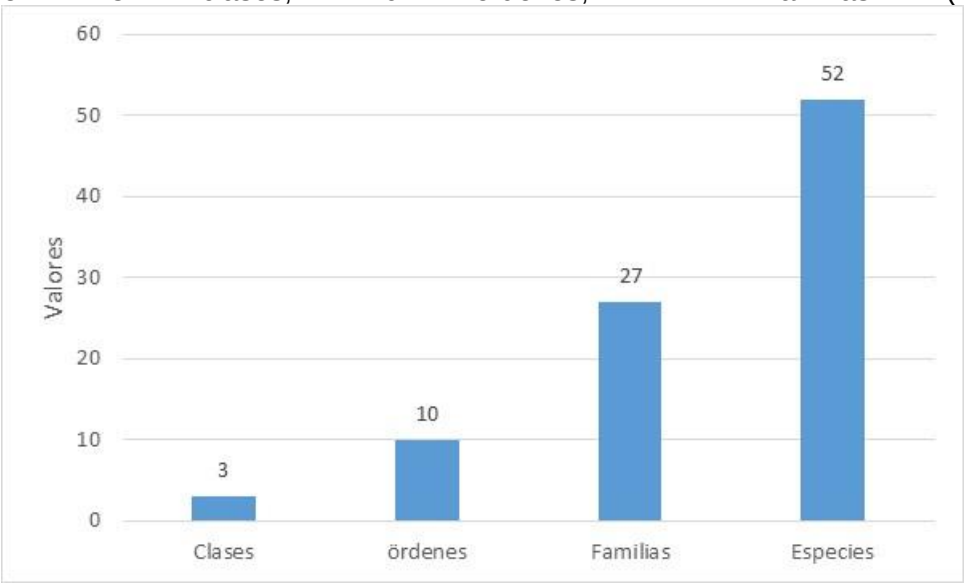
### 3.5.3. Resultados

Los resultados son los siguientes, primero un análisis general seguido de un análisis cuantitativo y cualitativo.

#### *3.5.3.1. Inventario General*

Los datos para este estudio se obtuvieron de los muestreos cuantitativos (PME-1, PME-2, PME-3, PME-4) donde se colocaron trampas vivas para capturar escarabajos peloteros y se registraron especies de mariposas usando trampas Van Someren Rydon (Vsr). y, como enfoque complementario, la búsqueda de otros órdenes de invertebrados mediante búsquedas entomológicas activas en redes, recolección manual y muestreo cualitativo (POE-1, POE-2, POE-3, POE-4).

En total, en el área de estudio se registraron 65 especies de invertebrados terrestres en 3 clases, 10 órdenes, 27 familias (Véase la Figura 3-94).



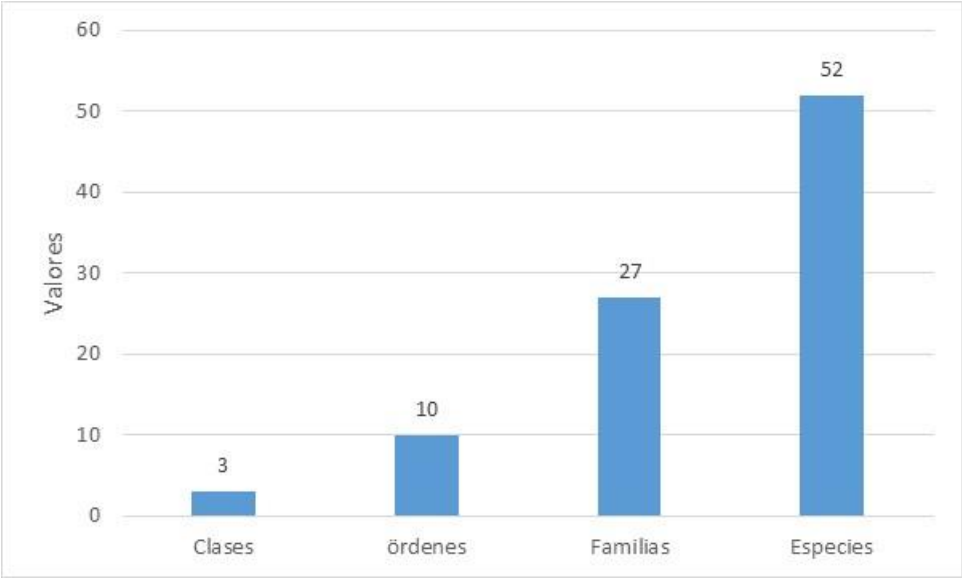




Figura 3-94: Riqueza total de invertebrados registrada – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La riqueza censada según el tipo de método utilizado: para los escarabajos se registró 1 clase, 1 orden, 1 familia y cinco especies, para las especies de mariposas se obtuvo, 1 clase, 1 orden, 1 familia y nueve especies, finalmente para las otras especies de invertebrados se registró en total 2 clases, 10 órdenes, 27 familias y 54 especies como se observa en la Figura 3-95.

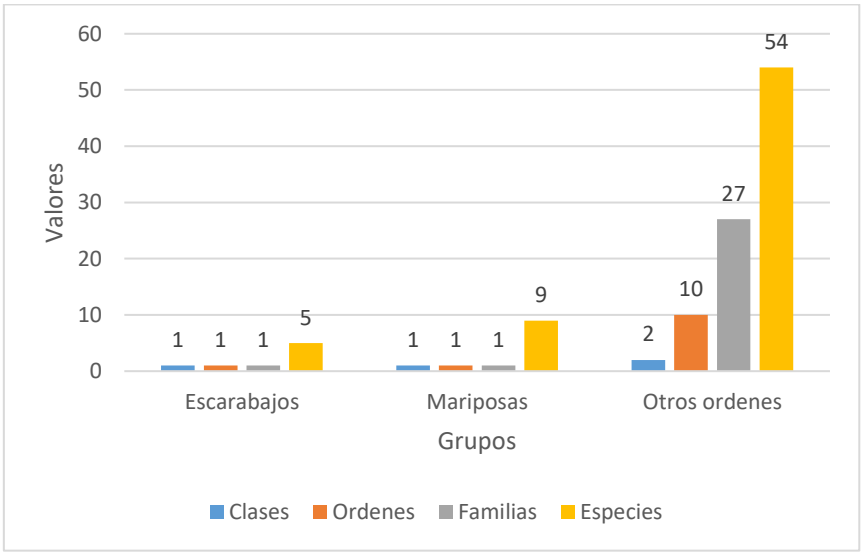



Figura 3-95: Riqueza total registradas por grupo de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

a. Riqueza

La riqueza registrada para los sitios de muestreos cuantitativos fue de cuatro especies de escarabajos y nueve de lepidópteros para el sitio de muestreo PME-1; en cuanto al PME-2, se registró cuatro especies de escarabajos copronecrófagos y siete especies de lepidópteros, en el punto PME-3 se obtuvo tres especies de lepidópteros; y, por último, para el PME-4 se registró una especie de escarabajos copronecrófagos y tres mariposas (Véase la

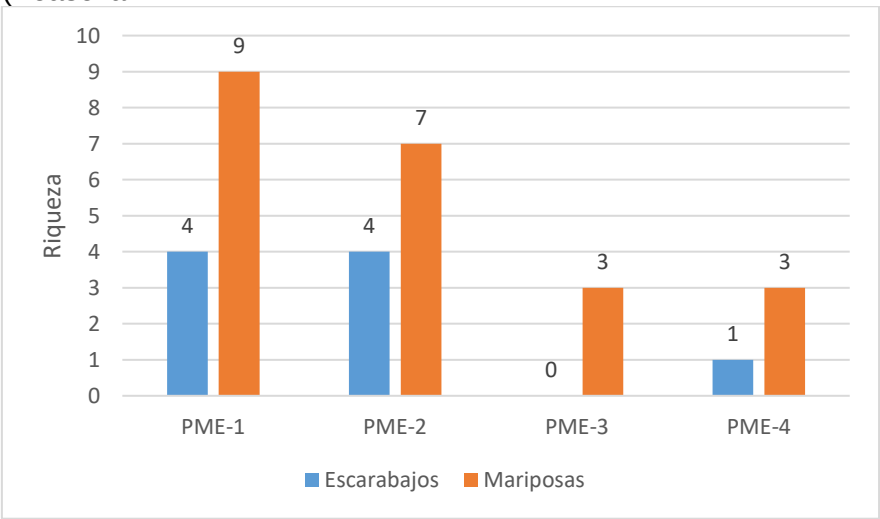



Figura 3-96).

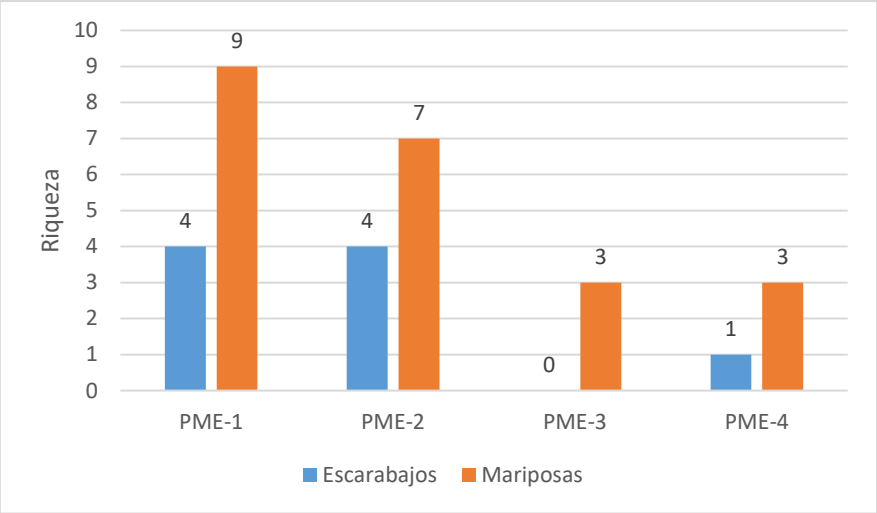



Figura 3-96: Riqueza de especies registrados en los sitios de muestreo cuantitativos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

De los sitios de muestreo cualitativos, el punto POE1 censa 11 especies de invertebrados, en el POE-2 se obtuvo 34 especies, para el POE-3 se registró un total de 15 especies, mientras que para el POE-4 se registró 25 especies de invertebrados terrestres. (Véase la Figura 3-97).

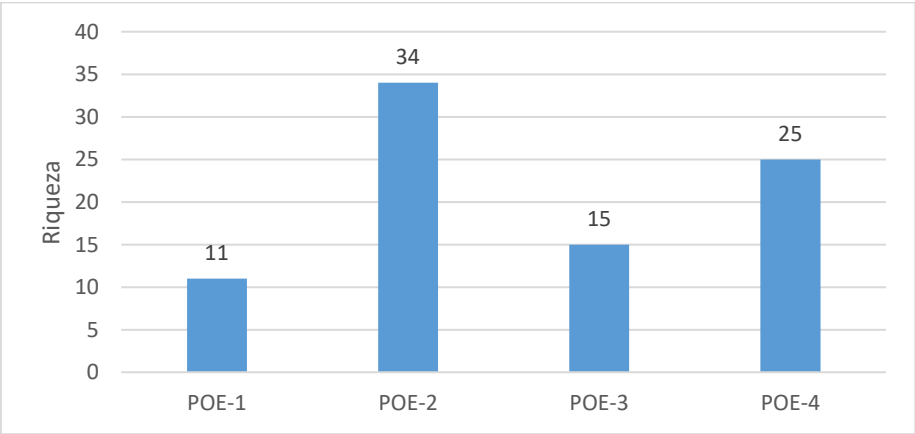



Figura 3-97: Riqueza de especies registrados en los sitios de muestreo cualitativos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia Absoluta

Del total de individuos obtenidos mediante el muestreo cuantitativo, los individuos se encuentran distribuidos de la siguiente manera, en PME-1 se registró un total de 4 ind., de escarabajos copronecrófagos y cinco individuos de mariposas, en PME-2 se obtuvo 19 ind., de escarabajos y 20 ind., de mariposas; para PME-3 se registró cuatro individuos

de lepidópteros, finalmente en PME-4 se registró cinco individuos de escarabajos y 13 individuos de lepidópteros (Véase la Figura 3-98).

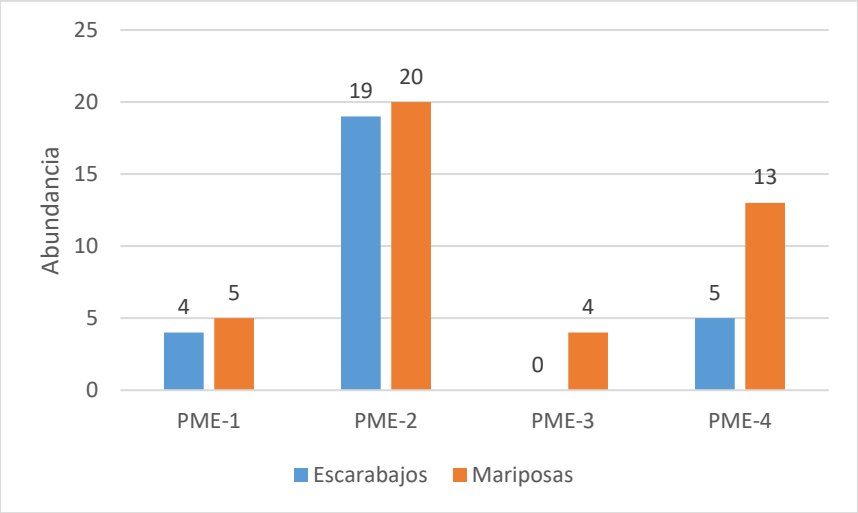



Figura 3-98: Abundancia registrada en los sitios de muestreo cuantitativos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Abundancia Relativa

De las cinco especies registradas de escarabajos peloteros, una especie es abundante y cuatro especies raras. (Véase la Tabla 3-80).

Tabla 3-80: Abundancia relativa de Escarabajos copronecrófagos registrada - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | ESPECIE | TOTAL, INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo Copronecrófago | *Canthon lituratus* | 19 | A |
| Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo Copronecrófago | *Canthon cyanellus* | 3 | R |
| Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo Copronecrófagos | *Canthon euryscelis* | 3 | R |
| Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo Copronecrófagos | *Onthophagus* sp. | 1 | R |
| Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo Copronecrófagos | *Aphodius* sp. | 2 | R |
| **1** | **1** | **-** | **5** | **28** | |

Abundancia relativa: D=Dominante 50 en adelante, AB= Abundante 10 a 49 individuo, C= Común 4 a 9 individuos, R= Raro 1-3 individuos.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

De las nueve especies de lepidópteros registrados, dos especies son abundantes, una especie común y seis especies son raras. (Véase la Tabla 3-81).

Tabla 3-81: Abundancia relativa de Escarabajos copronecrófagos registrada - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | ESPECIE | TOTAL, INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 14 | A |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa chasqueadora | *Hamadryas feronia* | 14 | A |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa malaquita | *Siproeta stelenes* | 5 | C |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa sátira de Hermes sudamericana | *Hermeuptychia hermes* | 3 | R |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa pavo real roja | *Anartia amathea* | 2 | R |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa lunita | *Anthanassa sp.* | 1 | R |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa ojo de venado común | *Junonia coenia* | 1 | R |
| Lepidoptera | Lycaenidae | Mariposa átomo | *Hemiargus ceraunus* | 1 | R |
| Lepidoptera | Hesperiidae | Saltarina pompeius | *Pompeius pompeius* | 1 | R |
| **1** | **3** | **9** | | **42** | |

Abundancia relativa: D=Dominante 50 en adelante, AB= Abundante 10 a 49 individuo, C= Común 4 a 9 individuos, R= Raro 1-3 individuos.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *d.* Curva de dominancia de Especies

El análisis de dominancia mostró que la especie más representativa para la entomofauna registrada en el área de estudio, es *Canthon lituratus* con un Pi=0,17, seguido de las especies de las mariposas *Hamadryas feronia* y *Hamadryas amphiclhoe*, ambas con un PI= 0,11. El resto de especies registraron un valor de Pi menor a 0,07 (Ver Figura 3-99).

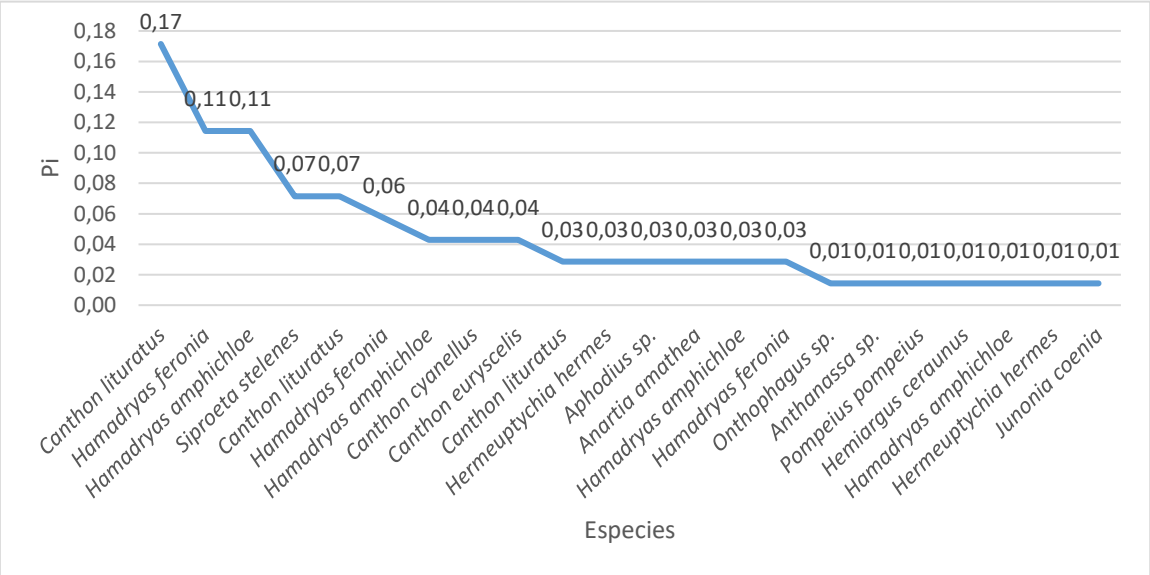



Figura 3-99: Curva de dominancia de especies de invertebrados terrestres registrados - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

*e.* Curva de Acumulación de Especies e Índice de Chao 1

La curva de acumulación de especies del grupo de los escarabajos peloteros continúa en crecimiento, por lo que se puede concluir que no se ha colectado el 100% de las especies en el área de estudio, bajo las condiciones de muestreo actuales (Véase la Figura 3-100).

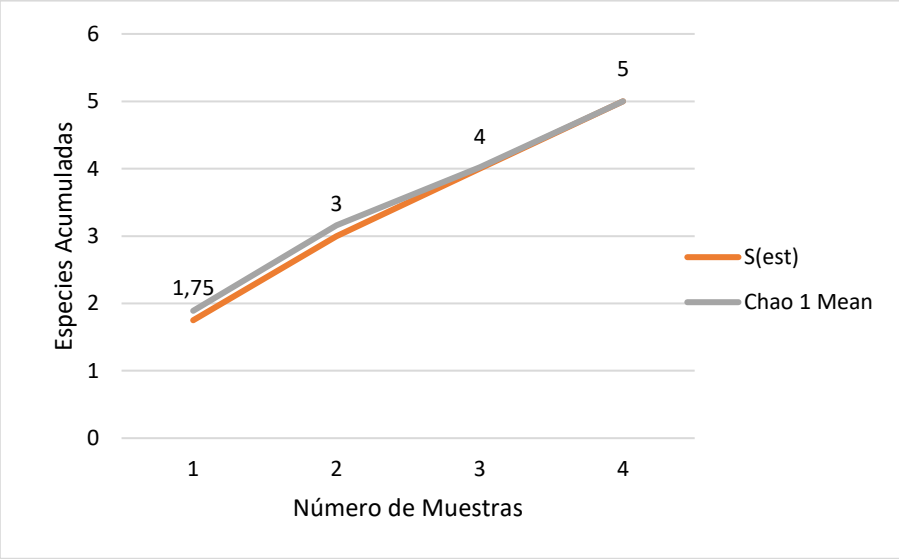



Figura 3-100: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de Escarabajos copronecrófagos registrados - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

De igual forma la curva de acumulación de especies de lepidópteros muestra una tendencia en crecimiento, por lo tanto, no se ha colectado el 100% de las especies estimadas (Chao 1) para el área de muestreo (Véase la Figura 3-101).

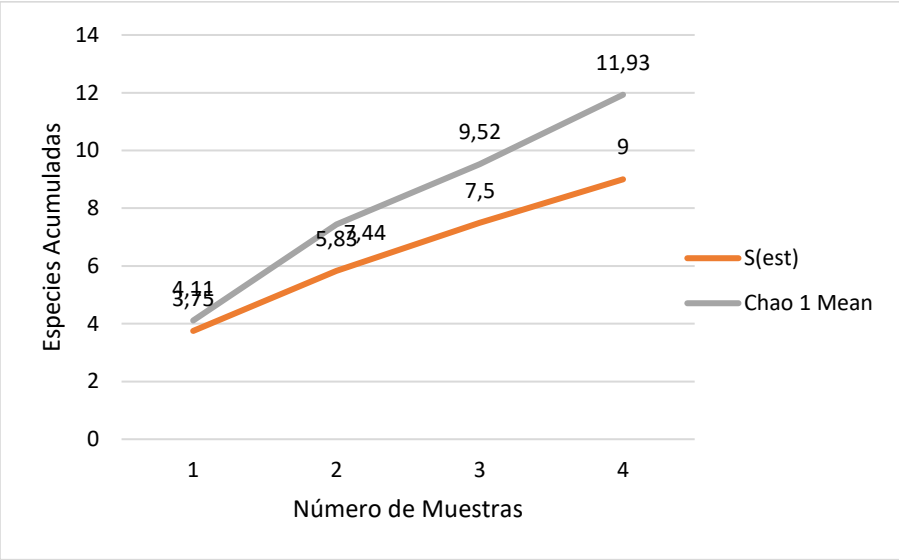



Figura 3-101: Curva de Acumulación de especies y Chao 1 de Lepidópteros registrados - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. Índices de Diversidad

Los índices de diversidad aplicados para el área de estudio reflejan los siguientes resultados, el índice de Shannon obtuvo una ponderación de 1,04 y 1,67 para el grupo de escarabajos y lepidópteros indicando una diversidad baja y media respectivamente; mientras que el índice de diversidad de Simpson indica una diversidad baja para escarabajos y media para mariposas (Véase la Tabla 3-82).

Tabla 3-82: Índices de diversidad de Entomofauna registrada en el Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Riqueza (S) | 5 | - | 9 | - |
| Abundancia (N) | 28 | - | 42 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,51 | Diversidad baja | 0,75 | Diversidad media |
| Shannon-Wiener (H') | 1,04 | Diversidad baja | 1,67 | Diversidad media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.5.3.2. Evaluación cuantitativa*

Análisis por punto de muestreo

a. Cuantitativo PME-1 (escarabajos copronecrófagos – lepidópteros)

- *Inventario*

Este punto registró 2 ordenes, 2 familias, tres especies y 7 individuos.

Tabla 3-83: Especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-1 -Proyecto Minero Bramaderos

| MÉTODO | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Trampas pitfall | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Canthon lituratus* | 2 |
| Trampas Vsr | Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 3 |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa sátira de Hermes sudamericana | *Hermeuptychia hermes* | 2 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

- *Riqueza y abundancia*

Mediante la aplicación de trampas pitfall y trampas VSR se logró registrar un total de dos individuos dentro de un género, una familia y una especie para escarabajos; mientras que, para los lepidópteros se registró cinco individuos dentro de dos especies, dos géneros y una familia (Véase la Figura 3-102).

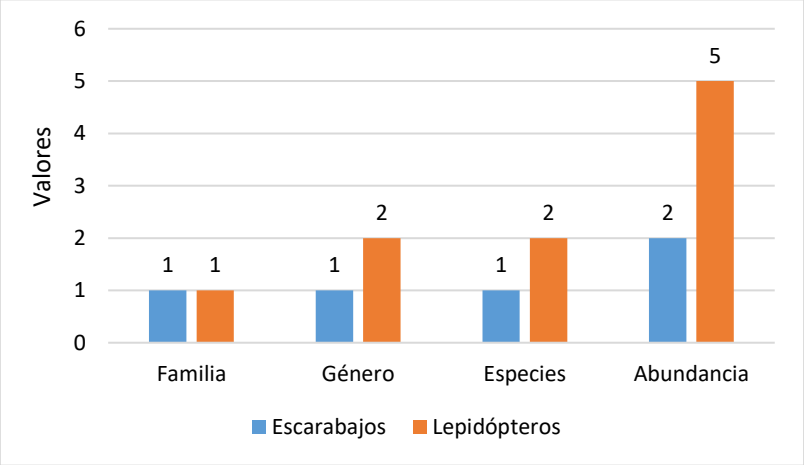



Figura 3-102: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-1 - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

Las especies registradas en este punto de muestreo son catalogadas como raras en base a lo sugerido por Araujo (2005) (Véase la Tabla 3-84).

Tabla 3-84: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-1 -Proyecto Minero Bramaderos

| MÉTODO | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trampas pitfall | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Canthon lituratus* | 2 | R |
| Trampas Vsr | Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 3 | R |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa sátira de Hermes sudamericana | *Hermeuptychia hermes* | 2 | R |
| Tipo de Registro: Captura (Cp). | | | | | | |
| Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind. | | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los índices de Shannon y Simpson aplicados para las especies de escarabajos son nulos al no poseer una muestra significativa, que permita realizar el análisis, para la muestra de lepidópteros proveniente de trampas VSR se obtuvo una diversidad baja para Shannon y una diversidad media para Simpson (Véase la Tabla 3-85).

Tabla 3-85: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-1 - Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Riqueza (S) | 1 | - | 2 | - |

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Abundancia (N) | 2 | - | 5 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0 | Diversidad nula | 0.48 | Diversidad baja |
| Shannon-Wiener (H') | 0 | Diversidad nula | 0.67 | Diversidad media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Cuantitativo PME-2 (escarabajos copronecrófagos – lepidópteros)

- *Riqueza y abundancia*

Mediante la aplicación de las trampas pitfall y trampas VSR se logró registrar un total de 21 ejemplares distribuidos entre cinco especies de escarabajos, 3 géneros y 1 familia; y 20 ejemplares de Lepidoptera distribuidos en siete especies, seis géneros y 3 familias (Véase la Figura 3-103).

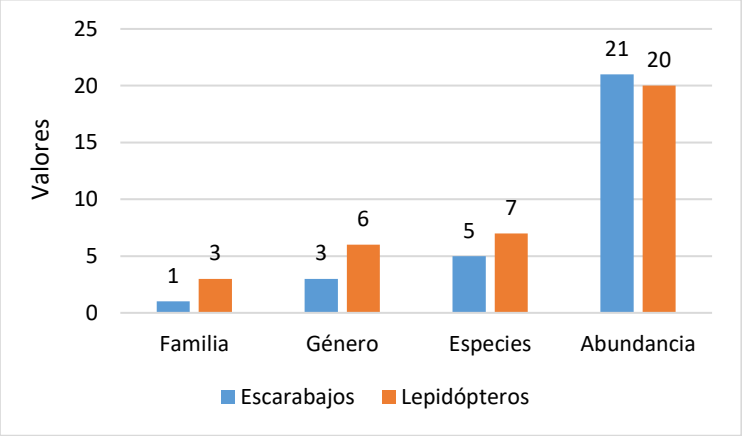



Figura 3-103: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-2 - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

Las especies de escarabajos copronecrófagos registradas en este punto de muestreo en su mayoría son especies raras (4) y una especie es abundante, mientras que, para los lepidópteros encontramos dos especies comunes y cinco especies raras en base a lo sugerido por Araujo (2005) (Véase la Tabla 3-86).

Tabla 3-86: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-2 -Proyecto Minero Bramaderos

| MÉTODO | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trampas pitfall | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Canthon lituratus* | 12 | A |
| | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Canthon cyanellus* | 3 | R |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Canthon euryscelis* | 3 | R |
| | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Aphodius sp.* | 2 | R |
| | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | *Onthophagus sp.* | 1 | R |
| Trampas Vsr | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa chasqueadora | *Hamadryas feronia* | 8 | C |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa malaquita | *Siproeta stelenes* | 5 | C |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa pavo real roja | *Anartia amathea* | 2 | R |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 2 | R |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa lunita | *Anthanassa sp.* | 1 | R |
| | Lepidoptera | Hesperiidae | Saltarina pompeius | *Pompeius pompeius* | 1 | R |
| | Lepidoptera | Lycaenidae | Mariposa átomo | *Hemiargus ceraunus* | 1 | R |
| Tipo de Registro: Captura (Cp). | | | | | | |
| Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind. | | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los índices de Shannon y Simpson aplicados al grupo de escarabajos mostraron una diversidad baja, mientras que, en las muestras de lepidópteros de las trampas VSR ambos índices de diversidad alcanzaron una diversidad media. (Véase la Tabla 3-87).

Tabla 3-87: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-2 - Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Riqueza (S) | 2 | - | 7 | - |
| Abundancia (N) | 5 | - | 20 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0,48 | Diversidad baja | 1.62 | Diversidad media |
| Shannon-Wiener (H') | 0,67 | Diversidad baja | 0.72 | Diversidad media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Cuantitativo PME-3 (escarabajos copronecrófagos – lepidópteros)

- *Riqueza y abundancia*

En este punto de muestreo no se registró especies de escarabajos copronecrófagos; para el orden de los lepidópteros se registró tres especies dentro de una familia, dos géneros y cuatro individuos (Véase la Figura 3-104).

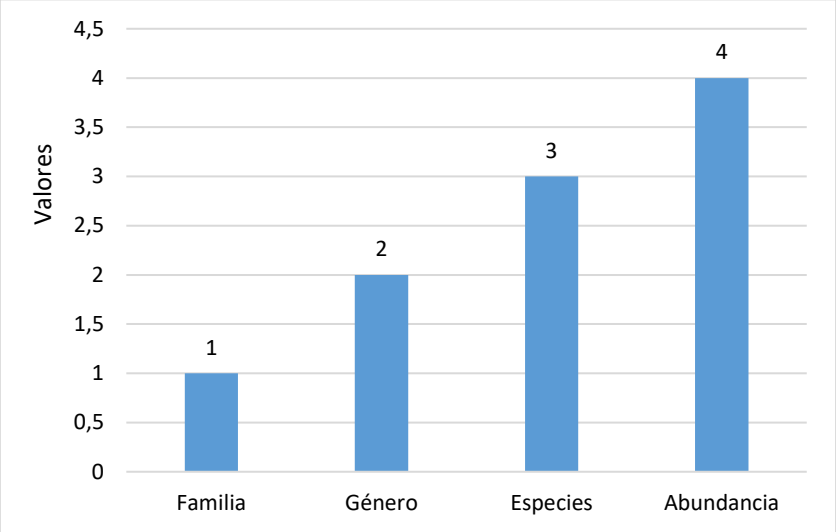



Figura 3-104: Riqueza de lepidópteros registrados en PME-3 - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

En base a lo sugerido por Araujo (2005), las especies registradas en este punto de muestreo son catalogadas como raras. (Véase la Tabla 3-88).

Tabla 3-88: Abundancia relativa de las especies de Lepidópteros registrados en PME-3 -Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 2 | R |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa chasqueadora | *Hamadryas feronia* | 1 | R |
| Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa sátira de Hermes sudamericana | *Hermeuptychia hermes* | 1 | R |
| Tipo de Registro: Captura (Cp). | | | | | |
| Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind. | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los índices de Shannon y Simpson aplicados para los escarabajos fueron nulos debido a que no se obtuvo una muestra representativa que permita calcular estos índices; las especies de lepidópteros provenientes de trampas VSR se obtuvo una diversidad media para Simpson y baja para Shannon (Véase la Tabla 3-89).

Tabla 3-89: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-3 - Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Riqueza (S) | 0 | - | 3 | - |
| Abundancia (N) | 0 | - | 4 | - |

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0 | - | 0.63 | Diversidad media |
| Shannon-Wiener (H') | 0 | - | 1.04 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Cuantitativo PME-4 (escarabajos copronecrófagos – lepidópteros)

- *Riqueza y abundancia*

Para el grupo de las especies de escarabajos copronecrófagos se registró un total de 13 individuos dentro de tres especies, 2 géneros y 1 familia; y, para los lepidópteros se registró cinco individuos dentro de una especie, 1 género y 1 familia (Véase la Figura 3-105).

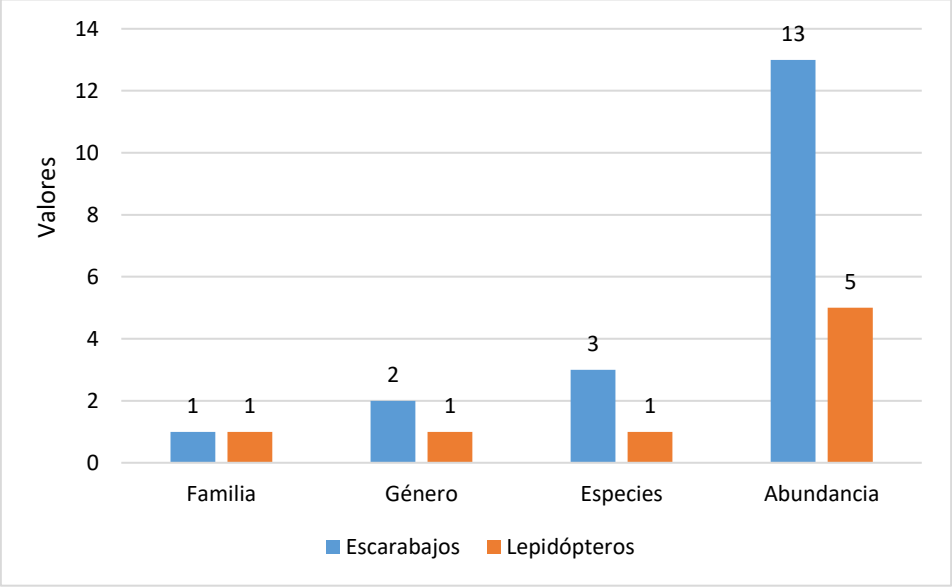



Figura 3-105: Riqueza de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-4 - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Abundancia relativa*

La especie de escarabajo registrada es catalogada como una especie común, en contraste, dos de las tres especies de lepidópteros son comunes y la especie restante es rara en base a lo sugerido por Araujo (2005). (Véase la Tabla 3-90).

Tabla 3-90: Abundancia relativa de las especies de Escarabajos copronecrófagos y Lepidópteros registrados en PME-4 -Proyecto Minero Bramaderos

| MÉTODO | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trampas Vsr | Lepidoptera | Nymphalidae | Tronadora caribeña | *Hamadryas amphichloe* | 8 | C |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposa chasqueadora | *Hamadryas feronia* | 4 | C |
| | Lepidoptera | Nymphalidae | Mariposas ojos de venado | *Junonia coenia*. | 1 | R |

| MÉTODO | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ABUNDANCIA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trampas pitfall | Coleoptera | Scarabaeidae | Escarabajo copronecrófago | Canthon lituratus | 5 | C |
| Tipo de Registro: Captura (Cp). | | | | | | |
| Abundancia relativa: D= Dominante > 50 AB= Abundante 10 a 49 ind., C= Común 4 a 9 ind., R= Raro 1 a 3 ind. | | | | | | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Diversidad*

Los índices de Shannon y Simpson aplicados a las especies de escarabajos arrojaron un valor de cero porque no contaban con una muestra representativa para el análisis de estos índices. Por otra parte, para la muestra del orden Lepidoptera (VSR), se obtuvo una diversidad baja para ambos índices estimados (Véase la Tabla 3-91).

Tabla 3-91: Valores de Diversidad para las especies de Escarabajos copronecrófagos y lepidópteros registrados en PME-4 - Proyecto Minero Bramaderos

| ÍNDICE | ESCARABAJOS | | LEPIDÓPTEROS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALOR | INTERPRETACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN |
| Riqueza (S) | 1 | - | 3 | - |
| Abundancia (N) | 5 | - | 13 | - |
| Simpson_1-D (ʎ) | 0 | Diversidad nula | 0.52 | Diversidad baja |
| Shannon-Wiener (H') | 0 | Diversidad nula | 0.86 | Diversidad baja |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.5.3.3. Evaluación Cualitativa*

a. Cualitativo POE-1 (transecto de observación)

- *Riqueza (por registro)*

En este sitio de muestreo se registró 11 especies de invertebrados terrestres dentro de nueve familias, cinco órdenes y una clase (Véase la Figura 3-106).

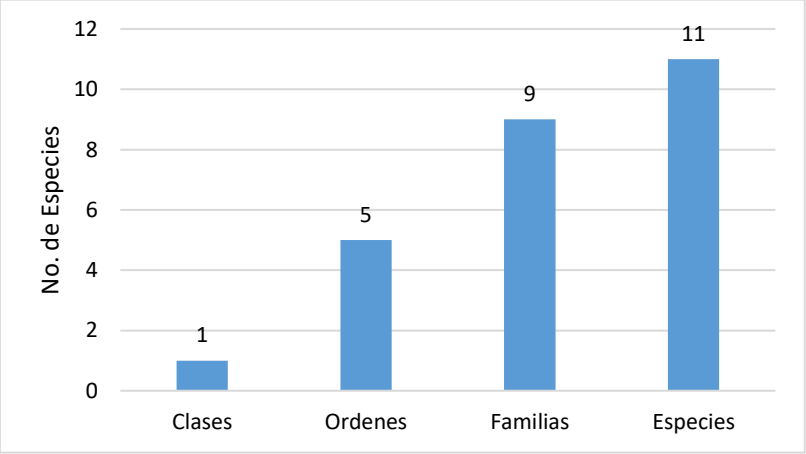



Figura 3-106: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-1 – Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-92 a continuación detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el POE-1.

Tabla 3-92: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-1 – Proyecto Minero Bramaderos

| Clase | Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | *Chalcolepidius erythroloma* | Escarabajos mordedores |
| Insecta | Coleoptera | Dermestidae | *Dermestes maculatus* | Escarabajo necrófago |
| Insecta | Coleoptera | Nitulidae | *Epuraea sp.* | Escarabajo frugívoro |
| Insecta | Coleoptera | Scarabeidae | *Platycoelia puncticollis* | Escarabajo |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | *Toxomerus nasutus* | Mosquito |
| Insecta | Diptera | Muscidae | *Musca sp.* | Mosca doméstica |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | *Hortensia similis* | Loras |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | ND | Hormiga |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema daira* | Mariposa amarilla barrada |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Leptophobia aripa* | Mariposa blanca de la col |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Phoebis sennae* | Mariposa azufre sin nubes norteamericana |
| **1** | **5** | **9** | **11** | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Cualitativo POE-2 (transecto de observación)

- *Riqueza (por registro)*

En este sitio de muestreo se registraron un total de 35 especies de 21 familias, 10 órdenes y dos clases de invertebrados mediante redes manuales para insectos, grabaciones de video y observaciones visuales (Véase la

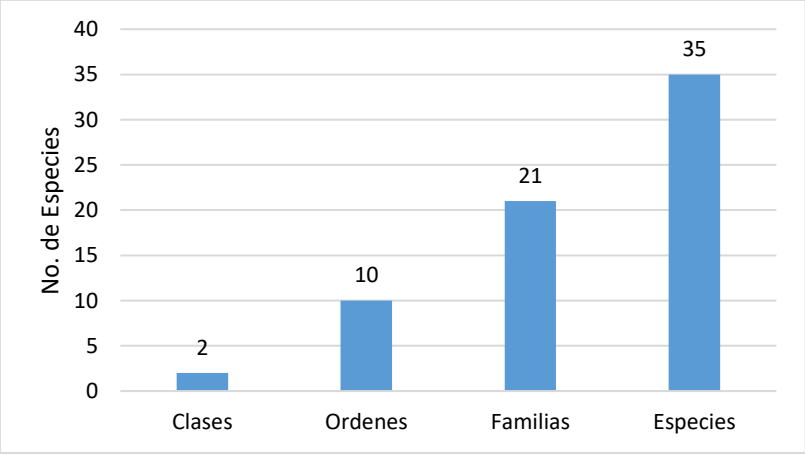



Figura 3-107).

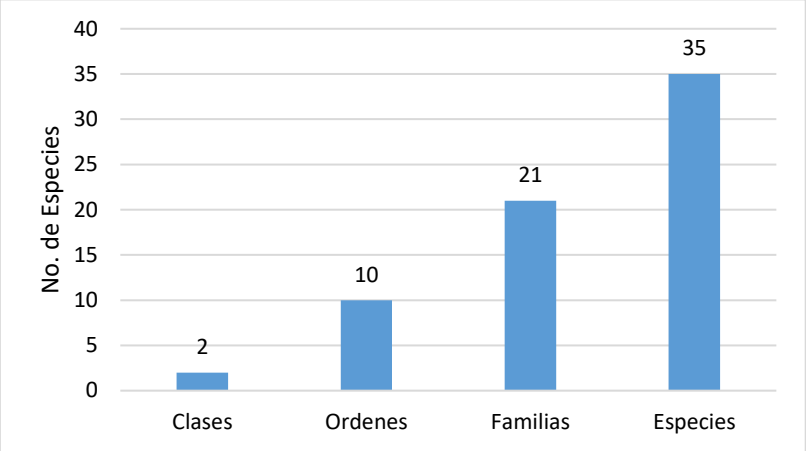



Figura 3-107: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-2 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-93 a continuación detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el POE-2.

Tabla 3-93: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-2 – Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Arachnida | Opiliones | Cranaidae | ND | Arañas patonas sin cintura |
| Insecta | Blattodea | Blattidae | *Periplaneta australasiae* | Cucaracha australiana |
| Insecta | Coleoptera | Dermestidae | *Dermestes maculatus* | Escarabajo necrófago |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | *Astylus longulus* | Escarabajo |
| Insecta | Coleoptera | Nitulidae | *Epuraea sp.* | Escarabajo frugivoro |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | *Heterogomphus schoenherri* | Escarabajo cornizuelo |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | *Paederus sp.* | Escarabajo frugivoro |
| Insecta | Coleoptera | Tenebridae | *Alphitobius sp.* | Escarabajo copronecrófago |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | *Toxomerus nasutus* | Mosquito |
| Insecta | Diptera | Muscidae | *Musca sp.* | Mosca doméstica |
| Insecta | Hemiptera | Apidae | *Apis melifera* | Abeja melífera |
| Insecta | Hemiptera | Coreidae | *Leptoglossus zonatus* | Chinche gaucha manchada |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | *Hortensia similis* | Loras |
| Insecta | Hymenoptera | Vespidae | *Polistes versicolor* | Avispa papelera versicolor |
| Insecta | Hymenoptera | Vespidae | *Synoeca septentrionalis* | Avispa guerrera del norte |
| Insecta | Hymenoptera | Vespidae | *Pygodasis ephippium* | Avispa caza escarabajos |
| Insecta | Hymenoptera | Apidae | *Bombus pauloensis* | Manganga negro |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | ND | Hormiga |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | *Urbanus proteus* | Saltarina de cola larga azul |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | *Urbanus esta* | Rabuda chica |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | *Burnsius orcus* | Ajedrezada común |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | *Urbanus segnestami* | Saltarina velinus de cola larga |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Danaus plexippus* | Mariposa monarca |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Anartia amathea* | Mariposa pavo real |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Leptophobia aripa* | Mariposa blanca de la col |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema daira* | Mariposa amarilla barrada |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema albula* | Mariposa amarilla fantasma |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Phoebis sennae* | Mariposa azufre sin nubes norteamericana |
| Insecta | Mantodea | Liturgusidae | *Liturgusa maya* | Mantis |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Orthemis discolor* | Rayadora carmin |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis hemichlora* | Rayadora de manchas triangulares |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Baeacris punctulata* | Saltamontes |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Schistocerca pallens* | Saltamontes |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Acanthacara acuta* | Saltamontes |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Stenopola boliviana* | Saltamontes |
| **2** | **10** | **22** | **35** | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Cualitativo POE-3 (transecto de observación)

- *Riqueza (por registro)*

Se registraron un total de 15 especies de 12 familias, seis órdenes y una clase de invertebrados utilizando redes manuales para insectos, registros fotográficos e inspección visual POE-3 (Véase la

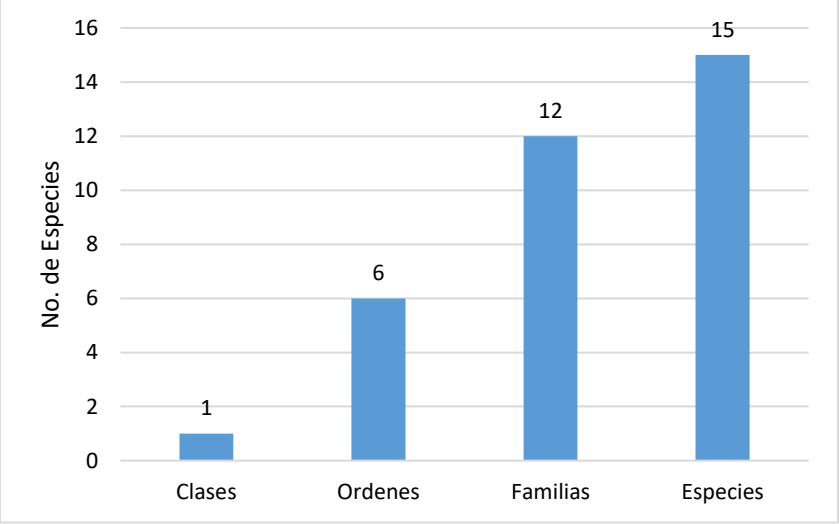



Figura 3-108).

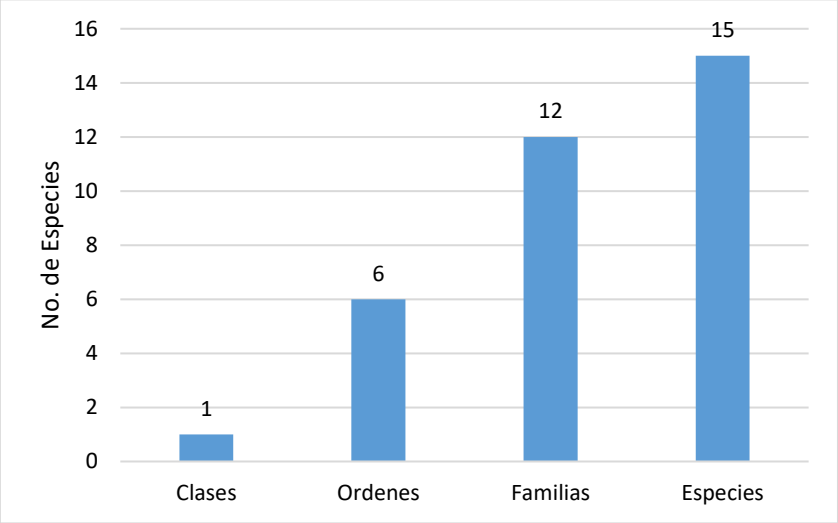



Figura 3-108: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-3 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-94, a continuación, detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el POE-3.

Tabla 3-94: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-3 – Proyecto Minero Bramaderos

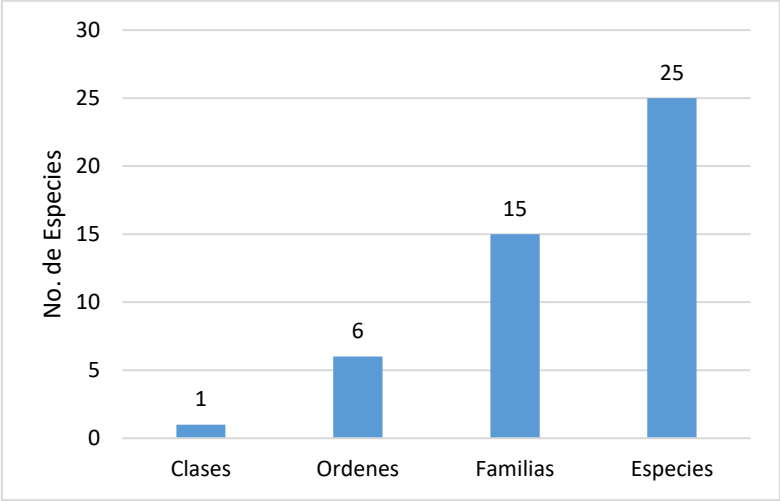
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENÍIFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Tenebridae | *Tenebrio oscurus* | Escarabajo Copronecrófagos |
| Insecta | Coleoptera | Dermestidae | *Attagenus sp* | Escarabajo Copronecrófagos |
| Insecta | Coleoptera | Tenebridae | *Alphitobius sp* | Escarabajo Copronecrófagos |
| Insecta | Coleoptera | Nitulidae | *Epuraea sp.* | Escarabajo frugivoro |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | *Toxomerus nasutus* | Mosquito |
| Insecta | Diptera | Muscidae | *Musca sp.* | Mosca doméstica |
| Insecta | Hemiptera | Reduviidae | *Ambastus villosus* | Falsa triatoma del liquen |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | *Hortensia similis* | Loras |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | ND | Hormiga |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Junonia coenia* | Mariposa ojo de venado común |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema daira* | Mariposa amarilla barrada |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema albula* | Mariposa amarilla fantasma |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Abaeis albula* | Mariposa amarilla fantasma |
| Insecta | Lepidoptera | Riodinidae | *Emesis mandana* | Mariposa topacio |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Baeacris punctulata* | Saltamontes |
| **1** | **6** | **13** | **15** | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Cualitativo POE-4 (transecto de observación)

- *Riqueza (por registro)*

En este sitio de muestreo se registró un total de 25 especies de invertebrados terrestres dentro de 15 familias, seis órdenes y una clase (Véase la Figura 3-109).



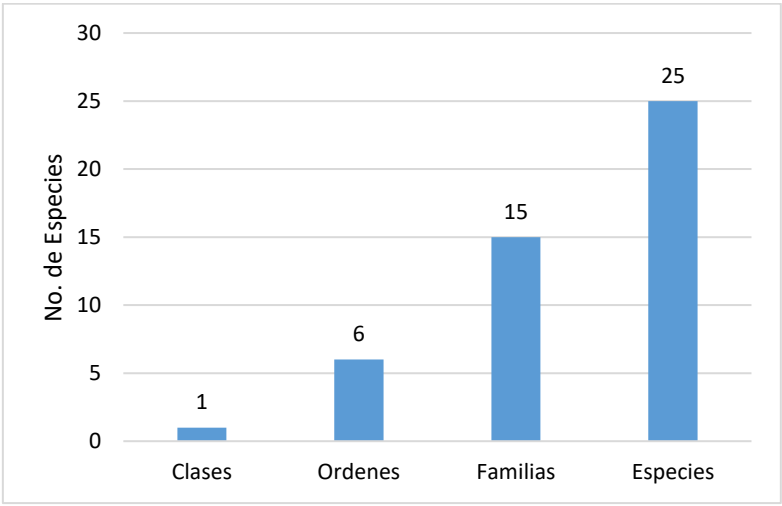




Figura 3-109: Riqueza de órdenes de Invertebrados terrestres registradas en el punto de muestreo cualitativo POE-4 – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-95 a continuación detalla a las especies registradas por metodologías cualitativas en el POE-4.

Tabla 3-95: Especies de Invertebrados terrestres registradas de manera cualitativa en el POE-4 – Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENÍIFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Dermestidae | *Dermestes maculatus* | Escarabajo copronecrófago |
| Insecta | Coleoptera | Tenebridae | *Alphitobius sp.* | Escarabajo copronecrófago |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | *Paederus sp.* | Escarabajo frugivoro |
| Insecta | Coleoptera | Anthicidae | *Anthicus sp.* | Escarabajo copronecrófago |
| Insecta | Coleoptera | Nitulidae | *Epuraea sp.* | Escarabajo frugívoro |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENÍIFICO | NOMBRE COMÚN |
|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Syrphidae | *Toxomerus nasutus* | Mosquito |
| Insecta | Diptera | Muscidae | *Musca sp.* | Mosca doméstica |
| Insecta | Hemiptera | Apidae | *Apis melifera* | Abeja melífera |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | *Hortensia similis* | Loras |
| Insecta | Hymenoptera | Vespidae | *Polistes versicolor* | Avispa papelera versicolor |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | ND | Hormiga |
| Insecta | Lepidoptera | Erebidae | *Melipotis sp.* | Polilla triangular |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Adelpha zina* | Monjitas |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Adelpha cocala* | Hermanitas |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Doxocopa pavon* | Mariposa emperador pavón |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Heliconius peruvianus* | Mariposas alas largas |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Cissia sp.* | Mariposa satírida |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Heliconius charithonia* | Mariposa cebra de alas largas |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | *Anartia amathea* | Mariposa pavo real |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema daira* | Mariposa amarilla barrada |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Eurema albula* | Mariposa amarilla fantasma |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | *Phoebis sennae* | Mariposa azufre sin nubes norteamericana |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | *Baeacris punctulata* | Saltamontes |
| **1** | **6** | **15** | **23** | |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.5.3.4. Aspectos Ecológicos*

a. Nicho Trófico

Se documentaron once estrategias de alimentación a lo largo del área de estudio, las cuales se diferenciaron claramente según el grupo de investigación al que pertenecían, por lo que se registraron dos nichos tróficos en escarabajos peloteros, es un escarabajo pelotero con 4 especies (*Canthon lituratus, Canthon cyanellus, Canthon euryscelis, Onthophagus* sp.) considerándose como copronecrófagos, y, por otra parte, la especie *Aphodius* sp., clasificada como una especie necrófaga.

Las nueve especies de lepidópteros registradas mediante trampas VSR presentan un solo hábito alimenticio (frugívoro).

Los invertebrados al encontrarse en su estado natural y no ser inducidos por cebos para su captura presentan ocho estrategias alimenticias distintas: 1) se registró siete especies depredadoras las cuales se alimentan de otros invertebrados y son Cranaidae ND, *Synoeca septentrionalis, Pygodasis ephippium, Polistes versicolor, Liturgusa maya, Orthemis discolor, Macrothemis hemichlora*; 2) con seis especies *Chalcolepidius erythroloma, Hortensia similis, Baeacris punctulata, Schistocerca pallens, Acanthacara acuta, Stenopola boliviana* encontramos a los fitófagos las cuales se alimentan de materia vegetal; 3) cuatro especies frugívoras *Epuraea sp. Paederus sp. Ascalapha odorata, .,* 4) una especie micófaga Formicidae ND la cual se alimenta de hongos producto de la descomposición de materia vegetal que acumulan en madrigueras; 5) cinco especies necrófagas *Anthicus sp. Dermestes maculatus, Attagenus sp. Tenebrio oscurus. Alphitobius sp.,* 6) el gremio nectarívoro el cual se alimenta de polen de las flores es el predominante con 26 especies *Astylus longulus, Toxomerus nasutus, Apis*

*melífera, Leptoglossus zonatus, Ambastus villosus, Bombus pauloensis, Melipotis sp. Urbanus proteus, Urbanus esta, Burnsius orcus, Urbanus segnestami, Adelpha cocala, Adelpha zina, Anartia amathea, Cissia sp. Danaus plexippus, Doxocopa pavon, Heliconius charithonia, Heliconius peruvianus, Junonia coenia, Abaeis albula, Eurema albula, Eurema daira, Leptophobia aripa, Phoebis sennae, Emesis mandana*; 7) cuatro especies omnívoras *Periplaneta australasiae, Mimela sp. Heterogomphus schoenherri, Platycoelia puncticollis* y 8) una especie saprófaga *Musca sp.* (Véase la Figura 3-110).

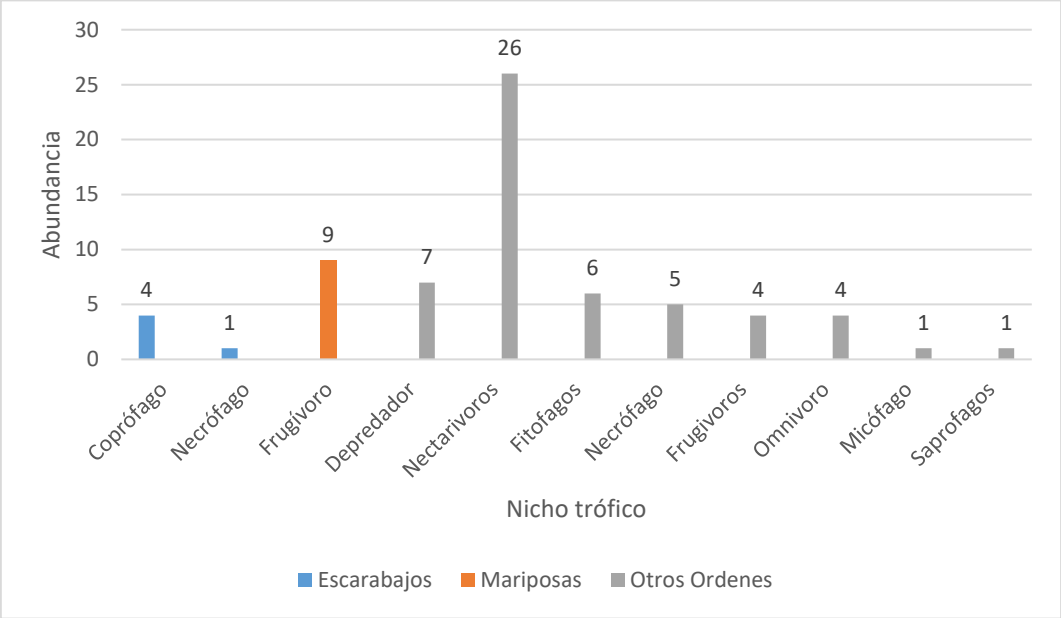



Figura 3-110: Gremio tróficos de la Entomofauna registrada en el área de estudio

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Hábito

En el área de estudio se evidenció mayor cantidad de especies que son más activas durante el día (hábito diurno) con un total de 54 especies, seguidas de las especies nocturnas (Hábito nocturno), con nueve registros, y, por último, las especies crepusculares/nocturnas con cinco especies (Véase la Figura 3-111).

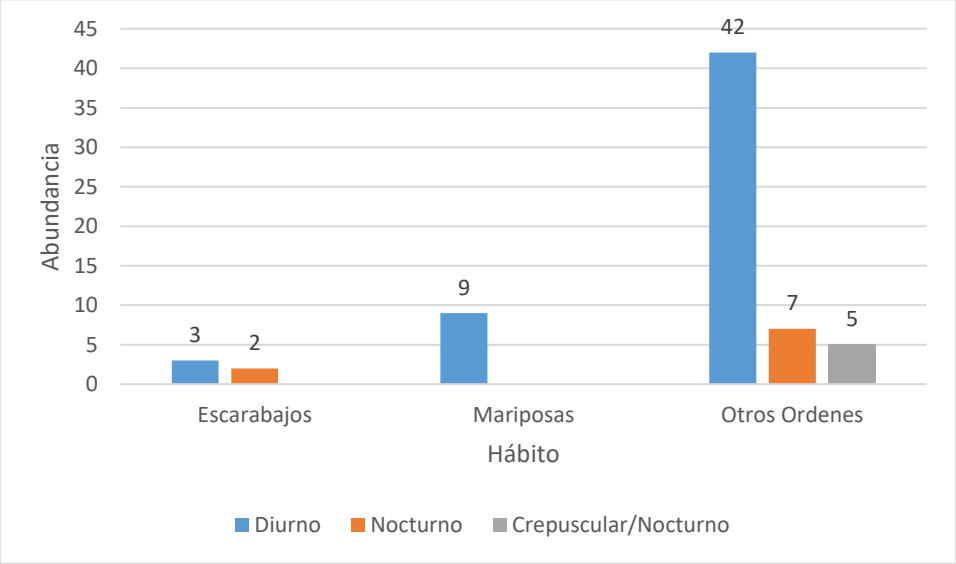



Figura 3-111: Patrón de actividad de Entomofauna registrada en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Grupo funcional

Las especies de escarabajos copronecrófagos pertenecen a tres grupos funcionales en el ecosistema; cavador, rodador y morador; en el área de estudio se registró dos de los tres grupos funcionales, siendo el predominante las especies telecópridos con tres especies (*Canthon lituratus, Canthon cyanellus, Canthon euryscelis*), las cuales desplazan el excremento con sus patas traseras por el ambiente.

Las dos especies restantes son paracópridos o cavadoras (*Onthophagus sp. Aphodius* sp.), las cuales se encuentran bajo la hojarasca, y en túneles bajo el suelo (Véase la Figura 3-112).

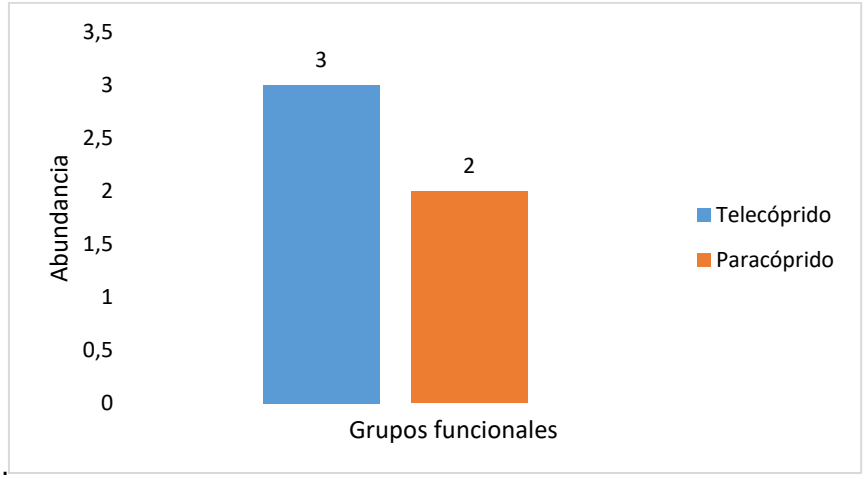



Figura 3-112: Grupos funcionales de las especies de Escarabajos copronecrófagos registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Distribución Vertical

Se identificaron tres clases distintas de invertebrados terrestres en toda el área de estudio, de las cuales cinco especies de escarabajos peloteros se encontraron en el suelo mediante trampas de caída (pitfall).

En menor proporción, nueve especies de lepidópteros fueron encontradas mediante el uso de trampas VSR, y, finalmente se encontraron otros invertebrados en el área de estudio, siendo seis especies terrestres y 48 especies en distintos estratos (sotobosque) (Véase la Figura 3-113).

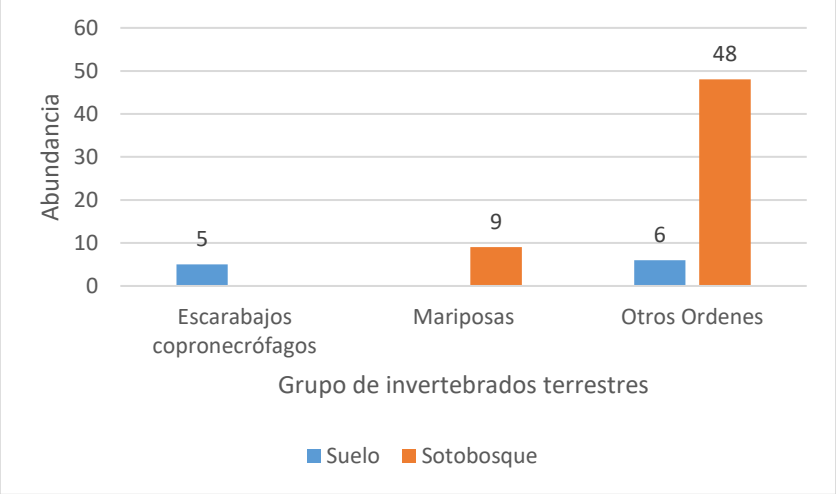



Figura 3-113: Distribución de las especies de Entomofauna registrados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Estado de Conservación.

Sólo la especie de escarabajo pelotero (*Canthon lituratus*) está incluido en la lista de la UICN (2023), como una especie clasificada como Preocupación menor (LC). Ninguna otra especie registrada en este estudio ha sido evaluada por la UICN (2023), ni incluida en los Apéndices de la CITES (2023).

f. Especies Indicadoras

Todas las especies de lepidópteros, escarabajos peloteros e invertebrados de muestreos cualitativos registradas. son indicadoras de ambientes fragmentados con cambios en la estructura vegetal y presencia de sistemas agropecuarios (Apaza, 2005).

g. Especies Sensibles

Las especies de invertebrados tienen distintos grados de susceptibilidad dependiendo de su tolerancia a los cambios ambientales, las amenazas del comercio de especies, el endemismo y otras características definitorias.

En este caso el análisis de sensibilidad se lo realiza en base a lo sugerido por Araujo, (2005) quien cataloga como especies sensibles aquellas que poseen una abundancia

de 1 a 3 Individuos, con sensibilidad alta, de 4 a 9 ind. a especies medianamente sensibles, y, de 10 en adelantes especies tolerantes o de baja sensibilidad.

En base a lo expuesto cuatro especies de escarabajos copronecrófagos presentan una sensibilidad alta y una especie sensibilidad baja. Las especies de mariposas se clasifican en seis especies de sensibilidad alta, una de sensibilidad media y dos especies de baja sensibilidad; y, las especies registradas mediante recorridos cualitativos se clasifican en nueve especies de sensibilidad media y 45 especies de sensibilidad baja. (Véase la Figura 3-114).

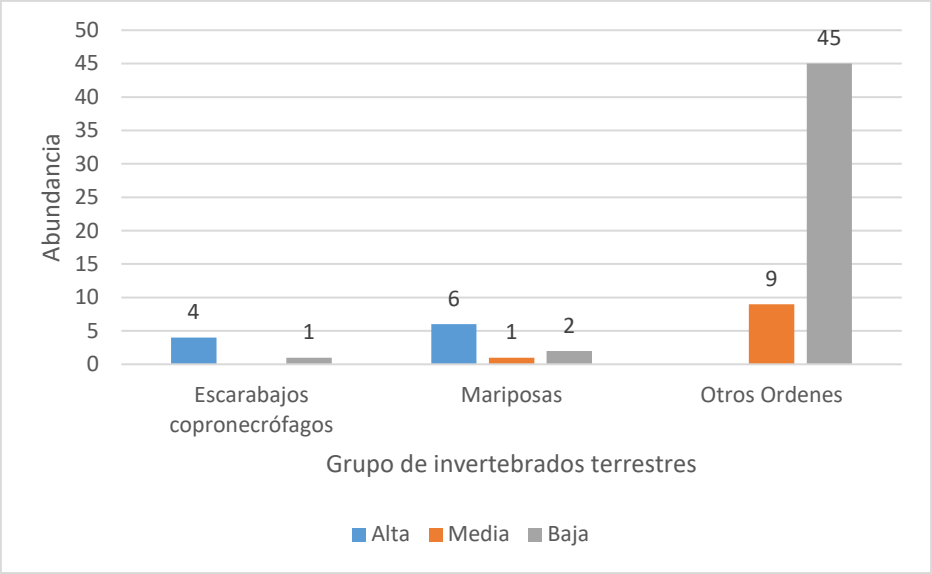



Figura 3-114: Categorías de sensibilidad de los invertebrados terrestres – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2023.

En la Tabla 3-96 se presenta las especies de invertebrados registrados en el área de estudio junto a su categoría de sensibilidad.

Tabla 3-96: Sensibilidad de las especies de Invertebrados terrestres registradas en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

| MÉTODO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE SENSIBILIDAD | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ALTA | MEDIA | BAJA |
| Trampas pitfall | *Canthon lituratus* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Canthon cyanellus* | Escarabajo copronecrófago | x | - | - |
| | *Canthon euryscelis* | Escarabajo copronecrófago | x | - | - |
| | *Onthophagus sp* | Escarabajo copronecrófago | x | - | - |
| | *Aphodius sp.* | Escarabajo copronecrófago | x | - | - |
| Trampas Vsr | *Hamadryas amphichloe* | Tronadora caribeña | - | - | x |
| | *Hamadryas feronia* | Mariposa chasqueadora | - | - | x |
| | *Siproeta stelenes* | Mariposa malaquita | - | x | - |
| | *Hermeuptychia hermes* | Mariposa sátira de Hermes sudamericana | x | - | - |

| MÉTODO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE SENSIBILIDAD | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ALTA | MEDIA | BAJA |
| | *Anartia amathea* | Mariposa pavo real roja | | - | X |
| | *Hemiargus ceraunus* | Mariposa átomo | x | - | |
| | *Anthanassa sp.* | Mariposa lunita | x | - | - |
| | *Junonia coenia* | Mariposa Ojo de venado común | | - | X |
| | *Pompeius pompeius* | Saltarina pompeius | x | - | - |
| Recorridos de observación | ND | Arañas patonas sin cintura | - | x | - |
| | *Periplaneta australasiae* | Cucaracha australiana | - | - | x |
| | *Anthicus sp* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Dermestes maculatus* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Attagenus sp* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Chalcolepidius erythroloma* | Escarabajos mordedores | - | x | - |
| | *Astylus longulus* | Escarabajo | - | x | - |
| | *Epuraea sp.* | Escarabajo frugívoro | - | - | x |
| | *Mimela sp.* | Escarabajo | - | X | - |
| | *Heterogomphus schoenherri* | Escarabajo cornizuelo | - | X | - |
| | *Platycoelia puncticollis* | Escarabajo | - | X | - |
| | *Paederus sp.* | Escarabajo frugívoro | - | | x |
| | *Tenebrio oscurus* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Alphitobius sp* | Escarabajo copronecrófago | - | - | x |
| | *Musca sp.* | Mosca doméstica | - | - | x |
| | *Toxomerus nasutus* | Mosquito | - | - | x |
| | *Apis melifera* | Abeja melífera | - | x | - |
| | *Hortensia similis* | Loras | - | - | x |
| | *Leptoglossus zonatus* | Chinche gaucha manchada | - | - | x |
| | *Ambastus villosus* | Falsa triatoma del liquen | - | - | x |
| | *Bombus pauloensis* | Manganga negro | - | x | - |
| | *ND* | Hormiga | - | - | x |
| | *Synoeca septentrionalis* | Avispa guerrera del norte | - | - | x |
| | *Pygodasis ephippium* | Avispa caza escarabajos | - | - | x |
| | *Polistes versicolor* | Avispa papelera versicolor | - | - | x |
| | *Ascalapha odorata* | Tandacuchi | - | - | x |
| | *Melipotis sp* | Polilla triangular | - | - | x |
| | *Urbanus proteus* | Saltarina de cola larga azul | - | - | x |
| | *Urbanus esta* | Rabuda chica | - | - | x |
| | *Burnsius orcus* | Ajedrezada común | - | - | x |

| MÉTODO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | CATEGORÍAS DE SENSIBILIDAD | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ALTA | MEDIA | BAJA |
| | *Urbanus segnestami* | Saltarina velinus de cola larga | - | - | x |
| | *Adelpha cocala* | Hermanitas | - | - | x |
| | *Adelpha zina* | Monjitas | - | - | x |
| | *Anartia amathea* | Mariposa pavo real roja | - | - | x |
| | *Cissia sp* | Mariposa satírida | - | - | x |
| | *Danaus plexippus* | Mariposa monarca | - | - | x |
| | *Doxocopa pavon* | Mariposa emperador pavón | - | - | x |
| | *Heliconius charithonia* | Mariposa cebra de alas largas | - | - | x |
| | *Heliconius peruvianus* | Mariposas alas largas | - | - | x |
| | *Junonia coenia* | Mariposa ojo de venado común | - | - | x |
| | *Abaeis albula* | Mariposa amarilla fantasma | - | - | x |
| | *Eurema albula* | Mariposa amarilla fantasma | - | - | x |
| | *Eurema daira* | Mariposa amarilla barrada | - | - | x |
| | *Leptophobia aripa* | Mariposa blanca de la col | - | - | x |
| | *Phoebis sennae* | Mariposa azufre sin nubes Norteamericana | - | - | x |
| | *Emesis mandana* | Mariposa topacio | - | - | x |
| | *Liturgusa maya* | Mantis | - | x | |
| | *Orthemis discolor* | Rayadora carmin | - | - | x |
| | *Macrothemis hemichlora* | Rayadora de manchas triangulares | - | - | x |
| | *Baeacris punctulata* | Saltamontes | - | - | x |
| | *Schistocerca pallens* | Saltamontes | - | - | x |
| | *Acanthacara acuta* | Saltamontes | - | - | x |
| | *Stenopola boliviana* | Saltamontes | - | - | x |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

h. Endemismo

No se registró especies de escarabajos endémicas para el Ecuador (Chamorro, et al., 2019).

Tampoco se registraron , especies de invertebrados terrestres de otros grupos, que sean endémicas, dentro del área de estudio.

i. Áreas Sensibles

La determinación de las áreas sensibles se estableció en base a la sensibilidad de las especies, especies indicadoras, especies endémicas y aspectos ecológicos importantes para este componente.

De acuerdo con lo mencionado, los puntos de muestreos PME-1, PME-2, PME-3, PME-4 abarcan en su ecosistema varias especies de sensibilidad alta (10 spp), sin embargo, albergan una gran densidad de especies de baja sensibilidad (48 spp), y, un total de 10 especies de sensibilidad media, por lo tanto, el análisis consideró a los sitios de muestreo como áreas medianamente sensibles.

j. Uso del Recurso

Únicamente la especie *Apis mellifera* “Abeja melífera” es utilizada para producción de miel. El resto de las especies no son empeladas en ninguna activada comercial, alimenticia, religiosa etc.

### 3.5.4. Comparación con estudios previos

El análisis comparativo se lo realizo entre los estudios 1) Línea Base (2017) en época de transición, 2) Monitoreo biótico (agosto, 2019) época seca, 3) Monitoreo biótico (febrero, 2020) época lluviosa, 4) Monitoreo biótico (septiembre, 2020) época seca, 5) Monitoreo biótico (marzo, 2021) época lluviosa, 6) Monitoreo biótico (septiembre, 2021) época seca, 7) Monitoreo biótico (mazo, 2022) época lluviosa, 8) Monitoreo biótico (septiembre, 2022) época seca, 9) Monitoreo biótico (marz0, 2023) época lluviosa y 10) Monitoreo biótico (agosto, 2023) época seca.

El análisis se lo realizo con la información existente en cada uno de los estudios, puesto que en determinados estudios existen la información incompleta como es el caso del grupo de lepidópteros el cual se realiza la evaluación histórica únicamente con 5 de los 8 estudios anteriormente mencionados.

a. Riqueza y abundancia

Analizando los valores de riqueza y abundancia entre estudios podemos observar que los monitoreos ejecutados en época seca son los que presentan el menor número de especies e individuos, al contrario que los monitoreos realizados en época lluviosa, cuyos valores incrementan de manera considerable. Esto se debe a las condiciones propias del ecosistema donde la escasez de agua, resequedad del suelo etc., limita el desarrollo de las poblaciones de escarabajos copronecrófagos (Véase la Tabla 3-97).

Tabla 3-97: Riqueza y abundancia de Escarabajos copronecrófagos entre estudios realizados – Proyecto Minero Bramaderos

| MONITOREOS ENTOMOFAUNA | ESPECIES | INDIVIDUOS |
|---|---|---|
| Línea Base (jul. 2018) Época de transición | 8 | 69 |
| Monit. biótico (ago. 2019) Época seca | 9 | 14 |
| Monit. biótico (feb. 2020) Época lluviosa | 11 | 4346 |
| Monit. biótico (sep. 2020) Época seca | 3 | 61 |
| Monit. biótico (mar. 2021) Época lluviosa | 10 | 2524 |
| Monit. biótico (sep. 2021) Época seca | 2 | 16 |
| Monit. biótico (mar. 2022) Época lluviosa | 7 | 1993 |
| Monit. biótico (sep. 2022) Época seca | 5 | 28 |
| Monit. biótico (mar. 2023) Época lluviosa | 13 | 2712 |

| MONITOREOS ENTOMOFAUNA | ESPECIES | INDIVIDUOS |
|---|---|---|
| Monit. biótico (ago. 2023) Época seca | 5 | 28 |

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Los valores de riqueza y abundancia registrados entre los estudios analizados, mostraron que la diversidad de lepidópteros es baja, y, la variación en la riqueza de especies fue igualmente pronunciada entre las temporadas de muestreo, cuando la estación seca es menos diversa en contraste con la época lluviosa, a excepción del presente estudio (agosto 2023), el cual posee un incremento de especies en comparación con estudios anteriores, debido a la extensión de la época lluviosa, por lo que se pudo observar mayor vegetación verde en la zona, lo que mantiene la humedad de los puntos de monitoreo y el mantenimiento de los sitios de refugio y alimentación para las especies de este componente, aumentando de esa forma los registros (Véase la Tabla 3-98).

Tabla 3-98: Riqueza y abundancia de Lepidópteros entre estudios realizados – Proyecto Minero Bramaderos

| MONITOREOS ENTOMOFAUNA | ESPECIES | INDIVIDUOS |
|---|---|---|
| Monit. (mar. 2021) Época lluviosa | 5 | 48 |
| Monit. (sep. 2021) Época seca | 2 | 28 |
| Monit. (mar. 2022) Época lluviosa | 7 | 174 |
| Monit. (sep. 2022) Época seca | 1 | 9 |
| Monit. (mar. 2023) Época lluviosa | 5 | 28 |
| Monit. biótico (ago. 2023) Época seca | 9 | 42 |

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### b. Diversidad

La diversidad obtenida durante el presente monitoreo fue baja, como lo ocurrido en otros monitoreos, no obstante, la diversidad máxima del área de estudio es media (2.05), debido principalmente a las condiciones ecológicas del sector (bosque seco), que mantienen condiciones necesarias para el desarrollo de la entomofauna adaptada a este ecosistema (Véase la Tabla 3-99).

Tabla 3-99: Diversidad de especies de escarabajos copronecrófagos entre monitoreos – Proyecto Minero Bramaderos

| MONITOREOS ENTOMOFAUNA | ESPECIES | INDIVIDUOS | ÍNDICE DE SHANNON | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| Línea Base (jul. 2018) Época de transición | 8 | 69 | 2,4 | Diversidad media |
| Monit. biótico (ago. 2019) Época seca | 9 | 14 | 2,1 | Diversidad media |
| Monit. biótico (feb. 2020) Época lluviosa | 11 | 4346 | 1,27 | Diversidad baja |
| Monit. biótico (sep. 2020) Época seca | 3 | 61 | 0,82 | Diversidad baja |
| Monit. biótico (mar. 2021) Época lluviosa | 10 | 2524 | 1,57 | Diversidad baja |
| Monit. biótico (sep. 2021) Época seca | 2 | 16 | 0,23 | Diversidad baja |
| Monit. biótico (mar. 2022) Época lluviosa | 7 | 1993 | 1,12 | Diversidad baja |

| MONITOREOS ENTOMOFAUNA | ESPECIES | INDIVIDUOS | ÍNDICE DE SHANNON | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| Monit. biótico (sep. 2022) Época seca | 5 | 28 | 1,04 | Diversidad baja |
| Monit. biótico (mar. 2023) Época lluviosa | 13 | 2712 | 2,05 | Diversidad media |
| Monit. biótico (ago. 2023) Época seca | 5 | 28 | 1,04 | Diversidad baja |

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Similitud

Analizando la similitud de especies de escarabajos peloteros entre observaciones, se puede observar que entre los estudios de Monitoreo existe una similitud del 70,58% en sus especies. (mar. 2022) Temporada de Lluvias - Monit. (mar. 2021) Temporada de lluvias; Studio Monit lo siguen los estudios (mar. 2023) Temporada de Lluvias - Monit. (mar. 2021) Temporada de lluvias con el 69.56% del total de sus especies. El estudio de monitoreo (septiembre 2022) Temporada seca - Monit. (septiembre 2021) Durante la época seca comparten el 57,14% de las especies; los Monitoreos (marzo 2023) Temporada de lluvias - Monit. (septiembre 2022) Temporada seca poseen una similitud de 44.44%, el presente estudio muestra similitud de especies con el estudio de Monit de 22.22%. (marzo 2023) Temporada de lluvias (Véase la Figura 3-115).

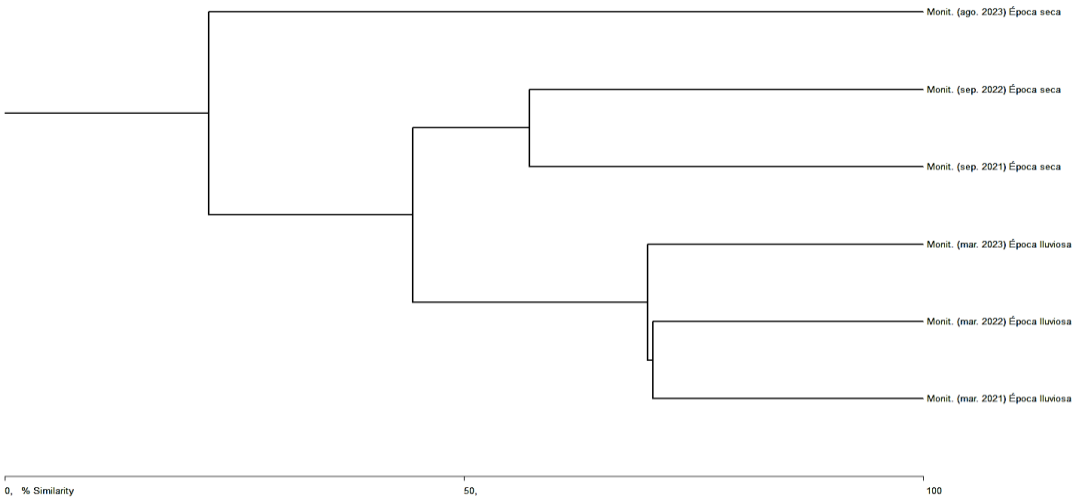



Figura 3-115: Dendrograma de similitud de Jaccard para escarabajos copronecrófagos – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La similitud de las especies de Lepidoptera entre monitoreos fue pequeña, por lo que la mayor proporción de similitud presente fue entre 1) Monit. (mar. 2022) Temporada de Lluvias - Monit. (mar. 2021) Temporada de lluvias, 2) Monit. (mar. 2023) Temporada de Lluvias - Monit. (mar. 2022) Temporada de lluvias, 3) Monit. (mar. 2023) Temporada de Lluvias - Monit. (septiembre de 2022) estación seca con del 33% respectivamente.

El estudio monitoreo (marzo 2023) Temporada de lluvias - Monit. (septiembre 2021) Temporada seca y Monit. (septiembre 2021) Temporada seca comparten el 28,57% de las especies. El presente estudio mostró una similitud de especies del 14,28% con el Monitoreo. (mar. 2023) Temporada de lluvias. (Véase la Figura 3-116).

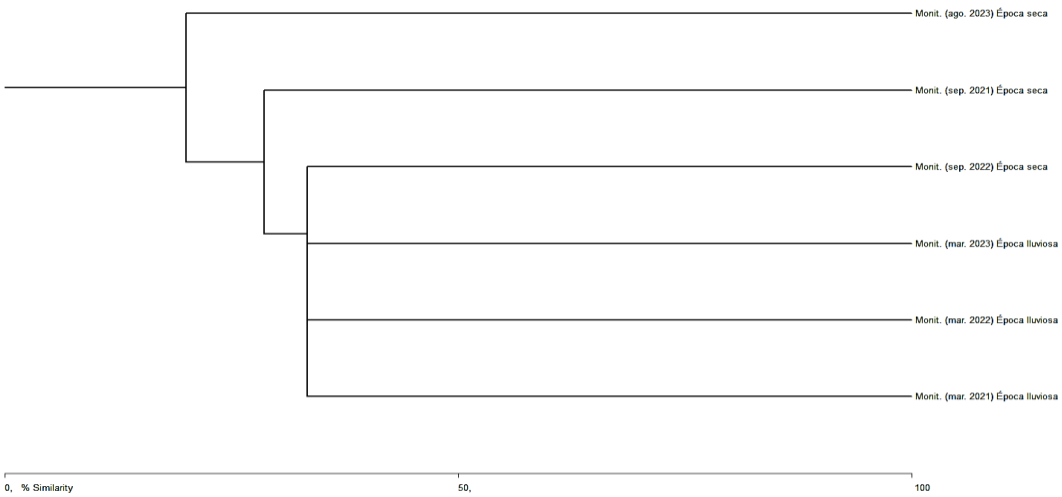



Figura 3-116: Dendrograma de similitud de Jaccard para lepidópteros – comparación entre monitoreos realizados en el área de estudio – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Especies indicadoras

Se puede observar que la composición registrada durante la fase de campo en los puntos de monitoreo es muy homogénea. No obstante, hay especies que se han registrado entre estudios, y que se consideran indicadoras de ambientes fragmentados (Véase la Tabla 3-100).

Tabla 3-100: Especies indicadoras entre estudios – Proyecto Minero Bramaderos

| COMPONENTE | FACTOR | INDICADOR | DESCRIPCIÓN (ANÁLISIS DE ESPECIES SENSIBLES) |
|---|---|---|---|
| Entomofauna | Bosque seco | Ambientes fragmentados | *Canthon delicatus, Phanaeus achilles, Polynoncus sallei, Apis melifera, Rigona fulviventris, Canthon delicatus* |

Fuente histórica: (Ecuambiente Consulting Group, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023)
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

## 3.6. Ictiofauna

Los peces ostentan el título de ser los vertebrados más prolíficos del planeta, y su significativa diversidad se manifiesta en la existencia de aproximadamente 54,711 especies catalogadas (Nelson, 2016). La región sudamericana ha ganado notoriedad por ser el epicentro de una extraordinaria riqueza en cuanto a variedades de peces de agua dulce, reconocimiento respaldado por investigaciones como las de Galvis et al. (2006). La ictiofauna neotropical ha sido objeto de análisis y hasta la fecha se han formalizado descripciones de 5,600 especies, equivalente a casi la mitad del total de especies de peces de agua dulce en el mundo (Escobar-Camacho et al., 2015).

El estudio de la diversidad que albergan las comunidades ícticas ha adquirido reconocimiento como una herramienta esencial en la toma de decisiones relacionadas con asuntos ambientales. Esta valiosa información facilita la evaluación retrospectiva de ecosistemas acuáticos particulares y respalda investigaciones prospectivas que buscan anticipar los impactos ambientales derivados de diversas fuentes (Teixeira et al., 2011). Además, esta labor no solo provee un medio para prever cambios medioambientales,

sino que también opera como un indicador directo del estado de conservación de los cuerpos de agua.

Debido a las alteraciones constantes en los entornos naturales, se torna esencial generar datos sobre la biodiversidad existente, con el propósito de establecer un control adecuado sobre posibles repercusiones medioambientales. Este enfoque resulta crucial para fomentar estrategias de conservación que contrarresten los efectos de estos impactos potenciales en el futuro (Jiménez-Prado et al., 2015). Vale la pena destacar que los ríos montañosos tropicales asumen un papel fundamental al proporcionar recursos hídricos, alimentarios y energéticos que impulsan las economías regionales y sustentan a las poblaciones locales (Viviroli et al., 2007).

### 3.6.1. Área de estudio

El sitio donde se realizó los muestreos se ubica dentro de la zona Ictiohidrográfica Catamayo, donde el norte está limitado por el río Jubones, al occidente alcanza el límite intermareal oriental cuyo nivel depende de la estación climática. Al sur está limitada por los ríos Chira, Macará y el curso inferior del río Puyango. Los ríos que nacen en las estribaciones de la cordillera andina son el límite occidental, entre los principales se hallan los ríos Catamayo, Alamor, Puyango, Calvas, Quilanga, Macará y Chira. La superficie de esta cuenca alcanza los 12.561 km$^2$. Los ríos de esta zona presentan una temperatura que oscila entre 18ºC y 28ºC y el pH de 6,7 y 7,8 (Barriga, 2012).

Las estaciones de muestreo han sido tomadas de dos estudios, de los cuales 11 corresponden a la línea base del EsIA 2017, y cuatro puntos adicionales relacionados a la autorización de uso y aprovechamiento del agua emitido por la SENAGUA conforme el Plan de Manejo del proyecto, con el objeto de ser incluidos en la evaluación de los ecosistemas acuáticos. Se debe tomar en cuenta que los datos de precisión del GPS pueden variar (mínimamente) en la ubicación horizontal y vertical, de acuerdo con la marca, satélites y condiciones meteorológicas al momento del muestreo

#### *3.6.1.1. Sitios de Muestreo*

La Tabla 3-101 a continuación presenta los puntos de muestreo, con las características relevantes de cada cuerpo de agua y sus datos de georreferenciación

Tabla 3-101: Sitios de muestreo componente ictiofauna - Proyecto Minero Bramaderos

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | ALTITUD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE | MSNM | |
| PMI-01 | Quebrada El Almendral (aguas abajo) | 637063 | 9550296 | 815 | Cuerpo de agua de 4 a 5 m de ancho y 0,20 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso, arenoso. Moderada vegetación de ribera y escasa cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca y cultivos de maíz. |
| PMI-02 | Quebrada Guarapal (aguas abajo) | 634872 | 9549421 | 786 | Cuerpo de agua de 5 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso pedregoso, abundantes algas verdes filamentosas. Moderada vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación |

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | ALTITUD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE | MSNM | |
| | | | | | circundante arbustiva seca y árboles dispersos. |
| PMI-03 | Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) | 633218 | 9548264 | 772 | Cuerpo de agua de 0,30 a 1 m de ancho y 0,10 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato rocoso arenoso, presencia de algas verdes filamentosas, materia orgánica. Vegetación de ribera escasa con poca cobertura vegetal, vegetación circundante cultivos de maíz, arbustos dispersos. |
| PMI-04 | Quebrada El Guineo (aguas arriba) | 630629 | 9549431 | 968 | Cuerpo de agua de 0,50 a 1 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Aguas cristalinas , poca corriente, sustrato limoso pedregoso abundante hojarasca, palizadas. Poca vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMI-05 | Quebrada Melonal (aguas arriba) | 630696 | 9548675 | 881 | Cuerpo de agua de 1,50 a 2 m de ancho y 0,10 a 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso, arenoso, abundantes algas verdes, hojarasca. Escasa vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMI-06 | Quebrada Melonal (aguas abajo) | 631971 | 9547222 | 755 | Cuerpo de agua de 0,80 a 1,50 m de ancho y 0,20 a 0,80 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso, pedregoso abundantes algas verdes, hojarasca en descomposición. Escasa vegetación de ribera y poca cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMI-07 | Rio Playas (aguas arriba) | 637635 | 9550402 | 801 | Cuerpo de agua de 10 m de ancho y 0,20 a 1 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso pedregoso, abundantes algas verdes filamentosas. Moderada presencia de vegetación ribereña sin cobertura vegetal. vegetación circundante arbustiva seca, presencia de cultivos de maíz, maní y vivienda a 300 m. |
| PMI-08 | Rio Playas (aguas abajo) | 631856 | 9545549 | 707 | Cuerpo de agua de 10 a 15 m de ancho y 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso arenoso, abundantes algas verdes filamentosas, materia orgánica. Moderada presencia de vegetación ribereña sin cobertura vegetal. vegetación circundante arbustiva seca, presencia de cultivos de maíz, maní y vivienda a 300 m. |
| PMI-09 | Quebrada Linumá | 630855 | 9550400 | 1151 | Cuerpo de agua de 5 a 8 m de ancho y 0,15 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato arenoso pedregoso, abundante hojarasca. Moderada presencia de vegetación ribereña y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva, así |

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | ALTITUD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE | MSNM | |
| | | | | | como presencia de cultivos de maíz, plátano, yuca y papaya. |
| PMI-10 | Quebrada El Limón (aguas arriba) | 630984 | 9552554 | 1223 | Cuerpo de agua de 0,80 a 1 m de ancho y 0,10 a 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso, rocoso abundante hojarasca y palos. Vegetación de ribera escasa con abundante cobertura vegetal, vegetación circundante cultivos de plátano, arbustos dispersos. |
| PMI-11 | Quebrada El Almendral | 634620 | 9553267 | 995 | Cuerpo de agua de 3 a 6 m de ancho y 0,15 a 0,80 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato arenoso, rocoso abundante hojarasca y palos. Poca vegetación de ribera y escasa cobertura vegetal. Vegetación pastizal, árboles dispersos. |
| PMI-P2-FA1 | Río Catamayo | 632034 | 9544616 | 693 | Cuerpo de agua de 30 m de ancho y 0,20 a 0,40 m de profundidad aproximadamente. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso. Moderada vegetación de ribera sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMI-P2-FA2 | Río Catamayo | 631988 | 9544473 | 684 | Cuerpo de agua de 30 m de ancho y 0,40 a 1 m de profundidad aproximadamente. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso. Moderada vegetación de ribera sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMI-P3-FA1 | Río Catamayo | 629462 | 9543287 | 671 | Cuerpo de agua de 40 m de ancho y 0,15 a 1,20 m de profundidad aproximadamente. Agua semiturbia, corriente moderada, sustrato arenoso rocoso, presencia de algas verdes filamentosas. Escasa vegetación de ribera y sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca, presencia de maquinaria y viviendas cercanas. Se extrae piedra y captación de agua. |
| PMI-P3-FA2 | Río Catamayo | 629251 | 9543248 | 664 | Cuerpo de agua de 20 m de ancho y más de 0,30 a 1,50 m de profundidad aproximadamente. Aguas semiturbias, corriente moderada sustrato arenoso pedregoso. Escasa vegetación de ribera y sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. Punto de captación de agua. |

Código: Punto de muestreo Ictiofauna: PMI.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.6.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

En las estaciones de muestreo se realizó una evaluación cualitativa de las características relevantes de cada cuerpo de agua: como amplitud, profundidad, sustrato, corriente y vegetación ribereña; de acuerdo con estas características hidromorfológicas se empleó cada técnica de muestreo, procurando abarcar todos los

microhábitats presentes, con la mayor cantidad de artejos de pesca posibles y adecuados.

Es necesario, mencionar que, debido a la crecida de los caudales, algunos puntos fueron difíciles de aplicar las técnicas de muestreo por el tiempo establecido a lo largo del tramo correspondiente, de modo que se aplicó en los sitios que fueron posibles.
.
La Tabla 3-102 presenta el detalle de las metodologías aplicadas y esfuerzo de muestreo

Tabla 3-102: Esfuerzo de muestreo ictiofauna - Proyecto Minero Bramaderos

| CÓDIGO | TIPO DE REGISTRO | MÉTODO | HORAS x DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| PMI-01 | Quebrada El Almendral (agua abajo) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-02 | Quebrada Guarapal (aguas abajo) | Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-03 | Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-04 | Quebrada El Guineo (aguas arriba) | Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-05 | Quebrada Melonal (aguas arriba) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-06 | Quebrada Melonal (aguas abajo) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-07 | Rio Playas (aguas arriba) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-08 | Rio Playas (aguas abajo) | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-09 | Quebrada Linumá | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-10 | Quebrada El Limón (aguas arriba) | Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-11 | Quebrada El Almendral | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-P2-FA1 | Río Catamayo | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-P2-FA2 | Río Catamayo | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-P3-FA1 | Río Catamayo | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| PMI-P3-FA2 | Río Catamayo | Atarraya, Red de arrastre, red de mano | 2 | 2 |
| Total | | | | 30 horas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.6.2. Metodología

En el actual monitoreo, se empleó el mismo esfuerzo de muestreo efectuado en el estudio anterior (Ecuambiente, marzo 2023) que se ha mantenido desde el EsIA (Ecuambiente 2017). Además de ello se mantiene el uso de la red de mano para el muestreo en los cuerpos de agua con menor caudal, en donde el empleo de la red de arrastre se dificulta y el empleo de la atarraya no se puede efectuar adecuadamente, por lo que es estos lugares es más factible el uso de esta red.

Esta metodología se basa en la aplicación de técnicas de muestreo en períodos cortos (propuesto por el Convenio Ramsar, 2010), la cual 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 y Olalla, 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.

Las diferentes artes de pesca empleadas fueron aplicadas con similar esfuerzo de acuerdo al tiempo total empleado en cada cuerpo de agua para poder comparar la riqueza y abundancia de las capturas.

En los sitios de colecta se describió el tipo de vegetación ribereña, vegetación inmersa, sustrato, velocidad de corriente, entre otros.

Todos los ejemplares capturados fueron colocados en baldes donde se realizó cambios constantes de agua para evitar que el nivel de oxígeno disuelto disminuya y provoque la muerte de los peces. Posteriormente, fueron fotografiados tomando en cuenta estructuras morfológicas para su clasificación. Se realizó una identificación preliminar con el uso de guías taxonómicas (Jiménez-Prado et al., 2015, Tufiño y Barrantes, 2013; Gery, 1977;) y se contabilizó los individuos de cada especie, finalmente fueron devueltos a su hábitat

#### *3.6.2.1. Fase de Campo*

A continuación, se detalla la metodología utilizada para la evaluación de campo.

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. 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)

c. Red manual

Es una red de forma rectangular, con un armazón de metal en la que se sujeta la malla, dejando una bolsa en el centro (Barriga y Olalla, 1983; Nugra-Salazar et al., 2016). Su uso se limitó a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras y hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio, y con una leve inclinación, el empleo de esta red permite evaluar los cuerpos de agua con características morfológicas que no permitieron la utilización de otro tipo de arte de pesca

#### *3.6.2.2. Fase de Gabinete*

Para el análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, se realizó́ 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, para luego ser ingresadas para análisis en los programas Bio Diversity Pro Versión 2, Past versión 3 y Estimates 9.1.

A continuación, se describen los métodos de análisis utilizados para levantar la información de Ictiofauna

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).

c. 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:

$$Pi = ni / N$$

Donde:

ni = 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).

d. 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 mucho 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.

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

e. 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).

- *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 (H')*

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:

$$H = \sum_{i=1}^{S} (P_i)(log_2 P_i)$$

Dónde:

- H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad
- Σ = sumatoria
- log = logaritmo natural
- pi = proporción de la muestra (ni/n), que representa el número total de individuos de una especie (ni) 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 (D)*

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

$$\lambda = -\sum {p_i}^2$$

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.

Valores cercanos a 1 indican una alta dominancia y por lo tanto una baja diversidad de especies (Magurran, 1988; Simpson, 1949).

$$\text{IDS} = \frac{1}{\sum \text{Pi}^2}$$

Dónde:

IDS = Índice de Diversidad de Simpson corregido
Σ = Sumatoria
1 = Constante del Índice de Simpson corregido
$Pi^2$ = Proporción de individuos elevado al cuadrado

g. Índice de similaridad de Jaccard

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).

h. Aspectos ecológicos

Para la determinación de los aspectos ecológicos de las especies registradas, se recurrió a 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 (Aguirre y Zambrano-Guamán, 2019; Valdiviezo et al., 2018; Jiménez-Prado et al., 2015, Tufiño & Barrantes, 2013; Valdiviezo et al., 2012; Galvis et al., 2006).

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).

- *Nicho trófico*

Es el papel alimentico 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 et al., 2002).

- *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).

- *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).

- *Estado de Conservación de 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, 2021), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2021) y la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce de Ecuador (Aguirre et al., 2019).

- *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).

- *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

- *Endemismo*

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), Jiménez-Prado et al (2015).

- *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).

- *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)

- *Uso del Recurso*

El uso que se da a 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.

### 3.6.3. Resultados

#### *3.6.3.1. Inventario General*

Se muestran los resultados de la caracterización Ictiofaunística de 15 sitios de monitoreo establecidos dentro del área de estudio. Todos estos situados en la zona Ictiohidrográfica Catamayo (Barriga, 2012).

Es importante mencionar que el punto PMI-10 (Quebrada Limón) no registró especies posiblemente a que el caudal era mínimo lo que impedía la presencia de peces, por lo que no se realizó le análisis puntual.

Inmediatamente, se muestran los resultados obtenidos en el actual monitoreo de ictiofauna realizado en el área de estudio.

a. Riqueza

Se alcanzó como resultado el registro de 10 especies, diez géneros, seis familias y cuatro órdenes.

El número de especies registrado representa el 40 % de las especies descritas en la zona Ictiohidrográfica Catamayo que es la zona donde se encuentra el área muestreada, y el 1,05 % de los peces dulceacuícolas reportados para el país (Barriga, 2012). (Véase la Figura 3-117).

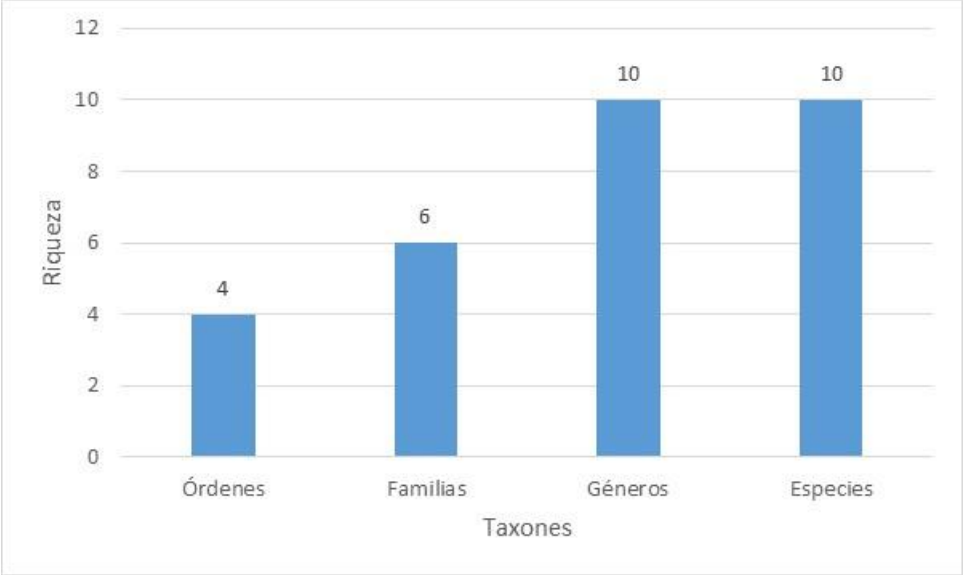



Figura 3-117: Riqueza Íctica registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

La Tabla 3-103 presenta el listado de especies ícticas registradas en el área de estudio una vez realizado el monitoreo correspondiente a la época seca (agosto 2023).

Tabla 3-103: Especies de Ictiofauna registradas en el área del Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | PMI-01 | PMI-02 | PMI-03 | PMI-04 | PMI-05 | PMI-06 | PMI-07 | PMI-08 | PMI-09 | PMI-10 | PMI-11 | PMI-P2-FA1 | PMI-P2-FA2 | PMI-P3-FA1 | PMI-P3-FA2 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Characiformes** | **Characidae** | *Brycon atrocaudatus* | 5 | 18 | 3 | | | 6 | 7 | 6 | | | | 48 | 53 | 6 | 27 | 161 |
| | | *Bryconamericus brevirostris* | 38 | | 27 | | | 27 | 29 | 22 | | | 14 | | | | | 175 |
| | | *Rhoadsia altipinna* | 53 | | | | | 31 | 63 | | | | | | | | | 147 |
| | **Lebiasinidae** | *Lebiasina bimaculata* | | 12 | 6 | 1 | 46 | 17 | 16 | 29 | 42 | | | | | | | 169 |
| **Siluriformes** | **Astroblepidae** | *Astroblepus aff. chotae* | | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 1 | | 6 |
| | | *Astroblepus aff. longifilis* | | | | | 1 | | | | | | 3 | | | 1 | | 5 |
| | **Trichomycteridae** | *Ituglanis laticeps* | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| **Cyprinodontiformes** | **Poeciilidae** | *Poecilia reticulata* | | | | | | | 17 | | | | | | | | | 17 |
| **Cichliformes** | **Cichlidae** | *Andinoacara rivulatus* | 23 | | | | | | | 15 | | | | 6 | | | | 44 |
| | | *Oreochromis niloticus* | | | | | | | 8 | | | | | 4 | | | | 12 |
| **Total general** | | | 119 | 30 | 36 | 1 | 47 | 81 | 140 | 72 | 42 | 0 | 20 | 59 | 54 | 9 | 27 | 736 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia Absoluta

Se contabilizó un total de 737 individuos, distribuidos en los diferentes puntos de monitoreo. Como se puede observar en la figura a continuación, el punto PMI-07 (Rio Playas (aguas arriba), contó con el mayor número de individuos (140), seguido del punto PMI-01 (Quebrada El Almendral, aguas abajo) con 119 individuos.

Mientras que el punto PMI-10 (Quebrada Limón), a pesar de contar con un escaso caudal y aplicar la metodología correspondiente, no se encontró peces. Y en el punto PMI-04 (Quebrada El Guineo, aguas arriba) contó con tan solo un individuo (Véase la Figura 3-118).

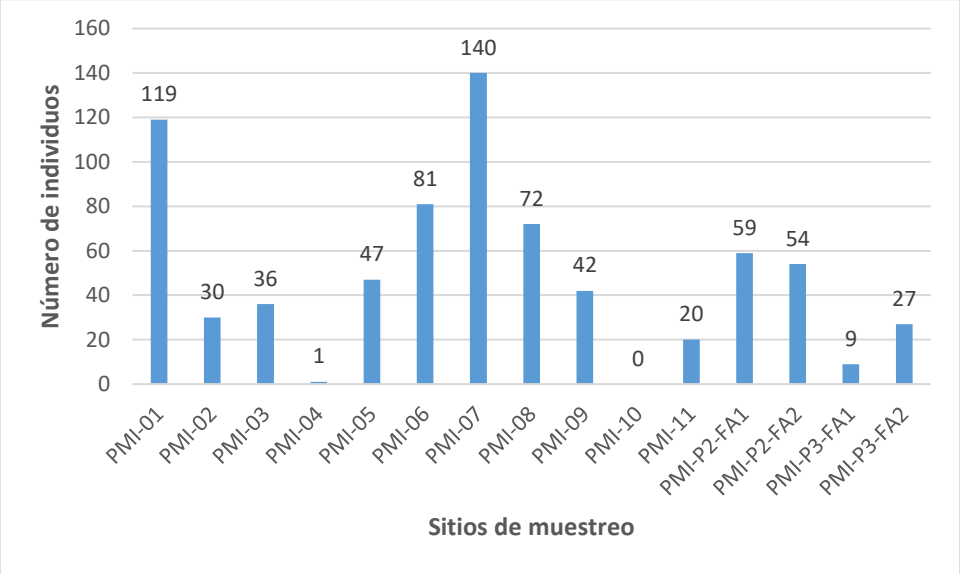



Figura 3-118: Abundancia Íctica por punto de muestreo registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Abundancia Relativa

Se construyó la curva en base a los valores Pi de cada especie. Se puede observar en la Figura 3-119, que *Bryconamericus brevirostris* fue la especie más abundante con un valor Pi=0,237, seguida de *Lebiasina bimaculata* con Pi=0,229. Las especies restantes presentaron valores inferiores a Pi=0,218, siendo la menos representativa *Ituglanis laticeps*, con un valor de Pi=0,001.

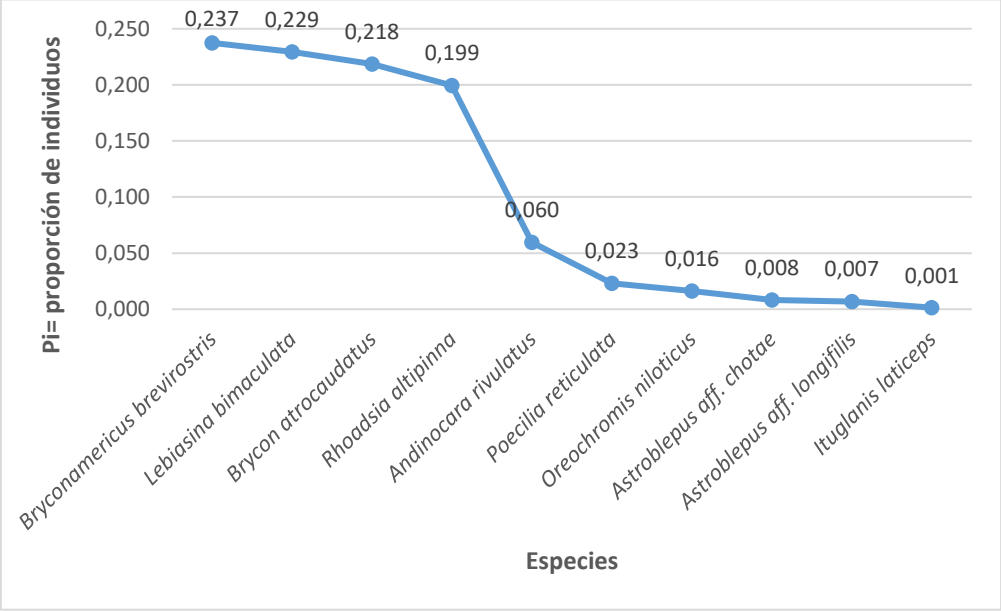



Figura 3-119: Abundancia relativa de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Según 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. De este modo, se observa que el 70 % de las especies han sido consideradas abundantes durante este monitoreo (Véase la Tabla 3-104).

Tabla 3-104: Abundancia relativa de las especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NÚMERO DE INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|---|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 161 | Abundante |
| | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 175 | Abundante |
| | | *Rhoadsia altipinna* | 147 | Abundante |
| | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 169 | Abundante |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | 6 | Común |
| | | *Astroblepus aff. longifilis* | 5 | Poco Común |
| | Trichomycteridae | *Ituglanis laticeps* | 1 | Raro |
| Cyprinodontiformes | Poeciilidae | *Poecilia reticulata* | 17 | Abundante |
| Cichliformes | Cichlidae | *Andinoacara rivulatus* | 44 | Abundante |
| | | *Oreochromis niloticus* | 12 | Abundante |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

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.

La curva muestra que los resultados obtenidos presentan una estabilización, en varios puntos. La primera estabilización se da desde el punto PMI-02 al PMI-04 con cinco especies, y se observa que en el siguiente punto existe el registro de una nueva especie, mientras que en el punto PMI-08 se presenta un aumento, con ocho especies, las cuales se mantiene en ese número hasta el punto PMI-10. Desde PMI-11 hasta PMI-P2-FA2 (Río Catamayo), se observa una pequeña estabilización con nueve especies. Sin embargo, nuevamente se encuentra un incremento a 10 especies, en los dos últimos puntos muestreados, de modo que no se alcanzó una asíntota ampliamente estable. (Véase la Figura 3-120).

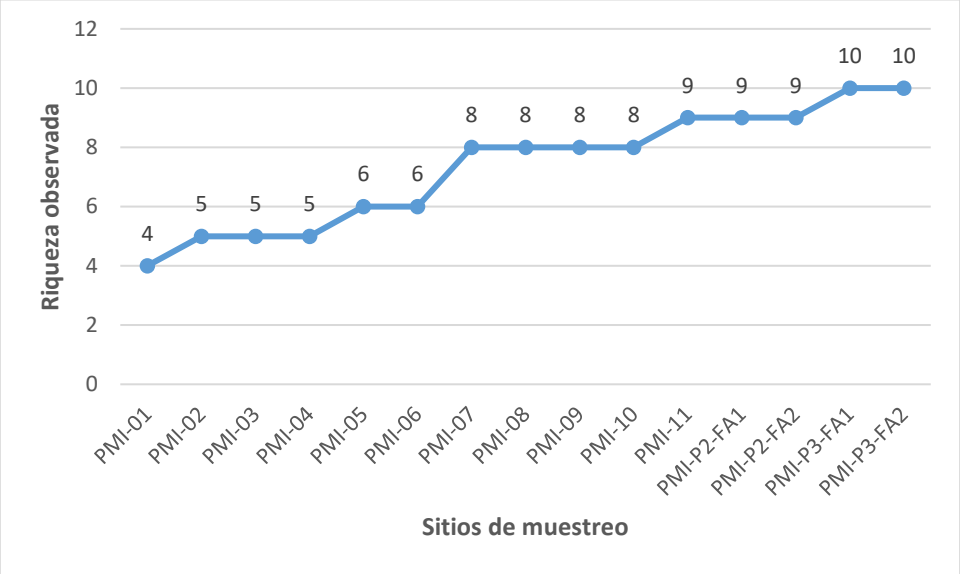



Figura 3-120: Curva de acumulación de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de Chao 1*

El valor obtenido por el estimador Chao 1 sugiere que el número potencial, para ser censando, es de 10 especies ícticas, en el presente estudio se obtuvo el registro total de 10 especies (100%); por lo tanto, el esfuerzo de muestreo se considera bueno. Se recomienda buscar y muestrear más microhábitats dentro de los puntos establecidos para reconfirmar las especies registradas (Véase la Figura 3-121).

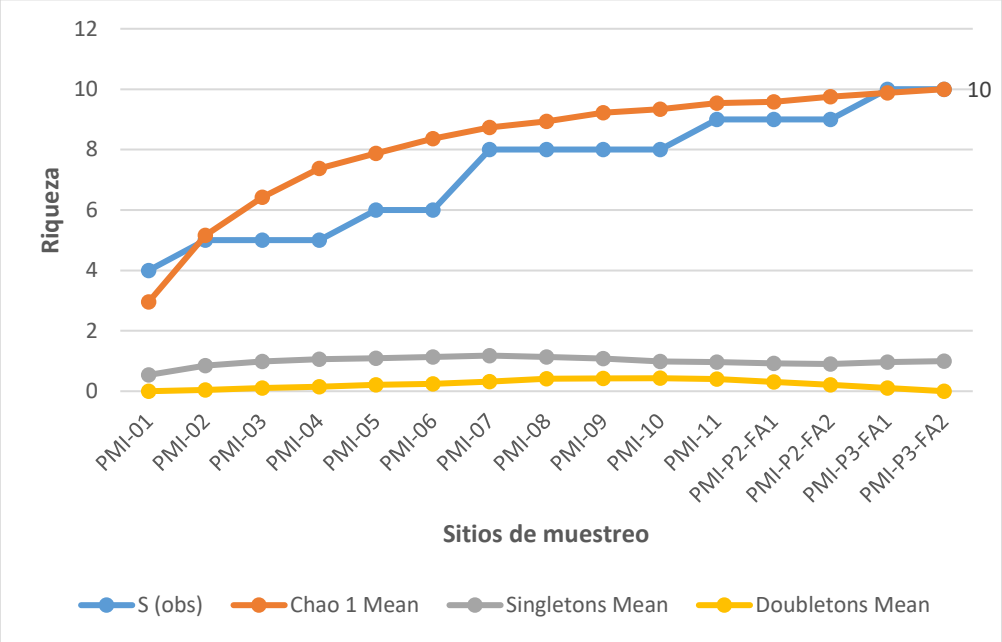



Figura 3-121: Curva de Chao 1 de especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de similitud de Jaccard*

El 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.

Se determinó un grupo que presentó el mayor porcentaje de similaridad (100 %), conformado por los puntos PMI-04 y PMI-09 con una especie en común (*Lebiasina bimaculata*); este a su vez comparte el 50 % de similitud con el punto PMI-09 teniendo en común a la misma especie mencionada.

Otro grupo que presenta bastante similaridad corresponde a los puntos PMI-03 y PMI-06, con un 75 % de similitud entre ellos, compartiendo tres especies en común, *Brycon atrocaudatus, Bryconamericus brevirostris y Lebiasina bimaculata*. A su vez, este grupo posee alrededor del 70 % de similitud con el punto PMI-08, al presentar las mismas tres especies mencionadas.

Mientras que el punto PMI-10, no presentó valor de similitud alguno debido a que no contaron con registro de especies. (Véase la Figura 3-122).

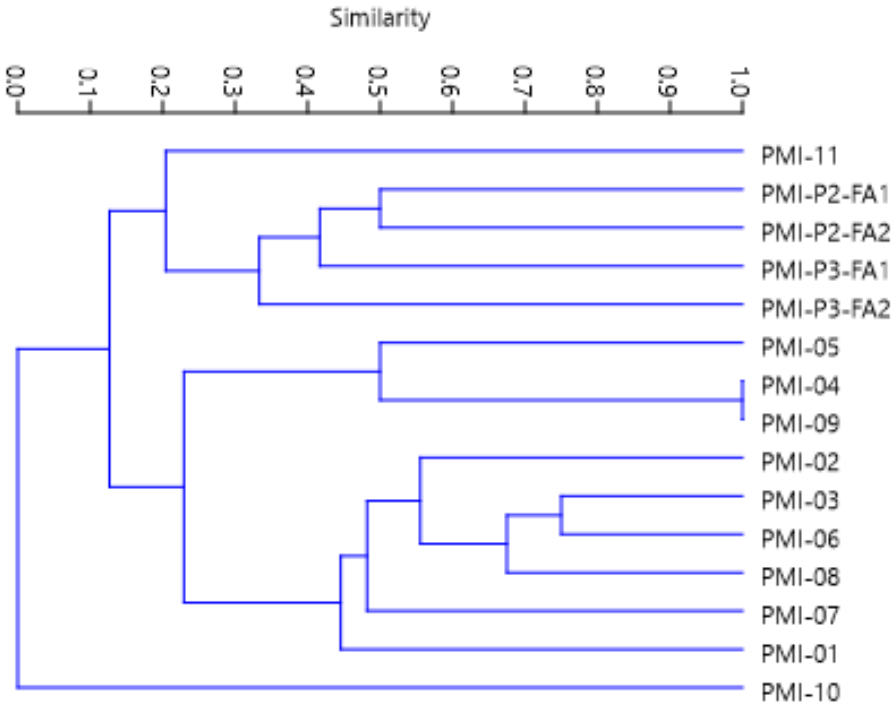



Figura 3-122: Índice de Similitud de Jaccard estimado entre los puntos de muestreo de ictiofauna – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Índices de Diversidad

Los índices de diversidad brindan una aproximación de la funcionalidad de un ecosistema al analizar la variación y abundancia de las especies presentes en dicho ecosistema (Magurran, 1987).

- *Índice de Shannon – Wiener*

En la Tabla 3-105, se muestra los valores conseguidos mediante el análisis del índice de Shannon, en donde 15 puntos de agua muestreados, la diversidad se cataloga cómo baja, un punto que no contó con especies. Sin embargo, la diversidad para toda el área evaluada corresponde a medianamente diversa con un valor de 1,74.

- *Índice de Simpson*

En cuanto al análisis del índice de dominancia de Simpson, se observa que cinco de los puntos contaron una dominancia baja de especies, cuatro puntos presentaron una dominancia media, cinco puntos exhibieron una dominancia alta, debido a que contaron con una o dos especies registradas, y un punto no contó con registro de especies. A nivel, global, se obtuvo una dominancia media de especies para el área con un valor de 0,80.

En la Tabla 3-105, se muestra a detalle los valores del Índice de Shannon y Simpson de cada punto de monitoreo del proyecto Minero Bramaderos

Tabla 3-105: Diversidad estimada mediante el índice de Shannon y de Simpson para las especies de peces registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| SITIOS DE MUESTREO | NÚMERO DE ESPECIES (S) | NÚMERO DE INDIVIDUOS (N) | ÍNDICE DE SHANNON | INTERPRETACIÓN | ÍNDICE DE SIMPSON | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PMI-01 | 4 | 119 | 1,176 | Diversidad baja | 0.3395 | Dominancia baja |
| PMI-02 | 2 | 30 | 0,673 | Diversidad baja | 0.52 | Dominancia media |
| PMI-03 | 3 | 36 | 0,7215 | Diversidad baja | 0.5972 | Dominancia media |
| PMI-04 | 1 | 1 | 0 | Diversidad baja | 1 | Dominancia alta |
| PMI-05 | 2 | 47 | 0,103 | Diversidad baja | 0.9584 | Dominancia alta |
| PMI-06 | 4 | 81 | 1,254 | Diversidad baja | 0.3071 | Dominancia baja |
| PMI-07 | 6 | 140 | 1,503 | Diversidad baja | 0.279 | Dominancia baja |
| PMI-08 | 4 | 72 | 1,262 | Diversidad baja | 0.3059 | Dominancia baja |
| PMI-09 | 1 | 42 | 0 | Diversidad baja | 1 | Dominancia alta |
| PMI-10 | 0 | - | - | - | - | - |
| PMI-11 | 3 | 20 | 0,8188 | Diversidad baja | 0.535 | Dominancia media |
| PMI-P2-FA1 | 4 | 59 | 0,6519 | Diversidad baja | 0.6771 | Dominancia media |
| PMI-P2-FA2 | 2 | 54 | 0,09222 | Diversidad baja | 0.9636 | Dominancia alta |
| PMI-P3-FA1 | 4 | 9 | 1,003 | Diversidad baja | 0.4815 | Dominancia baja |
| PMI-P3-FA2 | 1 | 27 | 0 | Diversidad baja | 1 | Dominancia alta |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.6.3.2. Análisis por Punto de Muestreo*

En seguida, se detalla la información de los resultados obtenidos de ictiofauna en los cuerpos de agua en los que se efectuó el muestreo. Excluyendo al punto PMI-10, ya que no se registraron especies

a. PMI-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo)

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se obtuvo el registro de 119 individuos, pertenecientes a cuatro especies, tres familias y dos órdenes. Siendo el orden Characiformes el más representativo con dos familias y tres especies, seguido de los Cichliformes con una familia y una especie.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-106, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-106: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Characidae | *Brycon atrocaudatus* | 5 |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 38 |
| Characiformes | Characidae | *Rhoadsia altipinna* | 53 |
| Cichliformes | Cichlidae | *Andinocara rivulatus* | 23 |
| 2 | 2 | 4 | 119 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. PMI-02 (Quebrada Guarapal (aguas abajo))

- *Inventario*

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 30 individuos, pertenecientes a dos especies, dos familias y un orden. Siendo el orden Characiformes el representativo dentro de este punto.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-107, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-107: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-02 Quebrada Guarapal (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus atrocaudatus* | 18 |
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 12 |
| 1 | 2 | 2 | 30 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. PMI-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se contabilizó un total de 36 individuos, distribuidos en tres especies, tres familias y un orden. El orden Characiformes fue el único orden presente dentro de las colectas durante el muestreo.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-108, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-108 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 3 |
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 27 |
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 6 |
| 1 | 3 | 3 | 36 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. PMI-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se registró un individuo, perteneciente a una especie de la familia Lebiasinidae perteneciente al orden Characiformes.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-109, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-109 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba)- Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. PMI-05 Quebrada Melonal (aguas arriba)

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se contabilizó un total de 47 individuos, distribuidos en dos especies, dos familias y dos órdenes. Cada orden, Characiformes y Siluriformes, presentaron una familia y especie.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-110, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-110 Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-05 Quebrada Melonal (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 46 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. longifilis* | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 47 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

f. PMI-06 Quebrada Melonal (aguas abajo)

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se contabilizó un total de 81 individuos, distribuidos en cuatro especies, tres familias y un orden. El orden, Characiformes fue el único presente durante las colectas del monitoreo

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-111, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-111: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-06 Quebrada Melonal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 6 |
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 27 |
| Characiformes | Characidae | *Rhoadsia altipinna* | 31 |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 17 |
| 1 | 3 | 4 | 81 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

g. PMI-07 Rio Playas (aguas arriba)

- *Inventario*

En este sitio de muestreo se obtuvo el registro de 140 individuos, pertenecientes a seis especies, cinco familias y tres órdenes. Siendo el orden Characiformes el más representativo con tres familias y cuatro especies, seguido de los Cyprinodontiformes y Cichliformes con una familia y una especie, cada uno.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-112, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-112: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-07 Rio Playas (aguas arriba) Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 7 |
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 29 |
| Characiformes | Characidae | *Rhoadsia altipinna* | 63 |
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 16 |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | *Poecilia reticulata* | 17 |
| Cichliformes | Cichlidae | *Oreochromis niloticus* | 8 |
| 3 | 5 | 6 | 140 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

h. PMI-08 Rio Playas (aguas abajo)

- *Inventario*

En este ecosistema acuático se contabilizó un total de 72 ejemplares distribuidos en cuatro especies, cuatro familias y dos órdenes. Donde el orden Characiformes presentó tres familias y tres especies, mientras que el orden Cichliformes presentó una familia y una especie.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-113, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-113: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-08 Rio Playas (aguas abajo) Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 6 |
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 22 |
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 29 |
| Cichliformes | Cichlidae | *Andinocara rivulatus* | 15 |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 72 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

i. PMI-09 Quebrada Linumá

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se registró 42 individuos pertenecientes a una especie, una familia y un orden.

La especie encontrada en este punto se detallan en la Tabla 3-114, donde se aprecia el orden, familia.

Tabla 3-114: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-09 Quebrada Linumá Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | 42 |
| 1 | 1 | 1 | 42 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023.

j. PMI-10 Quebrada El Limón (aguas arriba)

- *Inventario*

Durante la fase de campo de este monitoreo, no se registró especies de peces, a pesar de ejecutar el mismo esfuerzo de muestreo que los otros puntos monitoreados.

k. PMI-11 Quebrada El Almendral (aguas arriba)

- *Inventario*

En este punto de monitoreo se contabilizó 20 ejemplares distribuidos en tres especies, dos familias y dos órdenes. El este punto el orden Siluriformes resaltó con una familia y dos especies, mientras que el orden Characiformes presentó una familia y una especie.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-115, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-115: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI-11 Quebrada El Almendral (aguas arriba) Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | 14 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | 3 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. longifilis* | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 20 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023.

l. PMI-P2-FA1 Río Catamayo

- *Inventario*

En esta estación de muestreo se obtuvo un total de 59 individuos pertenecientes a cuatro especies, tres familias y tres órdenes. El orden Cichliformes destacó al presentar una familia con dos especies, mientras que los órdenes Characiformes y Siluriformes presentaron una familia y una especie, cada uno.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-116, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-116: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA1 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 48 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | 1 |
| Cichliformes | Cichlidae | *Andinocara rivulatus* | 6 |
| Cichliformes | Cichlidae | *Oreochromis niloticus* | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 59 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023.

m. PMI-P2-FA2 Río Catamayo

- *Inventario*

En este cuerpo de agua, se registró 54 ejemplares pertenecientes a dos especies, dos familias y dos órdenes. Tanto el orden Characiformes y Siluriformes presentaron una familia y una especie, cada uno.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-117, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-117: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA2 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 53 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | 1 |
| 2 | 3 | 2 | 54 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

n. PMI-P3-FA1 Río Catamayo

- *Inventario*

En este sitio de monitoreo, se contabilizó nueve individuos pertenecientes a cuatro especies, tres familias y dos órdenes. Siendo en este caso, el orden Siluriformes el de mayor representación, con dos familias y tres especies, mientras que el orden Characiformes presento una familia y una especie.

La especie registrada en este punto se detallan en la Tabla 3-118, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos.

Tabla 3-118: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI—P3-FA1 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 6 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | 1 |
| Siluriformes | Astroblepidae | *Astroblepus aff. longifilis* | 1 |
| Siluriformes | Trichomycteridae | *Ituglanis laticeps* | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 9 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

o. PMI-P3-FA2 Río Catamayo

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo, se obtuvo un total de 27 ejemplares distribuidos en una especie de la familia Bryconidae perteneciente al orden Characiformes.

Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-119, donde se aprecia el orden, familia y número de individuos de cada especie.

Tabla 3-119: Especies de Ictiofauna registradas en el punto PMI--P2-FA2 Río Catamayo Proyecto Minero Bramaderos

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|
| Characiformes | Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | 27 |
| 1 | 1 | 1 | 27 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto, 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

### *3.6.3.3. Aspectos Ecológicos*

a. Nicho Trófico

En el ensamblaje íctico se determinaron tres gremios tróficos, de los cuales el grupo de los insectívoros representa el 50 % (cinco especies) del total del ensamblaje, estas prefieren el consumo de insectos tanto acuáticos terrestres que caen desde la vegetación de ribera.

El segundo grupo, lo constituyen los omnívoros, con el 40 % (cuatro especies), estos peces se alimentan de insectos que caen desde la vegetación de ribera, frutos, semillas, algas, peces, larvas que se encuentran a lo largo de la columna de agua (Jiménez-Prado et al., 2012, Revelo y Laaz, 2010). Finalmente, el grupo de los carnívoros, con el 10 % (una especie), su alimentación se basa en el consumo de insectos, peces pequeños o larvas, moluscos, crustáceos.

La dieta de las especies ícticas se ven influenciadas por las épocas climáticas, así como la disponibilidad del recurso, de modo que presentan una plasticidad trófica, que les permite modificar levemente su alimentación (Granado, 2002) (Véase la Figura 3-123).

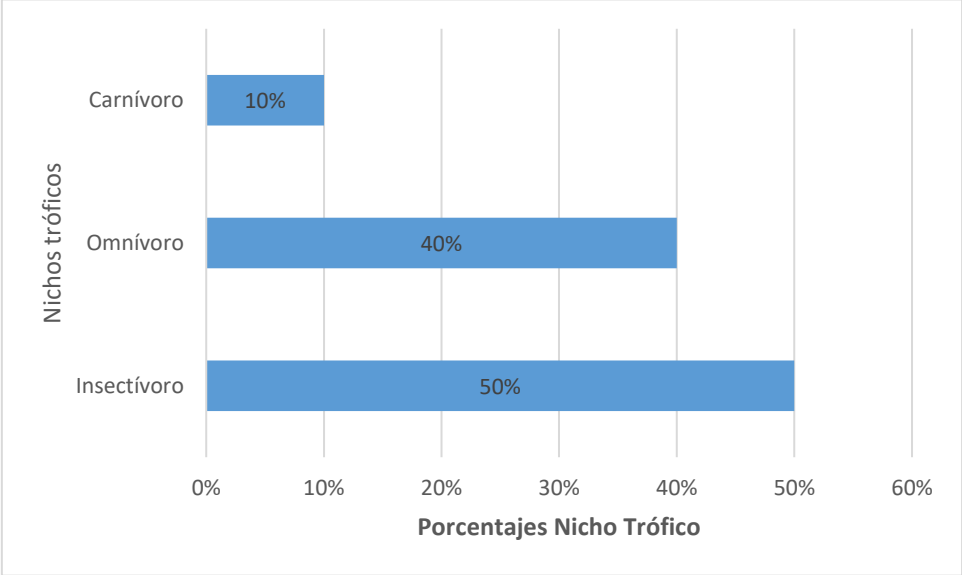



Figura 3-123: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, marzo 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2023

En la Tabla 3-120, se muestra a detalle cada especie con su respectivo nicho trófico

Tabla 3-120: Nicho trófico de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | NICHO TRÓFICO |
|---|---|
| *Brycon atrocaudatus* | Omnívoro |
| *Bryconamericus brevirostris* | Omnívoro |
| *Rhoadsia altipinna* | Omnívoro |
| *Lebiasina bimaculata* | Insectívoro |
| *Astroblepus aff. chotae* | Insectívoro |
| *Astroblepus aff. longifilis* | Insectívoro |
| *Ituglanis laticeps* | Insectívoro |
| *Poecilia reticulata* | Insectívoro |
| *Andinoacara rivulatus* | Carnívoro |
| *Oreochromis niloticus* | Omnívoro |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

b. Hábito

El ensamblaje íctico se dividió en especies de hábitos diurnos y nocturnos, en Figura 3-124 a continuación, se puede apreciar que cada grupo presentó el 50 % (cinco especies). A veces, a las especies de hábitos nocturnos, 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 en un sinnúmero de refugios (Román-Valencia, 2001; Tufiño y Barrantes, 2013), corresponden especialmente a especies del género *Astroblepus.* Mientras que las especies de hábitos diurnos, aprovechan la luz del día para poder realizar sus actividades esenciales como

capturar su alimento y desplazarse en búsqueda de refugios (Jiménez-Prado et al., 2015).

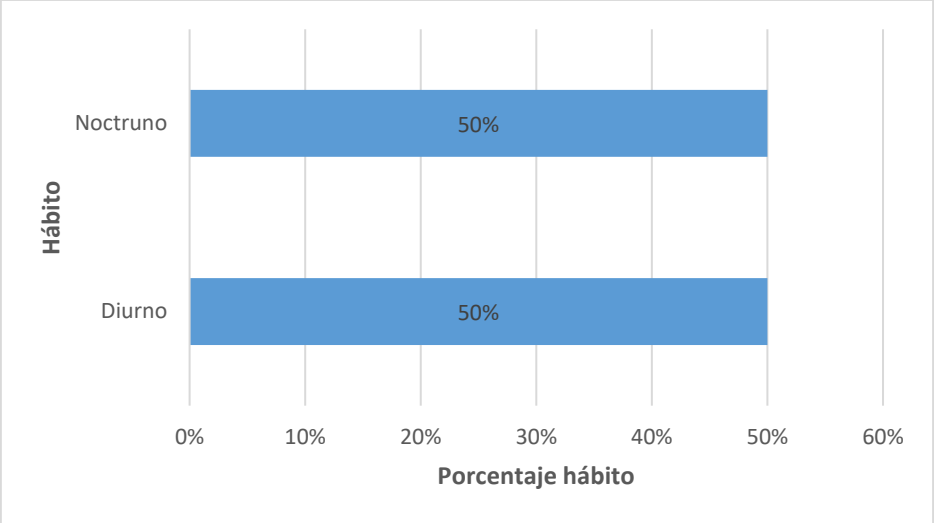



Figura 3-124: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

c. Distribución vertical

En la Figura 3-125, se observa que las especies registradas tienen una mayor preferencia por permanecer tanto en la zona bentónica, como en la bentopelágica con el 30 % (tres especies) cada grupo. Luego están las especies que ocupan la zona media de la columna de agua, así como las que prefieren la zona pelágica, y cada una, representan el 20 % (dos especies) del ensamblaje total.

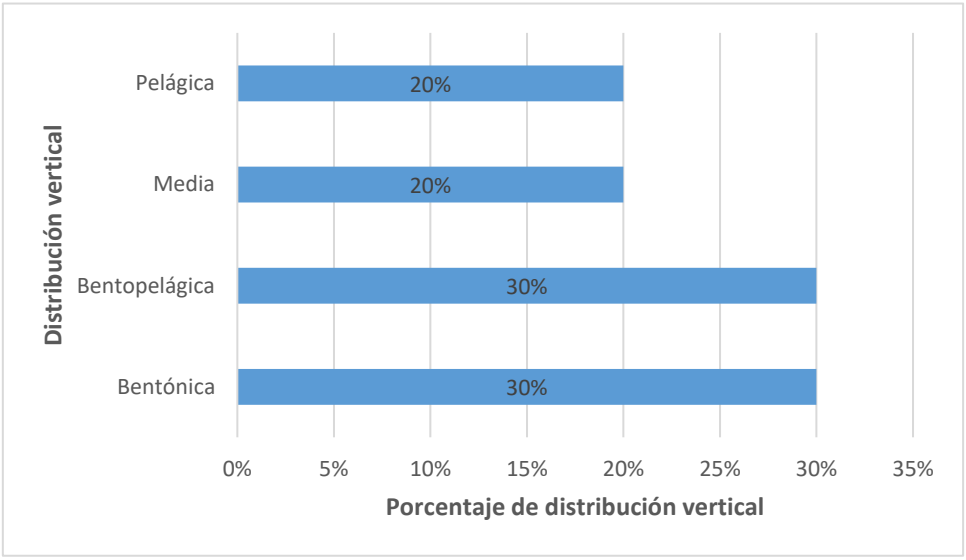



Figura 3-125: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, marzo 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2023

d. Estado de Conservación

De acuerdo con la categorización de la Lista Roja de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021), tres especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC), siete especies en la categoría de No Evaluado (NE). Por otra parte, todas las especies registradas se encuentra como No Evaluadas (NE) en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2021).

Con respecto a la Lista Roja Nacional de Peces de Agua Dulce del Ecuador (Aguirre et al., 2019) dos especies se encuentran catalogadas en Preocupación Menor (LC).

En la Tabla 3-121 se detalla el estado de conservación de las especies catalogadas en cada una de las listas rojas.

Tabla 3-121: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| ESPECIE | UICN (2021) | CITES (2021) | Lista Roja de Peces Ecuador (2019) |
|---|---|---|---|
| *Brycon atrocaudatus* | NE | NE | LC |
| *Bryconamericus brevirostris* | NE | NE | - |
| *Rhoadsia altipinna* | NE | NE | LC |
| *Lebiasina bimaculata* | NE | NE | - |
| *Astroblepus aff. chotae* | NE | NE | - |
| *Astroblepus aff. longifilis* | LC | NE | - |
| *Ituglanis laticeps* | LC | NE | - |
| *Andinoacara rivulatus* | NE | NE | - |
| *Oreochromis niloticus* | LC | NE | - |
| *Poecilia reticulata* | NE | NE | - |

Fuente: Información del levantamiento de campo, marzo 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2023

e. Especies Indicadoras

Dentro del ensamblaje de peces determinado se registró especies como *Astroblepus aff. chotae, Astroblepus aff. longifilis* e *Ituglanis laticeps*, que son consideradas como indicadores biológicos, debido a que 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, para poder desarrollarse, mientras que hay otras especies que tolera altos niveles de contaminación con poco oxígeno, incluso puede salir de los esteros a tierra firme, como *Lebiasina bimaculata*. De igual forma, *Oreochromis niloticus,* es una especie que también se encuentra en ambientes acuáticos someros y algo perturbados (Jiménez-Prado et al., 2015).

f. Especies Sensibles

En el actual monitoreo se encontró que la población íctica está constituida, por el 40 % (cuatro especies) de especies de sensibilidad media que se caracterizan por presentar cierta tolerancia a los cambios que se producen en sus hábitats y se logran adaptar a ellos. Y en igual proporción, 30 %, (tres especies), lo constituyen especies de alta sensibilidad, las cuales necesitan niveles de oxígeno estables para su subsistencia

(Román-Valencia, 2001) como es el caso de las especies del género *Astroblepus, e Ituglanis*. Así como las especies que logran adaptarse de manera más efectiva a sitios que han sufrido fuertes perturbaciones, considerándose especies de baja sensibilidad. (Véase la Figura 3-126).

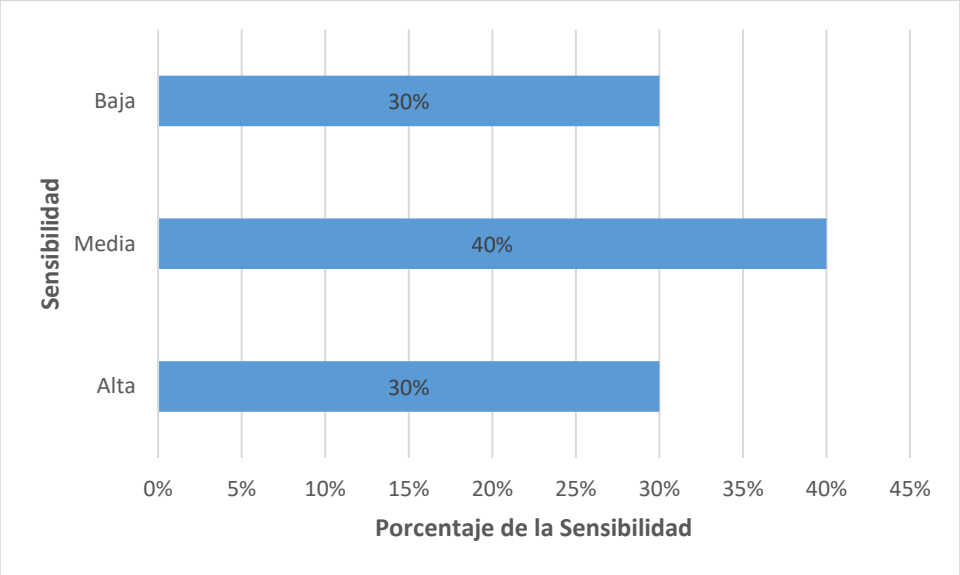



Figura 3-126: Nicho trófico de las especies registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, marzo 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2023

En la Tabla 3-122 se detalla las especies registradas con su grado de sensibilidad.

Tabla 3-122: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| FAMILIA | ESPECIE | SENSIBILIDAD |
|---|---|---|
| Bryconidae | *Brycon. atrocaudatus* | Media |
| Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | Media |
| Characidae | *Rhoadsia altipinna* | Media |
| Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | Baja |
| Astroblepidae | *Astroblepus aff. chotae* | Alta |
| Astroblepidae | *Astroblepus aff. longifilis* | Alta |
| Heptapteridae | *Ituglanis laticeps* | Alta |
| Cichlidae | *Andinoacara rivulatus* | Media |
| Cichlidae | *Oreochromis niloticus* | Baja |
| Poeciilidae | *Poecilia reticulata* | Media |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023

g. Especies Endémicas

Dentro de la Lista de peces de agua dulce e intermareal de Barriga (2012), de las 10 especies registradas en el presente monitoreo, seis de ellas son consideradas endémicas, y dos introducidas. Sin embargo, en la Guía de peces del Occidente de

Jiménez-Prado et al. (2015), se las cataloga entre especies nativas e introducidas, como se detalla en la Tabla 3-123.

Tabla 3-123: Estado de conservación de las especies ícticas registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| FAMILIA | ESPECIE | Barriga (2012) | Jiménez-Prado et al. (2015) |
|---|---|---|---|
| Bryconidae | *Brycon atrocaudatus* | - | Nativa |
| Characidae | *Bryconamericus brevirostris* | Endémica | Nativa |
| Characidae | *Rhoadsia altipinna* | Endémica | Nativa |
| Lebiasinidae | *Lebiasina bimaculata* | Endémica | Nativa |
| Astroblepidae | Astroblepus aff. chotae | Endémica | Nativa |
| Astroblepidae | Astroblepus aff. longifilis | Endémica | Nativa |
| Trichomycteridae | Ituglanis laticeps | - | Nativa |
| Cichlidae | *Andinoacara rivulatus* | Endémica | Nativa |
| Cichlidae | *Oreochromis niloticus* | Introducida | Introducida |
| Poeciilidae | *Poecilia reticulata* | Introducida | Introducida |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre, 2023

h. Especies migratorias

Es importante mencionar que todos los peces realizan movimientos periódicos dentro de sus ciclos biológicos de cualquier cuerpo de agua, en búsqueda de alimento, territorio seguro, sitios de reproducción, para así completar su desarrollo. Como es el caso de *Bryconamericus brevirostris,* que presentan una migración altitudinal ascendente observada durante estudios en el noroccidente ecuatoriano, junto a cardúmenes de con *Astyanax festae* (obs. pers. Ronald Navarrete), en Jiménez-Prado et al. (2015). Sin embargo, ninguna de las especies registradas en el presente estudio se encuentra dentro de las categorías de migración. de acuerdo a la caracterización de Zapata y Usma (2013).

i. Áreas Sensibles

Cualquier impacto de carácter negativo que se produzca en los cuerpos de aguas, alteraría el flujo de energía estable dentro del ecosistema, desplazando especies sensibles propias de cada uno (Champutiz, 2013). Y más aún si estos ecosistemas acuáticos pertenecen a zonas de características particulares como son los bosques secos de la zona sur del país. Con estas particularidades, cada cuerpo de agua descrito dentro del estudio, se considerada un área de alta sensibilidad, además de que cuenta con especies específicas de este tipo de ambientes. Otro aspecto que considera a los cuerpos de agua como áreas de alta sensibilidad, es el uso que está ligado a cada uno, siendo un recurso vital para los pobladores del área, utilizado para regadíos, ganadería y consumo humano. El agua dulce, es un recurso natural esencial para la humanidad y un requisito fundamental para la subsistencia, agricultura, industria y principalmente para el equilibrio de la funcionalidad ecológica de la biodiversidad (Tognelli et al, 2016).

j. Uso del Recurso

El recurso agua, en sí, constituye uno de los recursos más vitales para cualquier actividad, siendo en una zona como esta, condicionada a la estacionalidad climática, un bien vital para sembríos, ganadería y consumo humano de las poblaciones cercanas, así como fuentes de captación de agua para el mismo proyecto (Río Catamayo).

Mientras que en referencia a los peces propiamente, las poblaciones que se encuentra cercanas a cuerpos de agua utilizan a este recurso como fuente de proteína. Es así que, al realizar pequeñas encuestas a los guías locales, se estableció que la pesca se practica principalmente en ríos de mayor tamaño, como el río Playas y río Catamayo, donde se utiliza anzuelos y/o atarrayas para obtener peces de buen tamaño como los blancos (*Brycon atrocaudatus*), las tilapias (*Oreochromis niloticus*), las campanillas (*Bryconamericus brevirostris*) o las zumbas (*Lebiasina bimaculata*), ya que son los más apetecidos dentro de la zona, y ocasionalmente las preñadillas (*Astroblepus spp*) si llegan a tener buen tamaño. Los individuos más pequeños o especies de menor tamaño son usadas ocasionalmente como carnada para capturar peces de mayor tamaño como *Brycon atrocaudatus.*

### 3.6.4. Comparación entre estudios previos

La Figura 3-127 muestra los valores de obtenidos tanto para riqueza, abundancia y diversidad de Shannon, durante los estudios efectuados en la zona del área del proyecto Minero Bramaderos, para la cual se utilizó datos del Estudio de Impacto Ambiental, (2017), los Monitoreos bióticos de 2019, Monitoreos bióticos de 2020; Monitoreos bióticos de 2021; Monitoreos bióticos de 2022 y los dos Monitoreos bióticos de 2023, todos efectuados por Ecuambiente Consulting Group.

a. Riqueza

El continuo monitoreo de la diversidad íctica de los cuerpos de agua del proyecto, durante estos años, ha permitido evidenciar una riqueza relativamente constante, observándose fluctuaciones de periodo a periodo, lo que estaría influenciado por las épocas climáticas en las que se realizan los monitoreos. Generalmente la presencia de especies ha estado dentro de un rango mínimo de siete a un máximo de 14 especies hasta el momento.

La composición íctica registrada en el área ha sido un tanto fluctuante, pero se ha observado la presencia continua y cuantiosa de especies como *Brycon atrocaudatus, Bryconamericus brevirostris, Rhoadsia altipinna, Lebiasina bimaculata, Andinoacara rivulatus, Oreochromis niloticus*, y especies del género *Astroblepus,* que han sido frecuentes en casi todos los estudios, pero con escasos individuos. Sin embargo, habido también registro de especies como *Chaestostoma* sp., *Pimelodella* sp. solo presentes en la línea base de 2017.

En el actual monitoreo (2023 2do Semestre), se obtuvo un registro de 10 especies, igual al del anterior monitoreo, sin embargo, no con las mismas especies, ya que actualmente se colectó un bagre, *Astroblepus* aff, *longifilis*, mientras que la anguililla, *Trichomycterus banneaui* que esta vez ya no se la registró.

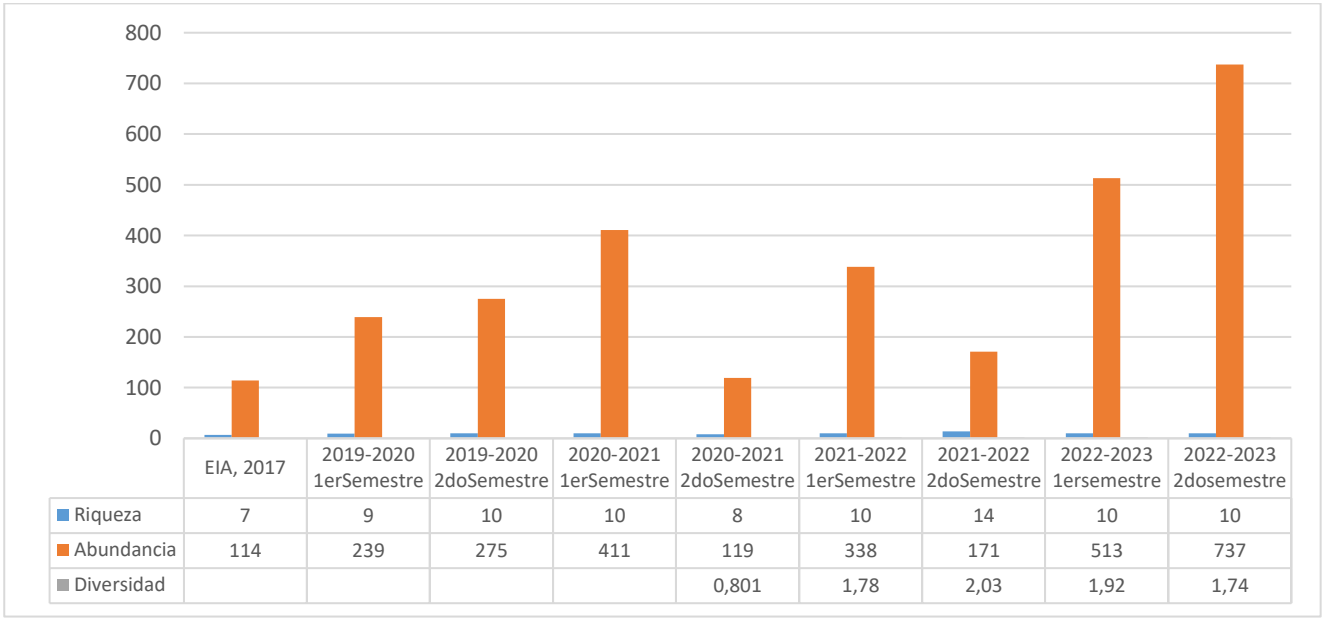
b. Abundancia

También se observa variación en a lo largo de los monitoreos, con respecto al número de individuos colectados. Siendo el monitoreo que más destaca por la cantidad de individuos, corresponde el actual monitoreo (2023 2do Semestre) con un total de 737 individuos, le sigue el monitoreo realizado en el primer semestre del mismo periodo con un total de 513 individuos. A continuación, está el monitoreo realizado en el primer semestre del periodo 2020-2021 con 411 ejemplares contabilizados. Mientras que el estudio del EIA de 2017 sigue siendo el menos abundante.

Existen varios factores que influencian el número de individuos, siendo el esfuerzo de muestreo, la aplicación de las artes de pesca, las condiciones climáticas durante el muestreo, accesibilidad a los microhábitats de los más importantes y determinantes. En este caso específico, la época climática de la zona, es un factor crucial al momento de los muestreos, lo que determina la variedad de especies capturadas, así como el número de individuos de cada una, ya que el caudal de los cuerpos de agua es muy variante entre estaciones.

c. Diversidad Índice de Shannon

En el análisis del Índice de Shannon, se considera los resultados a partir del segundo semestre periodo 2020-2021, los dos monitoreos del periodo 2021-2022 y los actuales monitoreos del periodo 2022- 2023, observándose que la diversidad ha presentado una variación, pasando de baja a media y manteniéndose en media hasta el momento. Sin embargo, en el presente monitoreo el resultado de este índice, presentó un descenso obteniéndose un valor de 1,74it/individuos, para toda el área evaluada. (Véase la Figura 3-127).




| | EIA, 2017 | 2019-2020 1erSemestre | 2019-2020 2doSemestre | 2020-2021 1erSemestre | 2020-2021 2doSemestre | 2021-2022 1erSemestre | 2021-2022 2doSemestre | 2022-2023 1ersemestre | 2022-2023 2dosemestre |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Riqueza | 7 | 9 | 10 | 10 | 8 | 10 | 14 | 10 | 10 |
| Abundancia | 114 | 239 | 275 | 411 | 119 | 338 | 171 | 513 | 737 |
| Diversidad | | | | | 0,801 | 1,78 | 2,03 | 1,92 | 1,74 |

Figura 3-127: Análisis comparativo de monitoreos de ictiofauna realizados en el área de estudio del Proyecto Minero Bramaderos

Fuente histórica: EsIA, 2017, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2020, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2021, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2022, Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2023, Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Especies indicadoras

Las especies que han sido consideradas indicadoras tanto para ambientes alterados y ambientes conservados, se han ido registrando continuamente en todos los estudios realizados en el área. Sin embargo, no todas las especies están presentes en cada monitoreo ni en la misma frecuencia, pero si se ha visto la presencia del género, como en el caso de especies de *Astroblepus*. Es así que actualmente se registró dos especies de este género, *Astroblepus aff. chotae* y *Astroblepus aff. longifilis*, esta última especie no se registró en el periodo 2022-2023 primer semestre. Estas especies son indicadores biológicos de ambientes conservados, debido a que necesitan de buenas condiciones físico-químicas y ambientales, así como de cauces altamente oxigenados con buena calidad de sustrato; de la misma forma que *Ituglanis laticeps y Trichomycterus banneaui* (este no fue colectado en el actual monitoreo).

También hay otras especies que tolera altos niveles de contaminación con poco oxígeno, incluso puede salir de los esteros a tierra firme, como *Lebiasina bimaculata*, y esta especies ha sido muy frecuente y abundante de registrarse en todos los monitoreos, mientras que *Oreochromis niloticus,* que es una especie se encuentra en ambientes algo perturbados y también ha sido capturada en casi todos los estudios, pero en ciertos puntos de muestreo, principalmente en los que se encuentran en áreas más bajas, además es importante mencionar que es una especie introducida.
Debido al desplazamiento propio de cada una de las especies ícticas, así como de su ecología, no siempre se logran capturar las mismas especies en los mismos sitios y microhábitats y está determinado por el acceso en el momento del muestreo que se ve influenciado por la estacionalidad del área de estudio.

## 3.7. Macroinvertebrados Acuáticos

El estudio de los macroinvertebrados de aguas continentales, comprende todos aquellos organismos que se pueden observar a simple vista, comprendiendo un grupo heterogéneo, con invertebrados acuáticos mayores a 500 µm. (Roldán, 1996; 2003; Hauer & Resh, 2017). Los macroinvertebrados son un grupo altamente diversificado de organismos adaptados a vivir en una amplia gama condiciones hidrológicas y tróficas (Bocacina et al., 2023).

Los macroinvertebrados acuáticos viven sobre el fondo de ríos y lagos, o enterrados en el fango y la arena; adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; o na- dando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma. Los que viven el fondo, o enterrados en él, reciben el nombre de "bentos", los que nadan activamente dentro del agua se denominan "necton", y los que nadan sobre la superficie del agua se llaman "neuston". Los grupos más representativos de este componente de fauna acuática, son los poríferos, celenterados, platelmintos, nematomorfos, anélidos, moluscos, insectos, crustáceos y arácnidos (Gabriel Roldán Pérez, 1996).

Los llamados indicadores biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de muestras, es decir, es como tener información del presente y pasado de lo que está sucediendo en las aguas (Alba-Tercedor & Sánchez, 1988). Los macroinvertebrados constituyen el grupo de bioindicadores más utilizados a nivel mundial (Helson y Williams 2013, O'Brien et al., 2016; Enríquez Espinosa et al., 2020; Trama et al., 2020; Cabrera et al., 2021) ya que proporcionan excelentes señales sobre la calidad ambiental del agua de los ríos, porque algunos requieren de una muy buena calidad para desarrollarse y sobrevivir, mientras que otros, por el contrario, crecen y abundan en aguas muy contaminadas. Esto se debe

a que las diferentes especies tienen diferentes grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas de los ríos (Hellawell, 1986).

Además del valor indicador, al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias (Alba-Tercedor, J., 1996).

En otro contexto, el presente monitoreo es parte del cumplimento del plan de monitoreo del EsIA, para el seguimiento del estado de conservación de los ecosistemas hídricos y de las comunidades hidrobiológicas que los componen. Mediante la caracterización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos se obtiene información sobre la diversidad, estructura y composición de las distintas comunidades presentes en los cuerpos de agua evaluados dentro del área de influencia del proyecto. Además, estos datos fueron usados para la comparación de datos históricos con el estudio de Línea Base y monitoreos anteriores, con la finalidad de conocer el estado actual de las poblaciones de macroinvertebrados. Los resultados obtenidos durante la novena campaña de monitoreo de este componente, desarrollada en el mes de agosto de 2023, se detallan a continuación.

### 3.7.1. Área de Estudio

El área de estudio se encuentra localizada en la provincia de Loja, en la zona de Paltas, donde se localiza la concesión minera Bramaderos. Este proyecto cae dentro de la zona Ictiohidrográfica Catamayo, donde el norte está limitado por el río Jubones, al occidente alcanza el límite intermareal oriental, y, al sur está limitada por los ríos Chira, Macará y el curso inferior del río Puyango (Barriga, 2012).

#### *3.7.1.1. Sitios de Muestreo*

Los puntos de monitoreo fueron tomados de dos estudios, de los cuales 11 corresponden a la línea base del EsIA (2017), y cuatro (4) puntos adicionales están relacionados a la autorización de uso y aprovechamiento del agua emitido por la SENAGUA conforme el Plan de Manejo del proyecto, con el objeto de ser incluidos en la evaluación de los ecosistemas acuáticos.

Durante la fase de campo se pudo verificar que en tres (3) (PMM-08, PMM-P2-FA1 y PMM-P2-FA2) de los 15 puntos de monitoreo, ubicados en la zona del río Playas que avanza hasta el río Catamayo, se observó la apertura de una vía sobre el río Playas, desbrozando el área y modificando el cauce del río, lo cual en un futuro puede afectar a las poblaciones de biota acuática de estos puntos de monitoreo. Cabe mencionar que los puntos mencionados se encuentran fuera del área de concesión.

Otro punto importante fue que, durante la presente campaña de campo, todos los puntos de fauna acuática, presentaron agua, lo que se debe a que el monitoreo se realizó en el mes de agosto, siendo un periodo de transición entre la época lluviosa y la seca, por lo que todavía mantiene zonas verdes y humedad en la zona.

La Tabla 3-124 a continuación presenta los puntos de muestreo, con las características relevantes de cada cuerpo de agua y sus datos de georreferenciación.

Tabla 3-124: Sitios de muestreo del componente Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | ALTITUD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE | MSNM | |
| PMM-01 | Quebrada El Almendral (aguas abajo) | 637063 | 9550296 | 815 | Cuerpo de agua de 4 a 5 m de ancho y 0,20 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso, arenoso. Moderada vegetación de ribera y escasa cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca y cultivos de maíz. |
| PMM-02 | Quebrada Guarapal (aguas abajo) | 634872 | 9549421 | 786 | Cuerpo de agua de 5 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso pedregoso, abundantes algas verdes filamentosas. Moderada vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca y árboles dispersos. |
| PMM-03 | Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) | 633218 | 9548264 | 772 | Cuerpo de agua de 0,30 a 1 m de ancho y 0,10 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato rocoso arenoso, presencia de algas verdes filamentosas, materia orgánica. Vegetación de ribera escasa con poca cobertura vegetal, vegetación circundante cultivos de maíz, arbustos dispersos. |
| PMM-04 | Quebrada El Guineo (aguas arriba) | 630629 | 9549431 | 968 | Cuerpo de agua de 0,50 a 1 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Aguas cristalinas, poca corriente, sustrato limoso pedregoso abundante hojarasca, palizadas. Poca vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMM-05 | Quebrada Melonal (aguas arriba) | 630696 | 9548675 | 881 | Cuerpo de agua de 1,50 a 2 m de ancho y 0,10 a 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso, arenoso, abundantes algas verdes, hojarasca. Escasa vegetación de ribera y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMM-06 | Quebrada Melonal (aguas abajo) | 631971 | 9547222 | 755 | Cuerpo de agua de 0,80 a 1,50 m de ancho y 0,20 a 0,80 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso, pedregoso abundantes algas verdes, hojarasca en descomposición. Escasa vegetación de ribera y poca cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMM-07 | Rio Playas (aguas arriba) | 637635 | 9550402 | 801 | Cuerpo de agua de 10 m de ancho y 0,20 a 1 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso pedregoso, abundantes algas verdes filamentosas. Moderada presencia de vegetación ribereña sin cobertura vegetal. vegetación circundante arbustiva seca, presencia de cultivos de maíz, maní y vivienda a 300 m. |
| PMM-08 | Rio Playas (aguas abajo) | 631856 | 9545549 | 707 | Cuerpo de agua de 10 a 15 m de ancho y 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso arenoso, abundantes algas verdes filamentosas, materia orgánica. Moderada presencia de vegetación |

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR | | ALTITUD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE | MSNM | |
| | | | | | ribereña sin cobertura vegetal. vegetación circundante arbustiva seca, presencia de cultivos de maíz, maní y vivienda a 300 m. |
| PMM-09 | Quebrada Linumá | 630855 | 9550400 | 1151 | Cuerpo de agua de 5 a 8 m de ancho y 0,15 a 0,40 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato arenoso pedregoso, abundante hojarasca. Moderada presencia de vegetación ribereña y cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva, así como presencia de cultivos de maíz, plátano, yuca y papaya. |
| PMM-10 | Quebrada El Limón (aguas arriba) | 630984 | 9552554 | 1223 | Cuerpo de agua de 0,80 a 1 m de ancho y 0,10 a 0,20 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato arenoso, rocoso abundante hojarasca y palos. Vegetación de ribera escasa con abundante cobertura vegetal, vegetación circundante cultivos de plátano, arbustos dispersos. |
| PMM-11 | Quebrada El Almendral | 634620 | 9553267 | 995 | Cuerpo de agua de 3 a 6 m de ancho y 0,15 a 0,80 m de profundidad. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato arenoso, rocoso abundante hojarasca y palos. Poca vegetación de ribera y escasa cobertura vegetal. Vegetación pastizal, árboles dispersos. |
| PMM-P2-FA1 | Río Catamayo | 632034 | 9544616 | 693 | Cuerpo de agua de 30 m de ancho y 0,20 a 0,40 m de profundidad aproximadamente. Aguas cristalinas, corriente moderada, sustrato pedregoso. Moderada vegetación de ribera sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMM-P2-FA2 | Río Catamayo | 631988 | 9544473 | 684 | Cuerpo de agua de 30 m de ancho y 0,40 a 1 m de profundidad aproximadamente. Aguas cristalinas, corriente rápida, sustrato pedregoso arenoso. Moderada vegetación de ribera sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. |
| PMM-P3-FA1 | Río Catamayo | 629462 | 9543287 | 671 | Cuerpo de agua de 40 m de ancho y 0,15 a 1,20 m de profundidad aproximadamente. Agua semiturbia, corriente moderada, sustrato arenoso rocoso, presencia de algas verdes filamentosas. Escasa vegetación de ribera y sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca, presencia de maquinaria y viviendas cercanas. Se extrae piedra y captación de agua. |
| PMM-P3-FA2 | Río Catamayo | 629251 | 9543248 | 664 | Cuerpo de agua de 20 m de ancho y más de 0,30 a 1,50 m de profundidad aproximadamente. Aguas semiturbias, corriente moderada sustrato arenoso pedregoso. Escasa vegetación de ribera y sin cobertura vegetal. Vegetación circundante arbustiva seca. Punto de captación de agua. |

Código: Punto de muestreo Macroinvertebrados acuáticos: PMM.
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

#### *3.7.1.2. Esfuerzo de Muestreo*

Durante la fase de campo se evaluaron los 15 puntos de monitoreo establecidos dentro del área de estudio del Proyecto. Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos se utilizó dentro de cada punto una red D y se complementó con colecta manual. El monitoreo se ejecutó durante 2 horas en cada ecosistema.

La Tabla 3-125 presenta el detalle de las metodologías aplicadas y esfuerzo de muestreo aplicado a este componente.

Tabla 3-125: Esfuerzo de muestreo Macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos

| CÓDIGO | CUERPO DE AGUA | METODOLOGÍA | HORAS x DÍA | HORAS TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| PMM-1 | Quebrada El Almendral (aguas abajo) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-2 | Quebrada Guarapal (aguas abajo) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-3 | Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-4 | Quebrada El Guineo (aguas arriba) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-5 | Quebrada Melonal (aguas abajo) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-6 | Quebrada Melonal (aguas arriba) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-7 | Rio Playas (aguas arriba) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-8 | Rio Playas (aguas abajo) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-9 | Quebrada Linumá | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-10 | Quebrada El Limón (aguas arriba) | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-11 | Quebrada El Almendral | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-P2-FA1 | Río Catamayo | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-P2-FA2 | Río Catamayo | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-P3-FA1 | Río Catamayo | Red D | 2 horas | 2 horas |
| PMM-P3-FA2 | Río Catamayo | Red D | 2 horas | 2 horas |
| TOTAL | | | | 30 horas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### 3.7.2. Metodología

Para la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos se utilizó la misma metodología y el mismo esfuerzo de muestreo que fueron establecidos en la Línea Base (LB), donde se realiza en monitoreo usando una Red D para la colecta de individuos de este componente. Para complementar la recolección de individuos, también se aplicó la colecta de forma manual en los cuerpos de agua, en donde no se puede usar la red.

En los sitios de colecta se registraron las características físicas, incluyendo, el ancho, profundidad, velocidad de corriente, el tipo de vegetación ribereña, vegetación inmersa, sustrato, velocidad de corriente, entre otros.

Los individuos recolectados fueron colocados en tubos marca Falcon con tapa rosca y guardados en fundas ziploc con alcohol al 90%, para su posterior determinación

taxonómica usando un estéreo-microscopio y confirmando su identificación en base a bibliografía actualizada y especializada en este grupo (Roldán, 2003; Domínguez y Fernández, 2009 y Hamada et al., 2014, 2019).

Las muestras serán entregadas en el Museo de Ciencias naturales “Gustavo Orcés” de la Escuela Politécnica Nacional, o a alguna Institución científica avalada de acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental vigente.

La Autorización de Recolección de Vida Silvestre (ARVS) de flora y fauna, así como la guía de movilización de los macroinvertebrados, se incluyen en los Anexo A (Permisos).

#### *3.7.2.1. Fase de Campo*

La fase de campo se desarrolló en el mes agosto de 2023, en 15 ecosistemas acuáticos ubicados dentro del área de influencia del proyecto minero Bramaderos. A continuación, se indican los métodos de monitoreo usados.

a. D-net o red

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.

b. 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).

Los individuos recolectados fueron colocados en tubos marca Falcon con tapa rosca y guardados en fundas ziploc con alcohol al 90%, para su posterior determinación taxonómica usando un estéreo-microscopio, y confirmando su identificación en base a bibliografía actualizada y especializada en este grupo (Roldán 2003; Domínguez y Fernández 2009 y Hamada et al. 2014, 2019).

Las muestras serán entregadas en el Museo de Ciencias naturales “Gustavo Orcés” de la Escuela Politécnica Nacional, o a alguna Institución científica avalada de acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental vigente.

#### *3.7.2.2. Fase de Gabinete*

Los análisis aplicados para el análisis de datos obtenidos mediante el monitoreo de los macroinvertebrados acuáticos se detallan a continuación.

a. Riqueza

Para obtener la riqueza (número de familias, géneros o especies), se calculó el número de especies registradas (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).

d. Curva de Dominancia/Diversidad

Con los datos de abundancia relativa 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).

- *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).

$$\textbf{Chao 1} = S + (a^2/2b)$$

f. Índices de Diversidad

- *Índice 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:

$$\textbf{Shannon Wiener}: H' = - \sum pi \ln pi$$

Donde:

- H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad
- ∑ = sumatoria
- pi = proporción de la muestra (ni/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 calcula mediante la fórmula:

$$\mathbf{D} = \sum Pi^2$$

En donde Pi 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).

g. 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).

$$\mathbf{I\ J} = c / a + b - c$$

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

h. Índices de Calidad Ecológica

- *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 3-126: 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 – Leptohyphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae. | 7 |
| Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae - Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae. | 6 |
| Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae - Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae. | 5 |
| 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: Biological Monitoring Working Party/Col, adaptación para Colombia por Roldan (Roldan 2003).
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

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, 1988):

Tabla 3-127: 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: Biological Monitoring Working Party/Col, adaptación para Colombia por Roldan (Roldan 2003).
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *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:

**Índice EPT (%)** = # Ephemeroptera + # Plecoptera + # Trichoptera / N

Dónde:

- N= número total de individuos de la muestra

Tabla 3-128: Índice EPT, valores e interpretación

| PORCENTAJE DEL ÍNDICE EPT | CALIDAD DEL AGUA |
|---|---|
| 75% - 100% | Muy Buena |
| 50% - 74% | Buena |
| 25% - 49% | Regular |
| 12% - 24% | Mala |
| Menos de 11 | Muy Mala |

Fuente: Carrera y Fierro, 2001.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, marzo 2023.

i. Aspectos Ecológicos

En general, los aspectos ecológicos para macroinvertebrados acuáticos y la taxonomía fueron revisados y establecidos en base a la siguiente bibliografía: Roldán, 2003; Carrera y Fierro, 2001; Domínguez y Fernández, 2009, Hamada et al., 2014; 2019.

Dentro del área de estudio, se evaluaron los gremios tróficos, sensibilidad y cuerpos de agua sensibles.

El estado de conservación de las especies de macroinvertebrados acuáticos del presente estudio se verificó de acuerdo a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023), y la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023).

j. Uso del Recurso

Se refiere al uso que la comunidad le da al grupo de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio y como se aplica.

### 3.7.3. Resultados

#### *3.7.3.1. Inventario General*

A continuación, se detallan los grupos de macroinvertebrados acuáticos registrados dentro de los cuerpos de agua del proyecto minero Bramaderos como parte del octavo (8avo.) monitoreo biótico ejecutado en el área de influencia del proyecto de acuerdo con lo establecido en el PMA.

a. Riqueza

Se obtuvo como resultado el registro de 3361 individuos, 69 morfoespecies, 66 géneros, 39 familias y 12 órdenes (

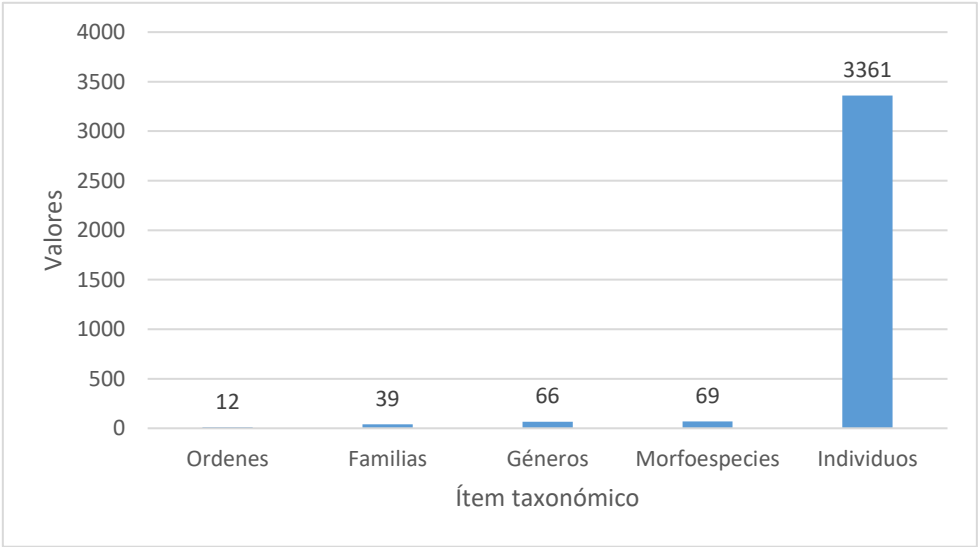



Figura 3-128).

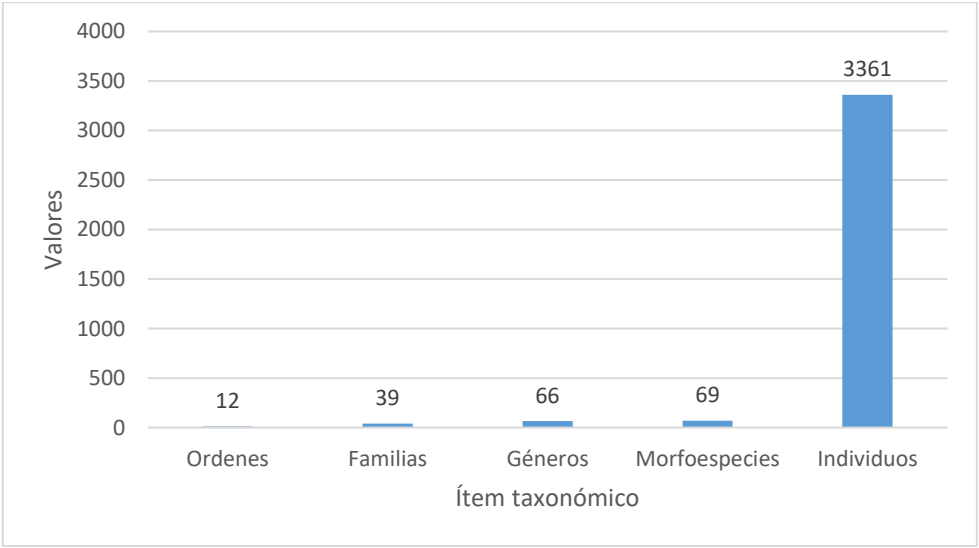



Figura 3-128: Riqueza de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Abundancia Absoluta

En los 15 sitios de monitoreo de esta campaña (agosto 2023), se obtuvo como resultado el registro total de 3361 individuos. El punto con mayor abundancia fue el PMM-01 con 350 registros, y, el que mostró menor abundancia fue el PMM-08 con 55 registros (Figura 3-129).

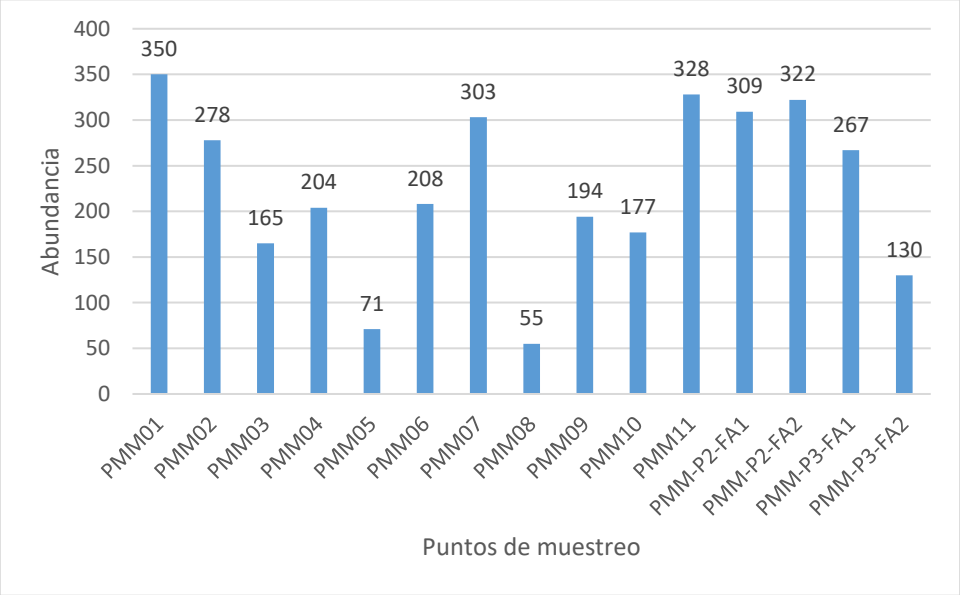


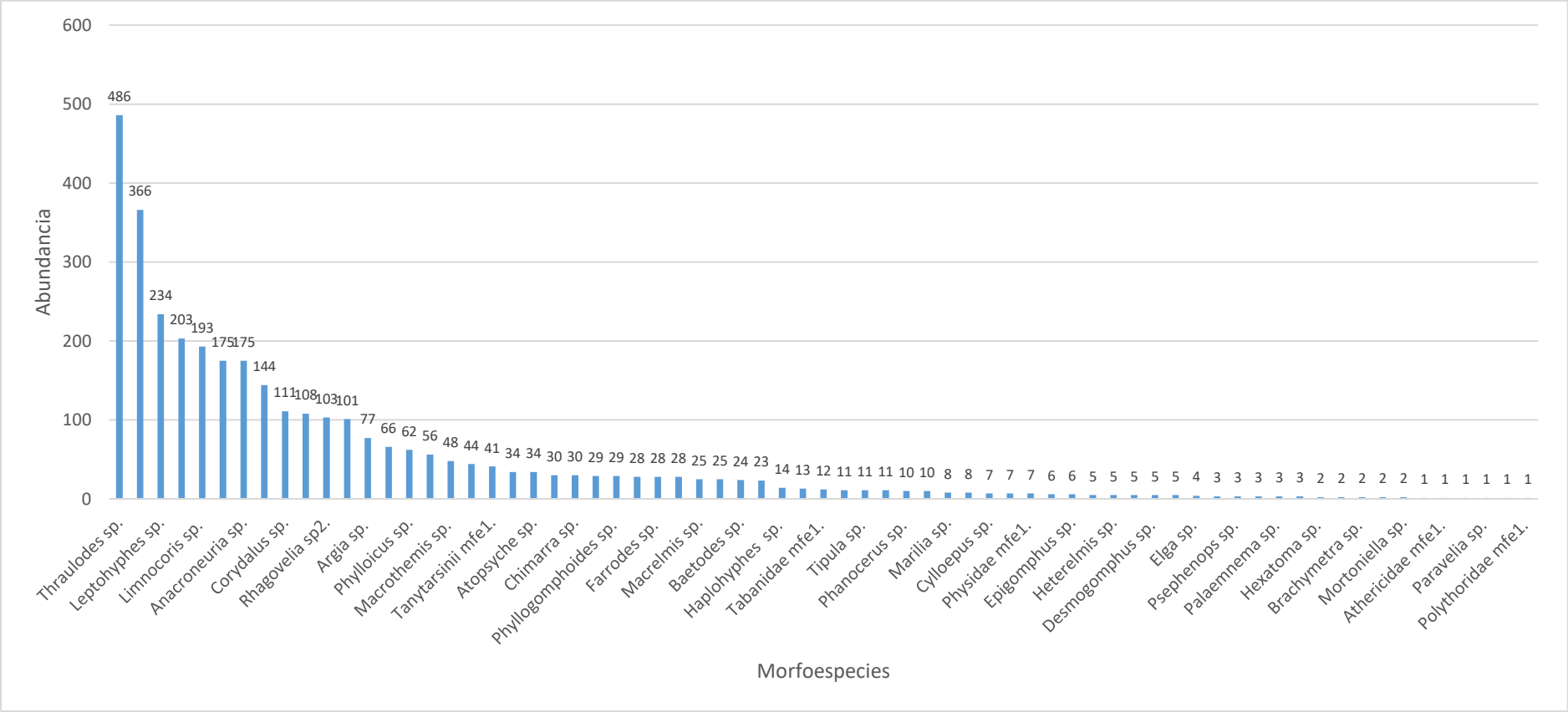

Figura 3-129: Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por punto de monitoreo registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos
Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Las morfoespecies dominantes en cuanto a su abundancia, son *Thraulodes* sp (n=486) y *Leptonema* sp. (n=366). Le siguen en orden de importancia las morfoespecies a continuación: *Leptohyphes* sp. (n=234), *Rhagovelia* sp1. (n=203), *Limnocoris* sp. (n=193), *Atopophlebia* sp. (n=175), *Anacroneuria* sp. (n=175), *Smicridea* sp. (n=144), *Corydalus* sp. (n=111), *Mayobaetis* sp. (n=108), *Rhagovelia* sp2. (n=103) y *Erythrodiplax* sp1. (n=101); el resto de morfoespecies presentaron valores menores a 100 registros.

Las morfoespecies que registraron un (1) individuo fueron las nombradas a continuación: Dytiscidae mfe2., Athericidae mfe1., *Trepobates* sp., *Paravelia* sp., Crambidae mfe1. y Polythoridae mfe1. (Ver Figura 3-130).

La Tabla 3-129 presenta el listado de morfoespecies registradas en los ecosistemas hídricos del área de estudio.

Figura 3-130: Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos registrada en el área del Proyecto Minero Bramaderos




Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

Tabla 3-129: Morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el área del Proyecto Minero Bramaderos – MB7

| ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | PMM01 | PMM02 | PMM03 | PMM04 | PMM05 | PMM06 | PMM07 | PMM08 | PMM09 | PMM10 | PMM11 | PMM-P2-FA1 | PMM-P2-FA2 | PMM-P3-FA1 | PMM-P3-FA2 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mesogastropoda | Thiaridae | Thiaridae mfe1. | Thiaridae mfe1. | Caracol de agua dulce | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe1. | Dytiscidae mfe1. | Escarabajos acuáticos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe2. | Dytiscidae mfe2. | Escarabajos acuáticos | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe3. | Dytiscidae mfe3. | Escarabajos acuáticos | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Coleoptera | Elmidae | *Cylloepus* | *Cylloepus sp.* | Escarabajos acuáticos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Coleoptera | Elmidae | *Heterelmis* | *Heterelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis* | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 16 | 2 | 0 | 25 |
| Coleoptera | Elmidae | *Phanocerus* | *Phanocerus sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| Coleoptera | Hydrophilidae | Hydrophilidae mfe1. | Hydrophilidae mfe1. | Escarabajos acuáticos | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Coleoptera | Psephenidae | *Psephenops* | *Psephenops sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Coleoptera | Ptilodactylidae | *Anchytarsus* | *Anchytarsus sp.* | Escarabajos acuáticos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Diptera | Athericidae | Athericidae mfe1. | Athericidae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Diptera | Blephariceridae | *Limonicola* | *Limonicola sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Diptera | Chironomidae | *Chironomus* | *Chironomus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| Diptera | Chironomidae | Orthocladinae mfe1. | Orthocladinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 1 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 28 |
| Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 6 | 0 | 3 | 5 | 4 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 1 | 30 |
| Diptera | Chironomidae | Tanytarsini mfe1. | Tanytarsini mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| Diptera | Limoniidae | *Hexatoma* | *Hexatoma sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Diptera | Simuliidae | *Simulium* | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 16 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 66 |
| Diptera | Stratiomyidae | Stratiomyidae mfe1. | Stratiomyidae mfe1. | Larva de mosca soldado negra | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Diptera | Tabanidae | Tabanidae mfe1. | Tabanidae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Diptera | Tabanidae | *Tabanus* | *Tabanus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 7 |
| Diptera | Tipulidae | *Tipula* | *Tipula sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes* | *Baetodes sp.* | Efímeros | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 8 | 2 | 0 | 24 |
| Ephemeroptera | Baetidae | *Camelobaetidius* | *Camelobaetidius sp.* | Efímeros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis* | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 6 | 0 | 6 | 1 | 0 | 50 | 23 | 0 | 5 | 0 | 9 | 6 | 0 | 2 | 0 | 108 |
| Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Haplohyphes* | *Haplohyphes sp.* | Efímeros | 0 | 6 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes* | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 49 | 1 | 5 | 3 | 0 | 5 | 62 | 4 | 10 | 0 | 15 | 33 | 8 | 21 | 18 | 234 |
| Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes* | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 8 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 12 | 0 | 0 | 0 | 4 | 56 |
| Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia* | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 78 | 61 | 29 | 175 |

| ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | PMM01 | PMM02 | PMM03 | PMM04 | PMM05 | PMM06 | PMM07 | PMM08 | PMM09 | PMM10 | PMM11 | PMM-P2-FA1 | PMM-P2-FA2 | PMM-P3-FA1 | PMM-P3-FA2 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes* | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes* | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 89 | 3 | 17 | 11 | 0 | 7 | 58 | 0 | 39 | 17 | 27 | 96 | 42 | 73 | 7 | 486 |
| Hemiptera | Gerridae | *Brachymetra* | *Brachymetra sp.* | Patinador | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Hemiptera | Gerridae | *Trepobates* | *Trepobates sp.* | Patinador | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos* | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 17 | 0 | 3 | 7 | 0 | 44 |
| Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris* | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 22 | 31 | 21 | 28 | 12 | 12 | 11 | 10 | 9 | 6 | 15 | 12 | 3 | 1 | 0 | 193 |
| Hemiptera | Veliidae | *Paravelia* | *Paravelia sp.* | Patinador | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia* | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 20 | 43 | 11 | 38 | 10 | 51 | 0 | 0 | 6 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 203 |
| Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia* | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 31 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 11 | 4 | 7 | 29 | 103 |
| Lepidoptera | Crambidae | Crambidae mfe1. | Crambidae mfe1. | Larva de mariposa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus* | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 8 | 4 | 13 | 5 | 0 | 9 | 8 | 8 | 7 | 8 | 15 | 13 | 3 | 10 | 0 | 111 |
| Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina* | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 1 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| Odonata | Coenagrionidae | *Argia* | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 15 | 4 | 1 | 4 | 0 | 5 | 8 | 3 | 1 | 3 | 10 | 15 | 2 | 0 | 6 | 77 |
| Odonata | Gomphidae | *Aphylla* | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 5 | 0 | 1 | 5 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Odonata | Gomphidae | *Desmogomphus* | *Desmogomphus sp.* | Libélula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Odonata | Gomphidae | *Epigomphus* | *Epigomphus sp.* | Caballito del diablo | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Odonata | Gomphidae | *Erpetogomphus* | *Erpetogomphus sp.* | Caballito del diablo | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Odonata | Gomphidae | *Phyllogomphoides* | *Phyllogomphoides sp.* | Libélula | 0 | 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| Odonata | Libellulidae | *Dythemis* | *Dythemis sp.* | Libélula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Odonata | Libellulidae | *Elga* | *Elga sp.* | Libélula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax* | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 11 | 50 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101 |
| Odonata | Libellulidae | *Libellula* | *Libellula sp.* | Libélula | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Odonata | Libellulidae | *Macrothemis* | *Macrothemis sp.* | Libélula | 0 | 0 | 2 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 0 | 15 | 1 | 1 | 0 | 48 |
| Odonata | Libellulidae | *Pantala* | *Pantala sp.* | Libélula | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 |
| Odonata | Platystictidae | *Palaemnema* | *Palaemnema sp.* | Caballito del diablo | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Odonata | Polythoridae | *Polythoridae mfe1.* | *Polythoridae mfe1.* | Caballito del diablo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria* | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 11 | 12 | 43 | 3 | 63 | 28 | 1 | 175 |
| Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus* | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 2 | 0 | 0 | 8 | 11 | 0 | 0 | 0 | 14 | 22 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |
| Trichoptera | Glossosomatidae | *Mortoniella* | *Mortoniella sp.* | Frigáneas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Trichoptera | Helicopsychidae | *Helicopsyche* | *Helicopsyche sp.* | Frigáneas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Trichoptera | Hydrobiosidae | *Atopsyche* | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 1 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 9 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 34 |

| ORDEN | FAMILIA | GÉNERO | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | PMM01 | PMM02 | PMM03 | PMM04 | PMM05 | PMM06 | PMM07 | PMM08 | PMM09 | PMM10 | PMM11 | PMM-P2-FA1 | PMM-P2-FA2 | PMM-P3-FA1 | PMM-P3-FA2 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema* | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 13 | 78 | 6 | 0 | 13 | 11 | 18 | 3 | 15 | 12 | 41 | 37 | 53 | 46 | 20 | 366 |
| Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea* | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 17 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 | 5 | 7 | 0 | 26 | 25 | 18 | 0 | 0 | 144 |
| Trichoptera | Odontoceridae | *Marilia* | *Marilia sp.* | Frigáneas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 8 |
| Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra* | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 1 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 6 | 0 | 0 | 30 |
| Trichoptera | Polycentropodidae | *Polycentropus* | *Polycentropus sp.* | Frigáneas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Trichoptera | Polycentropodidae | *Polyplectropus* | *Polyplectropus sp.* | Frigáneas | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| Veneroida | Sphaeriidae | *Pisidium* | *Pisidium sp.* | Concha | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Basommatophora | Physidae | *Physidae mfe1.* | *Physidae mfe1.* | Caracol de agua dulce | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| **Total** | | | | | **350** | **278** | **165** | **204** | **71** | **208** | **303** | **55** | **194** | **177** | **328** | **309** | **322** | **267** | **130** | **3361** |

Fuente: Información de levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. Abundancia Relativa

De acuerdo con el cálculo de la abundancia relativa, las morfoespecies con mayor representatividad fueron: *Thraulodes* sp. con Pi=0,145 y Leptonema sp. con Pi= 0.109, seguida de las morfoespecies *Leptohyphes* sp. con Pi=0.070, *Rhagovelia* sp1. (Pi=0.060), *Limnocoris* sp. (Pi=0.050), *Atopophlebia* sp. (Pi=0.052), *Anacroneuria* sp. (Pi=0.052). Las morfoespecies restantes presentaron valores menores a Pi=0,050 (Ver Figura 3-131).

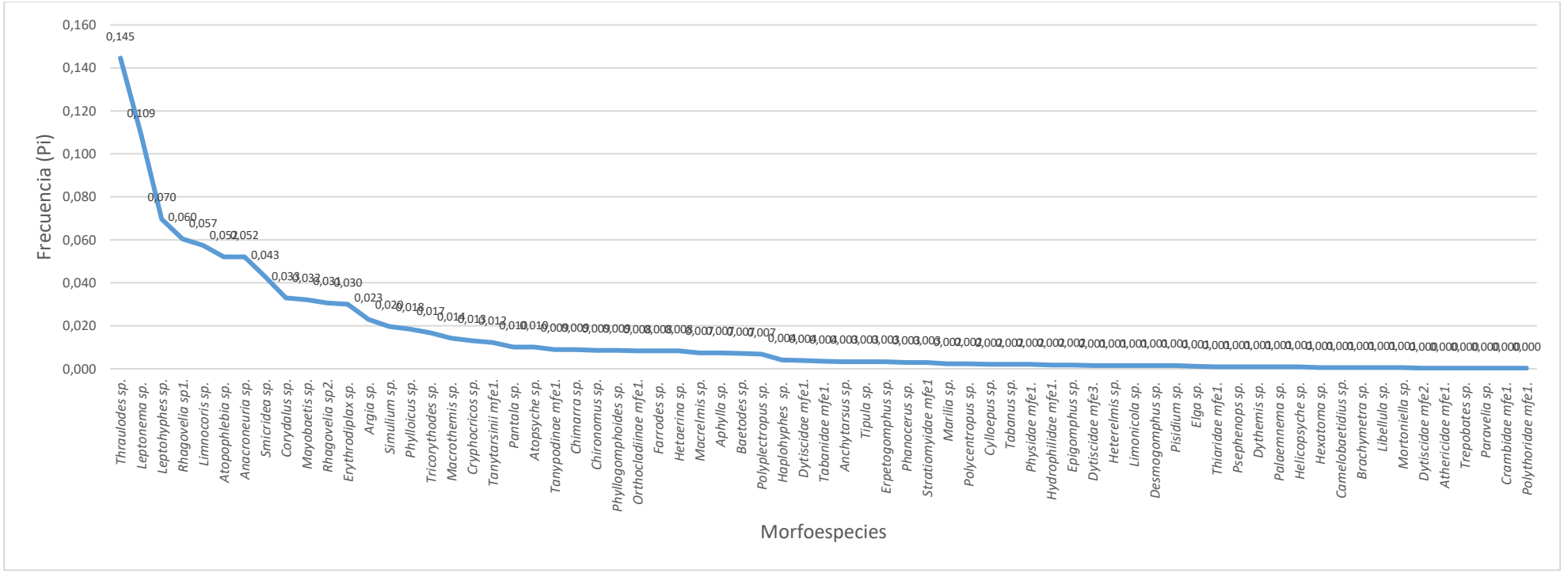



Figura 3-131: Abundancia relativa de especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Curva de Dominancia de Especies

El análisis de la curva de dominancia mostró que las morfoespecies con mayor representatividad fueron: *Thraulodes* sp., con el 14.5% y *Leptonema* sp., con el 11%, seguida de las morfoespecies: *Leptohyphes* sp., con el 7%, *Rhagovelia* sp1., con el 6%, *Limnocoris* sp., *Atopophlebia* sp. y *Anacroneuria* sp., con el 5 %, cada uno. Las morfoespecies restantes presentaron valores de dominancia menores al 5% se pueden observar en la Figura 3-131.

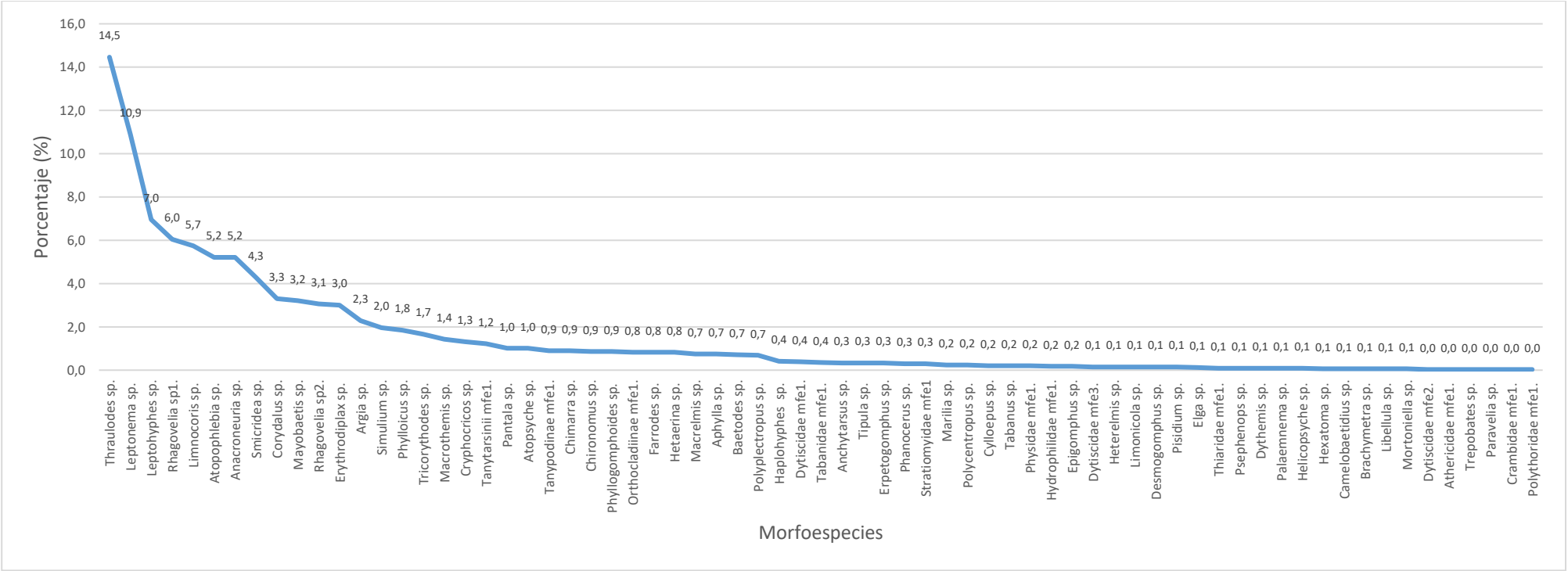



Figura 3-132: Curva de dominancia de especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. Curva de Acumulación de Especies

El análisis de la curva de acumulación de especies muestra que la asíntota no llega a estabilizarse, lo que indica que aún podrían registrarse un mayor número de especies, si se aumenta el esfuerzo de muestreo. El monitoreo de macroinvertebrados reportó un total de 69 morfoespecies durante la fase de campo de agosto 2023, para los 15 ecosistemas hídricos ubicados en el área del proyecto.

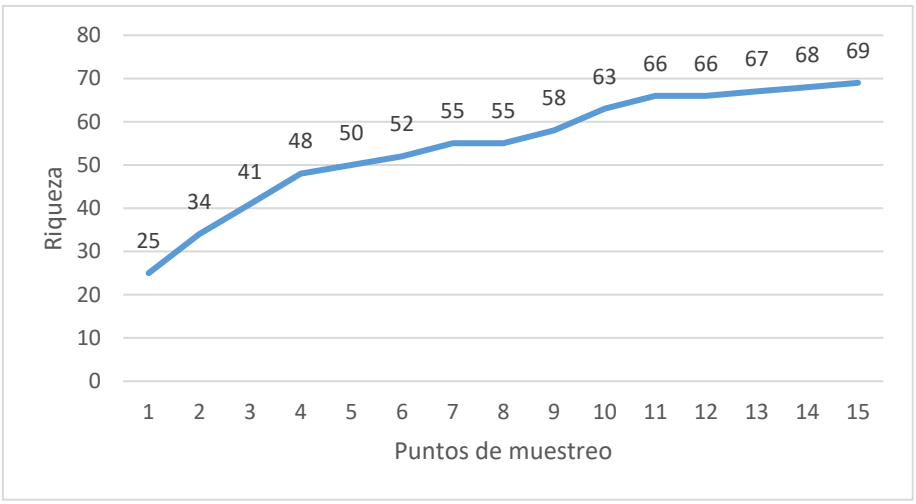



Figura 3-133: Curva de acumulación de morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de Chao 1*

El valor estimado del índice de Chao 1 correspondió a 100.13 especies estimadas, en contraste con las 69 especies observadas en el presente monitoreo. De acuerdo con el análisis del estimador Chao 1 se logró obtener el 69% del total de macroinvertebrados registrados para la zona (Figura 3-134), siendo un muestreo representativo dentro del área de estudio y los cuerpos de agua evaluados.

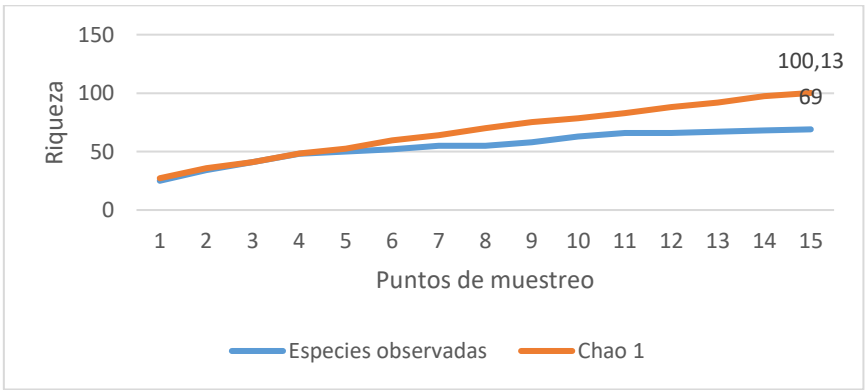



Figura 3-134: Curva de Chao 1 de morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. Índices de Diversidad

- *Índice de diversidad de Shannon – Wiener*

El análisis de diversidad mediante la aplicación del índice de Shannon-Wiener mostró una diversidad media de macroinvertebrados acuáticos para la mayoría de los cuerpos de agua monitoreados.

El valor general de la diversidad de Shannon para todos los puntos evaluados (n=15) es de 3.28, que corresponde de igual forma a una diversidad media.

El punto con mayor valor de diversidad es el PMM-09 (H´=2.99), seguido de los puntos PMM-11 (H'=2.89), y, los puntos PMM-03 y PMM-10 con un valor de H´=2.88, cada uno; los puntos con menor diversidad fueron PMM-P3-FA1 con un valor de H´=2.01 y PMM-05 con un valor de H´=2.03 En la siguiente tabla se muestran los valores estimados para este índice (Tabla 3-130).

Tabla 3-130: Diversidad estimada mediante el índice de Shannon -Wiener para las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTO DE MUESTREO | RIQUEZA (S) | ABUNDANCIA (N) | VALOR SHANNON-WIENER |
|---|---|---|---|
| PMM-1 | 25 | 350 | 2.57 |
| PMM-2 | 19 | 278 | 2.22 |
| PMM-3 | 27 | 165 | 2.88 |
| PMM-4 | 24 | 204 | 2.63 |
| PMM-5 | 10 | 71 | 2.03 |
| PMM-6 | 17 | 208 | 2.34 |
| PMM-7 | 17 | 303 | 2.30 |
| PMM-8 | 12 | 55 | 2.38 |
| PMM-9 | 30 | 194 | **2.99** |
| PMM-10 | 26 | 177 | 2.88 |
| PMM-11 | 29 | 328 | 2.89 |
| PMM-P2-FA1 | 24 | 309 | 2.46 |
| PMM-P2-FA2 | 19 | 322 | 2.17 |
| PMM-P3-FA1 | 17 | 267 | 2.01 |
| PMM-P3-FA2 | 14 | 130 | 2.13 |
| **TOTAL 15 PUNTOS** | | | **3.29** |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de diversidad de Simpson*

El análisis del índice de diversidad de Simpson, mostró una diversidad alta para todos los cuerpos de agua (n=15) con un valor de 0.94, en contraste con el valor de Shannon que arrojó una diversidad media para los ecosistemas acuáticos del área de estudio.

El valor de Simpson se refiere a la dominancia de especies, lo que es contrario a la diversidad, pero cuando se calcula en su forma 1-D, se puede estimar el valor de

diversidad. Los puntos con mayor valor de diversidad son el PMM-09, PMM-10 y PMM-11, todos con un valor de S=0.93.

Según este análisis todos los puntos de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos de la zona presentan una diversidad alta.

En la Tabla 3-131, se muestra a detalle los valores del Índice de Simpson estimado para cada punto de monitoreo del proyecto Minero Bramaderos.

Tabla 3-131: Diversidad estimada mediante el índice de Simpson para las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTO DE MUESTREO | RIQUEZA (S) | ABUNDANCIA (N) | VALOR SIMPSON (1-D) |
|---|---|---|---|
| PMM-1 | 25 | 350 | 0.89 |
| PMM-2 | 19 | 278 | 0.84 |
| PMM-3 | 27 | 165 | 0.92 |
| PMM-4 | 24 | 204 | 0.90 |
| PMM-5 | 10 | 71 | 0.86 |
| PMM-6 | 17 | 208 | 0.86 |
| PMM-7 | 17 | 303 | 0.87 |
| PMM-8 | 12 | 55 | 0.90 |
| PMM-9 | 30 | 194 | **0.93** |
| PMM-10 | 26 | 177 | **0.93** |
| PMM-11 | 29 | 328 | **0.93** |
| PMM-P2-FA1 | 24 | 309 | 0.86 |
| PMM-P2-FA2 | 19 | 322 | 0.84 |
| PMM-P3-FA1 | 17 | 267 | 0.82 |
| PMM-P3-FA2 | 14 | 130 | 0.85 |
| **TOTAL 15 PUNTOS** | | | **0.94** |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice de similitud de Jaccard*

Según el análisis de similitud sitios que comparten una mayor similaridad son el PMM-11 y el PMM-01 con un valor del 59%.

De forma general, entre todos los puntos de muestreo existe menos del 20% de similitud en la composición de morfoespecies. El punto que se encuentra englobando este valor de similitud en relación al resto de puntos, es el PMM-05. Otro punto aislado es el PMM-10 compartiendo un 25% de similitud con el resto de puntos a excepción del punto PMM-P3-FA2.

A partir de la línea del punto PMM-P3-FA2, el árbol se divide en tres grupos, siendo distribuidos de la siguiente manera:

a) Grupo 1: Conformado por el punto PMM-08 y el PMM-02 (Jaccard=30% de similitud entre ambos puntos, y un 29% de semejanza con el resto de puntos).

b) Grupo 2: Incluye como punto externo al PMM-10 (39% de similitud), luego al punto PMM-04 con el 40% de similitud con los puntos PMM-03, PMM-09, PMM-11 y PMM-01, que forman un subgrupo. El punto PMM-03 mantiene un porcentaje de semejanza del 48% en relación a los puntos 9, 11 y 1. El punto PMM-09 tiene un porcentaje de un 56% de similitud con los puntos 11 y 1; y, finalmente los puntos PMM-11 y PMM-01 con el 59% de similitud entre ellos, siendo los que comparten una mayor cantidad de especies entre ambos cuerpos hídricos.

c) Grupo 3: Formado por tres subgrupos: 1) Puntos PMM-06 y PMMM-07, (Jaccard=49% de similitud); 2) se observa el punto PMM-P2-FA1 con un 51% de semejanza con los sitios de subgrupo 3; y, 3) incluye a los puntos PMM-P2-FA2 y PMM-P3-FA1 (Jaccard=56% de similitud): en cuanto a la composición de especies de macroinvertebrados acuáticos que comparten entre ellos.

Cabe señalar que la similitud en la composición de especies de macroinvertebrados acuáticos entre el grupo 2 y 3 mantiene un porcentaje de aproximadamente 31%.

En la Figura 3-135 se observa el clúster de similitud entre los sitios monitoreados y su composición de especies registrada durante la campaña de monitoreo del mes de agosto de 2023.

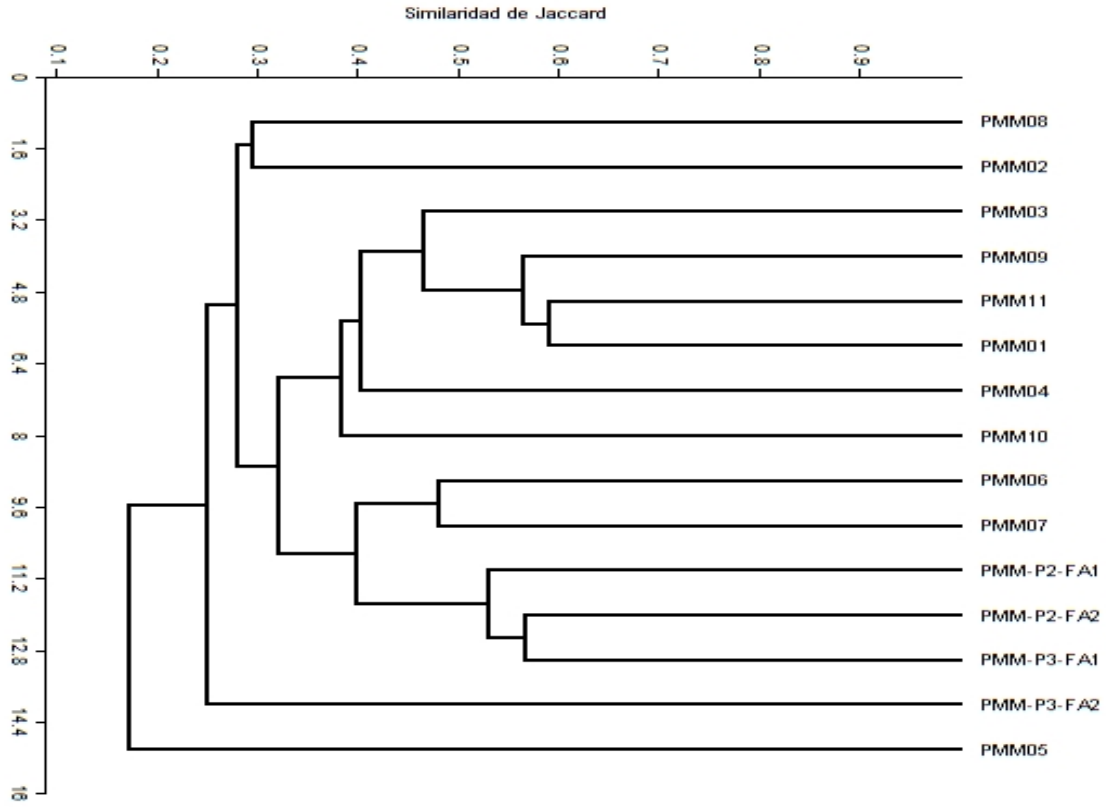



Figura 3-135: Índice de Similitud de Jaccard estimado entre los puntos de muestreo de Macroinvertebrados acuáticos – Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

g. Índices de Calidad Ecológica

- *Índice BMWP/Col*

De acuerdo al análisis realizado para los cuerpos de agua muestreados, se observa que 12 puntos de monitoreo registran una calidad ecológica de agua Buena (Clase I; aguas muy limpias a limpias) y tres (3) puntos con calidad de agua Aceptable (Clase II, aguas ligeramente contaminadas), como se muestra en la Tabla 3-132.

Tabla 3-132: Índice BMWP/COL de los cuerpos de agua muestreados en el área de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos - Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTOS DE MUESTREO | CLASE | CALIDAD | BMWP/COL | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| PMM-1 | I | Buena | 185 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-2 | I | Buena | 123 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-3 | I | Buena | 188 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-4 | I | Buena | 170 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-5 | II | Aceptable | 66 | Aguas ligeramente contaminadas |
| PMM-6 | I | Buena | 115 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-7 | I | Buena | 118 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-8 | II | Aceptable | 73 | Aguas ligeramente contaminadas |

| PUNTOS DE MUESTREO | CLASE | CALIDAD | BMWP/COL | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| PMM-9 | I | Buena | 189 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-10 | I | Buena | 174 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-11 | I | Buena | 214 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-P2-FA1 | I | Buena | 163 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-P2-FA2 | I | Buena | 138 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-P3-FA1 | I | Buena | 125 | Aguas muy limpias a limpias |
| PMM-P3-FA2 | II | Aceptable | 78 | Aguas ligeramente contaminadas |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

- *Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)*

Los valores obtenidos mediante el cálculo del índice EPT indicaron que durante esta campaña de campo (agosto 2023), se registraron cuatro (4) tipos de calidad de agua en los cuerpos de agua monitoreados.

Se observaron dos (2) ecosistemas acuáticos con calidad de agua Muy Buena, seis (6) cuerpos de agua con calidad Buena, un total de seis (6) puntos presentan calidad de agua Regular, y, finalmente un (1) punto tienen calidad de agua Mala.

Los puntos que presentan una calidad Mala mantienen una baja cantidad de individuos EPT, por lo que el índice al refleja un valor bajo.

Los individuos del grupo EPT se registraron en todos los cuerpos de agua monitoreados, a pesar, de las presiones antrópicas realizadas por las comunidades locales sobre los ecosistemas acuáticos.

En la Tabla 3-133 se muestran los resultados del análisis del índice EPT.

Tabla 3-133: Valores de las Taxas EPT registradas en cada uno de los puntos de monitoreo de Macroinvertebrados acuáticos- Proyecto Minero Bramaderos

| PUNTOS DE MUESTREO | EPT | CALIDAD |
|---|---|---|
| PMM-1 | 54 | Buena |
| PMM-2 | 38 | Regular |
| PMM-3 | 48 | Regular |
| PMM-4 | 24 | Mala |
| PMM-5 | 34 | Regular |
| PMM-6 | 37 | Regular |
| PMM-7 | 69 | Buena |
| PMM-8 | 29 | Regular |
| PMM-9 | 63 | Buena |
| PMM-10 | 47 | Regular |
| PMM-11 | 63 | Buena |
| PMM-P2-FA1 | 70 | Buena |
| PMM-P2-FA2 | 89 | Muy Buena |
| PMM-P3-FA1 | 88 | Muy Buena |

| PUNTOS DE MUESTREO | EPT | CALIDAD |
|---|---|---|
| PMM-P3-FA2 | 66 | Buena |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.7.3.2. Análisis por Punto de Muestreo*

A continuación, se detalla la información de los resultados obtenidos en relación a la recolección de macroinvertebrados acuáticos en los ecosistemas hídricos (n=15) ubicados dentro del área de estudio del Proyecto Bramaderos, en los que se efectuó el monitoreo biótico del segundo semestre del 2023 de fauna acuática.

a. PMM-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo)

- *Inventario*

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 350 individuos, pertenecientes a 25 morfoespecies, 17 familias, ocho (8) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-134.

Tabla 3-134: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-01 Quebrada El Almendral (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Phanocerus sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Psephenidae | *Psephenops sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanytarsinii mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 24 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 49 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 8 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 89 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 11 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 22 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 20 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 31 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 8 |
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 15 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 5 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Erpetogomphus sp.* | Caballito del diablo | 8 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 11 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 2 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 13 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 17 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 1 |
| 1 | 8 | 17 | 25 | - | 350 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. PMM-02 Quebrada Guarapal (aguas abajo)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 278 individuos, pertenecientes a 19 morfoespecies, 16 familias, siete (7) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-135.

Tabla 3-135: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-02 Quebrada Guarapal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe2. | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe3. | Escarabajos acuáticos | 5 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | Hydrophilidae mfe1. | Escarabajos acuáticos | 3 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 6 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | Stratiomyidae mfe1 | Larvas de moscas soldado negras | 4 |
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Haplohyphes sp.* | Efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 31 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 43 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 4 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 4 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Phyllogomphoides sp.* | Libélula | 19 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 50 |
| Insecta | Trichoptera | Helicopsychidae | *Helicopsyche sp.* | Frigáneas | 2 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 78 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 5 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 10 |
| 1 | 7 | 16 | 19 | - | 278 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

c. PMM-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 165 individuos, pertenecientes a 27 morfoespecies, 20 familias, nueve (9) órdenes y dos (2 clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-136.

Tabla 3-136: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-03 Quebrada Bramaderos (Linumá aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Gastropoda | Mesogastropoda | Thiaridae | Thiaridae mfe1. | Caracol de agua dulce | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | Hydrophilidae mfe1. | Escarabajos acuáticos | 3 |
| Insecta | Diptera | Blepharoceridae | *Limonicola sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 27 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 17 |
| Insecta | Hemiptera | Gerridae | *Trepobates sp.* | Patinador | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 21 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 11 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 13 |
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 4 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Phyllogomphoides sp.* | Libélula | 7 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 4 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 2 |
| Insecta | Odonata | Platystictidae | *Palaemnema sp.* | Caballito del diablo | 3 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 2 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 7 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 6 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 4 |
| 1 | 9 | 20 | 27 | - | 165 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. PMM-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 204 individuos, pertenecientes a 24 morfoespecies,19 familias, nueve (9) órdenes y dos (2) clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-137.

Tabla 3-137: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-04 Quebrada PMM-04 Quebrada El Guineo (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Heterelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Ptilodactylidae | *Anchytarsus sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Chironomus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 29 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 6 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Haplohyphes sp.* | Efímeros | 8 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 11 |
| Insecta | Hemiptera | Gerridae | *Brachymetra sp.* | Patinador | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 28 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 38 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 17 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 5 |
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 2 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 4 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 5 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Epigomphus sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 11 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 8 |
| Insecta | Trichoptera | Hydrobiosidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Polycentropodidae | *Polyplectropus sp.* | Frigáneas | 15 |
| Gastropoda | Basommatophora | Physidae | Physidae mfe1. | Caracol de agua dulce | 3 |
| 2 | 9 | 19 | 24 | - | 204 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

e. PMM-05 Quebrada Melonal (aguas abajo)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 71 individuos, pertenecientes a 10 morfoespecies, siete (7) familias, cuatro (4) órdenes y una clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-138.

Tabla 3-138: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-05 Quebrada Melonal (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Tanypodinae mfe1.* | Larvas de moscas acuáticas | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Tanytarsinii mfe1.* | Larvas de moscos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 12 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Paravelia sp.* | Patinador | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 10 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 5 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Pantala sp.* | Libélula | 12 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 11 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 13 |
| 1 | 4 | 7 | 10 | - | 71 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

f. PMM-06 Quebrada Melonal (aguas arriba)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 208 individuos, pertenecientes a 17 morfoespecies, trece (13) familias, siete (7) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-139.

Tabla 3-139: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-06 Quebrada Melonal (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Tanypodinae mfe1.* | Larvas de moscas acuáticas | 4 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | *Tanytarsinii mfe1.* | Larvas de moscos | 6 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 16 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 4 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 50 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 7 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 12 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 51 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 9 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 5 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 9 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Desmogomphus sp.* | Libélula | 5 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Libellula sp.* | Libélula | 2 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Pantala sp.* | Libélula | 11 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 11 |
| 1 | 7 | 13 | 17 | - | 208 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

g. PMM-07 Rio Playas (aguas arriba)

- *Inventario*

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 303 ejemplares, distribuidos en 17 morfoespecies, 14 familias, ocho (8) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-140.

Tabla 3-140: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-07 Rio Playas (aguas arriba) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Cylloepus sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 39 |
| Insecta | Diptera | Tabanidae | Tabanidae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 12 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 23 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 62 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 58 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 11 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 8 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 8 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Pantala sp.* | Libélula | 11 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 18 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 40 |
| Insecta | Trichoptera | Polycentropodidae | *Polyplectropus sp.* | Frigáneas | 5 |
| 1 | 8 | 14 | 17 | - | 303 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

h. PMM-08 Rio Playas (aguas abajo)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 55 individuos, pertenecientes a 12 morfoespecies, nueve (9) familias, ocho (8) órdenes y dos (2) clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-141.

Tabla 3-141: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-08 Rio Playas (aguas abajo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Cylloepus sp.* | Escarabajos acuáticos | 5 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Phanocerus sp.* | Escarabajos acuáticos | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 4 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 10 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua, madre de agua | 8 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 3 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 3 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 4 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 3 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 5 |
| Gastropoda | Basommatophora | Physidae | Physidae mfe1. | Caracol de agua dulce | 3 |
| 2 | 8 | 9 | 12 | - | 55 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

i. PMM-09 Quebrada Linumá

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se obtuvo el registro de 194 ejemplares, pertenecientes a 30 morfoespecies, 21 familias, nueve (9) órdenes y dos (2) clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-142.

Tabla 3-142: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-09 Quebrada Linumá - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | *Dytiscidae mfe1.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Heterelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 4 |
| Insecta | Coleoptera | Ptilodactylidae | *Anchytarsus sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 6 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanytarsinii mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 4 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | Stratiomyidae mfe1 | Larvas de moscas soldado negras | 2 |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | *Tipula sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 8 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 10 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 39 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 9 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 6 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 4 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 7 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 8 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Erpetogomphus sp.* | Caballito del diablo | 3 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 2 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 11 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 14 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 10 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 15 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 7 |
| Insecta | Trichoptera | Polycentropodidae | *Polycentropus sp.* | Frigáneas | 3 |
| Gastropoda | Basommatophora | Physidae | Physidae mfe1. | Caracol de agua dulce | 1 |
| 2 | 9 | 21 | 30 | - | 194 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

j. PMM -10 Quebrada El Limón (aguas arriba)

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 177 individuos, pertenecientes a 26 morfoespecies, 22 familias, nueve (9) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-143.

Tabla 3-143: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-10 Quebrada El Limón (aguas arriba)- Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | Dytiscidae mfe1. | Escarabajos acuáticos | 11 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Ptilodactylidae | *Anchytarsus sp.* | Escarabajos acuáticos | 4 |
| Insecta | Diptera | Athericidae | *Athericidae mfe1.* | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 7 |
| Insecta | Diptera | Limoniidae | *Hexatoma sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | *Tipula sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 17 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 6 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp1.* | Patinador | 24 |
| Insecta | Lepidoptera | Crambidae | Crambidae mfe1. | Larva de mariposa | 1 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 8 |
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 3 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 3 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Epigomphus sp.* | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Elga sp.* | Libélula | 4 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 11 |
| Insecta | Odonata | Polythoridae | Polythoridae mfe1. | Caballito del diablo | 1 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 12 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 22 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 9 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 12 |
| Insecta | Trichoptera | Polycentropodidae | *Polyplectropus sp.* | Frigáneas | 3 |
| 1 | 9 | 22 | 26 | - | 177 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

k. PMM -11 Quebrada El Almendral

- *Inventario*

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 328 ejemplares, pertenecientes a 29 morfoespecies, 20 familias, ocho (8) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-144.

Tabla 3-144: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-11 Quebrada El Almendral- Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Psephenidae | *Psephenops sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Ptilodactylidae | *Anchytarsus sp.* | Escarabajos acuáticos | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanytarsinii mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 9 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 15 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 12 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 13 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 27 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 17 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 15 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 15 |
| Insecta | Odonata | Calopterygidae | *Hetaerina sp.* | Caballito del diablo | 10 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 10 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Epigomphus sp.* | Libélula | 4 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Dythemis sp.* | Libélula | 3 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Erythrodiplax sp.* | Libélula | 33 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 43 |
| Insecta | Trichoptera | Calamoceratidae | *Phylloicus sp.* | Frigáneas | 5 |
| Insecta | Trichoptera | Glossosomatidae | *Mortoniella sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Helicopsychidae | *Helicopsyche sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 41 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 25 |
| Insecta | Trichoptera | Odontoceridae | *Marilia sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 2 |
| Insecta | Trichoptera | Polycentropodidae | *Polycentropus sp.* | Frigáneas | 5 |
| 1 | 8 | 20 | 29 | - | 328 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

l. PMM -P2-FA1 Río Catamayo

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se obtuvo el registro de 309 individuos, pertenecientes a 24 morfoespecies, 18 familias, nueve (9) órdenes y dos (2) clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-145.

Tabla 3-145: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P2-FA1 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Gastropoda | Mesogastropoda | Thiaridae | Thiaridae mfe1. | Caracol de agua dulce | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 3 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Phanocerus sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 6 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | Stratiomyidae mfe1 | Larvas de moscas soldado negras | 4 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 33 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 6 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Farrodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 96 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 12 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 11 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 13 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 15 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Aphylla sp.* | Caballito del diablo | 4 |
| Insecta | Odonata | Gomphidae | *Phyllogomphoides sp.* | Libélula | 3 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 15 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 3 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 37 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 25 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 7 |
| 2 | 9 | 18 | 24 | - | 309 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

m. PMM -P2-FA2 Río Catamayo

- *Inventario*

En este cuerpo de agua se obtuvo el registro de 322 individuos, distribuidos en 19 morfoespecies, 15 familias, ocho (8) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-146.

Tabla 3-146: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P2-FA2 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 16 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 8 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Camelobaetidius sp.* | Efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 8 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 78 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 42 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 4 |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 3 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 2 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 1 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 68 |
| Insecta | Trichoptera | Hydrobiosidae | *Atopsyche sp.* | Frigáneas | 4 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 53 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Smicridea sp.* | Frigáneas | 18 |
| Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | *Chimarra sp.* | Frigáneas | 6 |
| 1 | 8 | 15 | 19 | - | 322 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

n. PMM -P3-FA1 Río Catamayo

- *Inventario*

En este punto de muestreo se obtuvo el registro de 267 individuos, pertenecientes a 17 morfoespecies, 13 familias, ocho (8) órdenes y una (1) clase. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-147.

Tabla 3-147: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P3-FA1 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Macrelmis sp.* | Escarabajos acuáticos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | *Phanocerus sp.* | Escarabajos acuáticos | 1 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | *Simulium sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Diptera | Tabanidae | *Tabanus sp.* | Larvas de moscas acuáticas | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Baetodes sp.* | Efímeros | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Mayobaetis sp.* | Efímeros | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 21 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 61 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 73 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Cryphocricos sp.* | Chinche acuática | 7 |
| Insecta | Hemiptera | Naucoridae | *Limnocoris sp.* | Chinche acuática | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 7 |

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | *Corydalus sp.* | Perros de agua | 10 |
| Insecta | Odonata | Libellulidae | *Macrothemis sp.* | Libélula | 1 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 28 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 46 |
| Insecta | Trichoptera | Odontoceridae | *Marilia sp.* | Frigáneas | 2 |
| 1 | 8 | 13 | 17 | - | 267 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

o. PMM -P3-FA2 Río Catamayo

- *Inventario*

En esta estación de monitoreo se obtuvo el registro de 130 individuos, distribuidos en 14 morfoespecies, 11 familias, siete (7) órdenes y dos (2) clases. Las especies encontradas en este punto se detallan en la Tabla 3-148.

Tabla 3-148: Especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el punto PMM-P3-FA2 (Río Catamayo) - Proyecto Minero Bramaderos

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | MORFOESPECIE | NOMBRE COMÚN | ABUNDANCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Orthocladiinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 3 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Tanypodinae mfe1. | Larvas de moscas acuáticas | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | *Camelobaetidius sp.* | Efímeros | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Leptohyphes sp.* | Efímeros | 18 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptohyphidae | *Tricorythodes sp.* | Efímeros | 4 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Atopophlebia sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 29 |
| Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | *Thraulodes sp.* | Moscas de mayo o efímeros | 7 |
| Insecta | Hemiptera | Veliidae | *Rhagovelia sp2.* | Patinador | 29 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | *Argia sp.* | Caballito del diablo | 6 |
| Insecta | Plecoptera | Perlidae | *Anacroneuria sp.* | Moscas de la piedra | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Glossosomatidae | *Mortoniella sp.* | Frigáneas | 1 |
| Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | *Leptonema sp.* | Frigáneas | 20 |
| Insecta | Trichoptera | Odontoceridae | *Marilia sp.* | Frigáneas | 5 |
| Bivalvia | Veneroida | Sphaeriidae | *Pisidium sp.* | Concha | 5 |
| 2 | 7 | 11 | 14 | - | 130 |

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

### *3.7.3.3. Aspectos Ecológicos*

Los aspectos ecológicos fueron analizados para los macroinvertebrados registrados en los 15 sitiosmonitoreados en el área del proyecto.

a. Nicho Trófico

Las morfoespecies de macroinvertebrados registrados en los ecosistemas hídricos del proyecto se clasifican en cinco (5) gremios tróficos (Herbívoros, Carnívoros, Detritívoros, Nectarívoro/Hematófago y No determinado o sin información).

El grupo más representativo es el de los Carnívoros con el 43% (n=30) del total monitoreado, luego están los Detritívoros con el 39% (n=27), seguido de los Herbívoros con el 12% (n=8), y, finalmente los gremios Nectarívoro/Hematófago y No determinado, cada uno con el 3% (n=2). En la Figura 3-136 se incluyen los resultados de los nichos tróficos registrados.

Los resultados de este aspecto se pueden revisar en el Anexo de Tablas de Registros (7 Tablas_Registros_Macroinvertebrados) donde está la lista de las morfoespecies y cada uno de los nichos tróficos a los que corresponden.

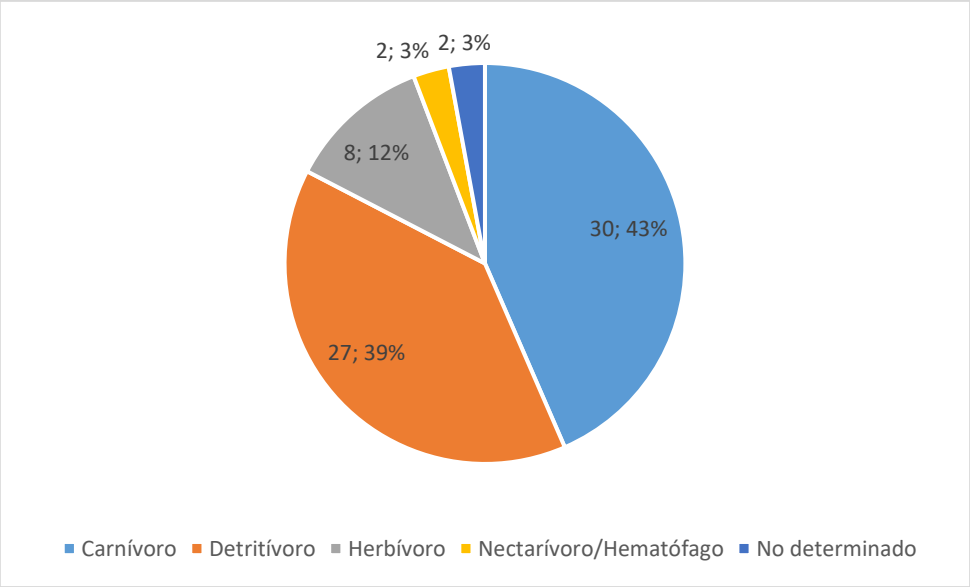



Figura 3-136: Nicho trófico de las especies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

b. Estado de Conservación

Actualmente en las listas UICN (2023) y CITES (2023) no se registra ninguna de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos.

c. Sensibilidad

En los ecosistemas hídricos monitoreados se registró un mayor número de morfoespecies de alta y media sensibilidad con el 49% (n=34) y 36% (n=25), respectivamente. Las especies de sensibilidad baja reportaron el 13% (n=9), y, por último, se registró una especie de la cual no se determinó su sensibilidad con el 1% de representatividad dentro de la muestra (n=1).

En la Figura 3-137 se puede revisar los porcentajes de sensibilidad de las morfoespecies registradas en los 15 puntos de monitoreo.

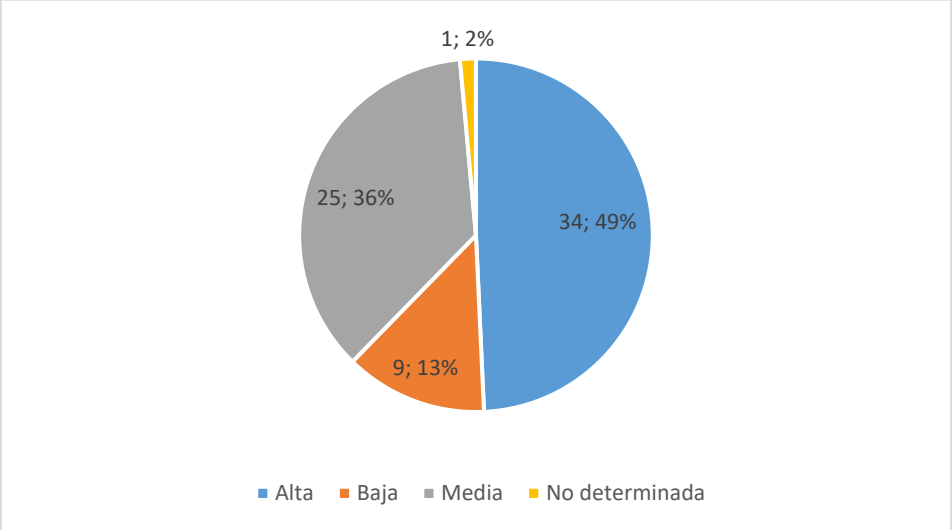



Figura 3-137: Sensibilidad de las morfoespecies de Macroinvertebrados acuáticos registradas en el Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: Información del levantamiento de campo, agosto 2023.
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, septiembre 2023.

d. Uso del Recurso

De acuerdo con información generada mediante conversaciones informales con el personal de apoyo (guía de campo) de la empresa Bramaderos, indican que en el área de influencia del Proyecto Minero Bramaderos, la población local a veces utiliza a las larvas del género *Corydalus* sp. (Familia Corydalidae, “madre de agua o perro de agua”) como cebo para pescar. No se registraron otros usos de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos por parte de los comuneros.

### 3.7.4. Comparación entre estudios previos

a. Riqueza y Abundancia

En el área del proyecto Bramaderos se han realizado hasta la fecha un total de 10 estudios: EsIA (LB) y nueve (9) monitoreos bióticos, en el periodo que comprende los años 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023, de forma semestral, incluyendo los resultados del presente documento. La riqueza promedio de macroinvertebrados acuáticos en los cuerpos de agua del proyecto aumentó con esta última campaña de monitoreo obteniendo un valor de 32 morfoespecies.

Con el segundo monitoreo de este año (agosto 2023), la riqueza de especies aumentó en relación a monitoreos anteriores, obteniendo un total de 69 morfoespecies, siendo la campaña con mayor cantidad de registros (Figura 3-138).

Es probable que esta variación pueda deberse a que este año, se extendió la época lluviosa en toda la zona, aumentando el periodo de precipitación en el área, manteniendo con agua a algunos ecosistemas, que en esta época tienen bajo caudal, o como en el caso de algunos cuerpos de agua temporales, que suelen encontrarse sin caudal. Es importante indicar que la campaña en época seca, se realizó en el mes de

agosto, y no en septiembre, como se realizaba usualmente, lo cual modifica las condiciones en las que se realiza el monitoreo.

Un ejemplo de lo mencionado es que los 15 puntos de monitoreo presentaron agua, con lo que fue posible obtener muestras en todos los ecosistemas acuáticas analizados, lo que aumenta la diversidad (riqueza y abundancia) de los macroinvertebrados para la zona de estudio.

Se debe tener en cuenta que las variaciones climáticas producen cambios en las condiciones físicas y biológicas de las cuencas, lo que se ve reflejado en la fluctuación de registros por especie entre campañas de monitoreo. Esto se produce por la estacionalidad (seca/lluviosa) del ecosistema (bosque seco) característico de la zona de estudio, así como a los meses en los que se ejecuta el monitoreo.

Finalmente, en la Figura 3-138 se muestran los valores de riqueza obtenido en los estudios realizados en el área del proyecto para los macroinvertebrados acuáticos.

La campaña de monitoreo con mayor abundancia de individuos es la ejecutada en agosto (2023), durante la época seca, con un total de 3361 registros, siendo aún mayor que la abundancia de macroinvertebrados acuáticos reportada en el mes de septiembre de 2021 con 1877 registros.

En cuanto a, la campaña de septiembre de 2022, la abundancia (N=1388) aumentó en relación al monitoreo anterior (marzo 2022, N=821), y disminuyendo durante este monitoreo (marzo 2023, N=888). Esto puede explicarse debido a que durante la época seca existe una baja de caudal en los cuerpos hídricos del área de estudio, incluso algunos de ellos no presentan agua, es por esto, que los macroinvertebrados buscan refugios en las rocas y en zonas que mantienen agua para poder sobrevivir, lo cual facilita la recolección de los diferentes grupos, ya que se acumulan en estas zonas, haciendo que la muestra sea abundante en relación a densidad de individuos que se puede encontrar durante la época lluviosa, debido principalmente al aumento del caudal, lo que dificulta poder colectarlos.

De todas formas, la cantidad de especímenes registrados a lo largo de los monitoreos, muestra que las comunidades se mantienen constantes en su diversidad, a pesar de los cambios climáticos, ya que los últimos muestreos indican que existe una abundancia importante de estos grupos dentro de los ecosistemas valorados, y que en periodos donde se extiende más la época lluviosa, puede encontrarse cuerpos de agua con caudal bajo, como en la campaña de agosto del presente año.

En ese contexto, la cantidad de muestra obtenida, con el mismo esfuerzo de muestreo aumenta en densidad, obteniendo para este monitoreo una muestra abundante, con una composición variada y representativa la cual permite respaldar mejor los análisis estadísticos de este componente.

En la Figura 3-138 se pueden ver las fluctuaciones de densidad de los macroinvertebrados durante los estudios bióticos ejecutados en el área del proyecto.

b. Diversidad

El valor promedio de diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrado históricamente en los cuerpos de agua del proyecto es de H’=2.25, que se interpreta

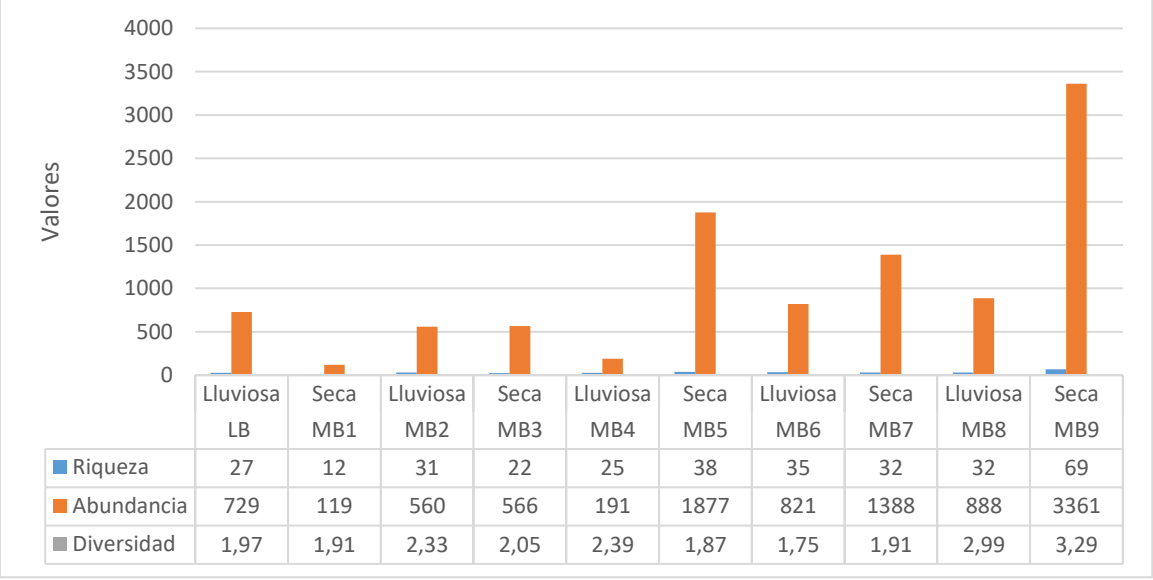
como diversidad Media. Los valores analizados se mantienen con poca variación entre las campañas de estudio manteniendo una distribución de morfoespecies medianamente diversa.

Estos valores muestran que las morfoespecies de macroinvertebrados que se distribuyen en los ecosistemas hídricos son similares y comparten su composición, siendo valores estables a pesar de ser una zona antropizada, donde se evidencia la alteración de los cuerpos de agua que son usados como fuente de riego para los cultivos, para recreación y como fuentes de agua para el ganado y para la población asentada en la zona.

Cabe indicar, que las morfoespecies que viven en los cuerpos de agua de esta zona están adaptados a la estacionalidad del área, y han desarrollado estrategias para su supervivencia durante la época seca (algunas especies utilizan huevos inactivos, sobrevivir a condiciones secas o a un período de diapausa cuando las condiciones ambientales las condiciones son duras) (Bonacina et al., 2023), lo que mantiene sus poblaciones latentes hasta que vuelva a llegar la época lluviosa, retornando al caudal de cada ecosistema hídrico para continuar con sus procesos de desarrollo.

Por último, la presente campaña de campo mostró el valor más alto de diversidad de todos los estudios realizados en el proyecto, con un valor de H=3,29 diversidad media.

En la Figura 3-138, se muestran los valores de diversidad estimados mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener para los macroinvertebrados acuáticos.




| | Lluviosa LB | Seca MB1 | Lluviosa MB2 | Seca MB3 | Lluviosa MB4 | Seca MB5 | Lluviosa MB6 | Seca MB7 | Lluviosa MB8 | Seca MB9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Riqueza | 27 | 12 | 31 | 22 | 25 | 38 | 35 | 32 | 32 | 69 |
| Abundancia | 729 | 119 | 560 | 566 | 191 | 1877 | 821 | 1388 | 888 | 3361 |
| Diversidad | 1,97 | 1,91 | 2,33 | 2,05 | 2,39 | 1,87 | 1,75 | 1,91 | 2,99 | 3,29 |

Figura 3-138: Comparación de riqueza, abundancia y diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos en las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: EsIA, 2017. Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2020. Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2021. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2022. Ecuambiente Consulting Group, Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2023.
Elaborado: Ecuambiente. Consulting Group, marzo 2023.

### c. Similitud

Los monitoreos MB7 y MB8 comparten la mayor similitud en cuanto a la composición de especies, en relación a las otras campañas. En contarste, el actual monitoreo MB9, se muestra por fuera de los otros estudios, siendo un grupo externo y con menor semejanza en compsición con los otros puntos valorados. Esto se puede corroborar con la alta riqueza y abudancia registarda en la novena campaña de monitoreo de este componente.

La variación de la composición de especies durante las campañas de estudio se muestran en la Figura 3-139.

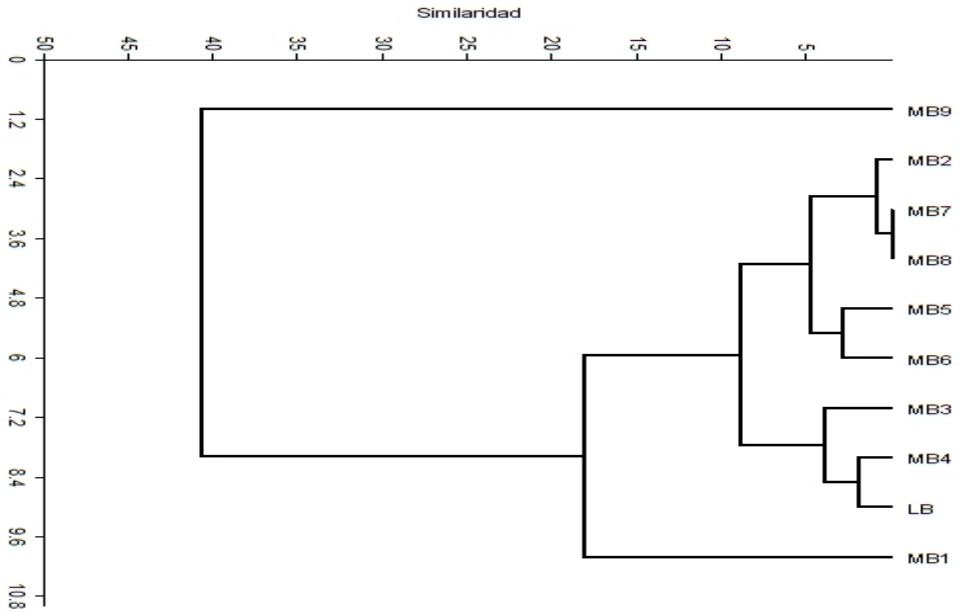



Figura 3-139: Cluster de similitud en la composición de especies de macroinvertebrados acuáticos entre las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: EsIA, 2017. Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2020. Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2021. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2022. Ecuambiente Consulting Group, Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2023.
Elaborado: Ecuambiente. Consulting Group, marzo 2023.

d. Especies sensibles e indicadoras de cambios en los ecosistemas: EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Analizando los estudios realizados en el área del proyecto durante los años 2017 a 2023, los valores de este índice se mantienen en un promedio de 40, los cuales son considerados como valores bajos de representatividad de estos grupos en los cuerpos de agua, indicando procesos de antropización de los ecosistemas acuáticos, con una calidad de agua Regular, ya que los especímenes de estos grupos son sensibles a las afectaciones producidas sobre sus hábitats, lo cual disminuye su diversidad.

De acuerdo al análisis de temporalidad, y, si confrontamos los monitoreos ejecutados en época seca con los ejecutados en la época lluviosa, la cantidad o la presencia de los grupos EPT es mayor durante la estación seca; lo cual puede deberse a que durante el estiaje la recolección de especímenes es más fácil, ya que como presentan caudales bajos, esto permite el ingreso a zonas más profundas del río, ya que, los macroinvertebrados se esconden en piedras o en pozas donde existe agua.

La variación de los valores de EPT´s durante las campañas de estudio se muestran en la Figura 3-140.

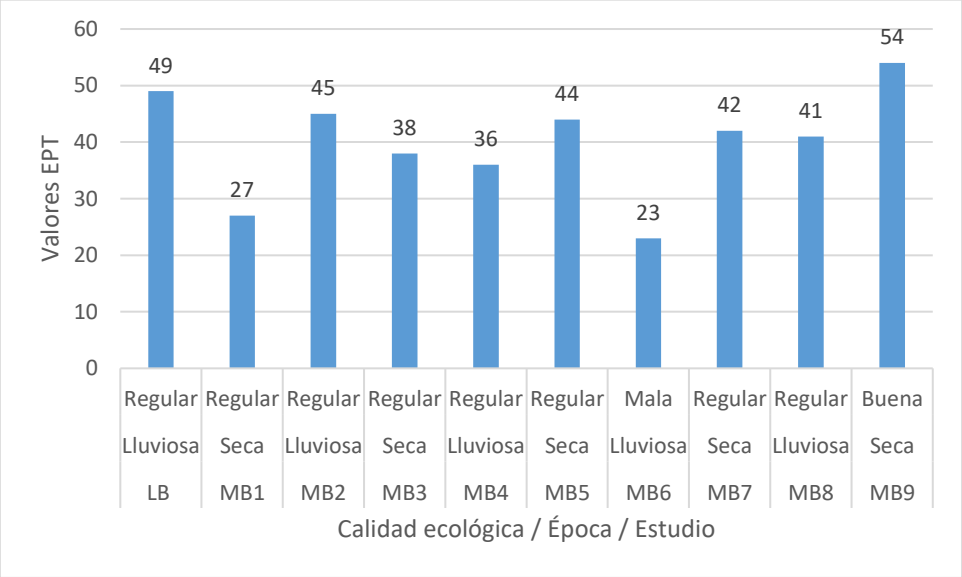



Figura 3-140: Comparación de valores de EPT en las campañas de monitoreo biótico - Proyecto Minero Bramaderos

Fuente: EsIA, 2017. Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2020. Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2021. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2022. Ecuambiente Consulting Group, Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2023.
Elaborado: Ecuambiente. Consulting Group, marzo 2023.

Usando el índice EPT para analizar la calidad de agua de los ecosistemas hídricos del proyecto, se constata que existe una variación en cuanto al estado de conservación ecológica de los cuerpos de agua, lo cual también se relaciona a los cambios climáticos propios del ecosistema (bosque seco), que hace que los cuerpos hídricos varíen su caudal de acuerdo con la estacionalidad, lo cual afecta a la distribución de las morfoespecies presentes en los puntos de muestreo.

El mayor valor del índice EPT se registró para la presente campaña de monitoreo (agosto, 2023), indicando una calidad de agua Buena.

Como se indica en el monitoreo de marzo, 2021 se observa que en la etapa de Línea Base los cuerpos de agua presentaron calificaciones que expresan buen estado de conservación. En las siguientes campañas se observan cambios y valores deficitarios como es el caso de M1 donde se contabilizaron a cuatro (4) puntos con calidad regular, señalando que la disminución de caudales de los cuerpos de agua muestra como tendencia, una disminución en la calidad ecológica y que es propia del área de estudio.

Durante la campaña de monitoreo (marzo de 2023), los cuerpos de agua mostraron un decrecimiento en la calidad en relación a estudios anteriores. Los valores de morfoespecies sensibles (EPT) fueron registradas en cantidades bajas, lo cual también influye en los valores bajos de este índice. Como fue mencionado en párrafos anteriores, la cantidad de individuos de EPT es más fácil de registrar en época seca, por lo que los cambios, de forma general, muestran una mejora en la calidad de agua de los ecosistemas evaluados.

En resumen, el estado de calidad de agua estimado mediante el índice BMWP/Col que de forma general muestra cuerpos hídricos con alteración o contaminación, indica que además de las presiones antrópicas, los cambios estacionales afectan al desarrollo y presencia de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de esta zona. No obstante, para el presente monitoreo (agosto 2023), la calidad del agua, según el BMWP/Col mostró valores más altos que en campañas anteriores, lo que muestra una mejora en la calidad del agua de los ecosistemas evaluados.

Un mayor valor del BMWP/Col se produce por el aumento de la riqueza o variabilidad de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, lo cual se debe a lo explicado en párrafos anteriores, indicando que, en épocas de transición entre lluviosa a seca, los distintos grupos de macroinvertebrados (especialmente insectos) se agrupan en zonas donde se mantiene el agua, lo que ayuda a la recolección de una mayor cantidad de individuos de distintas familias de este componente.

En la Tabla 3-149, a continuación, se puede ver los resultados obtenidos de acurdo al análisis de este índice.

Tabla 3-149: Comparación de valores de BMWP en las campañas de monitoreo biótico- Proyecto Minero Bramaderos

| **Localidad** | **Almendral** | | **Limón-Guarapal** | | **Linumá** | | **Guineo - Limonal** | | | **Río Playas** | | **Río Catamayo** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Punto de monitoreo /estudio** | PMM-11 | PMM-01 | PMM-10 | PMM-02 | PMM-03 | PMM-09 | PMM-04 | PMM-05 | PMM-06 | PMM-07 | PMM-08 | PMM-P2-FA1 | PMM-P2-FA2 | PMM-P3-FA1 | PMM-P3-FA2 |
| Línea Base | – | Buena | – | Buena | Buena | – | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | – | – | – | – |
| MB1: Seca | Aceptable | Buena | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Regular | Regular | Buena | Aceptable | Buena | Regular | Aceptable | Aceptable | Regular |
| MB2: Lluviosa | Buena | Buena | Buena | Sin Caudal | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Aceptable | Buena | Buena | Buena | Buena |
| MB3: Seca | Buena | Regular | Buena | Sin Caudal | Regular | Sin Caudal | Sin Caudal | Sin Caudal | Sin Caudal | Aceptable | Aceptable | Buena | Buena | Aceptable | Buena |
| MB4: Lluviosa | Buena | Buena | Aceptable | Buena | Buena | Buena | Buena | Aceptable | Aceptable | Buena | Buena | Buena | Aceptable | Aceptable | Buena |
| MB5: Seca | Buena | Aceptable | Aceptable | Sin Caudal | Aceptable | Buena | Aceptable | Sin Caudal | Aceptable | Aceptable | Regular | Aceptable | Buena | Aceptable | Aceptable |
| MB6:Lluviosa | Buena | Regular | Buena | Regular | Mala | Muy Mala | Mala | Muy Mala | Muy Mala | Muy Mala | Mala | Regular | Mala | Mala | Mala |

| Localidad | Almendral | | Limón-Guarapal | | Linumá | | Guineo - Limonal | | | Río Playas | | Río Catamayo | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Punto de monitoreo /estudio | PMM-11 | PMM-01 | PMM-10 | PMM-02 | PMM-03 | PMM-09 | PMM-04 | PMM-05 | PMM-06 | PMM-07 | PMM-08 | PMM-P2-FA1 | PMM-P2-FA2 | PMM-P3-FA1 | PMM-P3-FA2 |
| MB7: Seca | Buena | Regular | Regular | Sin Caudal | Muy Mala | Regular | Mala | Sin Caudal | Sin Caudal | Regular | Regular | Muy Buena | Regular | Buena | Muy Buena |
| MB8: Lluviosa | Regular | Regular | Regular | Sin Caudal | Mala | Regular | Sin Registros | Sin Caudal | Sin Caudal | Sin Registros | Muy Mala | Muy Mala | Regular | Regular | Regular |
| MB9: Seca | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Buena | Aceptable | Buena | Buena | Aceptable | Buena | Buena | Buena | Aceptable |

Fuente: EsIA, 2017. Ecuambiente Consulting Group; Monitoreo biótico 2019. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2020. Ecuambiente Consulting Group. Monitoreo biótico 2021. Ecuambiente Consulting Group, Monitoreo biótico 2022. Ecuambiente Consulting Group.
Elaborado: Ecuambiente. Consulting Group, marzo 2023.

# 4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 4.1. Discusión

### 4.1.1. Flora

La dinámica de los bosques está determinada por la riqueza y abundancia de especies, así como también, por la presencia de especies conspicuas y especies raras, especies endémicas y en peligro, en conjunto todas estas especies contribuyen a la dinámica y estructura de los bosques.

En el área de estudio la formación vegetal presente según el MAE (2013), es: Bosque Semideciduo Piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01) los cuales son bosques semideciduos con un dosel que alcanza los 20 m de altura. Dentro de las especies diagnosticas podemos nombrar: *Bauhinia aculeata, Centrolobium ochroxylum, Cochlospermum vitifolium, Machaerium millei, Pradosia montana, Senna mollissima, Triplaris cumingiana, Croton wagneri, Pisonia aculeata*.

La bromelia *Tillandsia usneoides* conocida localmente como salvaje es una epifita dominante en este tipo de bosque. Las especies de lianas se encuentran preferentemente en las quebradas. Este ecosistema representa a los bosques secos estacionales del piedemonte de la Cordillera Occidental. Se caracteriza por la presencia de especies arbóreas, abundantes arbustos y hierbas que en temporada lluviosa crecen sobre laderas con pendientes moderadas de 20 a 30% en suelos muy pedregosos (Aguirre y Kvist 2005 en MAE, 2013). Se distribuyen entre 400 y 1600 msnm en las provincias de Azuay, El Oro y Loja, debido a esta ubicación altitudinal es un sistema heterogéneo producto del contacto entre las distintas regiones y provincias biogeográficas donde confluyen la flora norandina y el Pacífico Ecuatorial.

El estado de conservación de estos bosques es regular, cuando se altera con incendios y conversión de uso del suelo se pierden muchos elementos originales y el bosque se degrada, indicando que la resiliencia de este ecosistema es baja. Al degradarse el sistema se transforma en un arbustal semideciduo con un dosel entre 5 y 6 m con pocos árboles emergentes remanentes de la vegetación original (Aguirre y Kvist 2005 en MAE 2013).

Es importante reconocer que en este tipo de estudios los individuos de menor tamaño de diámetro (<10 cm DAP) son los más abundantes en la estructura del bosque y, además, son los mayores contribuyentes en los cambios de composición, abundancia y estructura de los bosques, debido al aumento del reclutamiento de especies pioneras y al aumento de la tasa de mortalidad (Camargo y Kapos 1995, Rodrigues 1998).

En cuanto a la diversidad que se registró en los análisis, el área muestreada presentó una diversidad similar a otros estudios reportados el Ecuador (Quintana, 2013). De esta manera en el bosque semideciduo se registraron 27 especies de árboles, agrupadas en 27 géneros y 16 familias, en el bosque de galería se registraron 29 especies de árboles agrupadas en 29 géneros y 19 familias y en el bosque de faique se registraron 13 especies de árboles agrupadas en 12 géneros y 10 familias.

Durante la fase de campo, en la parcela PM1 PBG009, el individuo 24 presentó frutos, lo que ayudó a su identificación taxonómica, la cual fue corregida y/o actualizada, ya que anteriormente tenía otra identificación; por lo mencionado, y luego de una revisión

por un taxónomo, su determinación final fue incluida en el informe como *Cedrela kuelapensis* (Palacios et al., 2023).

Otro de los componentes muy importantes dentro de la diversidad de especies en el área de estudio es la presencia de especies sensibles. Se registró un total de 37 especies importantes para la ciencia en base a su estado de conservación. De estas especies, 36 poseen una categoría de amenaza según la UICN (2023) y cinco son CITES (2023) Apéndice II las cuales son: *Armatocereus cartwrightianus, Cereus diffusus, Espostoa lanata, Opuntia soederstromiana* y *Opuntia pubescens* de la familia Cactaceae. No se registraron especies endémicas en el área de estudio.

Las especies más sensibles en base a la categoría de la UICN son: *Jungia glandulifera* de la familia Asteraceae, *Jatropha nudicaulis* de la familia Euphorbiaceae con estado de conservación En Peligro (EN); *Jacaranda mimosifolia* de la familia Bignoniaceae, de la familia Bignoniaceae y *Pradosia montana* de la familia Sapotaceae que poseen estado de conservación Vulnerable (VU)

Al analizar la riqueza de especies en cada una de las coberturas vegetales dentro del área de estudio se observó que el bosque con mayor diversidad de especies, géneros y familias fue el bosque de galería, mientras que, el bosque de faique al ser monoespecífico registró la menor diversidad de especies géneros y familias.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon, el bosque semideciduo y bosque de galería presentaron una diversidad meda, mientras que el bosque de faique presentó una diversidad baja. En cuanto al índice de diversidad de Simpson fue alto para el bosque semideciduo y el bosque de galería, ya que estos bosques presentan una alta heterogeneidad en el área de estudio. Mientras que para el bosque de faique este índice también fue bajo, lo cual es congruente con la estructura natural de este bosque ya que se trata de un bosque dominado en un 90 % de faique.

Al observar los datos a través del tiempo en las distintas formaciones vegetales se observa que, para el bosque semideciduo, de galería y faique, las alteraciones no son significativas y responden a la dinámica natural del bosque en el cual las tasas de mortalidad y reclutamiento están en equilibrio.

En cuanto al monitoreo de arbustos, se observa en el presente monitoreo, una disminución en cuanto a la abundancia, esta disminución es mayor al monitorear las hierbas, esto se debe a las condiciones de los bosques secos que tienen a disminuir estos estratos en épocas secas, además las hierbas son constantemente comidas por animales como vacas, chivos y burros, disminuyendo su densidad en el área de estudio.

### 4.1.2. Mastofauna

El presente monitoreo permitió documentar la presencia de 13 especies de mamíferos, a través de métodos de muestreos cuantitativos y cualitativos. La riqueza alcanza un 2,78 % en comparación con las especies registradas a nivel nacional (n= 467 especies; Tirira, 2023.a). Una representación sumamente baja en términos de composición y abundancia de especies, esta realidad se podría explicar por el tipo de composición vegetal en la que está incluido este proyecto, donde la presencia de especies de mamíferos no es tan alta, aunque se registran algunas especies de mamíferos que no son comunes en otras zonas del país.

La fragmentación del bosque, como menciona Bustamante y Grez (1995) y Fahrig (2007), ocasionadas por las actividades humanas (o antrópicas) causan aspectos negativos en la composición e interacciones biológicas, así como en las funciones paisajísticas y funcionales; entonces, se puede interpretar que la composición de fauna va cambiando de acuerdo con los impactos que se ejercen sobre los bosques. Bajo esta consideración, y desde un enfoque general para el área del Proyecto minero Bramaderos, se puede decir que existe un cambio de composición, expresado en el reducido número de especies de mamíferos en términos generales hablando.

Las especies bioindicadoras no necesariamente son las que reaccionan negativamente a los cambios de hábitat, también son las especies que reaccionan de forma positiva a estas acciones, como menciona Favila y Halffter (1997): *"las especies deben cumplir ciertos requerimientos: Ser un gremio numeroso y bien definido dentro de las comunidades; existencia de información sobre la historia natural y taxonómica; ser de fácil captura, y que el registro de datos proporcione información ecológica para determinar la composición y estructura del gremio con la interacción del resto de la comunidad"*, por ejemplo, sobre todo la subfamilias Stenodermatinae, la cual puede reflejar la incidencia de un nivel de perturbación en el bosque, como lo sugieren varios autores (Mena, 2010; Toscano y Burneo, 2012; Mejía, 2017; Medellín y Vízquez, 2014).

El registro abundante algunas especies de quirópteros, sugiere que, existen zonas que mantienen cierto nivel de intervención, como es el caso de *Artibeus aequatorialis y Desmodus rotundus,* siendo este último (el murciélago vampiro común) uno de los registros que más llama la atención, pues no se habían registrado números tan elevados de estos murciélagos en estudios previos.

La Familia Phyllostomidae, es la familia de mamíferos más abundante en el Ecuador, con más de 100 especies, además pertenece al Orden Chiroptera, el cual presenta la mayor diversidad de especies en el Ecuador (149 especies aproximadamente) (Tirira, 2017). Se capturaron dos familias de quirópteros, pero la familia Phillostomydae fue la más abundante. Entre las capturas más representativas se encuentran las especies de murciélagos del género *Glossophaga*, en especial la especie *Glossophaga soricina*; esta especie estuvo presente en la zona con un número representativo de individuos que presenta la mayor abundancia entre los registros. Para este estudio se tomarán como indicadores *Artibeus aequatorialis y Desmodus rotundus.*

### 4.1.3. Avifauna

El monitoreo de la concesión Bramaderos indicó que el área mantiene una avifauna especiosa y diversa. La composición y riqueza de especies de aves registrada fue similar a la reportada en otras localidades del suroccidente de Ecuador con una prevalencia de especies de insectívoros, granívoros y omnívoros de pequeño y mediano tamaño adaptados a vegetación xerofítica y semidecidua (Tinoco, 2009). Las familias que registraron la mayor riqueza de especies correspondieron a Tyrannidae y Thraupidae de manera similar a lo hallado en localidades cercanas como la reserva La Ceiba y la Cordillera Arañitas (Benitez & Sanchez, 2001; Ordóñez-delgado & González, 2016). Otras familias con una moderada riqueza de especies como Columbidae, Psittacidae, Picidae y Troglodytidae fueron también importantes en la composición de la avifauna del área y de cada uno de los puntos de muestreo.

El valor de riqueza global de especies registrado durante el período de monitoreo fue similar a los valores reportados en otras localidades de bosque seco como la cercana

reserva La Ceiba que registra 63 especies, y con un mayor esfuerzo de muestreo (Tinoco, 2009). No obstante, la riqueza total registrada en agosto de 2023 en Bramaderos fue menor a la encontrada durante la época seca en el bosque petrificado de Puyango donde se han registrado 91 especies (Luzuriaga-Aveiga & Cisneros-Heredia, 2022) o a los valores de 93 y 88 especies reportados para los sitios de Achiotes y El Faique en el Cerro Cazaderos, respectivamente (Bonaccorso et al., 2007; Santander et al., 2005). La menor riqueza observada en Bramaderos esta probablemente asociada a su mayor altitud con respecto a la zona de Cerro Cazaderos y también a un mayor impacto y degradación de la vegetación natural en ciertos sectores como PMA 3 y PMA 4, sometidos a una alta presión de pastoreo de ganado caprino, equino y vacuno. Esto fue reflejado también en el menor valor del índice de diversidad de Shannon encontrado en agosto de 2023 en comparación a marzo de 2023 para el punto PMA 1.

El análisis histórico de la composición de especies indicó también que hasta el momento se han registrado 125 especies de aves dentro del área de la concesión Bramaderos. Este valor es bastante alto y representa un 65 % de las 191 especies reportadas para el Bosque Petrificado de Puyango (Luzuriaga-Aveiga & Cisneros-Heredia, 2022). No obstante, el promedio de riqueza de especies registrado para la concesión es de 65 especies solamente y similar a la cercana Reserva La Ceiba (Tinoco, 2009). El valor de riqueza de especies encontrado en agosto de 2023 fue mayor a los registrados en los monitoreos de 2021 y 2022, que no sobrepasaron las 65 especies de manera similar a lo observado en el monitoreo de marzo en la época lluviosa. Sin embargo, el valor de riqueza fue menor a lo reportado en 2017, indicando que ha ocurrido una reducción de al menos un 9 %, lo cual requiere monitoreo. Esta reducción estuvo acompañada de la ausencia de registros de algunas especies como *Ortalis erythroptera*, *Pseudastor occidentalis*, *Geranoaetus polyosoma*, *Grallaria watkinsii, Contopus cinereus o Sittasomus griseicapillus* registradas principalmente en el sector de El Naranjo y cuya presencia debe confirmarse en otras zonas de la concesión Bramaderos.

Por otro lado, durante el monitoreo de agosto de 2023 se registró la presencia de al menos 17 especies de distribución geográfica restringida a la región Tumbesina. Entre estas destacaron *Thaumasius baeri, Chaetocercus bombus, Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrrhoptera, Cyanocorax mystacalis,* y *Myiothlypis fraseri*, que se encuentran amenazadas o casi amenazadas de extinción. Por otro lado, los bosques de la concesión Bramaderos mantienen aún poblaciones importantes de psitácidos como *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrroptera* y el muy escaso Perico Cordillerano *Psittacara frontatus*, que fue registrado nuevamente en este período de monitoreo.

La mayoría de individuos de estas especies se hallaron en la vegetación de los puntos de muestreo PMA 3 y PMA 4 que se identificaron como zonas de alimentación importantes para estas especies. Estas áreas son importantes también para *Cyanocorax mystacalis* también en riesgo de extinción. El Perico Carirrojo *Psittacara erythrogenys* se mantiene como la especie más abundante dentro de la zona de estudio de manera similar a lo encontrado en la línea base en el año 2017 (Ecuambiente Consulting Group 2017).

Los datos de abundancia mostraron, sin embargo, también fluctuaciones en la presencia de algunas especies respecto a la época lluviosa incluyendo una mayor abundancia del Perico Cachetigris *Brotogeris pyrrhoptera* y del Pinzón Azafranado *Sicalis flaveola*. Fue notable también ligeros cambios en la composición que incluyeron la adición de especies que no habían sido registradas en el área como *Chordeiles acutipennis,*

*Chaetocercus bombus, Accipiter bicolor* y *Buteo albonotatus*, además de algunas ocasionalmente halladas en monitoreos anteriores como *Campephilus gayaquilensis*, *Melanopareia elegans* y *Arremon abeillei*. Estos resultados y la ausencia de algunas especies halladas anteriormente indican que la avifauna muestra variaciones temporales estacionales e interanuales complejas que requieren mayores estudios.

En términos de composición y riqueza se observó también una marcada diferencia espacial, con una mayor similitud entre los puntos PMA 3 y PMA 4 que se hallan geográficamente cercanos y dominados por una mayor extensión de matorrales xerofíticos, cardonales de *Opuntia* sp. y rodales de faiques, además de la presencia de especies de aves acuáticas en las riberas del río Playas. En contraste, la avifauna de los puntos PMA 2 y PMA 1 estuvieron más diferenciada. En PMA 2 se registró una mayor riqueza de especies silvícolas especialmente de insectívoros de las familias Troglodytidae, Icteridae y Tyrannidae como por ejemplo *Myiopagis subplacens, Contopus punensis, Tolmomyias sulphurescens* o *Euscarthmus fulviceps*, que fueron observados solo en este punto o fueron más abundantes en comparación a los puntos PMA 2 y PMA 3. Asimismo, en PMA 2 fue donde se registró un mayor número de especies de aves rapaces incluyendo el raro Azor bicolor *Accipiter bicolor* y los gavilanes *Buteo brachyurus, Buteo albonotatus* y el halcón reidor *Herpetotheres cacchinans*.

Esta mayor riqueza y diferenciación de la avifauna de PMA 2 indica que en este sector se mantienen bosques en buen estado de conservación y con menor impacto de las actividades agropecuarias de cultivo y pastoreo observadas en otros puntos como por ejemplo PMA 3 y PMA 4 donde estas actividades son evidentes. En contraste, la diferenciación del punto PMA 1 estuvo asociada a la presencia de algunas especies de mayor elevación como *Piaya cayana* o *Megarhynchus pitangua,* pero también a la menor riqueza de especies asociada al alto grado de perturbación de la vegetación en este punto como resultado del pastoreo intensivo de ganado caprino.

A nivel ecológico, la estructura de la comunidad de aves registrada en el monitoreo se ajustó a lo hallado en otras localidades del suroccidente del Ecuador. El alto número de especies de Tyrannidae influyo en una alta importancia de insectívoros en la estructura trófica de la comunidad incluyendo especies que atrapan sus presas en vuelo y regresan a perchas o que los capturan entre el follaje. Entre los insectívoros además de Tyrannidae se incluyeron varias especies de las familias Thamnophilidae, Polioptilidae, Troglodytidae y Vireonidae. Algunas de estas especies de insectívoros fueron abundantes en la mayoría de puntos de muestreo como sucedió con *Troglodytes aedon* y *Polioptila bilineata*. Dentro de la estructura trófica también destacó un alto porcentaje de especies granívoras tanto arbóreas como terrestres, que se alimentan de una gran variedad de semillas y son probablemente importantes reguladores de la dinámica de los bosques del área al actuar como depredadores de semillas (Whelan et al., 2015). Especialmente prominentes fueron por su abundancia *Psittacara erythrogenys, Brotogeris pyrroptera* y *Forpus coelestis,* además de las tórtolas *Zenaida auriculata* y *Columbina cruziana* o los semilleros *Sicalis flaveola* y *Geospizopsis plebejus*.

A nivel de conservación, el área de Bramaderos se encuentra ubicada dentro de una zona de alto endemismo con un 37 % de especies endémicas y de distribución restringida como, por ejemplo, *Myiopagis subplacens, Cantorchilus superciliaris, Dryobates callonotus, Picumnus sclateri, Myiodynastes bairdii, Euscarthmus fulviceps, Cyanocorax mystacalis, Rhynchospizopsis stolzmanni, Arremon abellei, Atlapetes albiceps*, entre otras. Además, se registraron 12 especies incluidas en categorías de alto riesgo de extinción a nivel nacional con 7 especies casi amenazadas, 4 vulnerables y

una en peligro. Tres especies anteriormente encontradas en el área como *Ortalis erythroptera*, *Pseudastur occidentalis* y *Grallaria watkinsii* no fueron registradas, y por tanto se sugiere corroborar su presencia en otros puntos dentro de la concesión, considerando que en agosto de 2023 se volvieron a registras algunas especies escasas como *Campephilus gayaquilensis, Melanopareia elegans* y otras adicionales como *Accipiter bicolor* y *Chordeiles acutipennis*.

Los resultados del monitoreo indicaron que el área de Bramaderos mantiene una composición y diversidad de aves comparable a la registrada en otras localidades de bosque seco del suroccidente del Ecuador como los de Puyango y la Ceiba (Bonaccorso et al., 2007; Santander et al., 2005; Tinoco, 2009). Pese al grado de degradación de los bosques en algunos sectores, la tala selectiva y la presión agrícola y ganadera, el área mantiene un alto porcentaje de especies endémicas y remanentes de vegetación vulnerables de ser afectados por las actividades de exploración, especialmente en PM2, por lo cual se requiere continuar con el monitoreo e implementar medidas de evaluación de impacto periódicas, especialmente alrededor de las plataformas de exploración cercanas a los transectos de monitoreo.

### 4.1.4. Herpetofauna

Los bosques secos del Ecuador son ecosistemas únicos y diversificados en términos de fauna, adaptados a condiciones de baja disponibilidad de agua y altas temperaturas. Aunque estos bosques han enfrentado amenazas significativas debido a la deforestación y la degradación ambiental, todavía albergan una variedad de especies animales adaptadas a estas condiciones. Décadas atrás, se mantenía al menos un 60% de cobertura de los bosques tropicales costaneros, lamentablemente, en la actualidad se conserva solamente un porcentaje mínimo (Almendáriz et al., 2011).

La diversidad de fauna en los bosques secos del Ecuador puede variar según la ubicación geográfica, la altitud y el grado de conservación del área, es importante resaltar que estos ecosistemas enfrentan amenazas significativas debido a la agricultura, la ganadería, la expansión urbana y la tala de árboles. La baja riqueza de herpetofauna registrada en los distintos monitoreos realizados a lo largo de los años, posiblemente se deba a que éstos están sometidos al constante pisoteo y pastoreo de ganado, cerdos, vacas, burros y especialmente chivos, los mismos que se alimentan libremente de los recursos que brinda el sotobosque, estos al consumir las plantas, reducen la vegetación y así disminuyen el alimento de los animales nativos y causan una severa erosión del suelo. El pisoteo altera la composición y estructura del bosque, eliminando la cobertura protectora indispensable para varias especies (Galindo-Leal et al., 1993). La conservación de estos bosques es esencial para preservar la rica biodiversidad que albergan.

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 18 especies (época seca, 2023), en relación al último muestreo (época seca, 2021), con un valor de 11 especies.

Los registros de la herpetofauna presente de este estudio, corresponden particularmente a especies de áreas abiertas y con cierta tolerancia a intervenciones

humanas; sin embargo, existen especies que dependen particularmente de la vegetación ribereña de quebradas y de la sombra que le ofrecen los pocos remanentes de bosque que existen en la zona. Dentro del estudio los puntos PMH2 y PMH3, poseen algún tipo de cuerpo de agua, en estos puntos fueron registrados las diferentes especies de anfibios registradas.

La clase más diversa fue Reptilia con 11 especies, seguido de la clase Amphibia con 7 especies, siendo la más dominante, la especie *Epipedobates anthonyi* (Rana nodriza de la epibatidina) con 48 individuos (Pi=1,65)

En el presente estudio, el esfuerzo de muestreo corresponde a 2 días por punto (4) y aporta con cuatro registros adicionales de reptiles que no han sido registrados en el monitoreo pasado, de las siguientes especies: Boa imperator (Matacaballos de la costa), Micrurus tschudii (Corales norteñas del desierto), Leptodeira ornata (Serpientes ojos de gato del Norte), Leptodeira ornata (Serpientes ojos de gato del Norte).

La información obtenida en el presente estudio nos confirma una característica importante de la herpetofauna de los bosques secos, en donde la composición de los reptiles es mayor que los anfibios, situación que ocurre a la inversa en los bosques húmedos tanto del piso tropical noroccidental como del piso tropical oriental, dada la importancia que tienen estos pisos zoográficos como fuentes de agua de almacenamiento natural que actúan como sitios de cría para las especies de anfibios (Vitt & de la Torre, 2008), dado que el principal modo reproductivo del orden Anura corresponde a colocación de huevos en cuerpo de agua naturales.

Las especies de anfibios *Engystomops puyango, Epipedobates anthonyi, Hyloxalus elachyhistus, Hyloxalus infraguttatus* y de reptiles *Callopistes flavipunctatus, Boa imperator, Micrurus tschudii*, están dentro de alguna categoría de amenaza, todas estas especies se ven amenazas debido a la contaminación agroquímica de los canales de agua y, por otro lado, su área de distribución es objeto de deforestación, agricultura y ganadería intensivas (UICN, 2010). Los anfibios y reptiles son grupos que requieren especial atención por ser parte primordial de las cadenas tróficas (Stuart et al., 2004).

### 4.1.5. Entomofauna

El área de estudio está conformada por áreas de bosque secundario, así como por áreas antrópicas con presencia de áreas agropecuarias, sin embargo, los sitios de muestreo abarcan hábitats con características ecológicas que permiten el desarrollo de las poblaciones de invertebrados.

La diversidad del área de estudio es baja según índices de Shannon y Simpson, sin embargo, se debería considerar las características ecológicas del sitio de muestreo el cual no permite una gran diversificación de especies, por tanto, la diversidad obtenida en el sitio de muestreo es adecuada para las características ecológicas del sitio de muestreo.

Las características del sitio (bosque seco) es un factor limitante en el censo de especies de escarabajos puesto que estos están adaptados a ecosistemas cálidos y húmedos; en el caso de las mariposas registradas, estas corresponden a ambientes alterados, las cuales poseen una gran capacidad de adaptación a los cambios.

En cuanto a las especies indicadoras, con base a lo sugerido por Araujo (2005), se registró cuatro especies de escarabajos copronecrófagos, seis especies de lepidópteros de sensibilidad alta, 10 especies de sensibilidad media y 48 especies de baja sensibilidad lo cual reflejaría que el sitio de muestreo posee condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de estas poblaciones.

El índice Chao-1 aplicado tanto para las especies de escarabajos copronecrófagos, así como para los lepidópteros, refleja la presencia de especies que no han podido ser registradas en el actual muestreo debido a las condiciones ambientales presentes en el actual muestreo, es por ello que las curvas de acumulación obtenidas continúan en crecimiento son alcanzar la asíntota.

### 4.1.6. Ictiofauna

La población íctica de los ríos de la zona de estudio, específicamente de la cuenca Ictiohidrográfica Catamayo, estarían relacionados ampliamente con las épocas climáticas que unos de los factores que determina o no su registro, además de los factores determinantes como la geomorfología de los cauces, la evaluación de microhábitats, etc. (Barriga, 2012).

La riqueza íctica en el presente estudio estuvo determinada principalmente por la presencia sobresaliente del orden Characiformes, representado por tres familias y cuatro especies, esto reafirma que son el grupo con mayor radiación adaptativa que les permite poblar un gran número de hábitats. Además, se contó con la presencia de tres especies de Siluriformes considerados como bioindicadores (*Astroblepus aff. chotae, Astroblepus aff. longifilis, Ituglanis laticeps*) y sin dejar de lado a los Cichliformes con dos especies y los Cyprinodontiforrmes con una especie.

Hay factores externos que influyen para el registro o no de diversidad de un sitio, y entre ellos se tiene principalmente al esfuerzo de muestreo aplicado cauces, accesibilidad a los microhábitats, estaciones climáticas, épocas biológicas y ecológicas de cada especie, y en gran medida por la presencia de actividades humanas que pueden influir directamente sobre los cuerpos de agua. Y esto podría estar ocurriendo en el punto PMI-10, donde no se ha registrado ejemplares, lo que puede deberse al escaso caudal, lo que sucede principalmente en la época de verano, donde desaparece el flujo de agua o disminuye drásticamente, limitando o anulando la presencia de peces.

El presente ensamblaje de peces, ha determinado la presencia de tres nichos tróficos, insectívoros, omnívoros y carnívoros, donde el gremio de los insectívoros son los mayores representantes con el 50 % de especies, y el grupo de los omnívoros el 40 %. Basándose en los establecido por Karr (1981), 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, de modo que podría inferirse que el área presenta cierto degrado de los ecosistemas acuáticos, aclarando que podría ser en ciertos cuerpos de agua o cuando la estación climática es fuerte y llega a reducir los caudales hasta casi desaparecer.

En cuanto, a estudios anteriores, se observa una diversidad fluctuante a lo largo de los años. Estas variaciones estarían influenciadas por varios factores como el número de cuerpos de agua evaluados, y morfología de estos, esfuerzo de muestreo, metodología aplicada, condiciones climáticas; y sin dejar de lado las actividades antrópicas a que generalmente influyen al momento del muestreo. A pesar, de que existe un leve declive

de la riqueza en el presente monitoreo, las especies han concentrado un alto número de individuos, llegando a ser uno de los monitoreos que más individuos ha contabilizado a lo largo de estos años, con un total de 737 ejemplares. Además, que aún se mantiene una diversidad media para el área de estudio.

Se ha podido observar que existen varios impactos que están ligados a posibles efectos directos sobre los cuerpos de agua de la zona, y es la desviación o modificación de cauces de algunos ríos, pérdida de la calidad del agua por contaminación, deforestación, actividades ganaderas extensivas y de agricultura, la extracción de minerales, entre otras y como lo aseguran Jiménez-Segura y colaboradores (2016), estos se han convertido en las principales fuentes de amenaza para las comunidades acuáticas de cualquier región.

Esta incesante transformación, impulsa la necesidad de realizar levantamientos de información sobre la biodiversidad de cualquier sitio, y a mantener un seguimiento continuo de sus comunidades para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, con el objetivo de facilitar el diseño de estrategias de conservación (Moreno, 2001).

### 4.1.7. Macroinvertebrados acuáticos

Los cambios en las condiciones climáticas y los factores fisicoquímicos del agua, afectan de manera directa a la estructura y composición de los macroinvertebrados acuáticos, disminuyendo su diversidad, lo cual también influye sobre la calidad del agua. Sin embargo, la ubicuidad de los macroinvertebrados acuáticos incluye una amplia variedad de especies reproductivas, fenológicas, estrategias tróficas, metabólicas, fisiológicas y conductuales adaptados a sus entornos específicos (Hauer & Resh, 2017; Bocacina et al., 2023).

El área de estudio donde se ubican los cuerpos de agua valorados pertenece al ecosistema de bosque seco, donde las condiciones ambientales suelen ser extremas y estacionales, por esta razón, en la presente campaña de monitoreo, la extensión de la época lluviosa produjo que los cuerpos hídricos mantengan agua, inclusive ya en el mes de agosto que está considerado dentro del periodo de estación seca.

De acuerdo con lo mencionado, se presume que la abundancia de individuos y el aumento de la riqueza de morfoespecies encontrada en este monitoreo, se debe a la presencia de bajo caudal lo cual hace que los macroinvertebrados se agrupen en estas zonas facilitando su captura y registro.

Finalmente, las poblaciones de algunas especies de macroinvertebrados acuáticos, pueden cambiar a diferentes estrategias de ciclo de vida en función de su distribución geográfica y condiciones climáticas (Lamberti et al., 1987; Braune et al., 2008; Everall et al., 2015 en Bonacina et al., 2023), al igual que otros grupos de fauna, los macroinvertebrados se han adaptado a los cambios estacionales de la zona de estudio, usando estrategias adaptativas, como por ejemplo, (algunas especies utilizan huevos inactivos, sobrevivir a condiciones secas o a un período de diapausa cuando las condiciones ambientales las condiciones son duras) (Tougeron, 2019; Bonacina et al., 2023).

## 4.2. Conclusiones

### 4.2.1. Flora

Los tipos de vegetación que dominan el área de estudio y sus alrededores son: Bosque Semideciduo Piemontano del Catamayo-Alamor (BmPn01), los cuales son bosques semideciduos con un dosel que alcanza los 20 m de altura. Este ecosistema representa a los bosques secos estacionales del piedemonte de la Cordillera Occidental.

La diversidad florística, en base al muestreo cuantitativo, en las formaciones vegetales dentro del área de estudio fue para el bosque semideciduo 27 especies, 27 géneros y 16 familias, para el bosque de galería 29 especies, 29 géneros y 19 familias y para el bosque de faique 13 especies, 12 géneros y 10 especies. La importancia del establecimiento de parcelas y continuo monitoreo radica en la diversidad registrada, así como también en el área de estudio (bosque seco en la provincia de Loja). Además, es importante conocer en estos bosques la fenología y de esta manera ayudar al mantenimiento de sus servicios ambientales, ya que estas son áreas de vital importancia para la conservación de las poblaciones de otras entidades biológicas asociadas (aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos, peces).

En la zona de estudio se registró un total de 37 especies importantes para la ciencia en base a su estado de conservación. De estas especies, 36 poseen una categoría de amenaza según la UICN; las especies con estados más críticos son: *Jungia glandulifera* de la familia Asteraceae, *Jatropha nudicaulis* de la familia Euphorbiaceae con estado de conservación En Peligro (EN); *Jacaranda mimosifolia* de la familia Bignoniaceae, de la familia Bignoniaceae y *Pradosia montana* de la familia Sapotaceae que poseen estado de conservación Vulnerable (VU). Adicionalmente, se registró la presencia de cinco especies de la familia Cactaceae que son especies CITES Apéndice II, las cuales son: *Armatocereus cartwrightianus, Cereus diffusus, Espostoa lanata, Opuntia soederstromiana* y *Opuntia pubescens.* No se registraron especies endémicas en el área de estudio

En cuento al índice de valor de importancia en el bosque semideciduo las especies más importantes son: *Eriotheca ruizii* de la familia Malvaceae con el 57,49 % y *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con un índice de valor de importancia de 57,47 %. En el bosque de galería las especies más importantes son: *Pisonia aculeata* de la familia Nyctaginaceae con un índice de valor de importancia de 38,37 %, seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con un 34,84 %. Finalmente, en el bosque de faique las especies más importantes son: *Vachellia macracantha* de la familia Fabaceae con un índice de valor de importancia de 139,81 %, seguida de *Ceiba trischistandra* de la familia Malvaceae con el 36,38 %.

En cuanto al monitoreo de arbusto se observa en el presente censo una disminución en cuanto a la abundancia, esta disminución es mayor al monitorear las hierbas, esto se debe a las condiciones de los bosques secos que tienen a disminuir estos estratos en épocas secas, además las hierbas son constantemente comidas por animales como vacas, chivos y burros.

### 4.2.2. Mastofauna

Los registros en general fueron representativos para el componente de Mastofauna, según los datos obtenidos existen zonas boscosas cercanas que representan un pequeño refugio para las especies de mamíferos registrados, esto se puede interpretar

por la presencia de mamíferos grandes como el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*), observado en varias ocasiones durante el estudio.

En el área de estudio se registró una riqueza total de 13 especies a través de métodos cuantitativos y cualitativos; según los datos cuantitativos (capturas) se contabilizaron 10 especies de mamíferos y según estos valores se estimó una diversidad media (H').

Las especies de murciélagos son las más representadas durante el estudio, se incluyen en la lista siete especies algunas de ellas especies que se adaptan bien a cambios en el hábitat como es el caso de *Lophostoma silvicola*. esta especie no es rara de ser registrada pero su presencia denota que en las zonas aledañas mantienen importantes procesos ecológicos.

La zona de estudio no arrojo datos de diversidad representativa, pero la composición de mamíferos del sector, podría decirse que es mantiene en cierto grado la composición esperada, pues se registraron especies de mesomamíferos y se destacan en los registros el zorro rayado *Conepatus semistriatus*, el zorro de Sechura, *Lycalopex sechurae*; no se registraron especies como venados o pumas, especies esperadas en la zona, pero este hecho puede estar relacionado con la época del año muestreada o las condiciones de clima al momento de realizar la fase de campo.

### 4.2.3. Avifauna

Durante la evaluación de agosto de 2023 se registró un total de 73 especies de aves pertenecientes a 34 familias y 15 órdenes durante el período de estudio en el área de Bramaderos, entre las cuales se incluyeron varias especies de distribución restringida al área de endemismo de la región Tumbesina como *Forpus coelestis, Psittacara erythrogenys, Trogon mesurus, Furnarius leucopus, Cyanocorax mystacalis, Dryobates callonotus, Atlapetes albiceps, Arremon abellei, Myiopagis subplacens, Cantorchilus superciliares* y *Dives warczewiczii*.

La avifauna del área estuvo dominada principalmente por especies adaptadas a los bosques secos tropicales y semideciduos de la región tumbesina y mostró una diversidad comprendida entre valores del índice de Shannon-Wiener entre 2,68 y 3,52. La mayor diversidad ecológica se halló en el punto PM2 que fue el que mostró una mayor diferenciación debido a una mayor riqueza de especies de aves silvícolas.

Un total de 18 especies endémicas fueron registradas, lo cual represento el 36 % de las especies restringidas al área de endemismo de la región tumbesina entre las cuales merecen mencionarse *Zenaida meloda, Psittacara erythrogenys, Myiopagis subplacens, Cyanocorax mystacalis, Arremon abeillei, Atlapetes albiceps* y *Rhynchospiza stolzmanni* ya que son conocidas de pocas localidades en el Ecuador o se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza de extinción.

Durante el período de monitoreo se registraron especies de importancia para la conservación biológica incluyendo cuatro especies incluidas en las categorías de mayor riesgo de extinción a nivel global y siete especies incluidas en las categorías a nivel nacional incluyendo entre otras al perico *Psittacara erythrogenys*, el periquito *Brotogeris pyrrhoptera*, la urraca *Cyanocorax mystacalis* y principalmente el perico *Psittacara frontatus* que se encuentra en peligro de extinción en el Ecuador. Además, todas las especies de loros (Psittacidae) junto a tres especies de colibríes y siete especies de rapaces de las familias Accipitridae, Strigidae y Falconidae se encuentran incluidos en

el apéndice II de la convención internacional contra el comercio de fauna CITES (2023).

Los resultados de los monitoreos han permitido empezar a identificar variaciones estacionales en la riqueza y abundancia de aves del área de estudio, especialmente por la adición de especies previamente no identificadas, pero también por cambios en la abundancia de ciertas especies de aves en algunos de los sectores de evaluación. No obstante, la magnitud de los cambios y los factores que intervienen en las oscilaciones no han sido completamente establecidos.

Se observó una reducción del 11 % en la riqueza de especies con respecto a la línea base de 2017, que podría estar asociada a la ausencia de monitoreo en el sector de El Naranjo donde anteriormente se han registrado varias especies de bosques semideciduos maduros a mayor elevación.

Algunas especies endémicas y ecológicamente sensibles no fueron detectadas durante el monitoreo y dada su escasez natural y hábitos se sugiere intensificar su búsqueda en el área especialmente de especies como *Ortalis erythroptera, Pseudastor occidentalis, Leptotila ochraceiventris, Grallaria watkinsii*, y *Thamnophilus zarumae* debido a su alta sensibilidad ecológica y riesgo de extinción en el Ecuador.

A pesar del impacto de actividades humanas como el pastoreo de ganado caprino, equino y vacuno, el área de Bramaderos mantiene una avifauna diversa y que mantiene todavía un alto número de especies endémicas de la región Tumbesina. Los impactos asociados a la exploración minera son aún locales, pero podrían empezar a evidenciarse el PMA 2 que posee un mayor número de especies sensibles y donde se han incrementado el movimiento de personal y las actividades de perforación. Esto último requiere mantener el monitoreo.

### 4.2.4. Herpetofauna

En el presente monitoreo se registró una riqueza total de 18 especies tanto en los puntos de muestreo cuantitativos como cualitativos; 7 de la clase Amphibia y 11 de la clase Reptilia, dando como resultados diversidad alta (1-D) y una baja dominancia de especies.

Los puntos de muestreo que obtuvieron una diversidad alta (1-D) fueron: PMH2 (El Guayabo) y PMH4 (El Yeso), donde la especie con el mayor número de registros pertenece a la clase Amphibia, *Epipedobates anthonyi* (Rana nodriza de la epibatidina) con 48 individuos (Pi=1,65), según la IUCN (2017) y a la lista roja de anfibios, esta especie está dentro de la categoría Casi Amenazada (NT), siendo una especie abundante en el sur de Ecuador, sin embargo, algunas poblaciones tienen rangos de distribución restringidos. Sus mayores amenazas son la contaminación agroquímica de los canales de agua, deforestación, agricultura y ganadería intensivas (UICN, 2010). Las familias Leptodactylidae (Anuros) Teiidae, Colubridae, Boidae, Elapidae (Reptiles) también se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza, en este sentido, investigaciones en los bosques secos de Loja determinan que el temporal climático y el pastoreo son factores que influyen directamente en las fluctuaciones poblacionales de anfibios y reptiles (Almeida et al. 2005).

El 50% de la herpetofauna local presenta una preferencia alimenticia Insectívora generalista; así también el 60% es de hábitos terrestres, el grupo de especies diurnas

alcanza el 61% a diferencia del nocturno con el 39%; y en relación a los modos reproductivos se identificaron cuatro en anfibios y dos en reptiles (Ovíparos y vivíparos).

El índice de Simpson que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001) arrojó un valor de 0.76 para PMH2, PMH4 con 0.71 que se categorizan como diversidad alta, lo quiere decir que a menor dominancia existirá una mayor diversidad, para el punto PMH2 que posee una quebrada fue el que mayor diversidad obtuvo en relación a la clase Amphibia.

### 4.2.5. Entomofauna

Se registró una diversidad baja en todos los sitios de muestreo, debido a que las especies registradas son generalistas; es decir, adaptadas a cambios ambientales.

Los índices de diversidad aplicados ubican al área de estudio en un ambiente moderadamente alterado y en ambientes altamente alterados, lo cual justificaría el tipo de especies registradas.

El registro de distintas estrategias alimenticias indica que el área de estudio abarca distintos hábitats y microhábitats donde las poblaciones desarrollan sus conductas alimenticias evitando así la competencia por alimento.

Las especies registradas, al ser especies generalistas, no se encuentran bajo categorías de conservación y/o amenaza, de igual manera estas no son catalogadas como especies endémicas.

No se registró especies indicadoras de ambientes conservados o en procesos de regeneración, sin embargo, las especies registradas son especies importantes en el ecosistema.

### 4.2.6. Ictiofauna

Mediante el análisis de la riqueza de especies colectadas en área del proyecto minero Bramaderos, se obtuvo un total de 10 especies, que se encuentran distribuidas en seis familias.

El orden más representativo corresponde a los Characiformes con tres familias y cuatro especies, esto debido a su amplia radiación adaptativa, que les facilita desarrollarse en casi todos los hábitats del Neotrópico.

El orden Siluriformes también presentó dos familias y tres especies, siendo estas principalmente bentónicas y de importancia ecológica, debido a que se las considera a indicadores biológicos de ecosistemas acuáticos conservados, ya que para su desarrollo necesitan de agua cristalinas, con caudal de buena corriente que permita oxigenar el agua, así como un buen sustrato.

Las especies más abundantes y frecuentes corresponden justamente a dos carácidos, *Bryconamericus brevirostris* y *Lebiasina bimaculata*, que son especies que se han logrado adaptar a las condiciones particulares de este tipo de ambientes regidos por las condiciones climáticas de la zona.

La composición de los gremios tróficos, denota un leve deterioro de los cuerpos de agua, debido a la falta de especialización de nichos, ya que solo se determinó tres grupos, siendo los insectívoros es el más sobresaliente con el 50 % de especies, seguido de los omnívoros. Sin embargo, se debe terne presente que la dieta de los peces presenta una plasticidad trófica amplia durante su vida, debido a cambios morfológicos, condiciones ambientales – climáticas y a la disposición del recurso

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.

La variación de la riqueza durante los estudios realizados durante estos años ha sido relativamente baja, ya que se han mantenido un promedio de especies comunes en los monitoreos. En cuanto a la cantidad de individuos si ha observado cambios más notorios, y estos se encuentran influenciados por las épocas climáticas en las que se realizan los monitoreos y la accesibilidad que hay a los microhábitats de cada cuerpo de agua. Sin embargo, la composición íctica durante los estudios se ha mantenido relativamente constante con la presencia de ciertas especies, especialmente especies indicadoras.

Las actividades humanas son de las principales amenazas para la pérdida de la diversidad acuática, debido a que cualquier afectación sobre los cuerpos de agua produce el deterioro de la calidad del agua, así como las alteraciones hidromorfológicas de los cauces propician al desplazamiento de las especies, haciendo preciso mantener un inventario continuo de la diversidad biológica, para advertir si estos cambios afectan al desarrollo normal de las especies acuáticas.

### 4.2.7. Macroinvertebrados acuáticos

En esta campaña de campo (agosto 2023), se registraron 69 morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, mostrando una diversidad media, y un total de 3361 individuos registrados en 15 ecosistemas hídricos monitoreados.

La variación de los valores de diversidad estimados mediante el índice de Shannon-Wiener entre monitoreos no ha sufrido cambios, manteniendo un valor medio, mostrando que a pesar de que los ecosistemas acuáticos se encuentran dentro de zonas intervenidas o donde viven comunidades, pueden proveer los recursos que requieren para el desarrollo de las comunidades de macroinvertebrados que se encuentran en los ecosistemas acuáticos del área de estudio.

Debido a las variaciones climáticas propias del bosque seco, los macroinvertebrados acuáticos, así como en general la biota local, han sufrido procesos de adaptación a los cambios drásticos de temperaturas, (cambios en los cuerpos de agua como por ejemplo la disminución del caudal, aumento de temperatura, modificación de parámetros fisicoquímicos, entre otros), lo que les permite desarrollar estrategias de supervivencia durante los cambios estacionales.

El aumento de la riqueza y la abundancia de macroinvertebrados acuáticos del área de estudio, se debe a la extensión de la época lluviosa, la cual mantiene la humedad de la zona, inclusive ya entrada la época seca (agosto 2023), que fue el periodo de monitoreo del segundo semestre del presente año, por lo que se pudo verificar que en los 15 puntos

de monitoreo existía agua manteniendo a las morfoespecies presentes en estos sitios y permitió su registro.

Por último, es importante mencionar que en todos los cuerpos de agua se registraron especies del grupo EPT, las cuales, son especies sensibles a las modificaciones o afectaciones en su hábitat, mostrando que los sitios evaluados proveen los recursos necesarios para su desarrollo, y, que mantienen un estado de conservación aceptable.

## 4.3. Recomendaciones

### 4.3.1. Flora

La continuación del monitoreo de la dinámica poblacional de las comunidades de especies leñosas, arbustivas y herbáceas en el área de estudio, es necesaria e importante para entender las respuestas del bosque (vegetación) hacia los disturbios antropogénicos. Además, este monitoreo proporciona una base para planificar y desarrollar estrategias que mitiguen o disminuyan los efectos causados por las actividades antrópicas.

Se sugiere que no se continúe con el monitoreo de la parcela PM1 PBG004 debido a que presenta inconvenientes de acceso al punto, considerando, además, que existen más parcelas en la misma zona, que mantienen una muestra representativa del tipo de vegetación donde se ubica esta parcela.

### 4.3.2. Mastofauna

Mantener los monitoreos semestrales para verificar los cambios en la composición de mamíferos y si existe afectación a este componente.

Continuar con las charlas pre-jornada sobre temas ambientales, bióticos y de monitoreo, con el fin de concientizar al personal de la empresa sobre la importancia de mantener las especies de flora y fauna en el área de estudio.

### 4.3.3. Avifauna

Mantener el monitoreo semestral de la avifauna considerando el alto grado de endemismo y variación estacional de la abundancia de las especies.

Evitar actividades de desbroce y aclaramiento de la vegetación en las áreas de mayor sensibilidad ecológica, especialmente en el área de PMA 2.

Promover programas de sociabilización y educación ambiental sobre la importancia de la vegetación nativa para la conservación de las especies de aves endémicas y amenazadas de extinción.

### 4.3.4. Herpetofauna

Es recomendable continuar con el monitoreo de las comunidades de herpetofauna en las dos estaciones del año y así lograr comprender mejor las dinámicas multitemporales en estas poblaciones.

Por otro lado, es fundamental el mantenimiento de los cuerpos de agua, ya que estos son los lugares donde la mayoría de anfibios utilizan para reproducirse, y la pérdida o alteración de la misma causa problemas graves en estas poblaciones.

### 4.3.5. Entomofauna

Se recomienda continuar con el esfuerzo de muestreo y metodología empleada en las últimas campañas de monitoreo ejecutadas para determinar los posibles cambios en la conservación de los invertebrados terrestres dentro del área de estudio.

### 4.3.6. Ictiofauna

Mantener los monitoreos semestrales para registrar la presencia o ausencia de especies ya determinadas, lo que permitirá tener un panorama más real de cómo van cambiando los ciclos de cada una de acuerdo a la estacionalidad a la cual están sometidos los ecosistemas acuáticos de esta región.

Establecer medidas de vigilancia o control sobre actividades “ilegales” de extracción de material pétreo u otros, debido a que pueden afectar a los cuerpos de agua al ingresar maquinaria dentro de los mismos, lo que provocaría la creación de barreras físicas que impediría el movimiento natural de los peces por el cauce.

Se recomienda observar el desarrollo de las actividades mineras externas sobre los puntos de monitoreo del Río Playas para evitar una afectación de los puntos de monitoreo de este componente.

Mantener informada a la población de la zona de influencia sobre las actividades de la empresa, y continuar su capacitación para que sean entes de vigilancia para la conservación de los cuerpos de agua de la zona, que en esta zona son de alto impacto e importancia para el desarrollo de la vida terrestre.

### 4.3.7. Macroinvertebrados acuáticos

Considerar mantener los periodos de monitoreo en los mismos meses que se han venido desarrollando, ya que, al modificar estos periodos, existen condiciones ecológicas distintas, lo cual altera los datos obtenidos, así como la verificación de los cambios producidos en los ecosistemas acuáticos y sobre las poblaciones de la biota acuática, que puedan estar afectando su desarrollo y estado de conservación dentro del área de estudio.

Se recomienda observar el desarrollo de las actividades mineras externas sobre los puntos de monitoreo del Río Playas (PM-08, PM-P2-FA1 y PM-P2-FA2) para evitar una afectación de los puntos de monitoreo de este componente.

# 5. BIBLIOGRAFÍA

## 5.1. Introducción general

Aguirre, Z (2012). Guía Práctica para realizar estudios de Comunidades Vegetales. Universidad Nacional de Loja. Impresiones Arévalo.

Herbario LOJA, UNISIG, CINFA. (2001). Zonificación y determinación de los tipos de bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario LOJA – Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 pp.

Jaramillo, N., Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2018). Floristic component of the dry forest, Bramaderos Sector, Guachanama Parish, Paltas Canton, southwest of the province of Loja, Ecuador. Arnaldoa, 25(1), 87-104.

Pennington, R., Prado, D. & Pendry, C. (2000). Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography, 27, 261–273.

## 5.2. Flora

Aguirre, Z y Aguirre, N. (1999). Guía Práctica para realizar estudios de Comunidades Vegetales. Universidad Nacional de Loja. Impresiones Arévalo.

Aguirre, Z; Kvist, L & Sánchez, O. (Eds). (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Pp: 162-187.

Aguirre, Z., Aguirre, N., y Muñoz, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa, 24(2), 523-542

Antonelli, A., & Sanmartín, I. (2011). Why are there so many plant species in the Neotropics?. Taxon, 60(2), 403-414.

BOLFOR; PROMABOSQUE (1999). Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia.

Bray, J. R. y Curtis, J. T. (1957). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. Ecological Monograph.

Camargo, J.L.C. y V. Kapos. (1995). Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. Journal of Tropical Ecology 11: 205–221.

Chediack, S. E. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? Colección Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos, (3), 90.

Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Métodos no paramétricos. En Métodos para medir la biodiversidad (Primera Edición, Vol. 1, p. 32). M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 84 pp.

Colwell, R. K. (2006). EstimateS Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples (Versión 8) [Software de Estadística]. EstimateS. https://purl.oclc.org/estimates

De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, M., Macias, M., & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Utiles del Ecuador. Quito & Aarhus: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarthus.

Gradstein, S. R., & Benitez, A. (2016). Liverworts New to Ecuador with Description of Plagiochila priceana sp. nov. and Syzygiella burghardtii sp. nov. Cryptogamie, Bryologie, 38(4), 335-349.

Jaramillo, N., Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2018). Floristic component of the dry forest, Bramaderos Sector, Guachanama Parish, Paltas Canton, southwest of the province of Loja, Ecuador. Arnaldoa, 25(1), 87-104.

Jørgensen, P. y.-Y. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. . St. Louis, Missouri.: Missouri Botanical Garden Press.

León-Yánez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (Eds.). (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (2a edición). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

MAE. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Subsecretaria de Patrimonio Natural.

Magurran, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press.

Magurran, A. E. E. O. E. (2003). Measuring Biological Diversity (1.a ed.). Wiley-Blackwell.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Primera Edición, Vol. 1). M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 84 pp.

Nassar, J. M., Rodiguez, J. P., Sanchéz-Azofelia, A-, Garvin, T y Quesada, M. (2008). Human, Ecological and Biophysical Dimensions of Tropical Dry Forest. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Newton, A.C. y Tejedor, N. (Eds.) (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. xxiv + 409 pp.

Ñique, M.: (2010). Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Disponible en: http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/manual-biodiversidad.pdf. Fecha de consulta Agosto 2020.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., & Loucks, C. J. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A

New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. BioScience, 51(11), 933-938.

Palacios, W. Torres. L., Albuja, M2,6, Asadobay, P., Iglesias, J., Quillupangui, R., Rojas, E., Santiana, J., Sola. A. & Rivas-Torres, G. (2023). A new species and a new record for Cedrela (Meliaceae, Sapindales) in Ecuador: morphological, molecular, and distribution evidence. Phytotaxa 595 (2): 127–138. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.595.2.1

Peet, R. K. (1974). The Measurement of Species Diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 5, 285–307. https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.001441

Primack, R. B., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., & Massardo, F. (2001). Fundamentos de Conservación Biológica Perspectivas Latinoamericanas (1.a ed.). Fondo de Cultura Económica, México.

Quintana, C. (2013). Plantas Silvestres de los Valees cercanos a Quito.Publicaciones del Herbario QCA. PUCE. Quito-Ecuador.

Rodríguez y Tarrés, (1998). Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. s. l.: Wildlife Society, Inc.

Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. Nature, 163(4148), 688. https://doi.org/10.1038/163688a0

Soberon M., J., & Llorente B, J. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. Conservation Biology, 7(3), 480–488. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x

Stern, M.J. (1996). Vegetation recovery on earthquake-triggered landslide sites in the Ecuadorian Andes. En: Churchill, S.P.; H. Balslev; E. Forero y J.L. Luteyn (Eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests, 207-220. Nueva York: NYBG.

Valencia, R. & Jargensen, P. M. (1992). Composition and structure of a humid montane forest on the Pasochoa volcano, Ecuador. - Nord. .I. Bot. 12: 239-247. Copenhagen. ISSN 0107-055X.

Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios y R. Sierra. (1999). Las formaciones naturales de la sierra del Ecuador. En: R. Sierra (Ed.). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental, pp. 77– 108. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco Ciencia, Quito, Ecuador.

Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, F., Gast, H., Umaña, A. (2006). lvanual de métodos para el desaffollo de inventarios de biodiveEidad. Prcgrama de Inventarios de Biodiversidad. lnstitulo de Investigación de Recursos Biológicos Alexandef von Humboldt. Bogotá, Colombia. P.236.

**5.3.** Mastofauna

Baev, P. V. & Penev, L. D. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

Chao A. (1984). *Non-Parametric Estimation of the Number of Classes in a Population. Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270

Chao A. y S-M. LEE. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association, 87: 210-217*.

CITES. (2022, 14 mayo). *Apéndices CITES*. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. https://cites.org/esp/app/appendices.php

Colwell, R. K. (2006). *EstimateS Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples* (Versión 8) [Software de Estadística]. EstimateS. https://purl.oclc.org/estimates

Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples.* (Version 9) [Software de estadística]. EstimateS. https://purl.org/estimates

Emmons, L. & Feer, F. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical*. *Una guía de campo*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Favila, M. E. & Halffter, G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana, 72: 1-25.*

IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021–1.* https://www.iucnredlist.org.

Magioli, M., Moreira, M. Z., Ferraz, K. M. P. M. B., Miotto, R. A., Camargo, P. B., Rodrigues, M. G., Canhoto M. C. S. & Setz E. Z. F. (2014). *Evidencia de isótopos estables de patrones de alimentación de Puma concolor (Felidae) en paisajes agrícolas en el sureste de Brasil*. Biotropica 46 (4): 451–460 (doi: 10.1111 / btp.12115).

Martella, M., Truper, E., Bellis, L. M., Remison, D., Giordao, P. F., Bazzano, G. & Gleiser R. M. (2012). *Manual de ecología. Evaluación de la Biodiversidad*. Reduca (Biología). Serie Ecológica. 5(1): 71-115,2012. Catedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Medellín y Vízquez (2014). *Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental*.

Mena, J. (2010). *Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú.* Rev. peru. biol. 17(3): 277-284.

Mejía, C. (2017). *Efecto de borde sobre la composición de quirópteros filostómidos en el derecho de vía, del Proyecto Poliducto Pascuales Cuenca, en un tramo del bosque San José, Cañar- Ecuador*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Licenciado en Ciencias Biológicas y Ambientales. Carrera de Ciencias Biológicas y Ambientales. Quito: UCE. 45 p.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Primera Edición, Vol. 1). M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 84 pp.

Moreno, C. E., Barragán, F. & Pavón, N. (2011). *Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas*. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249-1261, 2011

Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Cons. Biol. 4: 355-364.*

Rodríguez y Tarrés (1987). *Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. s. l.: Wildlife Society, Inc.

Romero, V. (2018). *Sturnira tildae* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2019. Mamíferos del Ecuador. Versión 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>, 01 de abril de 2021.

Simpson, E H. (1949). *Medida de la Diversidad*. Naturaleza, 163, 688.

Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A., Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation. *University of Chicago Press*.

Suárez, L. & Mena, P. A. (1994). *Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres*. Fundación EcoCiencia. Quito.

Tirira, D. S. (1998). *Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres*. Publicación especial 1:93-125. Quito.

Tirira, D. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, Quito.

Tirira, D. G. (ed). (2011). Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. 2ª. Edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio de Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre mamíferos del Ecuador 8. Quito.

Tirira, D. G. (2017). Mamíferos del Ecuador: Página en Internet. Versión 4.1. Editorial Murciélago Blanco y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito. http://mamiferosdelecuador.com

Tirira D., 2017. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, Quito.

Tirira, D. G. 2019. *Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies*. Mammals of Ecuador: updated checklist species: Página en Internet. Versión 2019.2. Editorial Murciélago Blanco y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito.

Tirira, D. G. 2023.1. *Lista actualizada de especies de mamíferos en el Ecuador* / Updapted checklist species of Mammals in Ecuador. Versión 2015.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito. <www.mamiferosdelecuador. com.

Tirira, D. G., Brito J., Burneo S. F., Pinto, C. M., Salas, J. A., & Comisión de Diversidad de la AEM. (2022). Mamíferos del Ecuador: lista oficial actualizada de especies / Mammals of Ecuador: official updated species checklist. Versión 2022.2. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. http://aem.mamiferosdelecuador.com [actualización / updated: 2022-12-21].

Toscano, G. & Burneo, S. F. (2012). *Efecto borde sobre murciélagos filostómidos en la Amazonía ecuatoriana.* En: Tirira, D. G. y S. Burneo (eds). 2012 investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. pp. 47-60. Quito-Ecuador: Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador / Museo de Zoología, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador.

Voss, R. S., Emmons, L. H. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. *Bull Am Mus Na Hist 230:13-35*

### **5.4.** Avifauna

Albuja, L., Almendariz, C., Montalvo, L. D., Cáceres, F., Román, C., y Luis, J. (2012). Fauna de vertebrados del Ecuador (Issue R591. 986 Al156f Ej. 1 024969). Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador).

Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A., y Villarreal, H. (2004). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. In Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (Ed.), Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad: Vol. Programa d (pp. 185–226).

Becker, C. D., y Ágreda, A. (2005). Bird community differences in mature and second growth garúa forest in Machalilla National Park, Ecuador. Ornitologia Neotropical, 16(3), 297–319.

Benitez, V., y Sanchez, T. (2001). Evaluación ecológica rápida de la avifauna en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. In M. A. Vázquez, M. Larrea, L. Suárez, y P. Ojeda (Eds.), Biodiversidad en Los bosques secos del suroccidente de la provincia de Laja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas (pp. 47–72). EcoCiencia.

Best, B. J., Krabbe, N., Clarke, C. T., y Best, A. L. (1995). Red-masked Parakeet Aratinga erythrogenys and Grey-cheeked Parakeet Brotogeris pyrrhopterus: Two threatened parrots from Tumbesian Ecuador and Peru? Bird Conservation International, 5(2–3), 233–250. https://doi.org/10.1017/S0959270900001027

Best, B., y Kessler, M. (1995). Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru (Vol. 218). BirdLife International Cambridge, United Kingdom.

Bibby, C., Jones, M., y Marsden, S. (2000). Fieldmanual Birds (Vol. 44, Issue October). papers://699e9e13-a8d8-4309-bc21-5c7a5ce44f55/Paper/p3051

Birdlife International. (2023). Country profile: Ecuador. Birdlfife Data Zone. http://www.birdlife.org/datazone/country/ecuador

Bonaccorso, E., Santander, T., Freile, J. F., Tinoco M, B., y Rodas, F. (2007). Avifauna and conservation of the Cerro Negro-Cazaderos area, Tumbesian Ecuador. Cotinga 27, 61–66.

Brooks, D. M., y Hurtado, C. M. (2022). Ecology of some Tumbesian terrestrial birds, with notes on breeding biology. Ornitología Neotropical, 33, 13–20.

Buckland, S. T., Marsden, S. J., y Green, R. E. (2008). Estimating bird abundance: making methods work. Bird Conservation International, 18, 91–108. https://doi.org/10.1017/S0959270908000294

Canaday, C., y Rivadeneyra, J. (2001). Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: Terrestrial insectivores retreat. Biodiversity and Conservation, 10(4), 567–595. https://doi.org/10.1023/A:1016651827287

Carmona-Galindo, V. D., y Carmona V., T. (2015). La diversidad de los análisis de diversidad. Bioma, 14(November), 54–71.

CITES. (2023). The convention on international trade in endangered species of Wild Fauna and Flora (CITES). October, 134–160. https://doi.org/10.1017/CBO9780511494345.008

Colwell, R. K., y Elsensohn, J. E. (2014). EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. Ecography, 37(6), 609–613.

Colwell, R., Mao, C. X., y Chang, J. (2004). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), 2717–2727.

Coopmans, P., Moore, J. V, Krabbe, N., Jahn, O., Berg, K. S., Lysinger, M., Navarrete, L., y Ridgely, R. S. (2004). The birds of southwest Ecuador. Audio Publication) JV Moore Nature Recordings, San Jose, CA.

Cornelius, C., Cockle, K., Politi, N., Berkunsky, I., Sandoval, L., Ojeda, V., Rivera, L., Hunter, M., y Martin, K. (2008). Cavity-nesting birds in neotropical forests: Cavities as a potentially limiting resource. Ornitologia Neotropical, 19(SUPPL.), 253–268.

Cracraft, J. (1985). Historical Biogeography and Patterns of Differentiation within the South American Avifauna : Areas of Endemism. Ornithological Monographs, 36(36), 49–84. https://doi.org/10.2307/40168278

Dunn, E. H., y Ralph, C. J. (2004). Use of mist nets as a tool for bird population monitoring. Studies in Avian Biology, 29(1–6).

Espinosa, C I, De La Cruz, M., Luzuriaga, L., y Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. Ecosistemas, 21(1–2), 167–179. https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00

Espinosa, Carlos I., Cabrera, O., Luzuriaga, A. L., y Escudero, A. (2011). What Factors Affect Diversity and Species Composition of Endangered Tumbesian Dry Forests in Southern Ecuador? Biotropica, 43(1), 15–22. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00665.x

Ewers, R. M., y Didham, R. K. (2006). Continuous response functions for quantifying the strength of edge effects. Journal of Applied Ecology, 43(3), 527–536. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01151.x

Freile, J. F., D. M. Brinkhuizen, P. J. Greenfield, M. Lysinger, L. Navarrete, J. Nilsson, S. Olmstead, R. S. Ridgely, M. Sánchez-Nivicela, A. Solano-Ugalde, N. Athanas, R. A. y K. A. B. (2022). Lista de las aves del Ecuador / Checklist of the birds of Ecuador. Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos. https://ceroecuador.wordpress.com/

Freile, J. F., y Restall, R. L. (2018). Birds of Ecuador. Helm, Bloomsbury Publishing Plc.

Freile, J., Santander, L., Carrasco, D., Cisneros, E., y Guevara, M. (2019). Listas Rojas de Especies Amenazadas en el Ecuador. Lista Roja de Las Aves Del Ecuador Continental, 66.

Gotelli, N. J., y Chao, A. (2013). Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. In Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition (Issue December 2013). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00424-X

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 9.

Herrera-Flores, B. G., Santos-Fita, D., Naranjo, E. J., y Hernández-Betancourt, S. F. (2019). Importancia cultural de la fauna silvestre en comunidades rurales del norte de Yucatán, México. Península, 14(2), 27–55.

Jahn, O. (2011). Bird communities of the e cuadorian choco: A case study in Conservation. Bonner Zoologische Monographien, 56, 1–516.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113(2), 363–375. https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x

Karr, J. R. (1981). Surveying birds with mist nets. Estimating Numbers of Terrestrial Birds, 6(December), 62–67.

Krebs, C. J. (1999). Ecological methodology (Issue 574.5072 K7).

Kuo, D. T. F., Rattner, B. A., Marteinson, S. C., Letcher, R., Fernie, K. J., Treu, G., Deutsch, M., Johnson, M. S., Deglin, S., y Embry, M. (2022). A Critical Review of Bioaccumulation and Biotransformation of Organic Chemicals in Birds. In Reviews of Environmental Contamination and Toxicology (Vol. 260, Issue 1). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/s44169-021-00007-1

Lacher, T., Brandes, T. S., y Sanderson, J. (2005). Avian Monitoring Protocol. February, 1–13.

Linares-Palomino, R., y Ponce-Alvarez, S. I. (2009). Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Peru. Tropical Ecology, 50(2), 305–314.

Luzuriaga-Aveiga, V. E., y Cisneros-Heredia, D. F. (2022). Seasonal turnover of avian community assembly in a highly fragmented Tumbesian dry forest of southwestern Ecuador. Neotropical Biodiversity, 8(1), 229–241. https://doi.org/10.1080/23766808.2022.2076784

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity (Vol. 29, Issue 2). NISC Pty Ltd.

Marion, W. R., y Shamis, J. D. (1977). An Annotated Bibliography of Bird Marking Techniques. Bird-Banding, 48(1), 42. https://doi.org/10.2307/4512291

Matthews, T. J., y Whittaker, R. J. (2014). Fitting and comparing competing models of the species abundance distribution: assessment and prospect. Frontiers of Biogeography, 6(2). https://doi.org/10.21425/f56220607

McMullan, M., y Navarrete, L. (2013). Fieldbook of the Birds of Ecuador. Fundación de Conservación Jocotoco.

Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2012). Sistema de Clasificacion de Ecosistemas del Ecuador Continental (S. de Pa. Natural (ed.)).

Moore, J. V, Krabbe, N., y Jahn, O. (2013). Bird sounds of Ecuador, a comprehensive collection. San Jose, CA: John V. Moore Nature Recordings.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. In Manuales y Tesis SEA (Vol. 1). CYTED, ORCYT-UNESCO y SEA.

Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecologicas.pdf. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1249–1261.

Murcia, C. (1999). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. In NCASI Technical Bulletin (Vol. 2, Issue 781, p. 372).

Newton, I. (2010). The migration ecology of birds. Elsevier.

Niemi, G. J., y McDonald, M. E. (2004). Application of ecological indicators. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35, 89–111. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.112202.130132

Noss, R. F. (1999). Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. Forest Ecology and Management, 115(2–3), 135–146. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00394-6

O'Bryan, C. J., Allan, J. R., Suarez-Castro, A. F., Delsen, D. M., Buij, R., McClure, C. J. W., Rehbein, J. A., Virani, M. Z., McCabe, J. D., Tyrrell, P., Negret, P. J., Greig, C., Brehony, P., y Kissling, W. D. (2022). Human impacts on the world's raptors. Frontiers in Ecology and Evolution, 10(September), 1–14. https://doi.org/10.3389/fevo.2022.624896

Ordóñez-delgado, L., y González, I. (2016). Ornitología Colombiana Nuevos registros y revisión de la distribución de Coryphospingus cucullatus ( Thraupidae ) en Ecuador. Ornitología Colombiana, 117–121.

Orihuela-Torres, A., Tinoco, B., Ordóñez-Delgado, L., y Espinosa, C. I. (2020). Knowledge gaps or change of distribution ranges? Explaining new records of birds in the ecuadorian tumbesian region of endemism. Diversity, 12(2), 1–14. https://doi.org/10.3390/d12020066

Parker, T. (1991). On the Use of Tape Recorders in Avifaunal Surveys. The Auk: Ornithological Advances, 108(02), 443–444. https://doi.org/10.1093/auk/108.2.443

Peres, C. A. (1999). General Guidelines for Standardizing Line-Transect Surveys of Tropical Forest Primates. Neotropical Primates, 7(1), 11–16.

Pérez-Irineo, G., y Santos-Moreno, A. (2021). Bird activity patterns in the understorey of an evergreen forest in Oaxaca, Mexico. Neotropical Biology and Conservation, 16(1), 1–10. https://doi.org/10.3897/neotropical.16.e59360

Pinilla, J. (2000). Manual para el anillamiento científico de aves. In Madrid: SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM.

Pires, S. F., Schneider, J. L., y Herrera, M. (2016). Organized crime or crime that is organized? The parrot trade in the neotropics. Trends in Organized Crime, 19(1), 4–20. https://doi.org/10.1007/s12117-015-9259-7

Portillo-Quintero, C. A., y Sánchez-Azofeifa, G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. Biological Conservation, 143(1), 144–155. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020

Poulsen, B. O., y Krabbe, N. (1998). Avifaunal diversity of five high-altitude cloud forests on the Andean western slope of Ecuador: Testing a rapid assessment method. Journal of Biogeography, 25(1), 83–93. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.251174.x

Prieto-Torres, D. A., Rojas-Soto, O. R., Santiago-Alarcon, D., Bonaccorso, E., y Navarro-Sigüenza, A. G. (2019). Diversity, Endemism, Species Turnover and Relationships among Avifauna of Neotropical Seasonally Dry Forests. Ardeola, 66(2), 257–277. https://doi.org/10.13157/arla.66.2.2019.ra1

Ralph, C. J., y Scott, J. M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. Cooper Ornithological Society Lawrence.

Remsen, J. V., y Good, D. A. (1996). Misuse of Data from Mist-Net Captures to Assess Relative Abundance in Bird Populations. The Auk, 113(2), 381–398. https://doi.org/10.2307/4088905

Ridgely, P., y Greenfield, R. (2006). Libro Aves Del Ecuador (Fundación Jocotoco (ed.)).

Ridgely, R. S., y Greenfield, P. J. (2001). The birds of Ecuador: field guide (Vol. 2). Cornell University Press.

Robbins, M. B., y Ridgely, R. S. (1990). The Avifauna of an Upper Tropical Cloud Forest in Southwestern. Academy of Natural Sciences, 142(1990), 59–71. http://www.jstor.org/stable/4064971

Santander, T., Bonaccorso, E., y Freile, J. (2005). Evaluación ecológica rápida de la avifauna en dos localidades de bosques seco en el occidente de la provincia de Loja. Ecociencia, MAE y Proyecto Bosque Seco, 43–72.

Siddig, A. A. H., Ellison, A. M., Ochs, A., Villar-Leeman, C., y Lau, M. K. (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. Ecological Indicators, 60, 223–230. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.036

Soetaert, K., y Heip, C. (1990). Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment. Marine Ecology Progress Series, 59(October), 305–307. https://doi.org/10.3354/meps059305

Sutherland, W. J., Newton, I., y Green, R. (2004). Bird ecology and conservation: a handbook of techniques (Vol. 1). OUP Oxford.

Thiel, S., Tschapka, M., Heymann, E. W., y Heer, K. (2021). Vertical stratification of seed-dispersing vertebrate communities and their interactions with plants in tropical forests. Biological Reviews, 96(2), 454–469. https://doi.org/10.1111/brv.12664

Thukral, A. K. (2017). A review on measurement of Alpha diversity in biology. Agricultural Research Journal, 54(1), 1. https://doi.org/10.5958/2395-146x.2017.00001.1

Tinoco, B. A. (2009). Estacionalidad de la comunidad de aves en un bosque deciduo Tumbesino en el sur occidente de Ecuador. Ornitologia Neotropical, 20(2), 157–170.

Tuomisto, H. (2012). An updated consumer's guide to evenness and related indices. Oikos, 121(8), 1203–1218. https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19897.x

UICN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. https://www.iucnredlist.org/about/citationinfo

Uribe M, J., y Orrego, O. (2001). Modelos de distribución de abundancias en comunidades de briófitos. Caldasia, 261–267.

Vilella, F. J., y Baldassarre, G. A. (2010). Abundance and distribution of waterbirds in the Llanos of Venezuela. Wilson Journal of Ornithology, 122(1), 102–115. https://doi.org/10.1676/09-070.1

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña, M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p. Recuperado de: Http://Www. Humboldt. Org. Co/Es/I2d/Item/273-Manual-de-Metodos-Para-El-Desarrollo-de-Inventarios-de-Biodiversidad.

Whelan, C. J., Şekercioğlu, Ç. H., y Wenny, D. G. (2015). Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. Journal of Ornithology, 156(S1), 227–238. https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y

Xeno-canto. (2023). Xeno-canto: sharing bird sounds from around the world. https://xeno-canto.org/

### **5.5.** Herpetofauna

Armijos, D. & K. Valarezo. (2010). Diversidad de Anfibios y Reptiles de un Bosque Seco en el Sur Occidente del Ecuador. Ecologia Forestal 1 (1): 30-36.

Almeida, D., & Nogales, F. (2007). Monitoreo de herpetofauna en el Parque Nacional Podocarpus (PNP) "Una propuesta para estudiar el efecto de la variación ambiental en las poblaciones de anfibios y reptiles del sector nororiental del PNP". Quito: Título de Doctor en Biologia, Escuela de Biologia y Quimica. Universidad Central del Ecuador.

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J., Rodríguez-Mahecha, V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo Nº Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

Almendáriz, A. y J. Carr. (1992). Herpetofauna. Pp. 41-42, en: Status of Forest Remnants in the Cordillera de la Costa and Adjacent Areas of Southwestern Ecuador (T. Parker y J.Carr, eds.) Conservation International, RAP Working Papers 2

Arteaga, A., Bustamante, L., & Guayasamin, J. (2013). The amphibians and reptiles of Mindo: life in the Cloudforest. . Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.

Ávila-Nájera, D. M., M. J., Villarreal, O., & Serna-Lagunes, R. (2018) Use and cultural value of the herpetofauna in Mexico: a review of the last two decades (1997-2017). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 34, 1–15.

Best, B.J. YC.T. Clarke (Eds.). (1991). The threatened birds of the Sozoranga region southwest Ecuador. ICBP Study Report No. 44. Cambridge.

Best, B.J., Kessler, M. (1995). Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. – BirdLife International, Cambridge, Reino Unido

Carrillo, E., Aldás, S., Altamirano, M., Ayala, F., Cisneros, D., Endara, A., Zarate, P. (2005). Lista Roja de los Reptiles del Ecuador.

Cracraft, 1. (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. Ornithological Monographs 36:49-84

Crespo, S. y Koch, C. (2015). Notes on natural history and distribution of Callopistes flavipunctatus (Squamata: Teiidae) in northwestern Peru. Salamandra 51:57-60.

Duellman, W., y Trueb, L. (1994). Biología de los Anfibios. Smitsonian.

Duellman, W. y Trueb, L. (1976). The systematic status and relationships of the hylid frog Nyctimantis rugiceps Boulenger. Occasional Papers of the Museum of Natural History, The University of Kansas 58:1-14.

Freile, J., Coloma, L., Teran-Valdéz, D., Acosta-López, D., Tapia, E., & Pazmiño-Otamendi, G. (2020). Anfibios de Junín. Publicación Miscelánea del Centro Jambatu 1. Quito: Imprenta Mariscal. 88 pp.

Galindo-Leal e, A. Morales y M. Weber. (1993). Distribution and abundance of Coues deer in Micchilia Biosphere Reserve. Southwestem Naturalist

Hammer, D., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

IUCN. (2008). Sensibilidad de las especies a los impactos del cambio climático. Comisión de supervivencia de especies. Obtenido de www.iucn.org/redlist/

IUCN. (2022).The IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>

Jaeger, R., & Inger, R. (2001). Muestreo por Cuadrantes. En R. Heyer, M. Donelly, R. McDiarmind, H. L., & M. (. Foster, Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica, Métodos Estandarizados para Anfibios (pág. Patagonia). Smithsonian Institution. Editoral Universidad de la Patagonia.

Lips, K., & Reaser, J. (2000). El monitoreo de anfibios en Latinoamérica, un manual para coordinar esfuerzos. The Nature Conservancy.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Mitterrneier, R.A y e. Goettsch-Mittermeier. (1997). Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Conservation Intemational y Agrupación Sierra Madre. México.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. New Jersey. 177pp.

Magurran, A. (1986). Diversidad Ecológica y su Medición. Barcelona, España: Ediciones Vedra.

Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. Malden: Blackwell Publishing.

McAleece, N., Lambshead, P. J., & Paterson, G. L. (1997). BioDiversity Pro (Version 2). London: The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. Available in: http://www.sams.ac.uk/research/software/bdpro.zip/view.

MECN. (2010). Serie Herpetofauna del Ecuador: El Choco Esmeraldeño. Monografía. Quito-Ecuador 5:1-232: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

MECN-INB-GADPEO, (2015). Aves, reptiles y anfibios y la Provincia de El Oro: Una guía para ecosistemas Andino-Costeros. Publicacion Miscelanea N° 7, serie de publicaciones MECN-INB-GADPEO Quito-Ecuador

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 1.

Murphy, P.G. y A. Lugo. (1986). Ecology of tropical dry forest. Annual Review of Ecology and Systematics. 17:67-88

Ñique, M. (2010). Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva, 17.

Ortega-Andrade H.M., Rodes Blanco, M., Cisneros-Heredia D.F., Guerra Arevalo, N., Lopez de Vargas-Machuca, K.G., Sanchez-Nivicela, J.C., et al. (2022) Red List assessment of amphibian species of Ecuador: A multidimensional approach for their conservation. PLoS ONE 16(5): e0251027. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251027

Ortega-Andrade, M., Bermingham, J., Aulestia, C., & Paucar, C. (2010). Herpetofauna of the Bilsa Biological Station, province of Esmeraldas, Ecuador. Check List 6, 119-154.

Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. Interciencia, vol. 31, núm. 8, 583-590.

Pollack Velásquez, L., Zelada Estraver, W., Tirado Pinedo, A. y Pollack Chinchay, L, (2007). Hábitos alimentarios de Dricodon guttulatum “cañán” (Squamata: Teiidae) en Garrapón, Paiján. Arnaldoa, 14:283-291.

Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., & Ortiz, D. A. (2022). AmphibiaWebEcuador. Versión 2020.0. Museo de Zoología, Pontificia

Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfib ios /Anfibios Ecuador>

Székely, P., Székely, D., Armijos-Ojeda, D., Jara-Guerrero, A., Cogălniceanu, D, (2016). Anfibios de un bosque seco tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. Ecosistemas 25(2): 24-34. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-2.04

Shannon, C., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU., 1-144.

Stattersfield, A., M. Crosby, A. Long & D. Wege. (1998). Endemic bird areas of the world – Priorities for biodiversity conservation. Bird Life Cons. Ser. 7

Stuart, S., Hoffmann, M., Chanson, J., Cox, N., Berridge, R., Ramani, P., & Young, B. (2008). Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA.

Terborgh, J. y B. Winter. (1983). A method for siting Parks and reserves with special reference to Colombia and Ecuador. Conservation Biology 27:45-58.

Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G. y Salazar-Valenzuela, D, (2019). Reptiles del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Iguana%20iguana.

Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G. A.-V., & Salazar-Valenzuela, D. (2022). Reptiles del Ecuador. Version 2020.1. Obtenido de Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador: https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb

Uetz, P., Freed, P., & Hošek, J. (2020). The Reptile Database. Obtenido de http://www.reptile-database.org

UNEP-WCMC (Comps.) (2020). Página Web de la Lista de especies CITES. Secretaría de la CITES, Ginebra, Suiza. Compilado por UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido. Disponible en: http://checklist.cites.org.

Valencia, J H., Toral, E., Morales, M. A., Betancourt, R. y Barahona, A. (2008a). Guía de campo de anfibios del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orces, Simbioe. Quito. 10 pp.

Valencia, J H., Toral, E., Morales, M. A., Betancourt, R. y Barahona, A. (2008b). Guía de campo de reptiles del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orces, Simbioe. Quito. 10 pp.

Venegas, P. J. (2005): Herpetofauna del bosque seco ecuatorial de Perú: taxonomía, ecología y biogeografía. Zonas Áridas 9: 9-26.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de

Inventarios de Biodiversidad. Colombia: Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander von Humbolt.

Wells, K. (2007). The Ecology and behavior of amphibians. Chicago: The University of Chicago.

Young, B. E., Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., & Boucher, T. M. (2004). Joyas que Están desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo. NatureServe, Arlington, Virginia.

**5.6.** Entomofauna

Araujo, Pablo. Bersosa, Fabián. Carranco, Ruben, Granda, Valria. Guerra, Paulo. Miranda, Nelson. Ortega, Ana María. Rosero, Paulina. Troya, Adrián. Evaluación preliminar de la diversidad de Escarabajos (insecta: coleoptera) del Chocó ecuatoriano. Quito. Ecuador. (2005).

Andrade-C. Utilizacion de las mariposas como bioindicadoras del tipo de habitat y su biodiversidad enColombia.(1988).

Brown, K. S. Jr. & Hutchings, R. W. (1979), Disturbance, fragmentation, and the Dynamic of diversity in Amazonian forest butterflies. 91-110. En Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities. Lawrence, W.F. & Bierregaard, R. O. eds. Chicago Press. Chicago.

Brown, K.S. Jr. (1982) Palaeoewlogy and regional patterns of evolution in neotropical forest hutterflies. 336-357 In. Prance G.T. (Ed.) Biological diversification in the tropics. Columbia University Press. New York. 457 pp.

Brown, K. S. Jr. (1991). Conservation of neotropical enviromcnts: Insects as lndicator. 349-404 p. In: Co\lins, N.M., .1. A. Thomas. (Eds.) The Conservation of Insects and their habitats. Acadcmic Prcss. N. Y

Bohle, A., & et.all. (2008). Comunidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en dos bosques del Chaco Oriental Húmedo, Argentina.

Buitrago. A, Guzman. C. Mariposas como bio indicadores de Ecosistemas Sanos. Corporacion Universitaria del Meta Programa de Meun Villavicencio. (2019)

Carpio, C., & Dangles, O. (2009). Short term response of dung beetle communities to disturbance by road construction in the ecuadorian Amazon. Quito: PUCE.

Carvajal, Villamarin, S. (2007). Diversidad de Escarabajos Coprófagos Coleoptera; Scarabaeoidea en el Bosque Protector Pablo López del Oglán Alto, Pastaza, Ecuador.

Carvajal, V.; Villamarin, S. y Ortega, A. M. (2011), Escarabajos del Ecuador. Principales géneros. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Serie Entomología, No. 1, Quito, Ecuador. Xviii+350 pp.

Celi, J. y. Davalos (2001). Manual de monitoreo: los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. Quito-Ecuador: EcoCiencia.

Gómez-Cifuentes, Andrés*; Gimenez Gomez, Victoria; Munevar Lozano, Ana; Zurita, Gustavo Andrés. Estructura y composición de las comunidades de escarabajos estercoleros (scarabaeidae: scarabaeinae) en diferentes sistemas ganaderos del bosque atlántico de argentina. (2015).

CITES. (2021). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. http://checklist.cites.org

Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Asenjo, A. & Vaz- De-Mello, F. Z. (2019). Scarabaeinae dung beetles from Ecuador: a catalog, nomenclatural acts, and distribution récords. ZooKeys, 826, 1-343.

Chamorro William R., Gallo Freddy O., Soraya Delgado, Enríquez Sandra I., Guasumba Verónica y Germán López-Iborra. Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. (2019).

Checa, Hadas aladas del Yasuni, Quito-Ecuador (2013).

Chao, A., & Lee. (1992). Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. Journl of the American Statistical Association, 87(417), 210–217.

Elorduy, J.R., & Moreno, J.P.(2004). Los coleoptera comestible en México. México.

Daily, G.C., & P.R. Ehrlich. (1995). Preservation of biodiversity in small rain forest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. Biodiversity and Conservation 4:35-55.

Escobar, F. y P. Chacón-Ulloa. (2001). Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de escarabajos de los coleópteros coprófagos Scarabaeinae, Aphodiinae en un bosque tropical montano, Nariño – Colombia. Revista de Biología Tropical, 484: 961-975.

Fagua, Giovanny & Amarillo, Angela & Andrade-C, Gonzalo. (1999). Mariposas (Lepidoptera) como Bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del rio Pato (Caquetá).

Favila, M. y. Halffter (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structural and function. Mexico: Acta Zoológica.

Franco-Lopez, J., G. De La Cruz, A. De La Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L. Abarca, C. Bedia & I. Winfield. (1985). Manual de Ecología. Trillas. México.

Gaviria, F., & Henao E. (2014). Diversidad de mariposas diurnas hesperioidea {Papilionidae en tres estados Sucesiones de un bosque húmedo premontano Bajo, Tuluá, valle del cauca.

Génier, F. (2009). Le genere Eurysternus Dalman, 1824 Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini, révision taxonomique et clés de détermination illustrées. Pensoft Publishers, Sofia. 430 p

González, J. (2014). Bioindicadores como Aliados en el MOnitoreo de Condiciones Ambientales. CEGESTI, 252.

Hamer, K. C.; Hill, J. K.; Lace, L. A. & Langan, A. M. (1997). Ecological and biogeographical eects of forest disturbance on tropical butter ies of Sumba, Indonesia. Journal of Biogeography, 24, 67-75.

Halffter, G. &. Favila (1993). The Scarabaeidae Insecta: Coleoptera an animal group for analyzing. Inventoring and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biology International.

Halffter, G., Moreno, C.E. y Pineda, E. (2001). Manual para la evaluación de la Biodiversidad enReservas de la Biosfera. CYTED, UNESCO, S.E.A. 82 pp

Hernández, Blas Maes, Jean-Michel; Harvey, Celia A.; Vílchez, Sergio. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. (2003).

Holloway, J. D. (1985). Months as indicator organism for categorisíng rain forest and monitoeing change and regeneration process 235-242 pp. In: A. Chadwick, A. & Sutton. S. (Eds.) Tropical rain forest. Leeds Phylosophical and literary.

Kremen, C. (1992), Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. Ecological Applications, 2, 203-217.

Kremen, C.; Colwell, R. K.; Erwin, T. L.; Murphy, D. D.; Noss, R. F. & Sanjayan, M. A. (1993), Terrestrial arthropod assemblaeges: their use in conservation planning. Conservation Biology, 7, 796808.

Krebs, J. (1994). Ecological Methodology. Second Edition. University of British Columbia.

Lovejoy, T. E., J. M. Rankin, R. O. Brerregaard, K. S. Brown Jr. L. H. Emmons & L.H. Van Der Voort. (1984). Ecosystem decay of Amazon forest remmants. 295-325 In: Niteeki. M.H. (Ed.) Extintions. University Chicago Press. 475pp.

Lovejoy, T. E., R. O. Brerregaard, A. B. Rylands, J. R. Malcom, C. E. Quintela, L. H. Harper, K. S. Brown Jr., A. H. Powell, G. V. Powell, R. O. Schubart & M. B.Hays. (1986). Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. 52-285 pp. In Sodle, M. E. (Ed.) Conservation Biology. The Science ofscarsity and diversity. Sinauer Sunderland. Massachusetts.

Larsen, T., & Forsyth, A. (2009). Trap Spacing and Transect Design for Dung Beetle Biodiversity Studies. Washington: Biotropica.

Luzuriaga, C. (2013). Escarabajos Coprófagos, como indicadores de Diversidad Biológica en la Estación Biológica Pindo Mirador. Puyo: UTPL.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Magurran, A.E. (2004). Measuring biological diversity. Malden: Blackwell Publishing.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.

Medina, C. A. y A. Lopera. (2000). Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos Coleoptera: Scarabaeinae de Colombia. Caldasia, 222: 299-315.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España: M&T Manuales y Tesis SEA.

Luzuriaga Quichimbo Carmen Ximena. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en la Estación BiológicaPindo Mirador. Pastaza-Ecuador. (2013).

Rydon, A. (1964), Notes on the use of butter y traps in East Africa. Journal Lepidopterology Society, 18, 51-58.

ScarabNet. (2009). ScarabNet Scarabaeinae Research Network Global Taxon Database. Version 1.5, www.scarabnet.org

Silva, (2011) Ecología de Mariposas del Ecuador, Universidad San Francisco de Quito.

Sanchez Hernandez, Gomez Benugno, Delgado Leonardo, Rodruigez Edivaldo, Chamé Eduardo. Departamento de Conservación de Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. (2018).

Trujillo-Miranda, Alma L. Hortensia Carrillo-Ruiz ∗, Sombra P. Rivas-Arancibia y A. Rosa Andrés-Hernández. Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México. (2016).

Tufto, J., R. Lande, T.H. Ringsby, S. Engen, S. Saether, B.E. Walla, T.R. and Ph.J. DeVries. (2012). Estimating Brownian motion dispersal rate, longevity and population density from spatially explicit mark–recapture data on tropical butterflies. Journal of Animal Ecology 81: 756–769.

Uehara-Prado, M.; Brown K. S. Jr & Freitas, AV. L. (2007), Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butter ies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. Global Ecology and Biogeography, 16, 4354.

Uehara-Prado, M. & Freitas, AV. L. (2008), The eect of rainforest fragmentation on species diversity and mimicry ring compositition of Ithomiine butteries. Insect Conservation and Diversity.

UICN. (2023). The IUCN Red List of threatened species. Retrieved from https://www.iucnredlist.org

aValencia at al. Lepidopteros como bioíndicadores de Ecosistemas Sanos.

b Valencia at al Invertebrados del Ecuador y su uso como bioíndicadores de tipos de Ecosistemas.

aVelasco et al., Manual de Procedimientos para Monitoreo de Escarabajos Copronecrófagos del Ecuador.

bVelasco et al., Manual de Colecta de Lepidopteros bioindicadores.

Velasco & Valencia. Escabarajos bioindicadores del Ecuador.

Villareal H. M, Álvarez, S. Córdova, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña (2006) Manual de Métodos Para el Desarrollo de inventarios de biodiversidad

Villamarin S. (2014). Iinfluencia de Asentamientos Humanos en la Diversidad Funcional de Escarabajos Estercoleros Scarabaeidae: Scarabaeinae de la Reserva de Biosfera Sumaco. Tesis previa a la obtención del título de Magister en Biología de la Conservación.

Vaz-De-Mello, F. Z.; Edmonds, W. D.; Ocampo, F. C.; Schoolmeesters, P. (2011). A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World Coleoptera: Scarabaeidae. Zootaxa 2854: 1-73.

### **5.7.** Ictiofauna

Aguilar-León, A. I. y Zambrano-Guamán, E. F. (2019). Caracterización de la Ictiofauna en la Microcuenca del Río Quera Mediante, un Catálogo para su Preservación. Facultad de Ciencias Sociales. Machala-Ecuador. Trabajo de Titulación.

Aguirre, W., F. Anaguano-Yancha, R. Burgos-Morán, C. Carrillo-Moreno, L. Guarderas, I. Jácome-Negrete, P. Jiménez-Prado, E. Laaz, F. Nugra, W. Revelo, J. Rivadeneira, V. Utreras y J. Valdiviezo-Rivera. (2019). Lista roja de los peces dulceacuícolas de Ecuador. Ministerio del Ambiente, DePaul University, Wildlife Conservation Society-Ecuador (WCS), Universidad Estatal Amazónica, Universidad Indoamérica, Instituto Quichua de Biotecnología Sacha Supai, Universidad Central del Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede en Esmeraldas, Instituto Nacional de Pesca, Universidad del Azuay, Instituto Nacional de Pesca, Universidad Central del Ecuador, Antonio Torres, Universidad de Guayaquil e Instituto Nacional de Biodiversidad. Quito, Ecuador.

Aguirre, Z. (2013). Guía de Métodos para Medir la Biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. 82 pp.

Albuja, L., A. Almendáriz, R. Barriga, D. Montalvo, F. Cáceres y J.L. Román. (2012). Fauna de Vertebrados del Ecuador. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional (EPN). 490 pp.

Barriga, R. (1994). Peces del Noroeste del Ecuador. Quito- Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Ciencias Biológicas. Revista Politécnica 19(2): 43- 153.

Barriga, R. (2007). Los Peces de agua dulce del Ecuador. Revista Cordillera A límite. Nº 16. Año 3. Pág. 50 - 52.

Barriga, R. (2012). Lista de Peces de agua dulce e intermareales del Ecuador. Quito-Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Ciencias Biológicas. Revista Politécnica. 30(3): 83-119.

Barriga, R. y Olalla. M. (1983). Técnicas para la captura y preservación de Peces.Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Casa de la Cultura Ecuatoriana. Miscelaneas 4 (2): 61-67.

Champutiz, H. (2013). Bases de diseño de escaleras para peces. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Chao A. (1984). Non-Parametric Estimation of the Number of Classes in a Population. Scandinavian Journal of Statistics 11:265-270.

Chao, & Lee. (1992). Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. Journl of the American Statistical Association, 87(417), 210–217.

Chao, A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics, 43:783-791.

CITES. (2021). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna. Suiza.

Colwell, R. K., (2005). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 8.

Dedual, M. & Collier, K. J., (1995). Aspects of juvenile Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) diet in relation to food supply during summer in the lower Tongariro River, New Zealand. - N. Z. J. Mar. Freshwater. Res. 29: 381-391.

Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z.I. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque, R.J. Naiman, A.H. Prieur-Richard, D. Soto, M.L.J. Stiassny y C.A. Sullivan. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. Biological Reviews 81: 163–182.

Duncan, J.R., Lockwood, J.L., (2001). Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. Biological Conservation 102, 97-105.

EPA. (1989). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers. Benthic Macroinvertebrates and Fish. United States Environmental Protection Agency. Washington DC.

Eschmeyer, W. N. y Fong, J.D. (2014). Species by Family/Subfamily. (http://research. calacademy.org/research/ichthyology/catalog/ SpeciesByFamily.asp). Electronic version accessed 27 marz 2021.

Escobar-Camacho, D., R. Barriga R. y S. R. Ron. (2015). Discovering Hidden Diversity of Characins (Teleostei: Characiformes) in Ecuador's Yasuní National Park. PLoS ONE 10(8): e0135569. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135569.

Espinoza, Pérez, H. (2014). Protocolo de muestreo de peces en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012). En S. Salinas Rodríguez (Ed.), Programa Nacional de Reservas de Agua. Versión 1. Pp32. WWF México.

Froese, R. & Pauly, D. (2009). FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en http:www.fishbase.org. Accessed 28 de marzo de 2021.

Galvis, Mojica, J., Duque, R., Castellos, C., Sánchez-Duarte, P., Arce, M., & Leiva, M. (2006). Series de Guías Tropicales de Campo: peces del medio Amazonas Región de Leticia. Bogotá D.C.: Conservación Internacional.

García, G. (1983). The fishes of Amazonia. Limnology and landscape ecology of mygty tropical river and its basing. (Vol. 56). Dordrech.

Granado, L. (2002). Ecología de peces. Sevilla-España: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Grosman, F., González, G., & Castelain, J. (2002). Trophic niches in an argentine pond as a way to assess functional relationships between fishes and other communities. Water SA., 22(4):345-350.

Guarderas, L., B. Santi, A. Vargas y E. Aguinda. (2009). Estudio de diagnóstico de la diversidad, abundancia, etnoictiología, etnoecología y estado actual de conservación de la ictiofauna del territorio del Pueblo Ancestral Quichua del Curaray. Informe Técnico. Instituto Quichua de Biotecnología Sacha Supai. Curaray, 128 pp.

Guarderas, L., V. Alvarado, A. Cuji y M. Garcés. (2004). Estudio de diagnóstico de la diversidad, etnozoología y ecología de la ictiofauna de la comunidad Quichua de Lorocachi, Pastaza. Informe Técnico. Instituto Quichua de Biotecnología Sacha Supai. Lorocachi, 90 pp.

Jácome, I. (2005). Sumac Yacu. Introducción al conocimiento de los ecosistemas acuáticos y la diversidad, ecología, aprovechamiento y conservación de los peces de los territorios quichuas de Yana Yacu, Nina Amarun y Lorocachi, Pastaza. Instituto Quichua de Biotecnolo- gía Sacha Supai. Ediciones Abya-Yala. Quito, 104 pp.

Jiménez-Prado, P., W. Aguirre, E. Laaz-Moncayo, R. Navarrete-Amaya, F. Nugra-Salazar, E. Rebolledo-Monsalve, E. Zárate-Hugo, A. Torres-Noboa y J. Valdiviezo-Rivera. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay (UDA) y Museo

Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Esmeraldas, Ecuador. 416 pp.

Lazz, E. & Torres. A. (2010). Lista de peces continentales de la cuenca del río Guayas disponible en el web site: www.condordepaul.com

Lévêque, C., T. Oberdorff, D. Paugy, M.L. Stiassny y P.A. Tedesco. (2008). Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. Hydrobiologia 595: 545-567.

Lowel S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000). 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Global Invasive Species Database.

Magurran, A. E. (1987). Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Press179 pp.

Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma O., J.S., Galvis V., G. Villa-Navarro, F.A., Vásquez G., L. Prada-Pedreros, S. y Ardila R., C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 pp.

McDowall, R.M. (1990). New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Heinemann Reed, Auckland, 533 pp.

Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Subsecretaria de Patrimonio Natural.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y. México.

Nelson, J. S., Grande, T., & Wilson, M. V. (2006). Fishes of the world (Fith ed.). New Jersey, United States of América.

Nelson, J.S. (2016). Fishes of the World. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons. 601 pp.

Nugra-Salazar, F., E. Segovia, M. Benítez, D. Reinoso. (2016). Guía metodológica para el biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la Cuenca del Río Napo, Ecuador. SENAGUA, OTCA. Cuenca, Ecuador. 79pp.

RAMSAR. (2010). Manual de Convención de Ramsar: Guía de la Convención sobre los Humadales (Vol. 6). Gland, Suiza: Secretaría de Convención de Ramsar.

Reis, R.E., S.O. Kullander y C.J. Jr. Ferraris (Eds.). (2003). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Brasil: EDIPUCRS. 729 pp.

Reis, R.E., J.S. Albert, F. Di Dario, M.M. Mincarone, P. Petry y L.A. Rocha. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. Journal of Fish Biology 89(1): 12-47.

Rivadeneira J.F., Anderson, E. y Dávila, S. (2010). Peces de la cuenca del río Pastaza, Ecuador. Fundación Natura, Quito, Ecuador.

Román-Valencia, C. R. (2001). Ecología trófica y reproductiva de Trichomycterus caliense y Astroblepus cyclopus (Pisces: Siluriformes) en el río Quindío, Alto Cauca, Colombia. Revista de Biología Tropical 49(2):657-666.

Teixeira de Mello, F., González-Bergonzoni, I., & Loureiro, M. (2011). Peces de agua dulce del Uruguay. PPR-MGAP., 188 pp.

Tognelli, M.F., C.A. Lasso, C.A. Bota-Sierra, L.F. Jiménez-Segura y N.A. Cox (Eds.). (2016). Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales. Gland, Suiza; Cambridge, UK y Arlington, USA: UICN. 199 pp.

Tufiño, P. y Barrantes, A. (2013). Ictiofauna común de los ríos Zamora, Quimi y Machinaza, Provincia de Zamora Chinchipe: guía de campo. 141 pp.

UICN. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Available at: www.iucnredlist.org.

Valdiviezo, J., Carrillo C., Madera R. y Albarracín M. (2012). Guía de Peces de Limoncocha. Universidad Internacional SEK. Quito. Ecuador.

Valdiviezo-Rivera, J.; Garzón-Santomaro, C.; Inclán-Luna, D.; Mena_Jaén, J.; González-Romero, D. (Eds). (2018). Ecosistemas Dulceacuícolas de la Provincia de El Oro: Peces y macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del Páramo al Manglar. Publicación Miscelánea N° 10: Serie de Publicaciones GADPEO - INABIO. Quito-Ecuador.

Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). (2013). Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colom- bia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

### 5.8. Macroinvertebrados acuáticos

Acosta R, Ríos B, Rieradevall M, et al. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (C.E.R.A) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. Limnetica 28 (1): 35-64. https://doi.org/10.23818/limn.28.04

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos . Almería.

Baev, P. V. y L. D. Penev. (1995). Biodiv: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.

Bonacina, L., Fasano, F., Mezzanotte, V. and Fornaroli, R. (2023). Effects of water temperature on freshwater macroinvertebrates: a systematic review. Biol. Rev. (2023), 98, pp. 191–221. http://doi: 10.1111/brv.12903

Callisto, M., J. Gonçalves & M. A. S. Graça. (2007). Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. Revista Brasileira de Zoologia 24 (2): 442-448. http://doi: 10.1590/S0101-81752007000200023

Carrera, C. & Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia.

Cifuentes, G.R., Gamboa, R.A.B. & Rocha, Z.E.G. (2014). *Diagnóstico fisicoquímico, biológico y microbiológico de las aguas del Embalse de La Copa (Boyacá)*. Universidad de Boyacá, Centro de Investigaciones para el Desarrollo, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 123 pp. CITES (2021). Online: https://checklist.cites.org/

CITES. (2023). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna. Suiza.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. purl.oclc.org/estimates.

Colwell, R. K., Mao, C. X. y Chang, J. (2005). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. En G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff, y A. Melic (Eds.), Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma (pp. 74–83). Zaragoza, España: ˜ SEA, Conabio, DIVERSITAS, Conacyt.

Cumbrera, A. y Rodríguez, V. (2018). Estructura trófica a nivel de grupos funcionales de alimentación de la comunidad de insectos acuáticos y calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Cardenillo, Veraguas. Revista Visión Antataura, 2018, 2(1), junio-noviembre, ISSN: 2309-6373 / 2520-9892

Domínguez, E., C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard, & C. Nieto. (2006). Aquatic Biodiversity in Latin America: Ephemeroptera of South America, Pensoft, Sofia.

Domínguez E, Fernández HR (2009). Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, p 656.

Enríquez Espinosa, A.C., Shimano, Y., Rolim, S. et al. (2020). Effects of mining and reduced turnover of Ephemeroptera (Insecta) in streams of the Eastern Brazilian Amazon. J Insect Conserv 24, 1061–1072. https://doi.org/10.1007/s10841-020-00275-7

Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas de información ambiental.

Guevara, M.M. (2011). Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59 (2), 635-654.

Guevara, G. (2010). Perturbación antropogénica en arroyos de microcuencas boscosas andinas del sur de Chile: respuestas en descomposición de hojarasca, invertebrados bentónicos y fraccionamiento isotópico. Tesis de Doctorado en Ciencias (Sistemática y Ecología), Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 148 p.

Hamada, N.; Nessimian, J. L.; Querino, R. B. (2014). Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. --- Manaus: Editora do INPA.

Hamada, N., J.H. Thorp, D.C. Rogers. (2019). Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Volume 3 (661-700). Academic Press.

Hauer, F. R. & Resh, V. H. (2017). Macroinvertebrates (Methods in stream ecology). In Methods in Stream Ecology, Third Edition (). Elsevier Inc, London.

Heino, J., Louhi, P. & Muotka, T. (2004). Identifying the scales of variability in stream macroinvertebrate abundance, functional composition and assemblage structure. *Freshwater Biology*, 49 (9), 1230-1239.

Helson J & Williams D (2013). Development of a macroinvertebrate multimetric index for the assessment of low-land streams in the neotropics. Ecol Ind 29:167–178. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.030

Hellawell. J. (1986). Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, Londres.

IUCN (2023). Online: https://www.iucnredlist.org/

Janke, H. & S. Trivinho-Strixino. (2007). Colonization of leaf litter by aquatic macroinvertebrates: a study in a low order tropical stream. Acta Limnologica Brasiliensia 19 (1): 109-115.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Mandaville, S. (2002). Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters – Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1 Zaragoza.

Muñoz, J.; D. Armijos-Ojeda y S. Erazo. (2019). Flora y fauna del Bosque Seco de la provincia de Loja, Ecuador. Ediloja. Ecuador. 107 pp.

Murillo, Z.M. & Córdoba, K.A. (2017). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en tres ciénagas de la cuenca media del Atrato, Chocó – Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó Investigación Biodiversidad y Desarrollo*, 34 (1), 22-35.

Palma, A. (2007). Macroinvertebrados. Udec accesible en: http: //www2. udec.cl/ ~lpalma/ macroinvert .html (online: junio 2021).

Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Presencia. Bogotá. Colombia.

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Antioquia-Medellín.

Roldán G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 40(155):254-274. doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335

Roldán-Pérez, G. (1999). Los Macroinvertebrados y Su Valor Como Indicadores de La Calidad Del Agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 23 (88), 375-387.

Rosenberg DM, Resh VH (1993) Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, London, p 48

Shimano Y, Salles FF, Cabette HSR (2011) Ephemeroptera (Insecta) from east of Mato Grosso State, Brazil. Biota Neotrop 11(4). https://www.biota neotropica.org.br/v11n4/en/abstract?inventory+bn020 11042011.

Stewart, D., R. Barriga y M. Ibarra. (1987). Ictiofauna de la cuenca del río Napo, Ecuador continental: lista anotada de especies. Revista de Información Técnico-Científica Politécnica Biología, 12 (4): 9-42.

Suárez, B; Barrios, M. & Teixeira de Mello, F. (2022) Macroinvertebrates' response to different land use in lowland streams from Uruguay: use of artificial substrates for biomonitoring, Neotropical Biodiversity, 8:1, 136-146, DOI: 10.1080/23766808.2022.2049178

Tampo L, Kaboré I, Alhassan EH, Ouéda A, Bawa LM and Djaneye-Boundjou G. (2021). Benthic Macroinvertebrates as Ecological Indicators: Their Sensitivity to the Water Quality and Human Disturbances in a Tropical River. Front. Water 3:662765. http://doi: 10.3389/frwa.2021.662765

Trama FA, Salcedo Gustavson SA, Demarcy L, Erbure, Cardozo L, Jara Palomino BA, Muñoz Ccuro FE, Rios Alvarado JR, Rizo Patrón Viale FLS. (2020). Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: conservación y manejo del bosque ribereño en el Perú. Revista peruana de biología 27(2):149 - 168 (Mayo 2020). doi: http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Uman~a, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.