

Tabla de Contenido

6	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE.....	6.2-1
6.2	Línea Base Biótica.....	6.2-1
6.2.1	Estudios Previos en el Área de Estudio.....	6.2-1
6.2.2	Área de Estudio.....	6.2-1
6.2.3	Criterios Metodológicos.....	6.2-1
6.2.4	Ubicación de los Sitios de Muestreo de Flora y Fauna.....	6.2-2
6.2.5	Componente Flora.....	6.2-3
6.2.5.1	Sitios de Muestreo de Flora.....	6.2-3
6.2.5.1.1	Descripción del Área de Estudio.....	6.2-3
6.2.5.2	Metodología.....	6.2-4
6.2.5.2.1	Fase de Campo.....	6.2-4
6.2.5.2.2	Esfuerzo de Muestreo.....	6.2-5
6.2.5.2.3	Análisis de Datos.....	6.2-6
6.2.5.3	Ecosistemas.....	6.2-9
6.2.5.4	Tipos de Vegetación.....	6.2-9
6.2.5.4.1	Bosque Nativo.....	6.2-10
6.2.5.4.2	Mosaico Agropecuario.....	6.2-10
6.2.5.4.3	Pastizal.....	6.2-10
6.2.5.5	Análisis de Resultados.....	6.2-10
6.2.5.5.1	Análisis General.....	6.2-10
6.2.5.5.2	Análisis Cuantitativo.....	6.2-12
6.2.5.5.3	Análisis Cualitativo.....	6.2-26
6.2.5.5.4	Aspectos Ecológicos.....	6.2-29
6.2.5.6	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-36
6.2.5.7	Conclusiones y Recomendaciones.....	6.2-36
6.2.6	Componente Fauna.....	6.2-37
6.2.6.1	Zoogeografía.....	6.2-37
6.2.6.2	Avifauna (Aves).....	6.2-37
6.2.6.2.1	Sitios de Muestreo.....	6.2-38
6.2.6.2.2	Metodología.....	6.2-41
6.2.6.2.3	Análisis de Resultados.....	6.2-47
6.2.6.2.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-68

6.2.6.2.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-69
6.2.6.3	Mastofauna.....	6.2-72
6.2.6.3.1	Sitio de Muestreo	6.2-72
6.2.6.3.2	Metodología	6.2-75
6.2.6.3.3	Análisis de Resultados.....	6.2-80
6.2.6.3.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-93
6.2.6.3.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-93
6.2.6.4	Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)	6.2-94
6.2.6.4.1	Sitios de Muestreo	6.2-94
6.2.6.4.2	Metodología	6.2-97
6.2.6.4.3	Análisis de Resultados.....	6.2-104
6.2.6.4.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-121
6.2.6.4.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-121
6.2.6.5	Entomofauna (Coleóptera y Lepidóptera)	6.2-124
6.2.6.5.1	Sitios de Muestreo	6.2-125
6.2.6.5.2	Metodología	6.2-127
6.2.6.5.3	Análisis de Resultados.....	6.2-131
6.2.6.5.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-149
6.2.6.5.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-149
6.2.6.6	Ictiofauna (Peces)	6.2-151
6.2.6.6.1	Sitios de Muestreo	6.2-151
6.2.6.6.2	Metodología	6.2-155
6.2.6.6.3	Análisis de Resultados.....	6.2-164
6.2.6.6.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-181
6.2.6.6.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-181
6.2.6.7	Macroinvertebrados Acuáticos.....	6.2-182
6.2.6.7.1	Sitios de Muestreo	6.2-183
6.2.6.7.2	Metodología	6.2-189
6.2.6.7.3	Análisis de Resultados.....	6.2-200
6.2.6.7.4	Comparación con Estudios Previos.....	6.2-231
6.2.6.7.5	Conclusiones y Recomendaciones	6.2-231
6.2.6.8	Bibliografía.....	6.2-233

Lista de Tablas

Tabla 6-1 Ubicación de los Sitios de Muestreo de Flora	6.2-4
Tabla 6-2 Esfuerzo de Muestreo de Flora	6.2-5
Tabla 6-3 Interpretación del Índice de Diversidad de Shannon Wiener	6.2-7
Tabla 6-4 Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson	6.2-8
Tabla 6-5 Clasificación de la Cobertura Vegetal	6.2-10
Tabla 6-6 Especies Registradas con el Valor de Importancia (IVI)	6.2-15
Tabla 6-7 Especies Registradas con el Valor de Importancia (IVI)	6.2-22
Tabla 6-8 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo	6.2-26
Tabla 6-9 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo	6.2-27
Tabla 6-10 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo	6.2-28
Tabla 6-11 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo	6.2-28
Tabla 6-12 Uso de la Plantas Registradas en el Punto PZMF1	6.2-32
Tabla 6-13 Uso de la Plantas Registradas en el Punto PZMF2	6.2-34
Tabla 6-14 Sitios de Muestreo de Avifauna	6.2-39
Tabla 6-15 Esfuerzo de Muestreo Cuantitativo de Avifauna	6.2-42
Tabla 6-16 Índice de Diversidad	6.2-56
Tabla 6-17 Índice de Chao 1	6.2-56
Tabla 6-18 Listado de Especies Presentes en el Muestreo Cualitativo	6.2-58
Tabla 6-19 Estado de Conservación de las Especies de Avifauna Presentes en el Área de Estudio	6.2-62
Tabla 6-20 Listado de Especies Migratorias Presentes en el Área de Estudio	6.2-64
Tabla 6-21 Listado de especies indicadoras presentes en el área de estudio	6.2-66
Tabla 6-22 Listado de Especies Indicadoras Presentes en el Área de Estudio	6.2-68
Tabla 6-23 Ubicación de los Sitios de Muestreo de Mastofauna	6.2-73
Tabla 6-24 Esfuerzo de Muestreo Cualitativo de Mastofauna	6.2-77
Tabla 6-25 Valores del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en el Sitio de Estudio	6.2-84
Tabla 6-26 Índice de Chao 1	6.2-84
Tabla 6-27 Listado de Especies Registradas en Cada Sitio de Muestreo Cualitativo	6.2-87
Tabla 6-28 Categorías de Conservación de la Mastofauna	6.2-91
Tabla 6-29 Especies de Mamíferos Sensibles e Indicadoras con su Respectiva Categoría de Sensibilidad	6.2-92
Tabla 6-30 Puntos de Muestreo Cuantitativo y Cualitativo de Herpetofauna	6.2-96
Tabla 6-31 Esfuerzo de Muestreo de Herpetofauna	6.2-99
Tabla 6-32 Porcentaje de Individuos/Familias de Herpetofauna PZMH-01	6.2-108
Tabla 6-33 Porcentaje de Individuos/Familias de Herpetofauna PZMH-02	6.2-110
Tabla 6-34 Índices de Diversidad Calculados para los Sitios de Estudio	6.2-111
Tabla 6-35 Similitud (Jaccard Cualitativo) de Especies Registrado en los Sitios de Estudio	6.2-114
Tabla 6-36 Composición de la Herpetofauna Registrada en los Sitios de Muestreo Cualitativo	6.2-114
Tabla 6-37 Similitud (Jaccard Cualitativo) de Especies Registrado en los Sitios de Muestreo Cualitativos	6.2-115
Tabla 6-38 Categorías de Amenaza de la Herpetofauna Registrada en los Sitios de Estudio	6.2-120

Tabla 6-39 Sitios de Muestreo de Entomofauna.....	6.2-126
Tabla 6-40 Esfuerzo de Muestreo Cuantitativo de Entomofauna.....	6.2-128
Tabla 6-41 Resumen Índices de Diversidad	6.2-134
Tabla 6-42 Valores de Chao 1	6.2-134
Tabla 6-43 Resumen Índices de Diversidad	6.2-138
Tabla 6-44 Índice de Chao 1 - PZM1	6.2-138
Tabla 6-45 Resumen Índices de Diversidad – PZM2	6.2-142
Tabla 6-46 Índice de Chao1 – PZM2	6.2-142
Tabla 6-47 Índice de Similitud de Jaccard	6.2-143
Tabla 6-48 Resumen Índice de Similitud de Jaccard.....	6.2-144
Tabla 6-49 Número de Especies Registradas en el Muestreo Cualitativo	6.2-145
Tabla 6-50 Especies Sensibles	6.2-148
Tabla 6-51 Sitios y Esfuerzo de Muestreo de la Ictiofauna	6.2-152
Tabla 6-52 Esfuerzo de Muestreo para la Ictiofauna	6.2-156
Tabla 6-53 Interpretación para el Índice de Shannon.....	6.2-158
Tabla 6-54 Interpretación para el Índice de Simpson en su Fórmula 1-D.....	6.2-159
Tabla 6-55 Abundancia relativa de la ictiofauna registrada en el área de estudio	6.2-166
Tabla 6-56 Análisis de Diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de Ictiofauna registrada en el área de estudio.....	6.2-167
Tabla 6-57 Análisis de dominancia Simpson (1-D) de la ictiofauna registrada en el área de estudio	6.2-167
Tabla 6-58 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-01.....	6.2-169
Tabla 6-59 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-02.....	6.2-170
Tabla 6-60 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-03.....	6.2-171
Tabla 6-61 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-04.....	6.2-172
Tabla 6-62 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-04.....	6.2-173
Tabla 6-63 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-06.....	6.2-174
Tabla 6-64 Nicho Trófico de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio.....	6.2-176
Tabla 6-65 Sociabilidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio.....	6.2-177
Tabla 6-66 Sociabilidad Reportadas en el Área de Estudio Según el Grado de Sensibilidad	6.2-178
Tabla 6-67 Estado de Conservación de las Especies Reportadas en el Área de Estudio	6.2-179
Tabla 6-68 Especies Indicadoras de Peces Reportadas en el Área de Estudio...	6.2-180
Tabla 6-69 Tipo de Migración de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio	6.2-180
Tabla 6-70 Sitios y Esfuerzo de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos	6.2-184
Tabla 6-71 Esfuerzo de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos	6.2-189
Tabla 6-72 Interpretación para el Índice de Shannon.....	6.2-192
Tabla 6-73 Interpretación para el Índice de Simpson en su Fórmula 1-D.....	6.2-192
Tabla 6-74 Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col	6.2-194
Tabla 6-75 Criterios de Calidad Biológica del agua para el índice BMWP/Col.....	6.2-195
Tabla 6-76 Familias de Invertebrados Acuáticos y Puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009).....	6.2-195
Tabla 6-77 Evaluación de la Calidad de Agua a partir del Puntaje del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI).....	6.2-198

Tabla 6-78 Criterios de Valoración para Evaluar la Calidad del Agua con el Índice EPT	6.2-199
Tabla 6-79 Sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a su valor BMWP/Col	6.2-200
Tabla 6-80 Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio	6.2-204
Tabla 6-81 Análisis de Diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio	6.2-205
Tabla 6-82 Análisis de dominancia Simpson (1-D) de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio.....	6.2-206
Tabla 6-83 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-01	6.2-208
Tabla 6-84 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-02	6.2-210
Tabla 6-85 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-03	6.2-211
Tabla 6-86 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-04	6.2-213
Tabla 6-87 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-05	6.2-215
Tabla 6-88 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-06	6.2-217
Tabla 6-89 Índice BMWP/Col Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados	6.2-220
Tabla 6-90 Índice AAMBI Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados.....	6.2-220
Tabla 6-91 Índice EPT Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados	6.2-221
Tabla 6-92 Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio	6.2-225
Tabla 6-93 Sensibilidad de los Macroinvertebrados Acuáticos en el Área de Estudio	6.2-228

Lista de Gráficos

Gráfico 6-1 Composición Florística General	6.2-11
Gráfico 6-2 Curva de Acumulación de Especies	6.2-11
Gráfico 6-3 Curva de Abundancia de Especies	6.2-12
Gráfico 6-4 Riqueza y Abundancia en PZMF1	6.2-13
Gráfico 6-5 Familias con Mayor Abundancia	6.2-13
Gráfico 6-6 Curva de Abundancia de Especies	6.2-14
Gráfico 6-7 Especies con Mayor Área Basal	6.2-15
Gráfico 6-8 Estimador Chao 1.....	6.2-18
Gráfico 6-9 Curva de Acumulación de Especies	6.2-19
Gráfico 6-10 Riqueza y Abundancia en PZMF2	6.2-19
Gráfico 6-11 Familias con Mayor Abundancia	6.2-20
Gráfico 6-12 Curva de Abundancia de Especies	6.2-21
Gráfico 6-13 Especies con Mayor Área Basal	6.2-21
Gráfico 6-14 Estimador Chao 1.....	6.2-24
Gráfico 6-15 Curva de Acumulación de Especies	6.2-25
Gráfico 6-16 Clúster de Sitios de Muestreo de Flora en el Área de Estudio	6.2-26
Gráfico 6-17 Clúster de Sitios de Muestreo de Flora en el Área de Estudio	6.2-29
Gráfico 6-18 Riqueza de Órdenes de Aves para el Área de Estudio	6.2-48
Gráfico 6-19 Curva de Acumulación de Especies para el Área de Estudio.....	6.2-49
Gráfico 6-20 Curva de Dominancia de Especies para el Área De Estudio.....	6.2-49
Gráfico 6-21 Riqueza de Órdenes de Aves para el Sitio PZMA-1.....	6.2-50
Gráfico 6-22 Curva de Acumulación de especies para PZMA-1	6.2-51

Gráfico 6-23 Curva de Dominancia de especies para PZMA-1	6.2-52
Gráfico 6-24 Riqueza de Órdenes de Aves para el sitio PZMA-2	6.2-53
Gráfico 6-25 Curva de Acumulación de Especies para PZMA-2	6.2-54
Gráfico 6-26 Curva de Dominancia de Especies para PZMA-2.....	6.2-55
Gráfico 6-27 Dendrograma de similitud del muestreo cuantitativo (Clúster)	6.2-57
Gráfico 6-28 Dendrograma de Similitud del Muestreo Cualitativo (Clúster)	6.2-58
Gráfico 6-29 Gremios Tróficos	6.2-61
Gráfico 6-30 Sensibilidad de las especies de avifauna	6.2-66
Gráfico 6-31 Distribución Vertical de las Especies de Avifauna	6.2-67
Gráfico 6-32 Sociabilidad de las Especies de Avifauna	6.2-67
Gráfico 6-33 Comparación con Estudios Previos	6.2-69
Gráfico 6-34 Curva de Acumulación de Especies	6.2-81
Gráfico 6-35 Curva de Dominancia de Especies para el Área de Estudio	6.2-81
Gráfico 6-36 Dominancia de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PZMM1	6.2-82
Gráfico 6-37 Dominancia de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PZMM2	6.2-83
Gráfico 6-38 Curva de Acumulación de Especies	6.2-85
Gráfico 6-39 Dendrograma de Cluster en Base al Coeficiente de Similitud de Jaccard para el Muestreo Cuantitativo	6.2-86
Gráfico 6-40 Dendrograma de Clúster en Base al Coeficiente de Similitud de Jaccard para el Muestreo Cualitativo.....	6.2-89
Gráfico 6-41 Nicho Trófico de los Mamíferos Registrados en el Área de Estudio..	6.2-90
Gráfico 6-42 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en los Sitios de Estudio.....	6.2-105
Gráfico 6-43 Abundancia Absoluta de Anfibios y Reptiles.....	6.2-105
Gráfico 6-44 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies	6.2-106
Gráfico 6-45 Curva de Acumulación de Especies en Base a la Unidad de Tiempo Aplicado en los Sitios de Estudio	6.2-107
Gráfico 6-46 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en PZMH-01	6.2-108
Gráfico 6-47 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies PZMH-01.....	6.2-109
Gráfico 6-48 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en PZMH-02.....	6.2-110
Gráfico 6-49 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies PZMH-02.....	6.2-111
Gráfico 6-50 Curva de Acumulación de Especies Punto PZMH-01	6.2-112
Gráfico 6-51 Curva de Acumulación de Especies Punto PZMH-02.....	6.2-112
Gráfico 6-52 Dendrograma de Similitud de Especies e Individuos entre los Sitios de Estudio	6.2-113
Gráfico 6-53 Nicho Trófico de la Herpetofauna Registrada en las Áreas de Estudio.....	6.2-116
Gráfico 6-54 Modos Reproductivos de los Anfibios Registrados	6.2-117
Gráfico 6-55 Sensibilidad de las Especies de Herpetofauna	6.2-119
Gráfico 6-56 Abundancia Absoluta.....	6.2-132
Gráfico 6-57 Curva de Acumulación de Especies	6.2-133
Gráfico 6-58 Riqueza PZM1.....	6.2-135
Gráfico 6-59 Riqueza PZM1.....	6.2-136
Gráfico 6-60 Curva de Acumulación de Especies Estimadas Chao 1	6.2-137
Gráfico 6-61 Riqueza PZM2.....	6.2-139
Gráfico 6-62 Abundancia PZM2	6.2-140
Gráfico 6-63 Curva de Acumulación de Especies, Estimador Chao 1 PZM2	6.2-141
Gráfico 6-64 Dendrograma de Similitud de Jaccard.....	6.2-143



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULTÍA LTDA.
GESTIÓN AMBIENTAL

Gráfico 6-65 Análisis Clúster del Muestreo Cualitativo.....	6.2-144
Gráfico 6-66 Nichos Tróficos.....	6.2-148
Gráfico 6-67 Frecuencia de la Riqueza Global de Órdenes, Familias, Especies e Individuos de la Ictiofauna Hallada en el Área de Estudio	6.2-164
Gráfico 6-68 Riqueza y Abundancia de la Ictiofauna Registrada en Cada Punto de Muestreo.....	6.2-165
Gráfico 6-69 Curva de Dominancia-Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio.....	6.2-165
Gráfico 6-70 Curva de Acumulación y Chao 1 de la Ictiofauna Registrada en el Área de estudio.....	6.2-168
Gráfico 6-71 Índice de Similitud Jaccard de los Peces Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados.....	6.2-168
Gráfico 6-72 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-01.....	6.2-170
Gráfico 6-73 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-02.....	6.2-171
Gráfico 6-74 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-03.....	6.2-172
Gráfico 6-75 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-04.....	6.2-173
Gráfico 6-76 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-05.....	6.2-174
Gráfico 6-77 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-06.....	6.2-175
Gráfico 6-78 Porcentaje del Nicho Trófico de las Especies Registradas en el Área de Estudio.....	6.2-176
Gráfico 6-79 Frecuencia de la Riqueza Global de Phyllums, Clases, Órdenes, Familias, Morfoespecies e Individuos de Macroinvertebrados Acuáticos Hallados en el Área De Estudio.....	6.2-201
Gráfico 6-80 Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos Hallados en Cada Punto de Muestreo	6.2-201
Gráfico 6-81 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio.....	6.2-203
Gráfico 6-82 Curva de Acumulación y Chao 1 de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio.....	6.2-207
Gráfico 6-83 Índice de Similitud Jaccard Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados.....	6.2-207
Gráfico 6-84 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-01.....	6.2-209
Gráfico 6-85 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-02.....	6.2-211
Gráfico 6-86 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-03.....	6.2-213
Gráfico 6-87 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-04.....	6.2-215
Gráfico 6-88 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-05.....	6.2-217



Gráfico 6-89	Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo PZMB-06	6.2-219
Gráfico 6-90	Gremios Tróficos de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Puntos de Muestreo	6.2-224
Gráfico 6-91	Porcentaje de Sensibilidad de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio.....	6.2-230

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE

6.2 Línea Base Biótica

El desarrollo de la presente sección incluyó información compilada durante el levantamiento de línea base realizado en mayo de 2023.

6.2.1 Estudios Previos en el Área de Estudio

En el año 2004 obtiene la aprobación del estudio ambiental y procede con una campaña de perforaciones hasta el año 2006 con un total de 8399 metros perforados, así como también mapeos adicionales y nuevos registros de la mena lo que confirma la existencia de un yacimiento de minerales de cobre.

Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Ampliatorio, Proyecto Panantza – San Carlos, realizado el Ing. Vinicio Valarezo (2006).

Proyecto Panantza – San Carlos, Fase de Exploración Avanzada, Plan de Manejo Ambiental (2009).

6.2.2 Área de Estudio

El área de estudio abarca el espacio donde se realizará las actividades de la fase de exploración avanzada que requiere el Proyecto Minero Panantza. El Proyecto Panantza se ubica en la provincia de Morona Santiago, cantón Limón Indanza, parroquia San Miguel de Conchay. El mismo se localiza aproximadamente al sureste de Ecuador.

6.2.3 Criterios Metodológicos

Para determinar la ubicación de los puntos de muestreo cuantitativo y cualitativo en lo que respecta al área donde se realizará las actividades de la fase de exploración avanzada que requiere el Proyecto Minero, se utilizó como base:

- Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio del Ambiente, a escala 1:100.000 (MAE, 2013).
- Mapa de Cobertura Vegetal (MAE, 2020).
- Pisos Zoogeográficos del Ecuador (Albuja et al., 2012).
- Zonas Ictiohidrográficas del Ecuador (Barriga, 2012 en Albuja et al., 2012).
- Información de Unidades hidrográficas según la metodología Pfafstter.
- Imagen Satelital PlanetScope

El área se localiza en la parte alta, media y baja de las cordilleras del Cóndor-Kutukú cuyas alturas oscilan entre 350 y 1400 msnm. El relieve es accidentado con pendientes medias a fuertes.

En el análisis para el establecimiento de los lugares a ser muestreados, se identificó lo siguiente:

- Los accesos existentes al área, con la finalidad de poder ubicar los puntos de evaluación de flora y fauna.

- Unidades ecosistémicas (MAE, 2013): Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02 - 350 -1 400 msnm), Intervención y Otras Áreas.
- Pisos Zoogeográficos: Subtropical Oriental (800 y 1 000 a 1 800 y 2 000 m).
- Unidad Hidrográfica: Cuenca Río Panantza.

El estudio de línea base de flora y fauna cuenta con la Autorización de Vida Silvestre No. 12-2023 RVS-FLO/FAU/OTMO/MAATE, emitido por la Coordinación Zonal 6 de Morona Santiago del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Durante el desarrollo de la investigación de la fase de campo, se realizaron colecciones de macroinvertebrados acuáticos, para la respectiva identificación en los laboratorios especializados; mismos que fueron movilizados con la Guía de Movilización de Especímenes de Flora y Fauna Silvestre Nro. 10-2023-XKCA-MVS-OTMO-DZ6-MAATE, emitida el 14 de junio de 2023 por la Coordinación Zonal 6 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Ver Anexo D Respaldo Línea Base, D2. Línea Base Biótica).

6.2.4 Ubicación de los Sitios de Muestreo de Flora y Fauna

Los muestreos cuantitativos y cualitativos se realizaron tomando en cuenta la fase de Exploración Avanzada y las siguientes infraestructuras:

Instalaciones Auxiliares:

- Apertura de trochas
- Accesos
- Campamento permanente: área de logueo, cuarto de corte de testigos, talleres, área de almacenamiento de combustible, Planta de tratamiento de Aguas Residuales
- Campamentos temporales
- Escombreras

Fase de construcción:

- Construcción de plataformas de perforación para exploración avanzada
- Construcción de Instalaciones Auxiliares (Trochas, accesos, campamento permanente, campamentos temporales)

Fase de operación:

- Perforación (sondajes)
- Instalación de Equipo
- Instalación de Equipo
- Instalación de Revestimiento
- Obtención y Manipulación de Muestra
- Procesamiento de Efluentes de Perforación

6.2.5 Componente Flora

La región de la Cordillera del Cóndor es la extensión oriental de la cadena andina principal, que se extiende aproximadamente 150 km de norte a sur, tiene una altitud máxima de cerca de 2900 msnm y forma parte de la frontera internacional entre Ecuador y Perú (Neil, 2007). Se estima que abarca un área de cerca de 1,1 millones de hectáreas, de las cuales 700 000 ha se encuentran en el Ecuador (Neil, 2007). Schulenberg y Awbrey (1997) y Neill (2005) consideran que posee una flora más rica que cualquier área de tamaño similar que cualquiera en el Neotrópico. Además, y casi con certeza, posee una de las concentraciones más altas de especies de plantas vasculares aún desconocidas científicamente que cualquier lugar de la Tierra (Neil, 2007).

Estas consideraciones convierten a la Cordillera del Cóndor en un hito para la investigación y comprensión de los diferentes cambios que se suscitan por las actividades que se desarrollan en el proyecto, además, la identificación de especies que poseen una respuesta, casi como estímulo propio, a estos cambios específicos (especies indicadoras) (Aguirre & Aguirre, 2007) ayuda a implementar medidas correctivas de corto y mediano plazo a potenciales efectos negativos sobre la flora.

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar florísticamente las áreas de influencia del proyecto. Se emplearon metodologías cuantitativas y cualitativas que generen información de diversidad, abundancia y aspectos ecológicos.

Objetivos:

- Determinar la composición y estructura florística del área del proyecto.
- Describir la estructura y composición de las comunidades de fauna en diversos hábitats en el área de estudio.
- Determinar los índices de diversidad en el área de estudio del proyecto.
- Evaluar los aspectos ecológicos de las especies de flora registradas en el estudio.
- Establecer el estado de conservación de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.

6.2.5.1 Sitios de Muestreo de Flora

El área de estudio está ubicada en la Región Oriental, en la Provincia de Morona Santiago, Cantón San Juan Bosco, Parroquia Santiago de Panantza, en las estribaciones occidentales de la Cordillera del Cóndor.

El componente de flora comprende un análisis cuantitativo de dos parcelas temporales de 50x50m y cuatro puntos cualitativos. Las áreas seleccionadas para la evaluación biológica comprenden aquellas zonas con representación ecológica para los análisis e interpretación de resultados, a fin de dar sustento al estudio.

6.2.5.1.1 Descripción del Área de Estudio

La Tabla 6-1, indica los datos de ubicación de las parcelas y de los puntos de muestreo cualitativo, donde se incluyen: componente, sitio de muestreo, fecha, código, coordenadas, altitud, tipos de vegetación y tipo de muestreo.

Tabla 6-1 Ubicación de los Sitios de Muestreo de Flora

Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas (vértices)		Altitud (msnm)	Tipo de vegetación	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
PZMF1	26 al 28 de abril de 2023	783.143	9.650.734	1.061	Bosque natural intervenido	Parcela	50m x 50m	Cuantitativo
		783.140	9.650.778	1.051				
		783.090	9.650.787	1.048				
		783.103	9.650.733	1.058				
PZMF2	29 al 30 de abril de 2023 al 1 de mayo de 2023	783.930	9.650.794	1.007	Bosque natural intervenido	Parcela	50m x 50m	Cuantitativo
		783.915	9.650.841	1.034				
		783.957	9.650.870	1.006				
		783.967	9.650.820	995				
PZOF1	02/05/2023	783.401	9.650.177	865	Remanente de bosque secundario a 100 metros del Río Panantza	Transecto de observación	250 m	Cualitativa
		783.521	9.650.295	860				
PZOF2	03/05/2023	782.918	9.650.967	1.112	Remanente de bosque secundario colinado con árboles de 8 a 20 m de altura.	Transecto de observación	250 m	Cualitativa
		782.857	9.651.186	1.163				
PZOF3	04/05/2023	784.267	9.649.755	800	Remanente de bosque secundario a 100 de la carretera	Transecto de observación	250 m	Cualitativa
		784.362	9.649.800	811				
PZOF4	05/05/2023	782.813	9.650.406	898	Remanente de bosque secundario colinado	Transecto de observación	250 m	Cualitativa
		782.782	9.650.546	944				

PZMF: Panantza muestreo flora; PZOF: Panantza Observación Flora

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.2 Metodología

6.2.5.2.1 Fase de Campo

El trabajo de campo se realizó entre abril y mayo de 2023, donde se realizó el estudio de dos parcelas temporales de 50x50 metros (0.25 ha). Cada punto de muestreo se realizó en tres días de trabajo de campo. De igual forma se realizaron cuatro puntos de observación de muestreo cualitativo.

6.2.5.2.1.1 Muestreos Cuantitativos

Parcelas Temporales

Para el trabajo de campo se contó con la participación de un investigador principal, dos guías locales. Se realizó el estudio de dos parcelas temporales de 50 x 50 (0.25 de hectárea/ 2500m²), dentro del área de influencia del proyecto minero, cuyos límites fueron monitoreados con cinta métrica y marcados con pintura en spray roja, se realizó el mantenimiento de las placas de los árboles con la numeración correcta, se identificaron, tabularon, midieron y documentaron, todos los árboles y lianas con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) igual o superior a 10 cm (aproximadamente a 1,3 m del suelo), (Cerón, 2003). Se realizaron colecciones botánicas, de las especies de difícil identificación y que no pudieran ser reconocidas por el investigador. Se registró el nombre común y las características de la corteza: color, textura, olor etc., así también la presencia de exudados como: látex, resina etc., de los árboles fértiles se registró el color de las flores y frutos, finalmente se procedió a tomar fotografías para facilitar su identificación taxonómica.

Con los datos de las mediciones, tabulaciones y estimaciones se calculó: área basal, densidad relativa, dominancia relativa, Índice de Valor de Importancia, Índice de Diversidad y Curvas de abundancia de especies. De manera paralela, se obtuvieron las coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), mediante el uso de un receptor GPS cuyas coordenadas se encuentran registradas en WGS 84.

6.2.5.2.1.2 Muestreos Cualitativos

El inventario cualitativo se basa en la metodología de las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sobrevilla y Bath, 1992), misma que permite recolectar información biológica y ecológica de una zona, en forma sistemática, pero rápida. Esta metodología sugiere que, en cada punto de muestreo, (i) se describa la estructura y fisonomía del bosque, (ii) se identifiquen las especies vegetales más frecuentes, y (iii) se registren las condiciones ecológicas, biológicas, físicas y de conservación de cada individuo. Esta

metodología implica además la identificación de grupos florísticos dominantes en los diferentes estratos del bosque (Sayre et al., 2002). Adicionalmente, se tomaron datos de las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) mediante el uso de un receptor GPS.

6.2.5.2.2 Esfuerzo de Muestreo

A continuación, se describe el esfuerzo de muestreo empleado en cada una de las metodologías presentadas:

Tabla 6-2 Esfuerzo de Muestreo de Flora

Código	Método	Número de días	Horas por día	Superficie muestreada	Total horas
PZMF1	Parcela	3	8	0,25 ha	24 horas
PZMF2	Parcela	3	8	0,25 ha	24 horas
PZOF1	Transecto	1	2	250m	2 horas
PZOF2	Transecto	1	2	250m	2 horas

Código	Método	Número de días	Horas por día	Superficie muestreada	Total horas
PZOF3	Transecto	1	2	250m	2 horas
PZOF4	Transecto	1	2	250m	2 horas

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.2.3 Análisis de Datos

Para la obtención de los datos cuantitativos se usaron las fórmulas propuestas por Campbell et al. (1986).

6.2.5.2.3.1 Área Basal (AB) en m²

“El área basal de un árbol se define como el área del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie determinada en los transectos es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm.”

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

D = Diámetro a la altura del pecho

π = Constante 3,14

6.2.5.2.3.2 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 árboles de la parcela.

$$DnR = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos en la parcela}} \times 100$$

6.2.5.2.3.3 Dominancia Relativa (DmR)

La “Dominancia Relativa” de una especie determinada es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los árboles de los transectos”.

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

6.2.5.2.3.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Se suman dos parámetros (Dominancia Relativa y Densidad Relativa) para llegar al “Valor de Importancia”

La sumatoria del “Valor de Importancia” para todas las especies en los transectos es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 en los transectos (un 10% del valor total) son “importantes” y comunes componentes del bosque muestreado

$$IVI = DnR + DmR$$

6.2.5.2.3.5 Riqueza y Abundancia de Especies

El término “riqueza” se refiere a la abundancia de especies por individuo; es decir, el número de especies dividido por el número de árboles muestreados. Este dato permite realizar una comparación directa en cuanto a la diversidad (riqueza) de especies de árboles, aun cuando el número de árboles o individuos sea variable entre muestreos (el dato siempre es un valor entre 0 y 1: si todos los árboles de los muestreos fueran de especies diferentes, tendría un valor de 1; un valor de 0,5 significa una mediana diversidad de especies), (Colwell, 2009).

6.2.5.2.3.6 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia utilizando todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 2004). El índice 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, 2004).

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

Tabla 6-3 Interpretación del Índice de Diversidad de Shannon Wiener

Índice de Shannon –Wiener	
De 0,1 a 1,5	Diversidad baja
De 1,6 a 3,0	Diversidad media
> 3,0	Diversidad alta

Fuente: Yáñez, 2014.

6.2.5.2.3.7 Índice de Diversidad de Simpson

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 por Pi (Proporción de individuos). La probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie, es la probabilidad conjunta [(Pi) (Pi), o Pi²].

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

\sum = Sumatoria

pi = es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2004). Como el valor de Simpson (D) refleja el grado de dominancia en una

comunidad, la diversidad de ésta suele calcularse utilizando la forma 1 – D (Yáñez, 2014), con la siguiente escala de interpretación:

Tabla 6-4 Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson

Índice de Diversidad de Simpson	
Valor	Criterio
0,01 a 0,33	Baja diversidad
0,34 a 0,66	Mediana diversidad
> 0,66	Alta diversidad

Fuente: Yáñez, 2014.

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Los índices de diversidad de Shannon y Simpson se realizaron con el programa Past 3.5.

6.2.5.2.3.8 Curva de Abundancia de Especies

Esta curva está representada por gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro de los transectos, permitiendo identificar de una forma simple y rápida las especies más dominantes y las raras (Carmona V.D. & Carmona T.V., 2013)

6.2.5.2.3.9 Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies representan el número de especies acumuladas en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado- Éstas son una potente metodología para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios (Jiménez y Hortal, 2003).

Las curvas de acumulación de especies se la realizo con el programa Stimates.

6.2.5.2.3.10 Estimador No Paramétrico de Riqueza de Especies Chao 1

Este estimador calcula el número de especies que se pueden esperar en el sitio de muestreo, dada la cantidad de especies raras presentes, haciendo una relación entre el número total de especies encontradas y el número de especies representadas por un solo individuo o dos individuos (“singletons” y “doubletons”) (Moreno, 2001).

El índice de CHAO 1 se realizó manualmente con la fórmula citada anteriormente.

$$\text{Chao 1} = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:

S = número de especies en una muestra.

a = número de especies que están representas solamente por un único individuo en esa muestra (“singletons”).

b = número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (“doubletons”).

6.2.5.2.3.11 Coeficiente de Similitud de Bray-Curtis

El índice de Bray–Curtis que se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower y Zar, 1984), y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum (x_i - y_i)}{\sum (x_i + y_i)}$$

donde: x_i = abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1; y_i = abundancia de las especies en el otro.

Este índice fue calculado con la ayuda del programa Past 3.5.

6.2.5.3 Ecosistemas

De acuerdo a la Clasificación de Ecosistemas (MAE 2013), el área de estudio corresponde a Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02).

Este ecosistema tiene bosques densos con un dosel cerrado de 20 m de alto y en donde los árboles emergentes sobrepasan los 30 m (e.g. *Poulsenia armata*), presenta abundancia de epifitas; este ecosistema se desarrolla en las cordilleras de Cóndor y de Kutukú sobre terrenos colinados y en depresiones, en alturas que oscilan entre los 350 y 1400 msnm. Este bosque es muy similar al bosque piemontano de las estribaciones orientales de la Cordillera Real u Oriental de los Andes, sin embargo, hacia la vertiente oriental de la cordillera de Kutukú existe una superposición con elementos florísticos provenientes del abanico del Pastaza.

Especies diagnósticas: *Aniba muca*, *Brosimum utile*, *Cecropia marginalis*, *Celtis schippii*, *Chimarrhis glabriflora*, *Clusia decussata*, *C. haughtii*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Endlicheria sericea*, *Ficus pertusa*, *Grias neuberthii*, *G. peruviana*, *Inga acreana*, *Iriartea deltoidea*, *Mabea elata*, *M. standleyi*, *Micropholis guyanensis*, *Nectandra lineatifolia*, *Neea divaricata*, *N. ovalifolia*, *Perebea xanthochyma*, *Poulsenia armata*, *Pouteria durlandii*, *Protium fimbriatum*, *Rollinia dolichopetala*, *Rustia schunkeana*, *Sapium marmieri*, *Socratea exorrhiza*, *Sorocea trophoides*, *Tapirira guianensis*, *T. obtusa*, *Virola peruviana*, *Vochysia guianensis*, *Wettinia maynensis*, *Elaphoglossum latifolium*, *E. leptophyllum*, *Renealmia* spp.

6.2.5.4 Tipos de Vegetación

El área de estudio según la Cobertura Vegetal y Uso Actual (MAATE, 2022), se encuentra estructurada por: Vegetación de bosque nativo ligeramente intervenida, Mosaico Agropecuario y Pastizal. La siguiente tabla indica los porcentajes de los tipos de cobertura vegetal presente en el área operativa de la concesión minera Panantza.

Tabla 6-5 Clasificación de la Cobertura Vegetal

Tipo de Cobertura Vegetal (CV)	Concesión (área geográfica)		Área de Implantación	
	CV en Ha	CV en %	CV en Ha	CV en %
Bosque Nativo	312,91	26,12	39,96	30,79
Mosaico Agropecuario	713,81	59,58	60,16	54,55
Pastizal	171,25	14,30	16,17	14,66
Total	1197,97	100,00	110,29	100,00

Fuente: MAATE, 2022.

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Según el análisis realizado para el área de implantación, se determinó que el 30,79 % está conformado por bosque nativo, el 54,54% corresponde a mosaico agropecuario y 14,66% de pastizal.

6.2.5.4.1 Bosque Nativo

Este tipo de vegetación corresponde a bosques naturales, que en muchos de los casos han sido sujetos de aprovechamiento forestal, siendo esta la razón por la que existen una gran cantidad de especies de regeneración como palmas y guarumos. Suele encontrarse junto a áreas donde se ha realizado desbroce de vegetación y suele presentar procesos de revegetación natural con especies propias del lugar. Presenta un dosel de aproximadamente 18 m de alto; las especies de árboles más notables en este estrato son: *Piptocoma discolor* (Asteraceae), *Wettinia maynensis*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Euterpe catinga* (Arecaceae), *Pseudolmedia laevis* (Rubiaceae) y *Compsonaura morona-santiagoensis* (Myristicaceae).

6.2.5.4.2 Mosaico Agropecuario

Entre los cultivos representativos se puede nombrar al café, maíz, yuca, plátano, algunos frutales y, en menor cantidad, cacao. Ocupan las terrazas de los ríos Panantza, Yavintza y Shaime y áreas fragmentadas entre uso agropecuario, pastizales y remanentes de vegetación arbórea denominadas mosaicos.

6.2.5.4.3 Pastizal

Estas áreas presentan pocos árboles remanentes dispersos en pastizales, mismos que han sido dejados principalmente para proveer de sombra al ganado. Las especies comunes son: *Erythrina edulis* (Fabaceae), *Wettinia maynensis* y *Euterpe precatória* (Arecaceae).

6.2.5.5 Análisis de Resultados

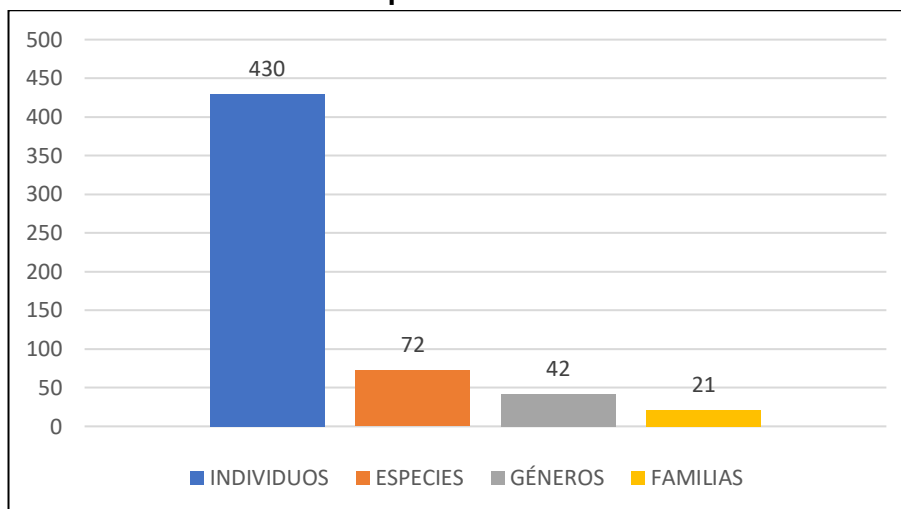
6.2.5.5.1 Análisis General

6.2.5.5.1.1 Riqueza General

La composición florística cuantitativa de manera general se registró un total de 430 individuos, lo cuales se clasificaron taxonómicamente en 21 familias, 42 géneros y 72 especies, y fueron considerados los individuos con diámetros ≥ 10 cm de DAP (Gráfico 6-1). El listado general de las especies de flora registradas en el presente estudio se

presenta en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

Gráfico 6-1 Composición Florística General

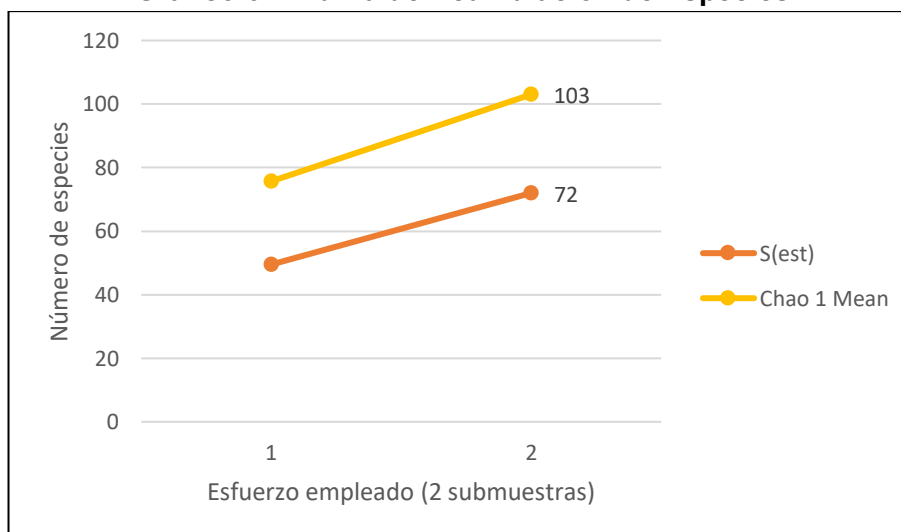


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.1.2 Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies realizada para toda el área de estudio sugiere que la misma tiene una tendencia hacia la asíntota o estabilización; sin embargo, como en todo inventario, la tendencia hacia la estabilización puede ser mejorada en la medida que se aumenten las unidades de muestreo. Los registros obtenidos son muestra fiel para la caracterización florística en el área de estudio definida para el proyecto, pues se registró al menos el 70% según el estimador.

Gráfico 6-2 Curva de Acumulación de Especies

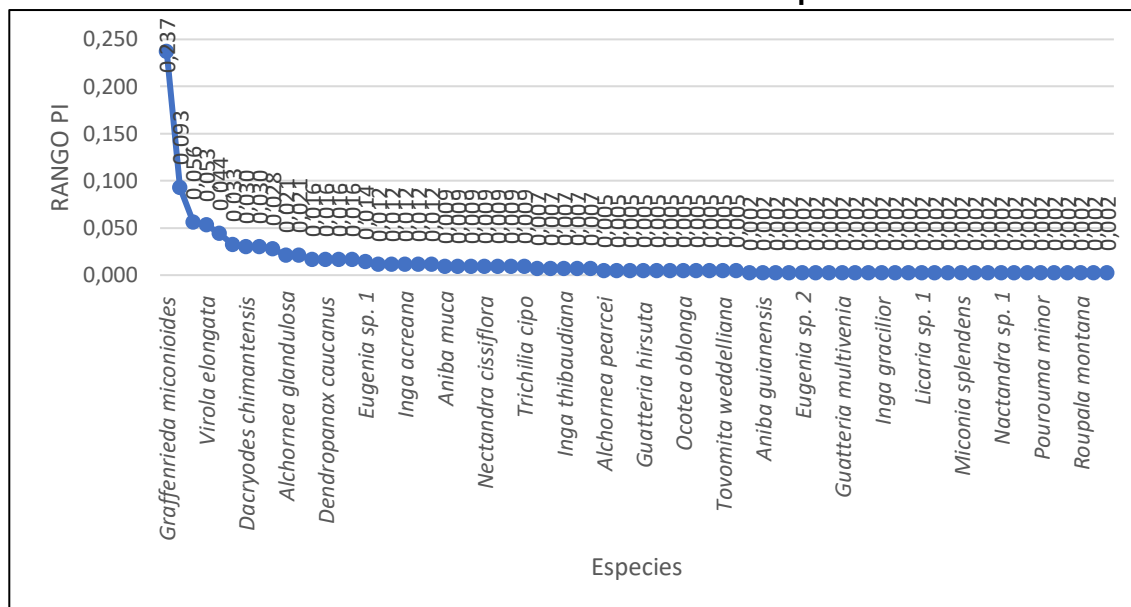


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.1.3 Curva de Dominancia General (pi/especies)

Al analizar las especies que fueron registradas durante el muestreo mediante una curva de abundancia, determinó que la especie *Graffenrieda miconioides* como la especie más dominante con 102 individuos, seguidas por *Pseudolmedia laevigata* con 40 individuos; la especie *Miconia clathrantha* con 24 individuos y con 23 individuos se registró a la especie *Virola elongata* el resto de especies están representadas por menos de 19 individuos, en el siguiente gráfico se detalla la dominancia de cada una de las especies dentro del muestreo general.

Gráfico 6-3 Curva de Abundancia de Especies



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

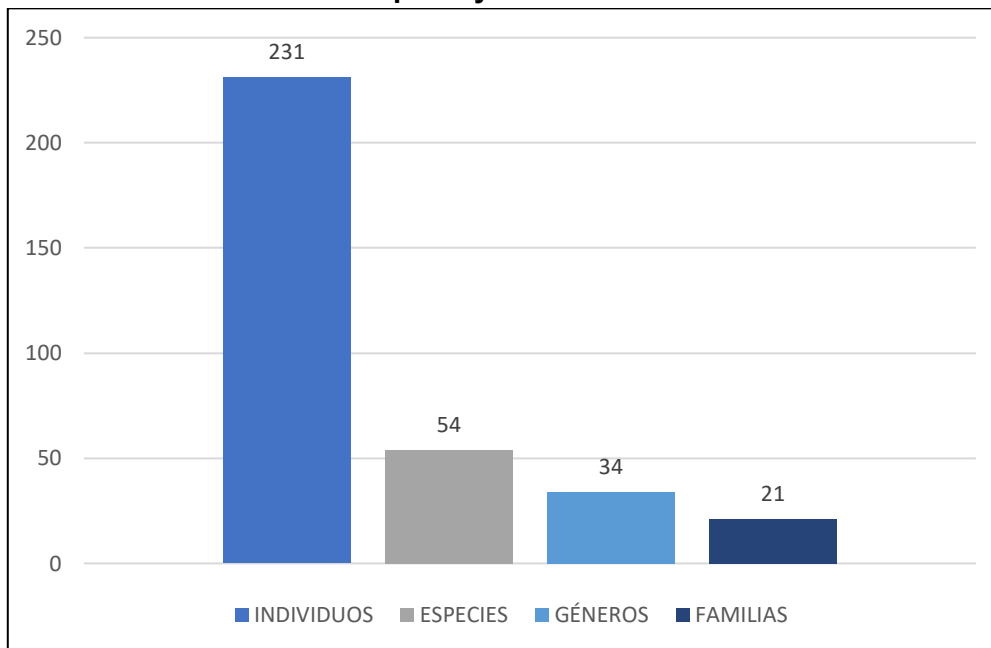
6.2.5.5.2 Análisis Cuantitativo

6.2.5.5.2.1 Sitio de Muestreo PZMF1

Diversidad y Abundancia

En el muestreo cuantitativo que se desarrolló en el área, se registró un total de 231 individuos, lo cuales se clasificaron taxonómicamente en 21 familias, 34 géneros y 54 especies, y fueron considerados los individuos con diámetros ≥ 10 cm de DAP (Gráfico 6-4).

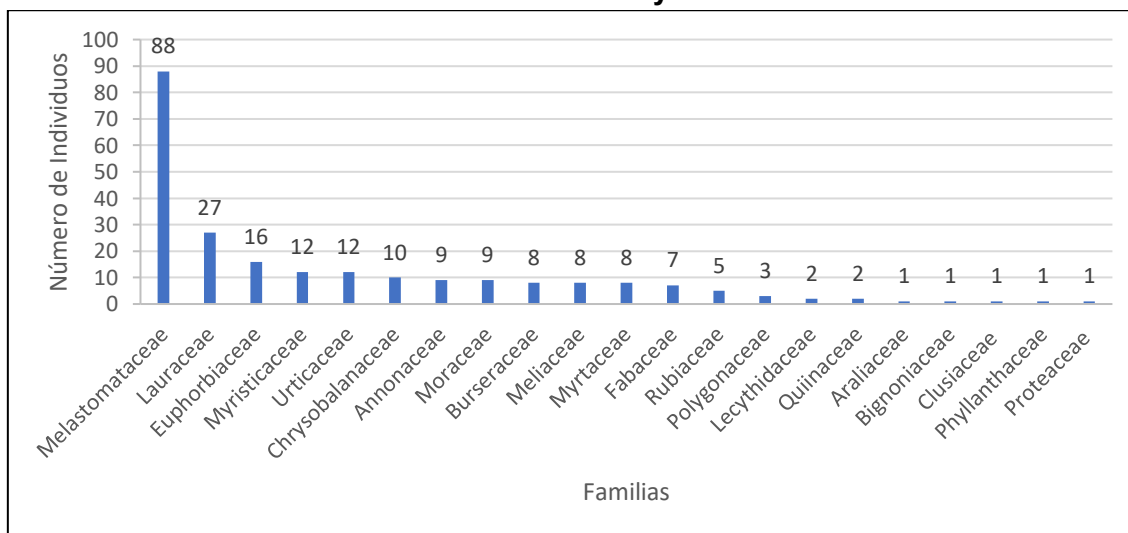
Gráfico 6-4 Riqueza y Abundancia en PZMF1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Durante el muestreo se registraron familias que representan la mayor abundancia del área, entre la cuales tenemos a Melastomataceae con 88 individuos, Lauraceae con 27 individuos, mientras que, Euphorbiaceae registró 16 individuos, las familias Urticaceae y Myristicaceae registran 12 individuos respectivamente, formando parte de las familias más representativas del área. A continuación, se detalla la abundancia de cada familia registrada durante el muestreo cuantitativo y fueron representadas en el siguiente gráfico.

Gráfico 6-5 Familias con Mayor Abundancia

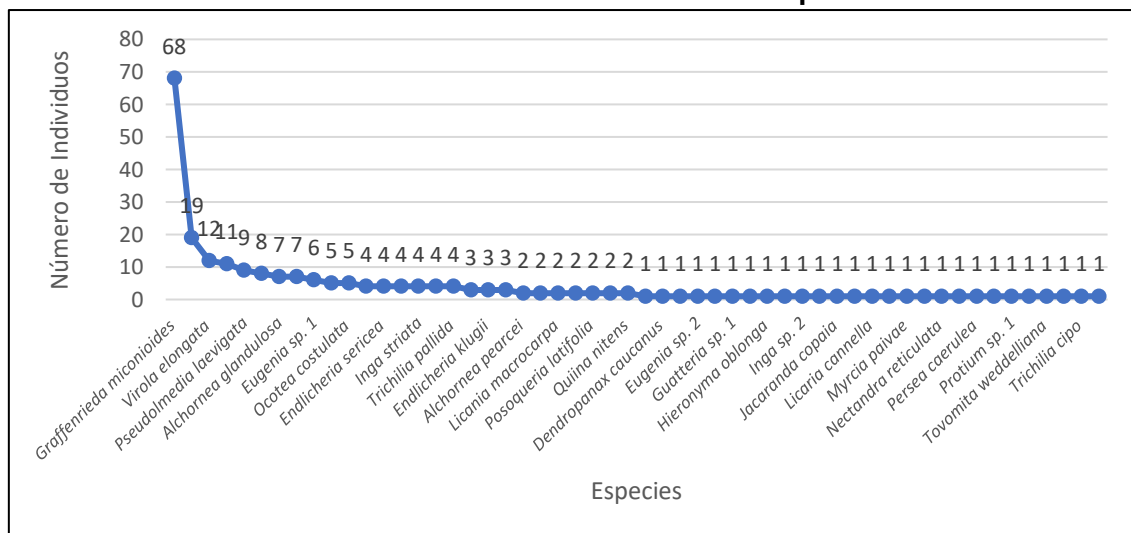


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Abundancia de Especies

Al analizar las especies que fueron registradas durante el muestreo mediante una curva de abundancia, determinó que la especie *Graffenrieda miconioides* como la especie más dominante con 68 individuos, seguidas por *Miconia clathrantha* con 19 individuos; la especie *Virola elongata* con 12 individuos y *Pseudolmedia laevigata* con 12 individuos, el resto de especies están representadas por menos de 9 individuos, en el siguiente gráfico se detalla la dominancia de cada una de las especies dentro del muestreo general.

Gráfico 6-6 Curva de Abundancia de Especies

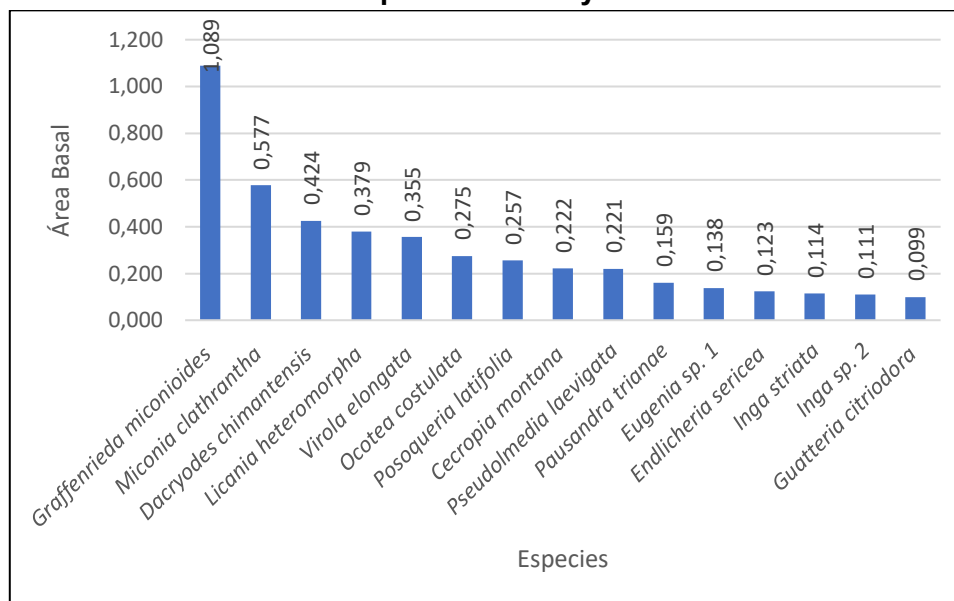


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Área Basal

Con los datos de frecuencias y diámetros que fueron levantados en campo se calculó el área basal total del punto de muestreo, el cual fue igual a 6,173 m². Las especies para las cuales fueron calculados los valores más altos de Área Basal se mencionan a continuación, *Graffenrieda miconioides*, de la familia Melastomataceae, con valores de 1,089 m², con valores similares fueron registradas *Miconia clathrantha* (Melastomataceae) con 0,58 m², mientras que, *Dacryodes chimantensis* de la familia Burseraceae registró un valor de 0,42 m². A continuación, se muestra la gráfica con las 15 especies más representativas de valores de Área Basal.

Gráfico 6-7 Especies con Mayor Área Basal



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Al calcular el IVI se logró determinar que las especies más importantes con base en los datos compilados en campo fueron, *Graffenrieda miconioides* (Melastomataceae) con 47,08; seguido por *Miconia clathrantha* (Melastomataceae) con un valor de 17,57; mientras que, *Virola elongata* (Myristicaceae) con 10,95; y finalmente, *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae) con 9,61. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas y su importancia en el área de muestreo.

Tabla 6-6 Especies Registradas con el Valor de Importancia (IVI)

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	7	87.5	0.088	3.03	1.42	4.45
Euphorbiaceae	<i>Alchornea pearcei</i>	2	29.9	0.038	0.87	0.61	1.48
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i>	1	25.5	0.051	0.43	0.83	1.26
Lauraceae	<i>Aniba muca</i>	4	62.7	0.079	1.73	1.27	3.01
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	11	173.2	0.222	4.76	3.59	8.35
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i>	3	49.0	0.068	1.30	1.10	2.40
Burseraceae	<i>Dacryodes chimantensis</i>	5	161.1	0.424	2.16	6.87	9.04
Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	1	14.0	0.015	0.43	0.25	0.68
Rubiaceae	<i>Elaeagia mariae</i>	1	33.7	0.089	0.43	1.45	1.88
Lauraceae	<i>Endlicheria klugii</i>	3	45.5	0.061	1.30	0.99	2.29
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>	4	77.7	0.123	1.73	1.99	3.72
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 1</i>	6	100.3	0.138	2.60	2.24	4.84
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 2</i>	1	22.9	0.041	0.43	0.67	1.10
Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	68	947.9	1.089	29.44	17.64	47.08
Meliaceae	<i>Guarea sp. 1</i>	1	20.1	0.032	0.43	0.51	0.94
Annonaceae	<i>Guatteria sp. 1</i>	1	14.3	0.016	0.43	0.26	0.69
Annonaceae	<i>Guatteria asplundiana</i>	3	60.5	0.097	1.30	1.57	2.87

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i>	4	69.7	0.099	1.73	1.61	3.34
Annonaceae	<i>Guatteria multivenia</i>	1	10.2	0.008	0.43	0.13	0.56
Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	2	26.4	0.028	0.87	0.46	1.32
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	1	11.5	0.010	0.43	0.17	0.60
Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	1	16.6	0.022	0.43	0.35	0.78
Fabaceae	<i>Inga sp. 2</i>	1	37.6	0.111	0.43	1.79	2.23
Fabaceae	<i>Inga striata</i>	4	75.4	0.114	1.73	1.85	3.58
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	1	10.5	0.009	0.43	0.14	0.57
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	1	10.2	0.008	0.43	0.13	0.56
Rubiaceae	<i>Kotchubaea sp. 1</i>	1	11.5	0.010	0.43	0.17	0.60
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	8	187.2	0.379	3.46	6.15	9.61
Chrysobalanaceae	<i>Licania macrocarpa</i>	2	22.0	0.019	0.87	0.31	1.17
Chrysobalanaceae	<i>Licaria cannella</i>	1	30.9	0.075	0.43	1.21	1.65
Melastomataceae	<i>Miconia clathrantha</i>	19	357.8	0.577	8.23	9.35	17.57
Melastomataceae	<i>Miconia pilgeriana</i>	1	13.7	0.015	0.43	0.24	0.67
Myrtaceae	<i>Myrcia paivae</i>	1	22.3	0.039	0.43	0.63	1.06
Lauraceae	<i>Nactandra sp. 1</i>	1	17.2	0.023	0.43	0.38	0.81
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	1	11.5	0.010	0.43	0.17	0.60
Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i>	4	63.7	0.081	1.73	1.31	3.04
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	2	37.9	0.058	0.87	0.95	1.81
Lauraceae	<i>Ocotea costulata</i>	5	125.7	0.275	2.16	4.45	6.62
Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	7	111.4	0.159	3.03	2.58	5.61
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i>	1	23.9	0.045	0.43	0.73	1.16
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	1	30.6	0.073	0.43	1.19	1.62
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	2	70.3	0.257	0.87	4.16	5.02
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1	28.0	0.062	0.43	1.00	1.43
Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>	2	47.4	0.089	0.87	1.45	2.31
Burseraceae	<i>Protium sp. 1</i>	1	15.6	0.019	0.43	0.31	0.74
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	9	150.9	0.221	3.90	3.57	7.47
Quiinaceae	<i>Quiina nitens</i>	2	29.0	0.035	0.87	0.57	1.44
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	1	22.6	0.040	0.43	0.65	1.08
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	1	18.8	0.028	0.43	0.45	0.88
Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	1	16.6	0.022	0.43	0.35	0.78
Meliaceae	<i>Trichilia cipo</i>	1	15.3	0.018	0.43	0.30	0.73
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	4	59.8	0.074	1.73	1.20	2.93
Meliaceae	<i>Trichilia rubra</i>	1	20.7	0.034	0.43	0.54	0.98
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i>	12	220.9	0.355	5.19	5.76	10.95
		231		6.173			

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Estratificación Vertical

En el área de estudio no se observaron árboles emergentes. El dosel es abierto y posee grandes espacios debido a la caída de árboles (sucesión natural e intervención), alcanzando los 45 m de alto a las siguientes especies *Ocotea costulata*,

Dacryodes chimantensis, *Inga* sp. 2, *Protium ecuadorensis*, *Nactandra* sp. 1, *Licaria cannella*, *Licania heteromorpha*, *Cecropia montana*, *Pausandra trianae*, *Coccoloba mollis* y *Graffenrieda miconioides*.

El subdosel alcanzan los 30 metros de alto y es ligeramente cerrado; en este estrato se destacan las especies: más notables en este estrato son las siguientes: *Pseudolmedia laevigata*, *Trichilia pallida*, *Guatteria asplundiana*, *Guatteria asplundiana*, *Miconia clathrantha*, *Eugenia* sp. 1, *Tovomita weddelliana*, *Virola elongata*, *Roupala montana*, *Dacryodes chimantensis*, *Licania heteromorpha*, *Graffenrieda miconioides*, *Guatteria* sp. 1, *Nectandra reticulata*, *Elaeagia mariae*, *Ocotea cernua*, *Aniba muca*, *Endlicheria klugii*, *Virola elongata*, *Pausandra trianae*, *Trichilia* sp. 1, *Pausandra trianae* y *Trichilia pallida*.

El sotobosque es generalmente escaso y puede alcanzar los 8 metros de alto; se destacan en este estrato individuos en crecimiento de las especies de los estratos superiores y varios helechos, siendo las especies más notorias las que se nombran a continuación: *Endlicheria sericea*, *Allophylus excelsus*, *Ocotea insularis*, *Ocotea architectorum*, *Licania heteromorpha*, *Dacryodes chimantensis*, *Dacryodes chimantensis*, *Miconia clathrantha*, *Inga striata*, *Aniba guianensis*, *Pausandra trianae*, *Alchornea glandulosa*, *Nectandra cissiflora*, *Licania heteromorpha*, *Alchornea glandulosa*, *Gustavia macarenensis* y *Virola elongata*.

El estrato herbáceo es generalmente escaso, puede alcanzar 1 metro de alto, y se caracteriza por presentar varias plántulas de árboles, arbustos y helechos arbóreos; gran parte del terreno permanece descubierto o puede estar tapado por hojarasca en descomposición.

Las epífitas son generalmente frecuentes dentro de la estratificación del bosque, especialmente sobre los estratos bajos, donde destacan por su abundancia los musgos *Entodon* spp., *Macromitrium* spp., *Squamidium*; también son conspicuas las bromelias del género *Chevaliera*, *Tillandsia*, *Guzmania*, los anturios del género *Anthurium* spp., *Rhodospatha* sp., y algunas especies de orquídeas de los géneros *Epidendrum* y *Pleurothallis*.

Índice de Diversidad de Simpson

La diversidad florística del área de estudio fue analizada mediante la dominancia de especies, por lo que, se aplicó el índice de diversidad de Simpson. El resultado obtenido fue de 0,89, el cual, en función de las 54 especies registradas, indica que el área registra una Alta diversidad.

Índice de Diversidad de Shannon

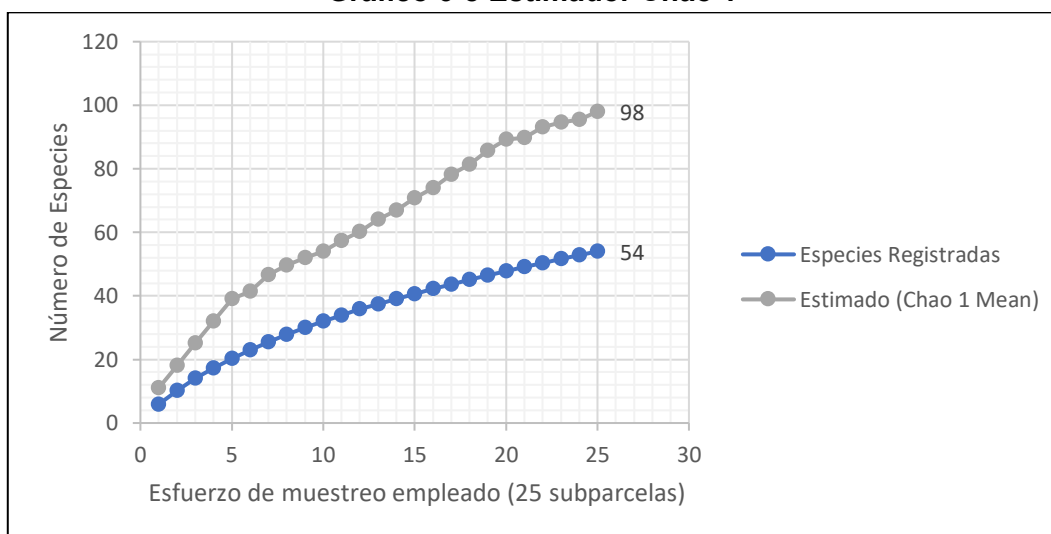
El valor que fue calculado para el índice de diversidad de Shannon (H'), considerando los datos que se obtuvieron en los dos transectos, fue de 3,09 bits. Tomando en cuenta las 54 especies que se registraron durante el muestreo, se determinó que en el área existe una Alta diversidad.

Índice de Chao 1

Para analizar el número de especies que se podrían llegar a registrar en el área de estudio, se aplicó el estimador Chao 1, con el cual se obtuvo como resultado que en el área existe la posibilidad de registrar hasta 98 especies, esto es calculado en base a las especies raras (singletons) y a aquellas especies que registran únicamente dos individuos (doubletons) en el inventario florístico.

Según el análisis de Chao 1, en el muestreo ejecutado en el punto PZMF1 se han logrado registrar 54 especies, lo que estaría representando el 55% del total estimado. Como en otros ecosistemas de formación montano, el aumento de la superficie en la unidad de muestreo o establecer un número mayor de unidades, provoca efectos importantes en el incremento de la riqueza de especies registradas para la zona y acercarse al número de especies esperadas. Sin embargo, el muestreo es muestra fiel de la composición Florística del proyecto.

Gráfico 6-8 Estimador Chao 1

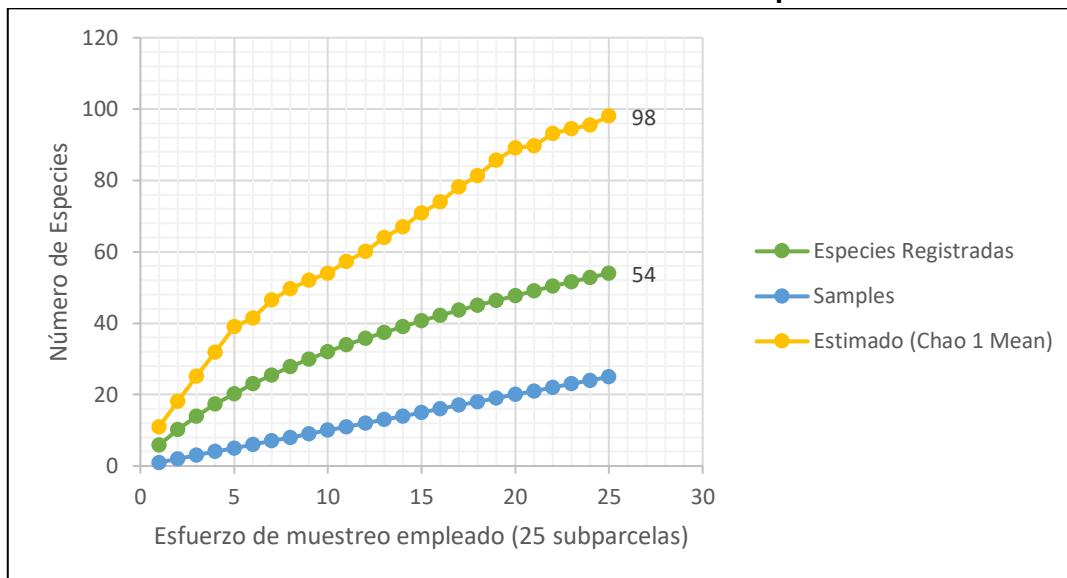


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

Basados en la estimación que se obtuvo al aplicar el Índice de Chao, se desarrolló un análisis para obtener la curva de acumulación de especies, para este cálculo fueron considerados los intervalos de confianza y límites proporcionados por el software estadístico Estimates 9.1.0, el cual permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante interacciones al azar del ordenamiento de especies. (Gráfico 6-9).

Gráfico 6-9 Curva de Acumulación de Especies



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

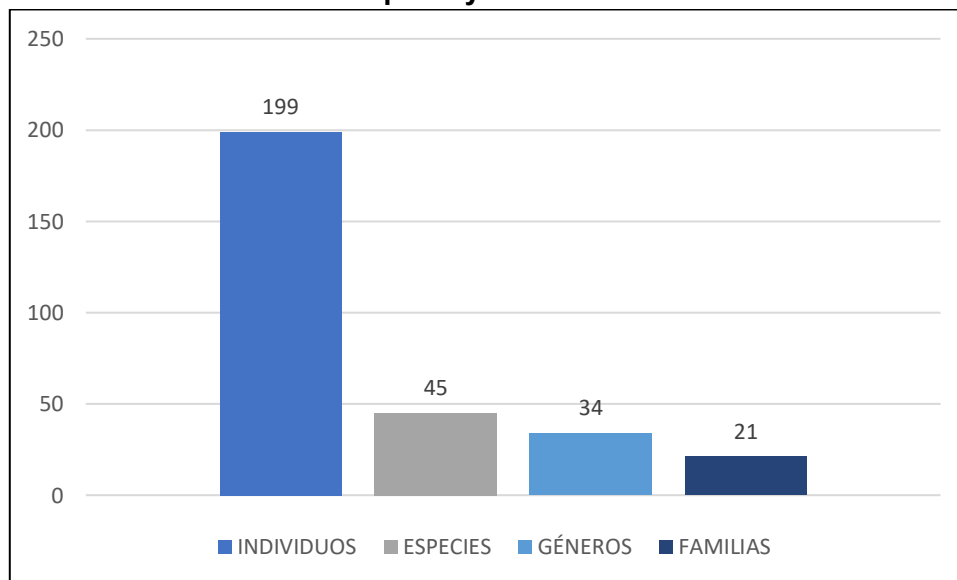
Como se observa la curva de acumulación no llega a estabilizarse, ésta sigue una tendencia ascendente, es decir que el número de especies (riqueza), podría aumentar o alcanzar la estimación de Chao 1, sin embargo, es una muestra fiable pues la riqueza de especies es alta.

6.2.5.5.2 Sitio de Muestreo PZMF2

Diversidad y Abundancia

En el muestreo cuantitativo que se desarrolló en el área, se registró un total de 199 individuos, lo cuales se clasificaron taxonómicamente en 21 familias, 34 géneros y 45 especies, y fueron considerados los individuos con diámetros ≥ 10 cm de DAP.

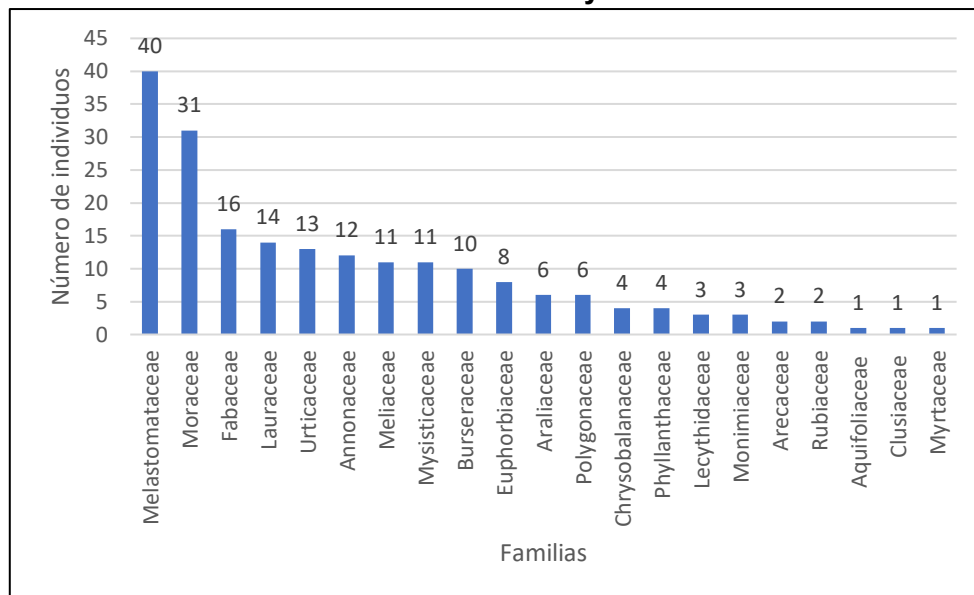
Gráfico 6-10 Riqueza y Abundancia en PZMF2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Durante el muestreo se registraron familias que representan la mayor abundancia del área, entre la cuales tenemos a Melastomataceae con 40 individuos, Moraceae con 31 individuos, la familia Fabaceae con 16 individuos, mientras que, Urticaceae presenta 13 individuos, Annonaceae registró 12 individuos; las familias Meliaceae y Myristicaceae registran 11 individuos respectivamente, formando parte de las familias más representativas del área. A continuación, se detalla la abundancia de cada familia registrada durante el muestreo cuantitativo y fueron representadas en el siguiente gráfico.

Gráfico 6-11 Familias con Mayor Abundancia

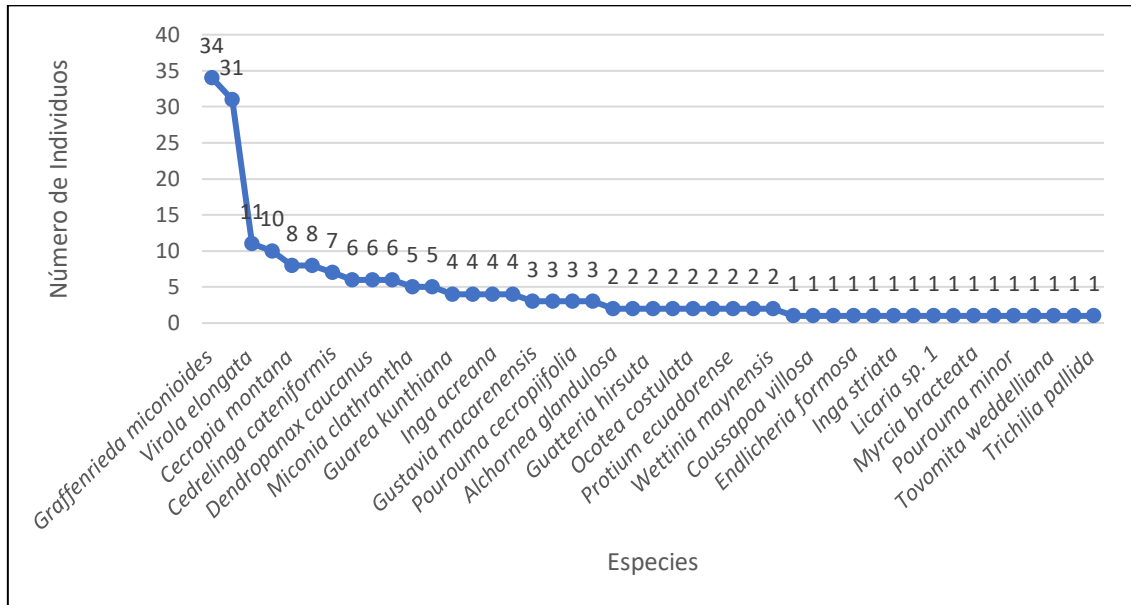


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Abundancia de Especies

Al analizar las especies que fueron registradas durante el muestreo mediante una curva de abundancia, determinó que la especie *Graffenrieda miconioides* como la especie más dominante con 34 individuos, seguidas por *Virola elongata* con 31 individuos, le sigue *Cecropia montana* 11 individuos. El resto de especies está representado por menos de 10 especies, en el siguiente gráfico se detalla la dominancia de cada una de las especies dentro del muestreo general.

Gráfico 6-12 Curva de Abundancia de Especies

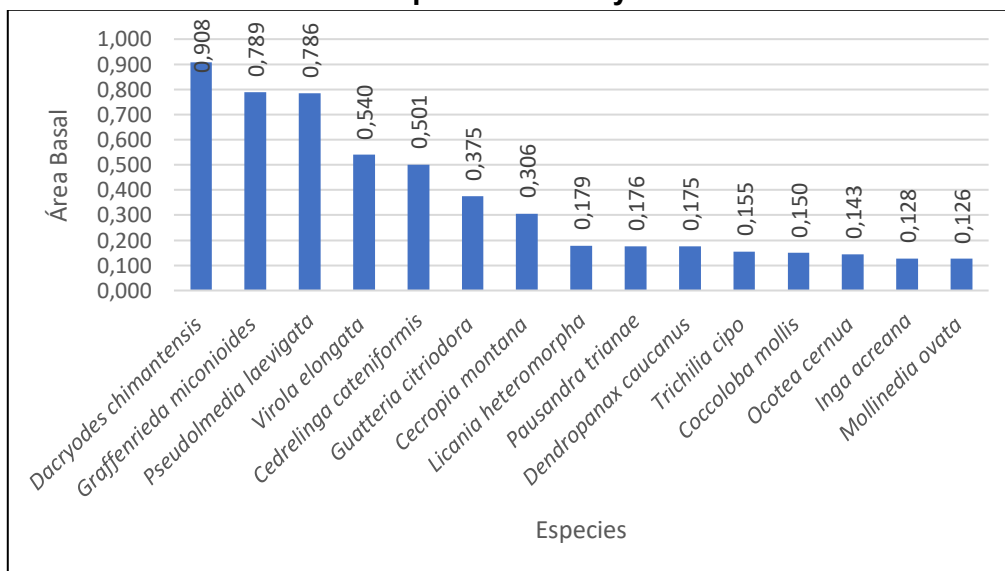


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Área Basal (AB)

Con los datos de frecuencias y diámetros que fueron levantados en campo se calculó el área basal total del punto de muestreo, el cual fue igual a 6,75 m². Las especies para las cuales fueron calculados los valores más altos de Área Basal se mencionan a continuación, *Dacryodes chimantensis*, de la familia Burseraceae, con valores de 0,908 m², con valores similares fueron registradas *Graffenrieda miconioides* (Melastomataceae) con 0,78 m², mientras que, el resto de las especies registran valores de menos de 0,54 m². A continuación, se muestra la gráfica con las 15 especies más representativas de valores de Área Basal.

Gráfico 6-13 Especies con Mayor Área Basal



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Al calcular el IVI se logró determinar que las especies más importantes con base en los datos compilados en campo fueron, *Graffenrieda miconioides* (Melastomataceae) con 28,79; seguido por *Pseudolmedia laevigata* (Moraceae) con un valor de 27,23; mientras que, *Dacryodes chimantensis* (Burseraceae) con 17,49; y finalmente, *Virola elongata* (Myristicaceae) con 13,53. En la siguiente tabla se detallan las especies registradas y su importancia en el área de muestreo.

Tabla 6-7 Especies Registradas con el Valor de Importancia (IVI)

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI
Fabaceae	<i>Albizia aff. multiflora</i>	1	10.823	0.01	0.50	0.136	0.64
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	2	33.422	0.04	1.01	0.650	1.66
Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i>	2	49.975	0.10	1.01	1.455	2.46
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	8	172.21	0.31	4.02	4.530	8.55
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	7	199.9	0.50	3.52	7.427	10.95
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i>	6	98.358	0.15	3.02	2.224	5.24
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	1	10.823	0.01	0.50	0.136	0.64
Burseraceae	<i>Dacryodes chimantensis</i>	8	282.98	0.91	4.02	13.467	17.49
Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	6	113.95	0.18	3.02	2.599	5.61
Rubiaceae	<i>Elaeagia mariae</i>	1	19.417	0.03	0.50	0.439	0.94
Lauraceae	<i>Endlicheria formosa</i>	1	15.915	0.02	0.50	0.295	0.80
Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	34	548.45	0.79	17.09	11.703	28.79
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	4	68.436	0.10	2.01	1.464	3.47
Annonaceae	<i>Guatteria hirsuta</i>	2	51.884	0.13	1.01	1.865	2.87
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i>	10	205.63	0.37	5.03	5.559	10.58
Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	3	66.845	0.12	1.51	1.821	3.33
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	4	70.665	0.11	2.01	1.557	3.57
Aquifoliaceae	<i>Ilex yurumanguinis</i>	1	10.823	0.01	0.50	0.136	0.64
Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	4	77.031	0.13	2.01	1.893	3.90
Fabaceae	<i>Inga striata</i>	1	11.777	0.01	0.50	0.162	0.66
Fabaceae	<i>Inga gracilior</i>	1	22.918	0.04	0.50	0.612	1.11
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	2	31.831	0.04	1.01	0.658	1.66
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	4	91.991	0.18	2.01	2.651	4.66
Lauraceae	<i>Licaria sp. 1</i>	1	11.459	0.01	0.50	0.153	0.66
Melastomataceae	<i>Miconia clathrantha</i>	5	75.439	0.10	2.51	1.443	3.96
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	1	21.327	0.04	0.50	0.530	1.03
Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i>	3	65.253	0.13	1.51	1.865	3.37
Myrtaceae	<i>Myrcia bracteata</i>	1	14.324	0.02	0.50	0.239	0.74
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	1	12.414	0.01	0.50	0.179	0.68
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	5	94.22	0.14	2.51	2.126	4.64
Lauraceae	<i>Ocotea costulata</i>	2	34.696	0.05	1.01	0.718	1.72
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i>	2	38.834	0.06	1.01	0.924	1.93
Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	6	104.72	0.18	3.02	2.608	5.62
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	3	54.113	0.08	1.51	1.220	2.73

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	1	11.459	0.01	0.50	0.153	0.66
Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>	2	26.738	0.03	1.01	0.428	1.43
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	31	535.08	0.79	15.58	11.649	27.23
Rubiaceae	<i>Remijia chelomaphylla</i>	1	13.051	0.01	0.50	0.198	0.70
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	1	14.961	0.02	0.50	0.261	0.76
Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	2	28.648	0.03	1.01	0.484	1.49
Meliaceae	<i>Trichilia cipo</i>	3	77.031	0.16	1.51	2.304	3.81
Meliaceae	<i>Trichilia micrantha</i>	1	17.825	0.02	0.50	0.370	0.87
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	1	16.234	0.02	0.50	0.307	0.81
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i>	11	239.69	0.54	5.53	8.004	13.53
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	2	26.101	0.03	1.01	0.399	1.40
		199		6.75			

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Estratificación Vertical

En el área de estudio no se observaron árboles emergentes. El dosel es abierto y posee grandes espacios debido a la caída de árboles (sucesión natural e intervención), alcanzando los 40 m, a continuación, se describen las especies más representativas: *Ocotea cernua*, *Cedrelinga cateniformis*, *Dacryodes chimantensis*, *Cecropia montana*, *Pausandra trianae*, *Graffenrieda miconioides*, *Pseudolmedia laevigata*, *Cedrelinga cateniformis* y *Hieronyma oblonga*.

El subdosel alcanzan los 30 metros de alto y es ligeramente cerrado; en este estrato se destacan las especies: las especies más notables en este estrato son las siguientes: *Guatteria hirsuta*, *Cecropia montana*, *Ocotea cernua*, *Guarea kunthiana*, *Aniba perutilis*, *Cedrelinga cateniformis*, *Guatteria citriodora*, *Graffenrieda miconioides*.

El sotobosque es generalmente escaso y puede alcanzar los 8 metros de alto; se destacan en este estrato individuos en crecimiento de las especies de los estratos superiores y varios helechos, siendo las especies más notorias las que se nombran a continuación: *Protium ecuadorensis*, *Alchornea glandulosa*, *Inga thibaudiana*, *Ocotea cernua*, *Guatteria hirsuta*, *Hieronyma oblonga*, *Cecropia montana*, *Pourouma cecropiifolia*, *Graffenrieda miconioides*, *Licania heteromorpha*, *Pseudolmedia laevigata* y *Inga acreana*.

El estrato herbáceo es escaso, y se caracteriza por presentar varias plántulas de árboles, arbustos y helechos arbóreos; gran parte del terreno permanece descubierto o puede estar tapado por hojarasca en descomposición. Las epífitas son generalmente frecuentes dentro de la estratificación del bosque, especialmente sobre los estratos bajos, donde destacan por su abundancia los musgos *Entodon spp.*, *Macromitrium spp.*, *Squamidium*; también son conspicuas las bromelias del género *Chevaliera*, *Tillandsia*, *Guzmania*, los anturios del género *Anthurium spp.*, *Rhodospatha sp.*, y algunas especies de orquídeas de los géneros *Epidendrum* y *Pleurothallis*.

Índice de Diversidad de Simpson

La diversidad florística del área de estudio fue analizada mediante la dominancia de especies, por lo que, se aplicó el índice de diversidad de Simpson. El resultado obtenido fue de 0,92, el cual, en función de las 45 especies registradas, indica que el área registra una Alta diversidad.

Índice de Diversidad de Shannon

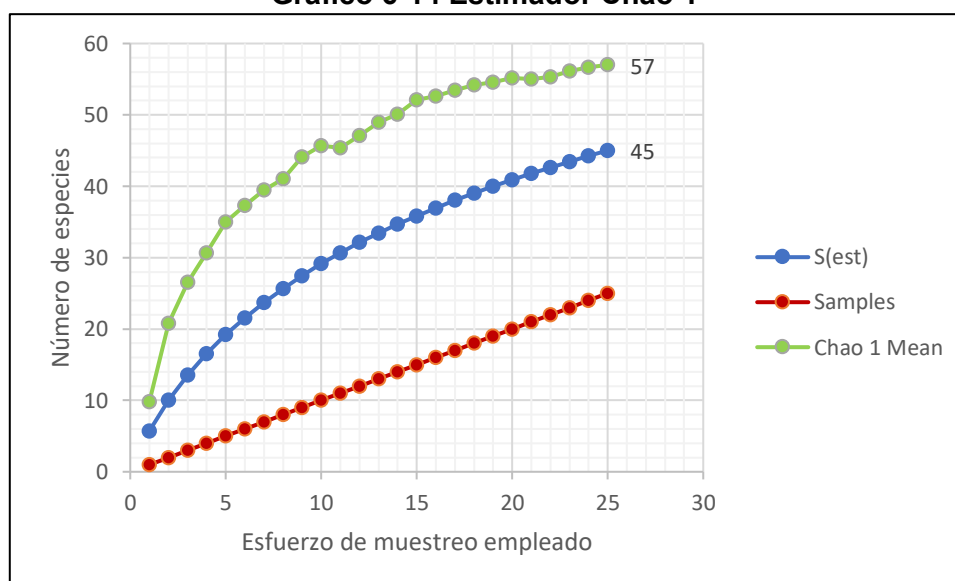
El valor que fue calculado para el índice de diversidad de Shannon (H'), considerando los datos que se obtuvieron en los dos transectos, fue de 3,19. Tomando en cuenta las 45 especies que se registraron durante el muestreo, se determinó que en el área existe una Alta diversidad.

Índice de Chao 1

Para analizar el número de especies que se podrían llegar a registrar en el área de estudio, se aplicó el estimador Chao 1, con el cual se obtuvo como resultado que en el área existe la posibilidad de registrar hasta 59 especies, esto es calculado en base a las especies raras (singletons) y a aquellas especies que registran únicamente dos individuos (doubletons) en el inventario florístico.

Según el análisis de Chao 1, en el muestreo ejecutado en el punto PZMF2 se han logrado registrar 45 especies, lo que estaría representando el 79% del total estimado. Como en otros ecosistemas de formación montano, el aumento de la superficie en la unidad de muestreo o establecer un número mayor de unidades, provoca efectos importantes en el incremento de la riqueza de especies registradas para la zona y acercarse al número de especies esperadas.

Gráfico 6-14 Estimador Chao 1

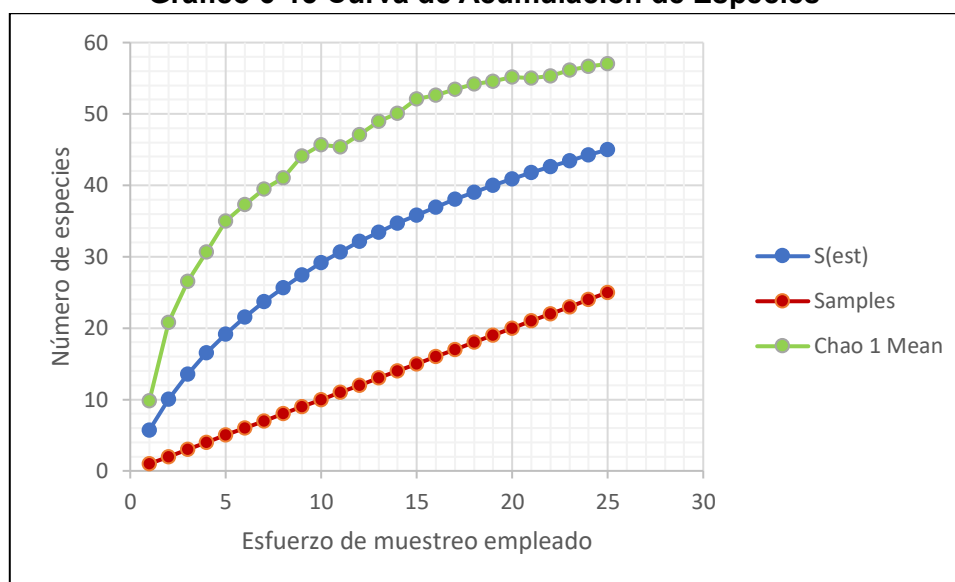


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

Basados en la estimación que se obtuvo al aplicar el Índice de Chao, se desarrolló un análisis para obtener la curva de acumulación de especies, para este cálculo fueron considerados los intervalos de confianza y límites proporcionados por el software estadístico Estimates 9.1.0, el cual permite realizar este tipo de análisis basado en un proceso de remuestreo y rarefacción mediante interacciones al azar del ordenamiento de especies. (Gráfico 6-15).

Gráfico 6-15 Curva de Acumulación de Especies



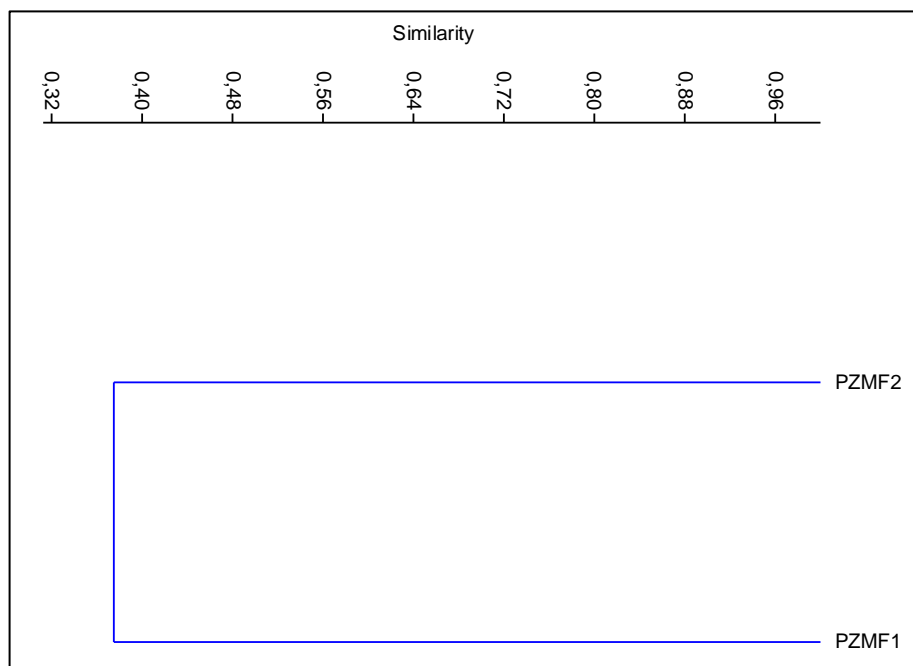
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Como se observa la curva de acumulación no llega a estabilizarse, ésta sigue una tendencia ascendente, es decir que el número de especies (riqueza), podría aumentar o alcanzar la estimación de Chao 1, sin embargo, es una muestra fiable pues la riqueza de especies es alta.

Diversidad Beta – Similitud

En la siguiente figura se puede observar que en los muestreos realizados se registró una similitud de 35% con los puntos Cuantitativos; es decir, los sitios de muestreo comparten especies que se alojan en los mismos tipos de ecosistemas. Estos resultados pueden deberse a las condiciones específicas de variabilidad de hábitats y su estado de conservación, en las cuales se realizó cada uno de los sitios evaluados.

Gráfico 6-16 Clúster de Sitios de Muestreo de Flora en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.3 Análisis Cualitativo

6.2.5.5.3.1 Punto PZOF1

Este sitio se encuentra en un área boscosa a 100 metros del río Panantza, los árboles presentan una distribución dispersa en el área, la mayor parte de la vegetación se logra observar en sitios con inclinaciones mayores a 40°, en el área se registraron especies nativas y pioneras. A continuación, se describen las especies registradas.

Tabla 6-8 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo

N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF1
1	Myristicaceae	<i>Virola elongata</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
2	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
3	Burseraceae	<i>Dacryodes chimantensis</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
4	Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
5	Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
6	Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
7	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
8	Fabaceae	<i>Inga sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
9	Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
10	Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
11	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
12	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
13	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
14	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
15	Lauraceae	<i>Nectandra sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
16	Moraceae	<i>Brosimum utile</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
17	Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo

N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF1
18	Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
19	Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
20	Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
21	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
22	Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
23	Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo

LC: Preocupación Menor; NE: No evaluado

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.3.2 Punto PZOF2

Esta zona se encuentra remanentes de bosque secundario en el cual se identifican arboles nativos de manera dispersa. A continuación, se describen las especies registradas.

Tabla 6-9 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo

N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF2
1	Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i>	LC	Sin Registro	arbusto	nativo
2	Piperaceae	<i>Piper sp. 1</i>	NE	Sin Registro	arbusto	sin determinar
3	Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
4	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
5	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
6	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
7	Areacaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
8	Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
9	Melastomataceae	<i>Miconia puntata</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
10	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
11	Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	LC	Sin Registro	arbusto	nativo
12	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
13	Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
14	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
15	Costaceae	<i>Costus sp. 1</i>	LC	Sin Registro	hierba	sin determinar
16	Fabaceae	<i>Inga sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
17	Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar

LC: Preocupación Menor; NE: No evaluado

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.3.3 Punto PZOF3

Este sitio se encuentra en un área de bosque nativo, se encuentra a 100 m de la carretera principal, la mayor parte de la vegetación se logra observar en sitios con inclinaciones mayores a 35°. El área fue caracterizada como zona intervenida, la franja de vegetación arbórea está rodeada por pastos cultivados, en el área se registraron especies nativas y pioneras. A continuación, se describen las especies registradas.

Tabla 6-10 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo

N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF3
1	Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
2	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
3	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
4	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
5	Areacaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
6	Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
7	Fabaceae	<i>Senna bacillaris</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
8	Fabaceae	<i>Erythrina amazonica</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
9	Lauraceae	<i>Nectandra sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
10	Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
11	Rubiaceae	<i>Palicourea sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
12	Areacaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
13	Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo

LC: Preocupación Menor; NE: No evaluado

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.3.4 Punto PZOF4

Esta zona se encuentra en un remanente de bosque secundario con topografía inclinada. En el área se puede identificar actividades antrópicas como la ganadería y cultivos típicos de la zona. A continuación, se describen las especies registradas.

Tabla 6-11 Especies Registradas en los Puntos de Muestreo Cualitativo

N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF4
1	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
2	Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
3	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
4	Mysisticaceae	<i>Virola elongata</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
5	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
6	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
7	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
8	Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
9	Fabaceae	<i>Inga alba</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
10	Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	NE	Sin Registro	árbol	sin determinar
11	Fabaceae	<i>Senna bacillaris</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
12	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	NE	Sin Registro	árbol	nativo
13	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
14	Areacaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo
15	Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	LC	Sin Registro	árbol	nativo

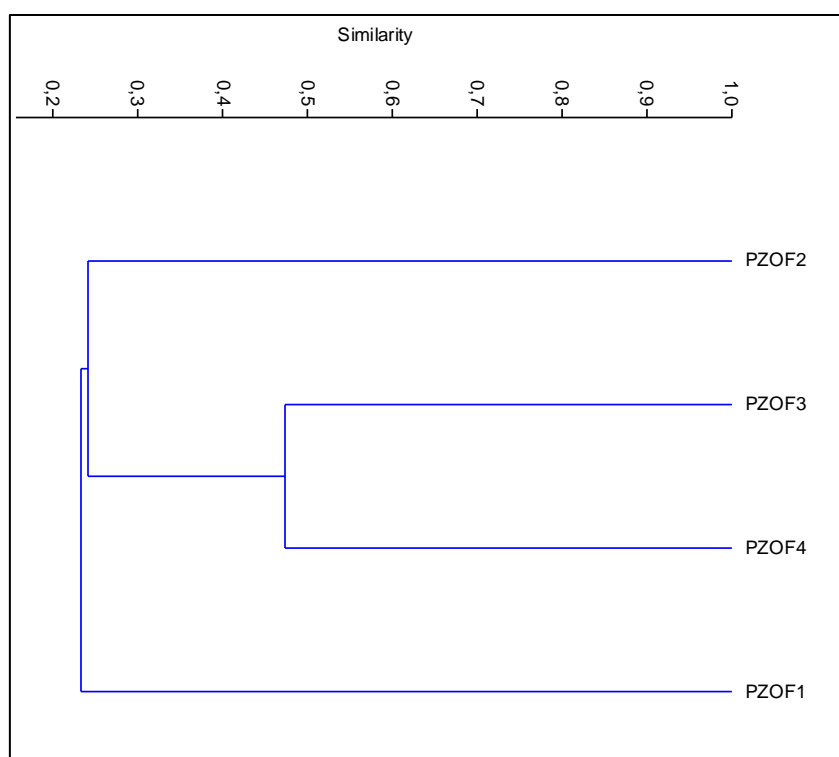
N°	Familia	Especie	UICN	CITES	Hábito	PZOF4
LC: Preocupación Menor; NE: No evaluado						

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.3.5 Diversidad Beta – Similitud

En el siguiente gráfico se observa que en los muestreos realizados se registró una similitud de 45% con los puntos Cualitativos; es decir, los sitios de muestreo comparten especies que se alojan en los mismos tipos de ecosistemas. Estos resultados pueden deberse a las condiciones específicas de variabilidad de hábitats y su estado de conservación, en las cuales se realizó cada uno de los sitios evaluados.

Gráfico 6-17 Clúster de Sitios de Muestreo de Flora en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.5.4 Aspectos Ecológicos

6.2.5.5.4.1 Estado de Conservación

La autoridad internacional que cataloga monitorea y evalúa el estado de conservación de las plantas raras o en peligro a nivel mundial es la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN). Al revisar la página electrónica www.tropicos.org, se registró una especie (*Aniba perutilis*) que encuentra en la categoría de Vulnerable (VU), y las otras especies se encuentran catalogadas en Preocupación Menor (LC) según la UICN. De acuerdo a la CITES las especies registradas en el presente estudio no se encuentran catalogada en alguna Apéndice. El estado de conservación del listado general de las especies de flora registradas en el presente

estudio se presenta en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

6.2.5.5.4.2 Sensibilidad

En el análisis biótico del área se puede definir a la sensibilidad, como el grado de vulnerabilidad al que puede estar expuesta una determinada área frente a una acción o proyecto, los cuales conlleva impactos, efectos o riesgos. La mayor o menor sensibilidad, dependerá de las condiciones o estado de situación del área donde se desarrolla el proyecto.

Al analizar de manera global el área de estudio, se obtuvo como resultado el registro de 54 y 45 especies en cada parcela establecida, considerados como altamente diversos, sin embargo, se registró una especie considerada como sensible (*Aniba perutilis*), debido a que encuentra en la categoría de Vulnerable (VU), y las otras especies se encuentran catalogadas en Preocupación Menor (LC) según la UICN.

6.2.5.5.4.3 Especies Endémicas y en Peligro de Extinción

No se registraron especies endémicas o que se encuentren en peligro de extinción, la información fue corroborada en el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición, que es la publicación más actualizada para el país, también fue revisada la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2023) y la página web de la IUCN, con el objetivo de contar con información actual del estado de conservación de las especies registradas en el área de estudio. El listado general de las especies de flora registradas en el presente estudio se presenta en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

6.2.5.5.4.4 Hábito de Crecimiento

El hábito de crecimiento en botánica se refiere al aspecto general y modo de crecimiento de una planta a lo largo de su ciclo de vida, se clasifica en diferentes categorías como hierbas, arbustos, árboles y enredaderas (Gleason, 1991) Esta clasificación se determina por factores genéticos y ambientales, y puede influir en varios aspectos de la planta, como su tamaño, forma, estructura y función en el ecosistema (Stevens, 2001). En el presente estudio todos los registros pertenecen al hábito arbóreo, pues el monitoreo se enfoca en árboles que tengan igual o mayor a 10 cm de DAP. El hábito de crecimiento se detalla en el listado general de las especies de flora registradas en el presente estudio se presenta en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

6.2.5.5.4.5 Especies Sensibles

Las especies sensibles en un bosque son aquellas que, pese a cambios en su entorno, como deforestación, incendios forestales o cambio climático, son más vulnerables y pueden experimentar impactos negativos significativos, como una disminución en su población o incluso su extinción (Chapman, 1999). La evaluación de estas especies se realiza a través de estudios científicos que analizan factores como el estado de conservación, distribución geográfica y respuesta a perturbaciones ambientales (Lindenmayer, 2006).

En el análisis biótico del área se puede definir a la sensibilidad, como el grado de vulnerabilidad al que puede estar expuesta una determinada área frente a una acción o proyecto, los cuales conlleva impactos, efectos o riesgos. La mayor o menor sensibilidad, dependerá de las condiciones o estado de situación del área donde se desarrolla el proyecto.

Se registró una especie considerada como sensible (*Aniba perutilis*), debido a que encuentra en la categoría de Vulnerable (VU), y las otras especies se encuentran catalogadas en Preocupación Menor (LC) según la UICN.

6.2.5.5.4.6 Especies Indicadoras

Las especies indicadoras en un bosque son aquellas que brindan información sobre las condiciones ambientales y la salud del ecosistema (Dornelas, 2018). Estas especies son sensibles a cambios específicos en el entorno, como la calidad del suelo, la disponibilidad de agua o la presencia de contaminantes, presencia o ausencia puede indicar si el ecosistema está en buen estado o si hay problemas ambientales. (Didham, 2016). La evaluación de estas especies se realiza mediante la identificación y el monitoreo de diversas especies utilizando técnicas de muestreo y observación directa; También se pueden realizar análisis de laboratorio para evaluar la calidad del suelo, el agua y otros componentes ambientales (Albrecht, 2018). Además, se analizan parámetros como el estado de conservación de las especies, su diversidad genética y su interacción con otras especies en el ecosistema. Todos estos datos se recopilan y analizan para obtener una visión completa de la salud y el funcionamiento del bosque.

Los puntos de muestreo PZMF1 y PZMF2, se identifica la presencia de especies propias de bosques alterados con presencia de especies indicadoras de regeneración natural. Entre las especies registradas se encuentran: *Graffenrieda miconioides* (Melastomataceae), *Pseudolmedia laevigata* (Moraceae) y *Miconia clathrantha* (Melastomataceae).

En los puntos de muestreo cualitativo, se encontró una dominancia de especies herbáceas colonizadoras y arbustivas pioneras. Las especies más representativas fueron: *Bellucia pentamera*, *Piper sp. 1*, *Graffenrieda miconioides*, *Cecropia montana*, *Pourouma minor*, *Jacaranda copaia*, *Bactris gasipaes*, *Miconia trinervia*, *Miconia punctata*, *Urera caracasana*, *Warszewiczia coccinea*, *Pseudolmedia laevigata*, *Trichilia sp. 1*, *Alchornea glandulosa*, *Costu sp. 1*, *Inga sp. 1* y *Ficus sp. 1*, mismas que son diagnósticas de áreas alteradas.

6.2.5.5.4.7 Uso Local y Regional del Recurso

Se realizó un análisis del uso de las especies vegetales por parte de la población cercana al proyecto a través de encuestas. A pesar de ir perdiendo algunas costumbres en el campo, los conocimientos del uso de las especies vegetales continúan pasando de generación en generación, ya sea para construcción, alimento u otros, de igual manera los habitantes de este sector les han dado un determinado nombre para diferenciarlo en el bosque (De la Torre et al, 2008), algunas de las especies que se registraron y poseen utilidad para esta población se las enumera en la Tabla 6-12.

Tabla 6-12 Uso de la Plantas Registradas en el Punto PZMF1

Familia	Especie	Uso	Nombre Común
Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Melastomataceae	<i>Miconia clathrantha</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Burseraceae	<i>Dacryodes chimantensis</i>	El tallo se usa para elaborar canoas	copal
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	El fruto es alimento de aves	guarumo
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Lauraceae	<i>Ocotea costulata</i>	El tallo es maderable	canelo
Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 1</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i>	El tallo es maderable	canelo
Fabaceae	<i>Inga striata</i>	El fruto es alimento de aves	guabillo
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i>	El tallo es maderable	canelo negro
Lauraceae	<i>Aniba muca</i>	El fruto es alimento de aves	canelo negro
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Annonaceae	<i>Guatteria asplundiana</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i>	El tallo se usa para elaborar canoas	sin determinar
Burseraceae	<i>Protium ecuadorensis</i>	El tallo es maderable	copal
Lauraceae	<i>Endlicheria klugii</i>	El tallo es maderable	canelo
Fabaceae	<i>Inga sp. 2</i>	El fruto es alimento de aves	guaba
Rubiaceae	<i>Elaeagia mariae</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	El tallo es maderable	canelo
Chrysobalanaceae	<i>Licaria cannella</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	El tallo es maderable	canelo
Euphorbiaceae	<i>Alchornea pearcei</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Quiinaceae	<i>Quiina nitens</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar

Familia	Especie	Uso	Nombre Común
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	El fruto es alimento de animales	uva de monte
Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i>	El tallo se usa para elaborar canoas	canelo
Chrysobalanaceae	<i>Licania macrocarpa</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Rubiaceae	<i>Pentagonia macrophylla</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 2</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Myrtaceae	<i>Myrcia paivae</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Meliaceae	<i>Trichilia rubra</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Meliaceae	<i>Guarea sp. 1</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Lauraceae	<i>Nactandra sp. 1</i>	El tallo es maderable	canelo
Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	El fruto es alimento de aves	guabillo
Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Burseraceae	<i>Protium sp. 1</i>	El tallo es maderable	copal
Meliaceae	<i>Trichilia cipo</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Annonaceae	<i>Guatteria sp. 1</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Melastomataceae	<i>Miconia pilgeriana</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Rubiaceae	<i>Kotchubaea sp. 1</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	El tallo es maderable	canelo
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	El fruto es alimento de aves	guabillo
Annonaceae	<i>Guatteria multivenia</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Tabla 6-13 Uso de la Plantas Registradas en el Punto PZMF2

Familia	Especie	Uso	Nombre Común
Melastomataceae	<i>Graffenrieda miconioides</i>	El tallo se usa para elaborar postes	canelo
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Burseraceae	<i>Dacryodes chimantensis</i>	El tallo es maderable	copal
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	El tallo es maderable	zeique o cedro
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	El fruto es alimento de aves	guarumo
Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Araliaceae	<i>Dendropanax caucanus</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	El tallo es maderable	canelo amarillo
Melastomataceae	<i>Miconia clathrantha</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Fabaceae	<i>Inga acreana</i>	El fruto es alimento de aves	guaba
Meliaceae	<i>Trichilia cipo</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Annonaceae	<i>Guatteria hirsuta</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	El fruto es alimento de animales	uva de ponte
Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i>	El tallo es maderable	canelo
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i>	El tallo es maderable	sin determinar

Familia	Especie	Uso	Nombre Común
Lauraceae	<i>Ocotea costulata</i>	El tallo es maderable	canelo negro
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	El fruto es alimento de aves	guabillo
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Burseraceae	<i>Protium ecuadoreense</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	El tallo partido se usa para elaborar lanzas	pambil
Fabaceae	<i>Inga gracilior</i>	El fruto es alimento de aves	guaba
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Rubiaceae	<i>Elaeagia mariae</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Meliaceae	<i>Trichilia micrantha</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Lauraceae	<i>Endlicheria formosa</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Myrtaceae	<i>Myrcia bracteata</i>	El tallo es maderable	sin determinar
Rubiaceae	<i>Remijia chelomaphylla</i>	El tallo se usa para elaborar postes	sin determinar
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	El tallo es maderable	canelo
Fabaceae	<i>Inga striata</i>	El fruto es alimento de aves	guabillo
Lauraceae	<i>Licaria sp. 1</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	El fruto es alimento de animales	sin determinar
Fabaceae	<i>Albizia aff. multiflora</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	El fruto es alimento de aves	sin determinar
Aquifoliaceae	<i>Ilex yurumanguinis</i>	El tallo se usa en la construcción	sin determinar

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.5.6 Comparación con Estudios Previos

El análisis comparativo se realizó con el Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio Proyecto Panantza – San Carlos y la presente Línea Base. No se pudo realizar las comparaciones respectivas, pues en el presente estudio se emplean metodologías cuantitativas (parcelas de 50x50 metros) y un análisis de observación en distintos sectores para monitorear la cobertura vegetal, sin embargo, en el estudio en comparación, fue realizado de manera bibliográfica y solo se encuentra una descripción de las áreas con respecto al uso de suelo y formaciones vegetales; por ende, no es comparable de ninguna forma.

6.2.5.7 Conclusiones y Recomendaciones

- En el estudio se establecieron dos parcelas de 50x50 metros cada una. La zona de estudio refleja una heterogeneidad poco dominante, ya que la vegetación comprende los siguientes tipos de vegetación: Bosque nativo secundario, pastizales y vegetación de ribera. La detección de valores de diversidad utilizando los índices de Shannon-Wiener y Simpson demuestra una diversidad alta, sin embargo, no implica buena calidad de los ecosistemas, la calidad del bosque es medianamente aceptable esto se debe a que no ha existido una regeneración rápida luego del impacto humano.
- La familia Melastomataceae es una de las familias más abundantes y diversas del Ecuador, son de gran importancia ecológica: 60% de las especies tienen bayas jugosas que sirven de alimento para las aves frugívoras. Esta familia fue dominante en las dos parcelas establecidas.
- Por los datos obtenidos en cuanto a riqueza de especies, abundancia de individuos por especie y diversidad, se puede concluir que los bosques donde se realizó el monitoreo cuantitativo presentan una mediana calidad y regular estado de conservación, con una fisonomía y estructura heterogéneas debido a la presión antrópica existente en sus alrededores.
- La curva de acumulación de especies del área no se llegó a estabilizar. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que una mayor intensidad de muestreo no necesariamente aseguraría la estabilización de la curva especies-área, debido a que esto no suele suceder casi en ningún estudio de plantas leñosas de bosques andinos o tropicales en Ecuador y países vecinos. Otro factor que estaría influyendo en la no estabilización de la curva sería la dinámica de sucesión que tiene el bosque, y que implica la llegada y establecimiento casi continuos de nuevas especies (en esta etapa sucesional). Pese a esta situación, los resultados obtenidos permitieron conseguir una idea general de la estructura y dinámica de estos bosques.
- No se registraron especies endémicas en los sitios de muestreo o que se encuentren en alguna categoría de amenaza por la UICN o listas CITES.
- No se pudo efectuar el análisis comparativo pues no aplica la información presentada ya que solo es descriptiva y en el presente se realizaron muestras cuantitativas.
- Se recomienda realizar monitoreos anuales, con el fin de determinar con cambios constantes de la vegetación y determinar la dinámica estructural del

bosque, que puede servir para evaluar las actividades que se realizan en el entorno.

- Capacitar constantemente al personal sobre la importancia de preservar la flora silvestre del proyecto pues es parte de la responsabilidad ambiental de la empresa.

6.2.6 Componente Fauna

El estudio de fauna se enmarca en la contribución al desarrollo del estudio de impacto ambiental, en el cual se definen los siguientes objetivos para todos los subcomponentes faunísticos:

- Conocer la composición faunística del área de influencia del Proyecto Panantza, fase de exploración avanzada, mediante la aplicación de técnicas estandarizadas.
- Conocer el estado de conservación y los hábitats que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto Panantza, fase de exploración avanzada.

6.2.6.1 Zoogeografía

El área de estudio corresponde al piso Zoogeográfico Subtropical Oriental que altitudinalmente se extiende desde los 800 y 1.000, hasta 1800 y 2000 msnm, con presencia de un clima Subtropical (Albuja; et al, 2012).

El piso Subtropical Oriental; incluye las estribaciones o declives externos de la Cordillera Oriental de los Andes, ubicados entre los 1 000 y 2 000 m. Alcanza una superficie de 19,928 km². Existen discrepancias entre los autores que han tratado de definir a este piso en lo relativo a los límites altitudinales.

Según la clasificación citada por Ridgely et al. (1998), el área se encuentra en la ladera oriental de los Andes y tierras bajas de la Amazonía. En las estribaciones, estas constituyen las elevaciones de menor altitud junto a la base de los Andes (alrededor de los 600 – 1 200 m), con una alta precipitación (mayor hacia el norte).

6.2.6.2 Avifauna (Aves)

Según la BIOWEB (Freile y Poveda, 2019); en el territorio ecuatoriano existen alrededor de 1.691 especies de aves, pero muchas son vulnerables o pasan a ocupar alguna categoría de amenaza, debido principalmente a la caza furtiva y a la pérdida de la cobertura vegetal. El Ecuador al ser uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, no es de sorprenderse que el grupo de las aves sean las que mejor se encuentren estudiadas, y las que mejor se han adaptado a los cambios en los ecosistemas. A pesar de la disminución de la cobertura vegetal en las áreas de influencia del proyecto, todavía se pueden encontrar poblaciones de aves de importancia ecológica; ya sea por su sensibilidad, estado de conservación o ubicación en las cadenas tróficas.

Las aves son buenos indicadores faunísticos en estudios ambientales, porque pueden ser encontradas de forma rápida y relativamente fácil, la mayoría de las aves son de

hábitos diurnos, tienden a ser abundantes y generalmente son visual y auditivamente atractivas y características, lo que las hace relativamente fáciles de estudiar. Usar el canto de las aves para la identificación, permite a observadores experimentados obtener grandes cantidades de datos en períodos de tiempo relativamente cortos. Es difícil observar la mayoría de aves de un sitio, pero se pueden escuchar los cantos de las mismas para el registro y la identificación de una cantidad significativa de especies.

La avifauna en el Ecuador se concentra principalmente bajo los 0 a 1.000-1.300 m.s.n.m. (en las zonas denominadas pisos Zoogeográficos tropicales por Albuja et al. (2012), luego siguen los pisos subtropicales. Esta alta diversidad decrece conforme se incrementa la altitud hacia las estribaciones, en los pisos, montanos bajos, montanos y alto andinos. La diversidad, de igual modo, se incrementa conforme aumenta la humedad.

Las aves presentan diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones, como la fragmentación del hábitat, la tala selectiva, la proliferación de claros o los cambios estructurales del sotobosque. Alteraciones como estas afectan a las especies sensibles, incluso hasta causar su desaparición. Por esta razón, los estudios ornitológicos han formado parte esencial de las evaluaciones ecológicas rápidas ya que nos permiten evaluar el estado de conservación del área motivo de estudio (Stotz, et al; 1996).

6.2.6.2.1 Sitios de Muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo:

Tabla 6-14 Sitios de Muestreo de Avifauna

Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
PZMA-1 R	26- 28/04/2023	783.093	9.650.644	783.117	9.650.762	1.030	Parche de bosque secundario colinado, vegetación arbustiva, herbácea y pocos árboles mayores a 30m de altura	Redes de Neblina	120m	Cuantitativo
PZMA-1 TCO	26- 28/04/2023	783.013	9.650.550	783.097	9.650.820	1.040	Parche de bosque secundario en regeneración rodeado de rastrojo, pastizal y fincas abandonadas	Transecto complementario de observación	1000m	Cuantitativo
PZMA-2 R	29/04/2023 a 01/05/2023	783.966	9.650.680	783.905	9.650.819	1.000	Bosque secundario en regeneración aledaño a vía secundaria de acceso	Redes de Neblina	120m	Cuantitativo
PZMA-2 TCO	29/04/2023 a 01/05/2023	783.912	9.651.184	784.018	9.650.296	950	Bosque secundario en regeneración aledaño a vía secundaria de acceso	Transecto complementario de observación	1000m	Cuantitativo
PZOA-1	4/5/2023	783.375	9.650.151	783.498	9.650.363	840	Pequeño parche de bosque secundario aledaño al río y a la vía principal de acceso, principalmente vegetación arbustiva	Observación directa	300m	Cualitativo



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
							y con poca cobertura vegetal			
PZOA-2	2/5/2023	783.920	9.650.915	782.807	9.651.151	1.100	Parche de bosque secundario colinado y rastrojo, mayormente vegetación arbustiva	Observación directa	300m	Cualitativo
PZOA-3	5/5/2023	784.471	9.650.011	784.232	9.649.869	870	Parche de vegetación arbustiva, área abierta sobre la vía principal y cercana al Río	Observación directa	300m	Cualitativo
PZOA-4	3/5/2023	782.970	9.650.340	782.751	9.650.477	870	Pequeño parche de bosque secundario mayormente vegetación arbustiva rodeado de pastizal y rastrojo	Observación directa	300m	Cualitativo
PZMA: Sitio cuantitativo de muestreo de aves R: Estación de redes de neblina TCO: Transecto Complementario de observación PZOA: Sitio cualitativo de muestreo de aves										

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.2 Metodología

Para evaluar la avifauna presente en el área de estudio se realizó un muestreo combinado de técnicas con el fin de optimizar tiempo y recursos durante las diferentes fases del trabajo; dentro de dichas técnicas cabe mencionar registro visual, identificación de vocalizaciones y captura de especímenes con redes de neblina en transectos establecidos a lo largo de caminos y áreas semi despejadas. El trabajo fue ejecutado en dos fases: la fase de campo y fase de gabinete.

6.2.6.2.2.1 Fase de Campo

Muestreos Cuantitativos

Para el presente trabajo se establecieron dos estaciones de muestreo cuantitativo (PZMA-1 y PZMA-2); durante la fase de campo se aplicó la metodología sugerida por Suárez y Mena (1.994) y Ralph et al. (1996), con modificaciones, dadas las condiciones del área.

Los datos de campo referentes a diversidad y abundancia de la ornitofauna se obtuvieron gracias a la captura de aves con redes de neblina, observaciones directas y grabación de cantos. Adicionalmente, se utilizó apoyo bibliográfico tanto para la identificación in situ de las especies, como para la confirmación de su distribución.

Las técnicas utilizadas se describen a continuación y fueron aplicadas en cada una de las estaciones de muestreo:

Redes de Neblina

Se utilizaron diez redes de neblina de 12 metros de largo x 2 metros de alto, ubicadas en sitios con mayor posibilidad para el cruce de las aves, tratando de ocupar el mayor número de hábitats, cubriendo aproximadamente una longitud de 120 m (Dunn & Ralph, 2004). Las redes permanecieron abiertas desde las 06h00 hasta las 11h00 y desde las 16h00 hasta las 18h00, siendo revisadas de periódicamente (Ralph et al, 1993).

Observación Directa - Transecto Lineales

Se establecieron recorridos de observación complementarios a las estaciones de redes de neblina en un área de 1km. Con la ayuda de binoculares Eagle Optics 10 X 45, a lo largo de senderos existentes, linderos y áreas abiertas, durante las horas de la mañana (06:00 – 10:30) y en horas de la tarde (14:00 - 18:00) (Ralph et al., 1996).

Registros Auditivos

Dentro de los transectos de observación directa, se realizó, además, el registro de las vocalizaciones de aves con la ayuda de una grabadora digital Olympus VN-701PC. Se aprovecharon las horas de la mañana (05:45 – 06:00) para registrar el “coro de amanecer” (Bibby et al, 2000). Las aves, cuyas vocalizaciones fueron familiares, se registraron en la libreta de campo; mientras que, los cantos que no fueron identificados se grabaron para su comparación con otras grabaciones como la de Aves del Ecuador (English y Parker, III 1993), Birds of Ecuador 1.0 (Niels Krabbe y Jonas Nilson, 2003), y la página xeno-canto.org.

Adicionalmente se realizaron registros fotográficos con una cámara digital Nikon Coolpix P1000 (125X).

Muestreos Cualitativos

Se establecieron cuatro sitios de muestreo cualitativo en los que se ejecutaron recorridos de observación directa (PZOA-1, PZOA-2, PZOA-3, PZOA-4). Se cubrió una extensión de al menos 300 metros en cada uno de los transectos en los cuales se utilizaron binoculares Eagle Optics 10 X 45, y una cámara digital semiprofesional marca Nikon Coolpix P1000 durante cinco horas efectivas de muestreo tanto en horas de la mañana (07:00 – 10:00) como en horas de la tarde (14:00 - 18:00) (Ralph et al., 1996).

6.2.6.2.2 Esfuerzo de Muestreo de la Avifauna

La siguiente tabla indica el esfuerzo de muestreo realizado para la avifauna.

Tabla 6-15 Esfuerzo de Muestreo Cuantitativo de Avifauna

Código	Método	Número trampas /redes/transecto	Horas por días	Número de días	Total horas
PZMA-1 R	Redes de neblina	10	7	3	210 horas
PZMA-1 TCO	Recorrido de observación complementario	1	7	3	21 horas
PZMA-2 R	Redes de neblina	10	7	3	210 horas
PZMA-2 TCO	Recorrido de observación complementario	1	7	3	21 horas
PZOA-1	Recorrido de observación directa	1	5	1	5 horas
PZOA-2	Recorrido de observación directa	1	5	1	5 horas
PZOA-3	Recorrido de observación directa	1	5	1	5 horas
PZOA-4	Recorrido de observación directa	1	5	1	5 horas
Total					482 horas

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.3 Análisis de Datos

Riqueza General

Es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada. Es un tipo de medida de la diversidad alfa (diversidad- α), aunque únicamente tiene en consideración el número de especies y no la abundancia de cada una (Robert Colwell, 2009). Se determinó unificando los datos obtenidos tanto en los sitios cualitativos como en los cuantitativos y presenta el número de especies presentes en el área de estudio y su composición taxonómica (Número de órdenes, familias, géneros y especies).

Curva de Acumulación de Especies

Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumuladas en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventario. Se determinó por el número de especies registradas en relación al total de puntos de muestreo o unidad de tiempo (Moreno 2001).

Análisis Cualitativo

Riqueza

El parámetro ha sido conceptualizado de manera general por lo que se puntualiza que en el presente estudio va a estar dado por el número de especies y su composición taxonómica por cada punto de muestreo cualitativo (Moreno 2001).

Similitud

Se determinó comparando la riqueza de cada punto de muestreo cualitativo según Jaccard e incluye el dendrograma y su interpretación. El índice de Jaccard mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos, es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión (Real & Vargas, 1996).

Análisis Cuantitativo

La información analizada aplica para cada punto de muestreo cuantitativo según los siguientes parámetros:

Riqueza

Representa el número total de especies que se encuentran en los sitios cuantitativos de muestreo y su composición taxonómica (número de órdenes, familias, géneros y especies). Es un tipo de medida de la diversidad alfa (diversidad- α), aunque únicamente tiene en consideración el número de especies y no la abundancia de cada una (Robert Colwell, 2009).

Abundancia

La abundancia absoluta se refiere al número de individuos por especie, mientras que la abundancia relativa es la proporción de individuos en relación a la abundancia total que graficó mediante la curva de diversidad-abundancia.

La abundancia relativa según (Ridgely et al. 1998) se determinó de la siguiente manera:

Abundante (A): Registrada todos los días, en números significativos (más de diez individuos)

Común (C): Registrada con mayor frecuencia, en números significativos (entre cinco y nueve individuos).

Poco común (U): Especie poco común, registrada regularmente, pero en menor frecuencia (entre tres y cuatro individuos).

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

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas en función de la unidad de tiempo, permite además estimar la eficiencia de muestreo (Moreno 2001).

Diversidad Alfa

Fue determinada mediante el índice Shannon-Wiener y el inverso o recíproco de Simpson; en base al logaritmo natural.

- Índice de Diversidad de Shannon

Se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; los sitios que van desde 0,1 a 1,5 pueden considerarse como sitios de baja diversidad, los sitios que van desde 1,6 a 3 pueden considerarse como sitios de diversidad media y los sitios que van desde 3,1 hacia arriba pueden considerarse como sitios de diversidad alta (Yáñez, 2014). La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total (Magurran 1987, Moreno 2001).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

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

Dónde:

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

\sum = sumatoria

p_i = proporción de la muestra (n_i/n)

\ln = logaritmo natural

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 1987, Moreno 2001)

- Índice de Chao1

Para determinar la estructura posible en las áreas de muestreo se utilizó el modelo no para métrico Chao 1, que es un estimador del número de especies raras en la muestra de la comunidad (Chao, 1987; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984).

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

Dónde:

s = Número de especies en una muestra

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en la muestra

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra

Diversidad Beta

Se determinó mediante los índices de similitud, en este caso se ha utilizado el índice de Jaccard con su respectiva gráfica (Análisis Cluster).

El índice de Jaccard mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos, es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión (Real & Vargas, 1996).

Siempre toma valores entre 0 y 1, correspondiente este último a la igualdad total entre ambos conjuntos y se usa para medir la similitud, disimilitud o distancias (estas dos últimas si se le resta el índice a 1) que existen entre dos estaciones de muestreo, con la siguiente formulación:

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

Donde:

- **a:** es el número de especies presentes en la estación A.
- **b:** es el número de especies presentes en la estación B.
- **c:** es el número de especies presentes en ambas estaciones, A y B.

Aspectos Ecológicos

Estado de Conservación

Para determinar el estado de conservación de las aves, se consultó las categorías de amenaza propuestas por la UICN (2023), y que se explican a continuación: En Peligro Crítico (CR), están incluidas las especies que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato; En Peligro (EN), las especies que tienen un muy alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; Vulnerables (VU), las especies que tienen un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato en vida silvestre; y Casi Amenazada (NT), las especies que pueden calificar dentro de alguna categoría de amenaza en un futuro próximo. El estado de conservación de las especies a nivel nacional se determinó consultando la base de datos de la Lista Nacional de Aves - BOWEB (Freile y Pobeda, 2019).

Especies Sensibles

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

- Especies de sensibilidad Alta (A).- Son aquellas especies que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, que no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades Antrópicas; la mayoría de estas especies no puede vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de sus hábitats migrando a sitios más estables, sin embargo, por las actuales presiones de afectación de los hábitats, algunas de estas especies se pueden encontrar en áreas de bosques secundarios no tan modificados y con remanentes de bosque natural. Estas especies se constituyen en buenas indicadores de la salud del medio ambiente.
- Especies de sensibilidad Media (M). - Son aquellas que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también son registradas en áreas poco alteradas y 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, tala selectiva del bosque; se mantienen en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.
- Especies de sensibilidad Baja (B). - Son aquellas especies colonizadoras que sí pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades Antrópicas.

Migración

Los datos sobre especies migratorias se basan en Stotz et al. (1996), Ridgely et al. (1998) y en BirdLife internacional (2006).

Nicho Trófico

Se determinó considerando la dieta alimenticia de la familia a la que taxonómicamente pertenece la especie, en base a las publicaciones de Ortiz y Carrión (1991) y Ridgely y Greenfield (2001). Las costumbres alimenticias se establecieron en categorías de acuerdo a la dieta principal que presenta cada familia, de acuerdo a la siguiente clasificación: Las costumbres alimenticias se establecieron en categorías de acuerdo a la dieta principal que presenta cada familia, de la siguiente manera: frugívoros (Fr), granívoros (S), insectívoros (In), herbívoros (He), ictiófagos (Ps), carroñeros (Cñ), carnívoros (Cr), nectarívoros (Ne) y aquellos animales que se alimentan de todo tipo de sustancias orgánicas (Om).

Estratificación Vertical y Sociabilidad

La información referente a estratificación vertical y sociabilidad de la avifauna fueron tomados de Ridgely & Greenfield, 2006.

Los hábitos indican:

Acuático (Ac): son las aves que se encuentran sobre el agua en ecosistemas marítimos, lacustres, ríos.

Terrestres (T): aves que caminan sobre el suelo en un rango de entre 0-1 metros

Sotobosque (So): especies cuyo rango de movimiento varía entre 1-10 metros, entre vegetación arbustiva y marañas.

Subdosel (Sd): especies que se mueven o perchan en las ramas de árboles entre los 10-30 metros.

Dosel (D): especies que perchan anidan o se mueven en el dosel de los árboles emergentes, incluso volando a alturas mayores a los 30 metros.

Mientras que en cuanto a hábitos de sociabilidad se indica que las especies de avifauna pueden ser gregarios (G) cuando se las ve en grupos de tres a más individuos de la misma especie o en bandadas mixtas, solitarios (S) cuando se las ve solas o incluso en parejas (P).

6.2.6.2.3 Análisis de Resultados

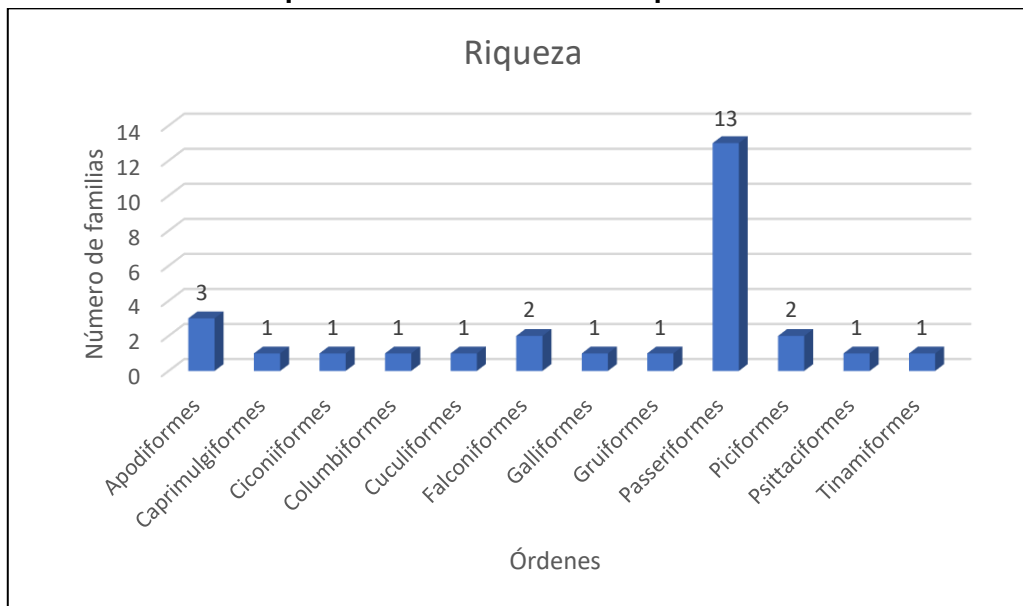
6.2.6.2.3.1 Análisis General

Riqueza General

Se registró un total de 364 individuos correspondientes a 67 especies de aves, mismas que se distribuyeron en 58 géneros, 28 familias y 12 órdenes en el área de estudio. Este número de especies representa el 4,1% del total de aves registradas para el Ecuador Continental (1.646 spp, Freile y Poveda. 2019) y el 12% del total de especies reportadas para el piso zoogeográfico Subtropical oriental (560 spp, Albuja et al, 2012). El listado general de las especies de avifauna registradas en el presente estudio se presentó en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

El orden más numeroso fue el de Passeriformes con 15 familias, seguido de Apodiformes con tres especies como se indica en el siguiente gráfico:

Gráfico 6-18 Riqueza de Órdenes de Aves para el Área de Estudio



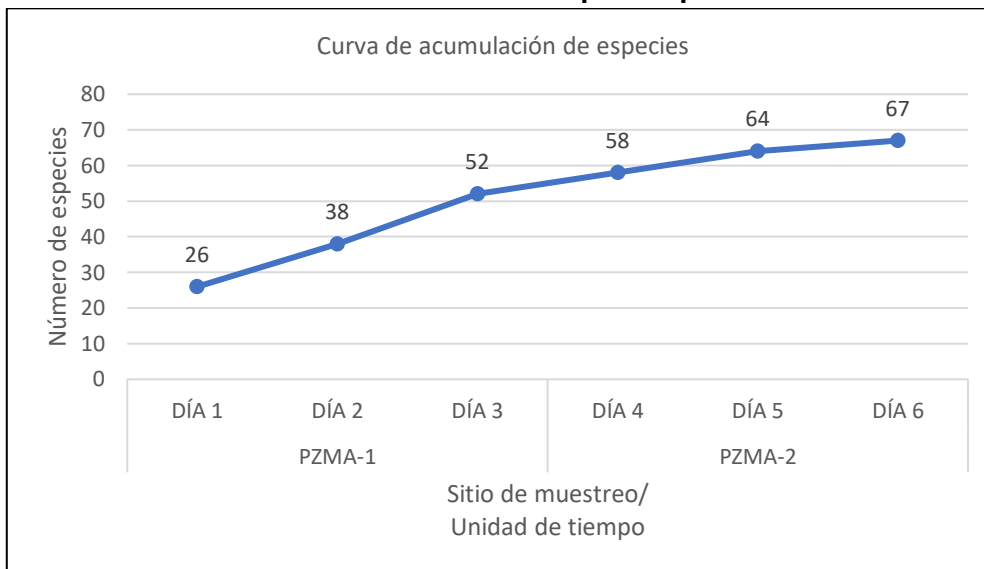
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las familias más representativas fueron Thraupidae con 9 especies y Tyrannidae con 6 especies mientras que el resto de familias presentaron menor representatividad; las especies de las familias mencionadas son importantes debido a que las especies que las conforman constituyen buenas dispersoras de semillas, controladoras de plagas y en gran porcentaje de tipo generalista, es decir que se adaptan con facilidad a los cambios ambientales.

Curva de Acumulación de Especies

El siguiente gráfico corresponde a la curva de acumulación de especies para el área de estudio, donde se evidencia una tendencia ascendente conforme se incrementan los días de levantamiento de información, es decir, la asíntota tiende a estabilizarse, pero es necesario realizar nuevos muestreos con el fin de acrecentar el número de registros.

Gráfico 6-19 Curva de Acumulación de Especies para el Área de Estudio

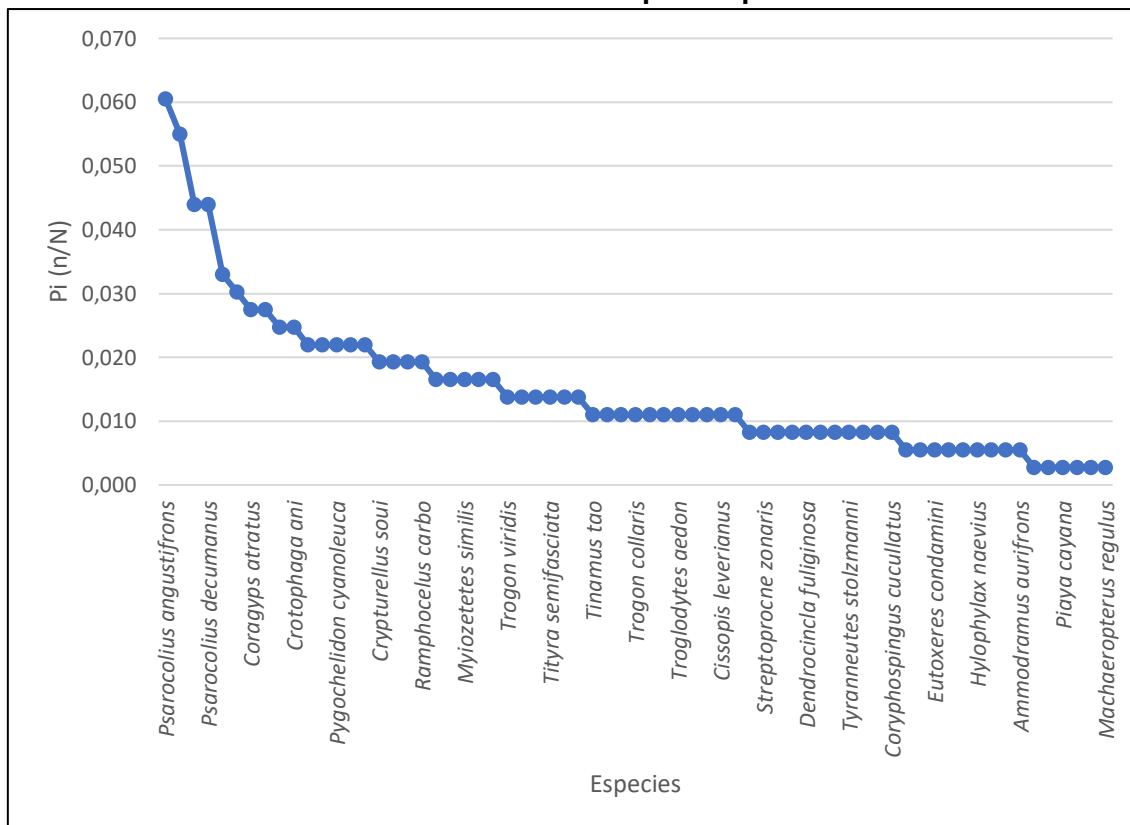


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Dominancia General (Pi/especies)

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies registradas en el área de estudio.

Gráfico 6-20 Curva de Dominancia de Especies para el Área De Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las especies dominantes en esta zona fueron: *Psarocolius angustifrons*, *Elanoides forficatus*, *Pionus menstruus*, *Psarocolius decumanus*, *Glyphorhynchus spirurus*, *Cyanocorax violaceus*, *Coragyps atratus*, *Brotoyeris cyanoptera*, *Patagioenas subvinacea*, *Crotophaga ani*, *Threnetes leucurus*, *Tyrannus melancholicus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Thraupis episcopus*, *Cacicus cela*, estas especies fueron registradas principalmente en áreas abiertas y matorrales formados por la vegetación del bosque y son aves de tipo generalista de fácil adaptación a áreas disturbadas.

6.2.6.2.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

Sitio de Muestreo PZMA-1

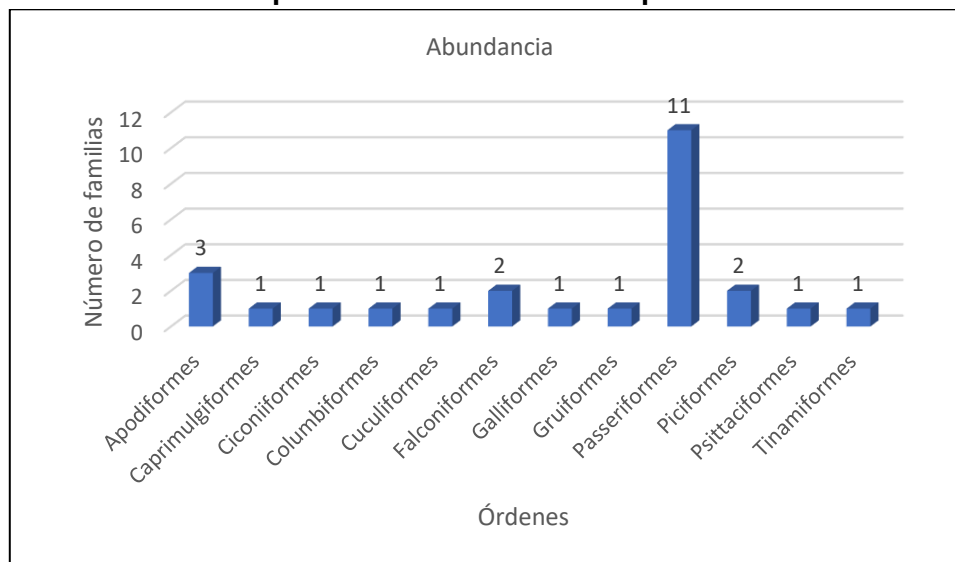
Riqueza

Durante el muestreo se registraron 169 individuos distribuidos en 12 órdenes, 26 familias, 45 géneros y 52 especies en total para el sitio de muestreo PZMA-1, este valor representa el 3,16% del total de aves registradas para el Ecuador Continental (n=1646). y el 9,29% del total de especies reportadas para el piso zoogeográfico Subtropical oriental (560 especies, Albuja et al, 2012).

Abundancia

El orden más numeroso fue el de Passeriformes con 11 familias, seguido de Apodiformes con tres especies como se indica en el siguiente gráfico:

Gráfico 6-21 Riqueza de Órdenes de Aves para el Sitio PZMA-1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las familias más representativas fueron Thraupidae con 7 especies y Tyrannidae con 5 especies mientras que el resto de familias presentaron menor representatividad, son especies buenas dispersoras de semillas e incluso controladoras de plagas y determinan buena disponibilidad de recursos en el área de estudio. Las especies registradas son de tipo generalista, aunque existen registros de aves de presa que determinan un equilibrio en sus ecosistemas.

Los resultados obtenidos en el presente monitoreo según el criterio biogeográfico de las categorías de abundancia de Ridgely; Greenfield y Guerrero (1998) para PMZA-1 fue:

El 17,31% fueron catalogadas como Abundantes, entre ellas se encuentran; *Rupornis magnirostris*, *Psarocolius angustifrons*, *Brotogeris cyanopectera*, *Elanoides forficatus*, *Coragyps atratus*, *Psarocolius decumanus*. Entre otras; dichas especies son de hábitos gregarios y de fácil adaptabilidad a medios alterados, fueron encontradas con mayor frecuencia en espacios abiertos a nivel del dosel del bosque.

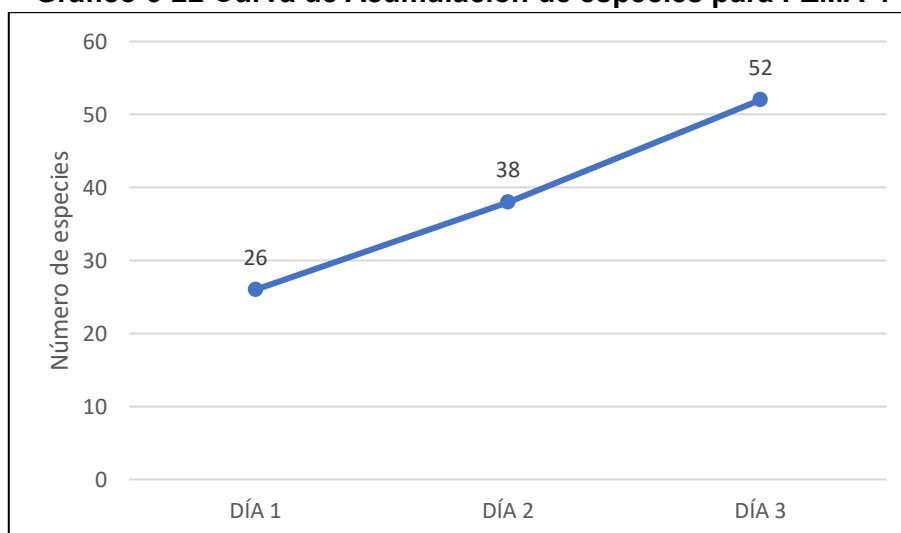
El 55,77% fueron catalogadas como Comunes, entre ellas se encuentran; *Trogon collaris*, *Melanerpes cruentatus*, *Thraupis episcopus*, *Schistocichla leucostigma*, *Cissopis leverianus*, *Ortalis guttata*, *Synallaxis albigularis*, *Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo*, *Henicorhina leucosticta*, *Tangara gyrola*, *Willisornis poecilinotus*, *Dryocopus lineatus*, *Euphonia xanthogaster*, *Tangara chilensis*, *Crypturellus soui*, entre otros; dichas especies son mayormente generalistas, se adaptan con facilidad a medios alterados y comúnmente se las encuentra en espacios abiertos y sotobosque, cabe señalar que el grupo más representativo es el de las tangaras (*Thraupidae*) mismas que son aves muy atractivas y de importancia ecológica al estar asociadas a la dispersión de semillas y por lo tanto la proliferación y diversidad genética de los bosques.

El 26,9% fueron catalogadas como especies Poco Comunes, entre ellas se encuentran: *Patagioenas plumbea*, *Catharus ustulatus*, *Streptoprocne zonaris*, *Daptrius ater*, *Piaya cayana*, *Tinamus tao*, *Cyanocorax yncas*, *Mionectes olivaceus*, *Tityra semifasciata*, entre otras.

Curva de Acumulación de Especies

El siguiente gráfico corresponde a la curva de acumulación de especies podemos ver que la curva aún no llega a su asíntota por lo que se recomienda continuar con nuevos muestreos en el área de estudio.

Gráfico 6-22 Curva de Acumulación de especies para PZMA-1

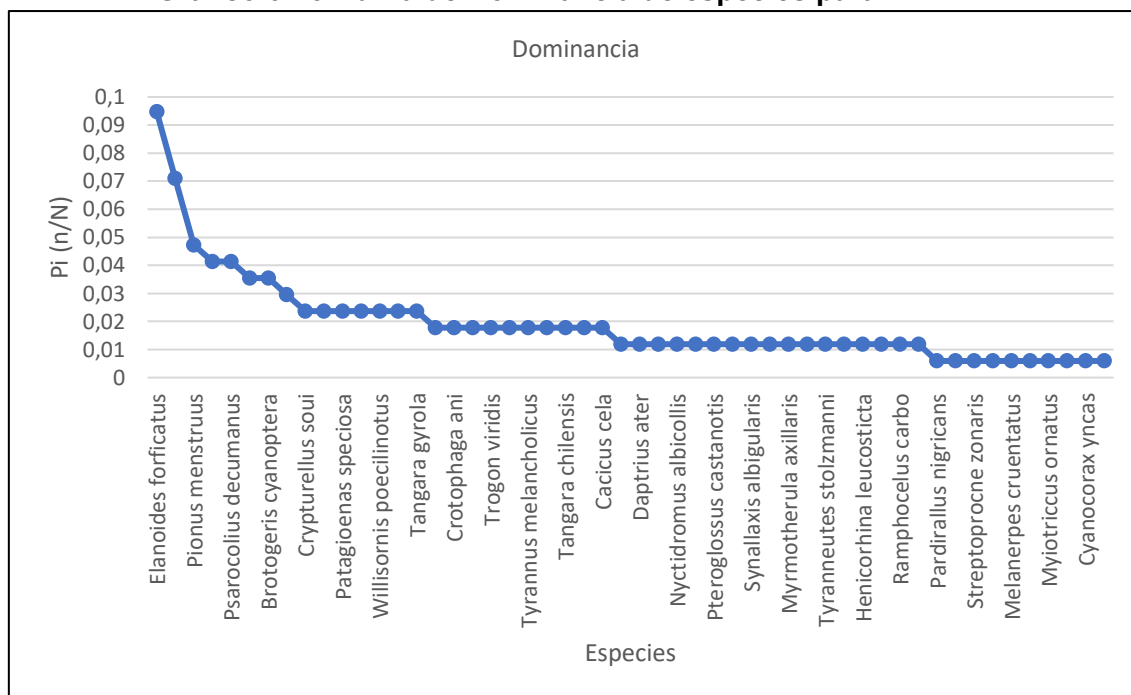


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Dominancia

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies registradas en el sitio PZMA-1.

Gráfico 6-23 Curva de Dominancia de especies para PZMA-1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las especies dominantes en esta zona fueron: *Elanoides forficatus*, *Psarocolius angustifrons*, *Pionus menstruus*, *Glyphorhynchus spirurus*, *Psarocolius decumanus*, *Coragyps atratus*, *Brotogeris cyanopectera*, *Cyanocorax violaceus*, *Crypturellus soui*, *Rupornis magnirostris*, *Patagioenas speciosa*, *Patagioenas subvinacea*, *Willisornis poecilinotus*, *Tangara cyanicollis*, *Tangara gyrola*, estas especies fueron registradas principalmente en áreas abiertas asociadas a matorrales formados por la vegetación del bosque y son aves de tipo generalista de fácil adaptación a áreas disturbadas.

Sitio de Muestreo PZMA-2

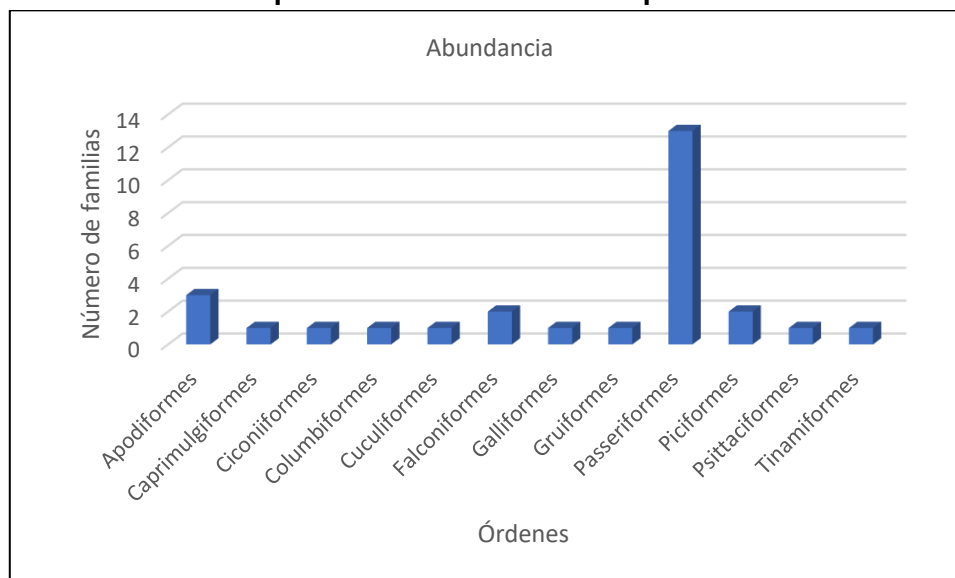
Riqueza

Durante el muestreo se registraron 195 individuos distribuidos en 12 órdenes, 28 familias, 55 géneros y 63 especies en total para el sitio de muestreo PZMA-2, este valor representa el 3,83% del total de aves registradas para el Ecuador Continental (n=1646). y el 11,25% del total de especies reportadas para el piso zoogeográfico Subtropical oriental (560 spp, Albuja et al, 2012).

Abundancia

El orden más numeroso fue el de Passeriformes con 13 familias, seguido de Apodiformes con tres especies como se indica en el siguiente gráfico:

Gráfico 6-24 Riqueza de Órdenes de Aves para el sitio PZMA-2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las familias más representativas fueron Thraupidae con 9 especies Tyrannidae con 6 y Trochilidae con 4 especies mientras que el resto de familias presentaron menor representatividad. Las mencionadas familias se caracterizan por incluir especies que se alimentan de semillas, néctar e insectos lo que denota una buena disponibilidad de recursos y además que se mantiene una buena dinámica del bosque.

Los resultados obtenidos en el presente monitoreo según el criterio biogeográfico de las categorías de abundancia de Ridgely; Greenfield y Guerrero (1998) para PMZA-2 fue:

El 14,28% fueron catalogadas como Abundantes, entre ellas se encuentran; *Brotogeris cyanopectera*, *Elanoides forficatus*, *Cyanocorax violaceus*, *Rupornis magnirostris*, *Psarocolius angustifrons*, *Coragyps atratus*, *Glyphorhynchus spirurus*, entre otras; Las especies fueron fáciles de registrar en zonas alteradas, presentan una buena adaptabilidad a los cambios medio ambientales.

El 52,38% fueron catalogadas como Comunes, entre ellas se encuentran; *Cissopis leverianus*, *Schistocichla leucostigma*, *Patagioenas speciosa*, *Dryocopus lineatus*, *Ramphocelus carbo*, *Cathartes aura*, *Sayornis nigricans*, *Euphonia xanthogaster*, *Volatinia jacarina*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Willisornis poecilinotus*, *Trogon collaris*, *Myiozetetes similis*, *Ortalis guttata*, *Tangara cyanicollis*, *Tangara gyrola*, *Crypturellus soui*, entre otros; dichas especies son mayormente generalistas, se adaptan con facilidad a medios alterados y comúnmente se las encuentra en espacios abiertos y sotobosque.

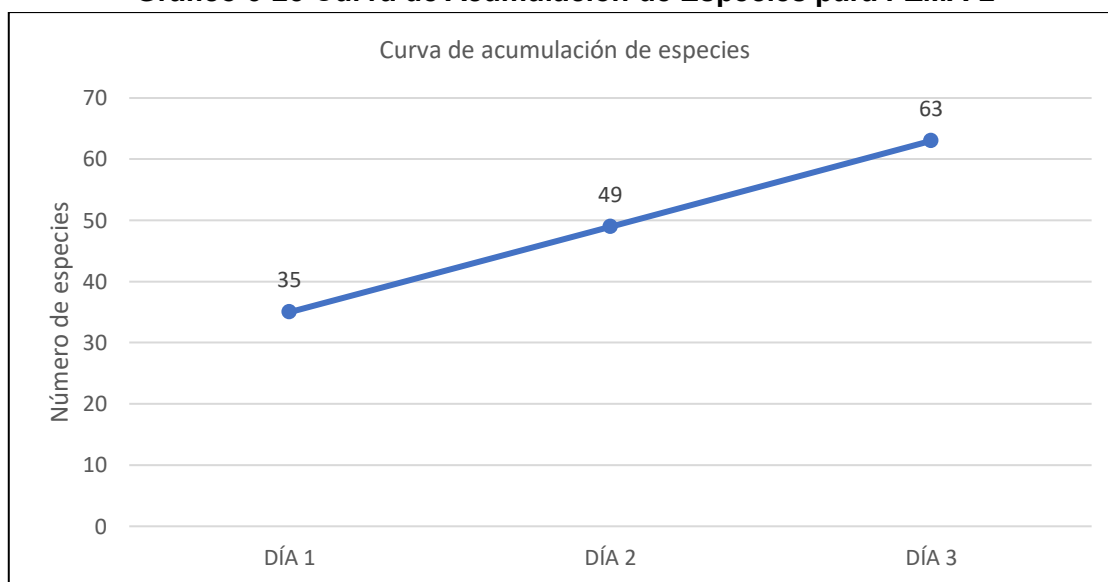
El 28,57% fueron catalogadas como especies Poco Comunes, entre ellas se encuentran: *Streptoprocne zonaris*, *Cyanocorax yncas*, *Tityra semifasciata*, *Arremon aurantirostris*, *Patagioenas plumbea*, *Eutoxeres condensini*, *Catharus ustulatus*, *Streptoprocne zonaris*, *Hylophylax naevius*, *Tinamus tao*, *Phaethornis guy*, *Mionectes olivaceus*, *Ammodramus aurifrons*, entre otras.

El 4,76% fueron catalogadas como especies raras y corresponden a *Falco rufigularis*, *Machaeropterus regulus* y *Thamnophilus schistaceus*.

Curva de Acumulación de Especies

El siguiente gráfico corresponde a la curva de acumulación de especies podemos ver que la curva aún no llega a su asíntota por lo que se recomienda continuar con nuevos muestreos en el área de estudio.

Gráfico 6-25 Curva de Acumulación de Especies para PZMA-2

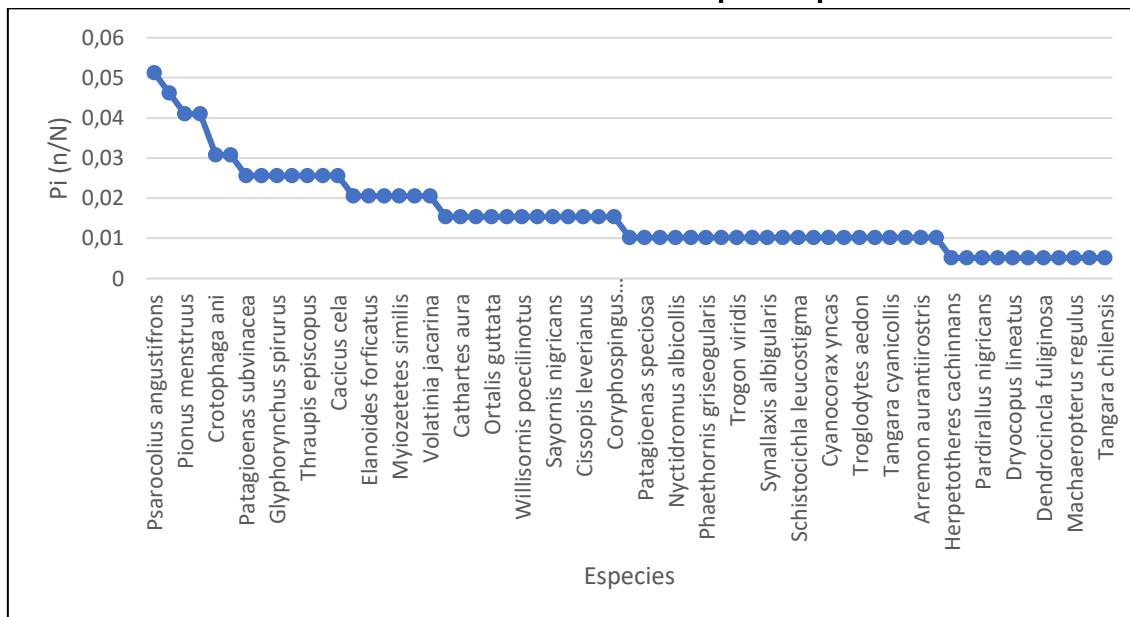


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Dominancia

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies registradas en el sitio PZMA-2.

Gráfico 6-26 Curva de Dominancia de Especies para PZMA-2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las especies dominantes en esta zona fueron: *Psarocolius angustifrons*, *Psarocolius decumanus*, *Pionus menstruus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Crotophaga ani*, *Cyanocorax violaceus*, *Patagioenas subvinacea*, *Threnetes leucurus*, *Glyphorynchus spirurus*, *Tyrannus melancholicus*, *Thraupis episcopus*, *Ramphocelus carbo*, *Cacicus cela*, estas especies fueron registradas principalmente en áreas abiertas asociadas a parches de bosque secundario y zonas agrícolas, son aves de tipo generalista de fácil adaptación a áreas disturbadas.

Diversidad Alfa

Para determinar la diversidad alfa se utilizó el índice de diversidad de Shannon, en el sitio de muestreo indica una diversidad alta. Es importante acotar que, si bien el valor es alto, la mayoría de registros corresponden a especies denominadas de baja sensibilidad, siendo especies colonizadoras de amplia distribución en zonas sub tropicales, las cuales se han adaptado a los ambientes intervenidos.

En la siguiente tabla se describen los resultados del índice de diversidad de Shannon correspondientes al presente monitoreo.

La siguiente tabla indica el esfuerzo de muestreo realizado para la avifauna.

Tabla 6-16 Índice de Diversidad

Sitios de Muestreo	Número de Especies	Número de Individuos	Índice de Shannon	Interpretación
PZMA-1	52	169	3,69	Diversidad alta
PZMA-2	63	195	3,96	Diversidad alta

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

La interpretación del índice de diversidad fue establecida en base a criterios de Yáñez 2014.

Índice Chao 1

Este índice es un estimador del número de especies en la muestra de la comunidad (Chao, 1987; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984).

En la siguiente tabla se presenta los valores de la estimación de la diversidad en el sitio de muestreo, a través del estimador Chao 1.

Tabla 6-17 Índice de Chao 1

Muestras	Especies Registradas	Estimador Chao 1
PZMA-1	52	54,5
PZMA-2	63	65,5

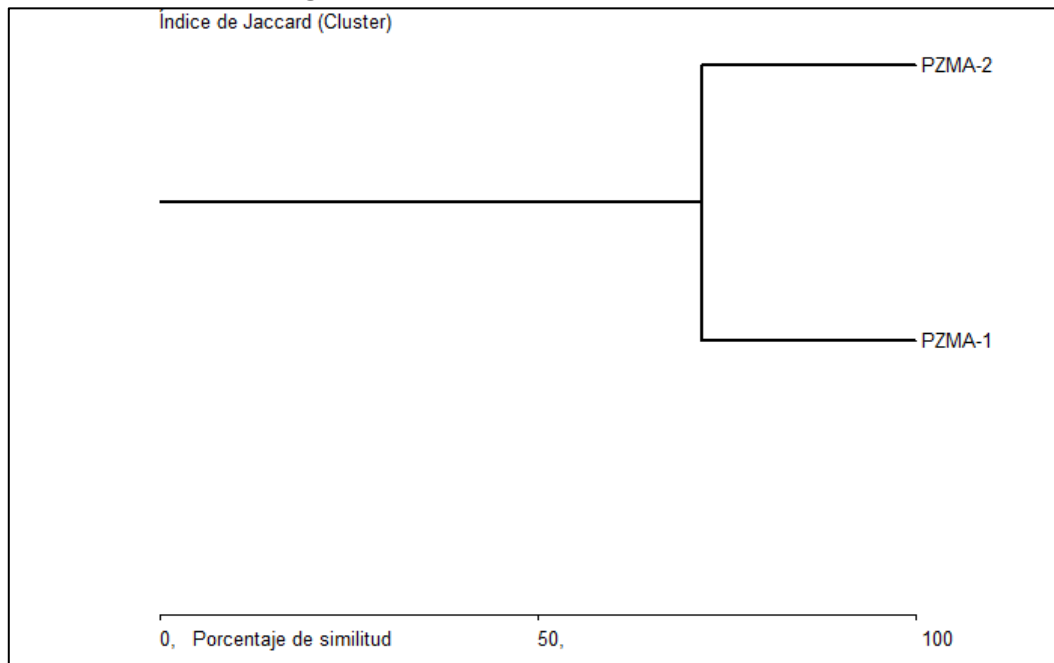
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

De los datos obtenidos, se aprecia que con el esfuerzo de muestreo realizado se identificó el 95,41% de las especies estimadas para el sitio de muestreo PZMA-1 y el 96,18% en el punto de muestreo PZMA-2; por lo que se considera que el esfuerzo realizado es representativo al superar el 95% de hallazgos en función de la representatividad de aves presentes en la zona.

Diversidad Beta

Para el análisis de la diversidad beta se utilizó el índice de similitud de Jaccard con su respectiva gráfica (Cluster), se puede observar un gran porcentaje de similitud entre PZMA-1 y PZMA-2 con un 71,6% lo cual expresa que existe homogeneidad entre las diferentes estaciones de muestreo.

Gráfico 6-27 Dendrograma de similitud del muestreo cuantitativo (Clúster)



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.3.3 Análisis del Muestreo Cualitativo

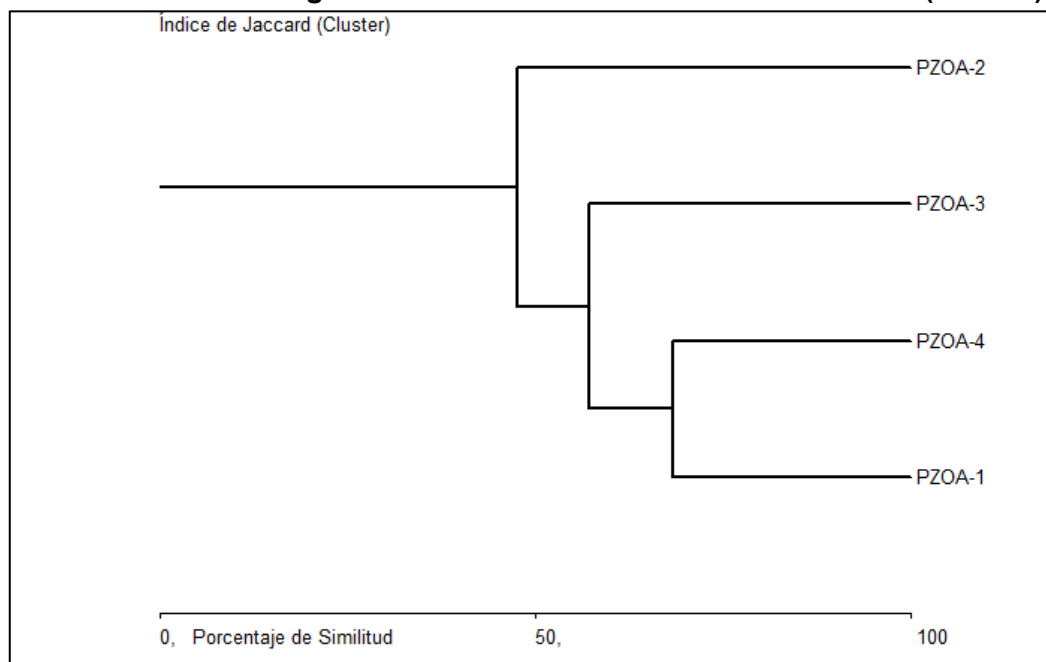
Riqueza

Durante el muestreo cualitativo se levantó información en cuatro sitios (PZOA-1, PZOA-2, PZOA-3 y PZOA-4), donde se registró 50 especies distribuidas en 12 órdenes, 23 familias y 42 géneros, este valor representa el 3,03% del total de aves registradas para el Ecuador Continental (n=1646). y el 8,9% del total de especies reportadas para el piso zoogeográfico Subtropical oriental (560 spp, Albuja et al, 2012). El listado general de las especies de avifauna registradas en el presente estudio se presentó en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

Diversidad Beta (Índice de Similitud de Jaccard)

En el siguiente gráfico se puede observar que las unidades de muestreo mantienen cierto grado de heterogeneidad entre sí siendo los sitios PZOA-4 y PZOA-1 las que guardan mayor similitud con un 68,4%, mientras que los sitios con menor similitud son PZOA-2 y PZOA-4 con un porcentaje del 33,3% y PZOA-1 y PZOA-2 con un porcentaje de 36,2%.

Gráfico 6-28 Dendrograma de Similitud del Muestreo Cualitativo (Clúster)



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Los resultados de muestreo cualitativo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6-18 Listado de Especies Presentes en el Muestreo Cualitativo

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	PZO-1	PZO-2	PZO-3	PZO-4
1	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Tinamus tao</i>	Tinamú Gris		X		
2	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Chico		X	X	
3	Ciconiiformes	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	X	X	X	X
4	Ciconiiformes	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	X		X	
5	Falconiformes	ACCIPITRIDAE	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta		X		
6	Falconiformes	ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan Caminero	X	X	X	
7	Falconiformes	FALCONIDAE	<i>Daptrius ater</i>	Caracara Negro		X	X	
8	Falconiformes	FALCONIDAE	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón Cazamurciélagos			X	
9	Galliformes	CRACIDAE	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada		X	X	
10	Gruiformes	RALLIDAE	<i>Pardirallus nigricans</i>	Rascón Negruzco	X			X
11	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma Escamosa		X		X
12	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	X	X	X	X
13	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza		X	X	
14	Psittaciformes	PSITTACIDAE	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico Alicobáltico	X	X	X	X

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	PZOA-1	PZOA-2	PZOA-3	PZOA-4
15	Psittaciformes	PSITTACIDAE	<i>Pionus menstruus</i>	Loro Cabeciazul	X	X	X	X
16	Cuculiformes	CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	X			
17	Cuculiformes	CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso	X		X	X
18	Caprimulgiformes	CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Pauraque / Chotacabra	X		X	X
19	Apodiformes	APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Cuelliblanco	X		X	
20	Apodiformes	TROGONIDAE	<i>Trogon viridis</i>	Trogón Coliblanco Amazónico		X	X	X
21	Apodiformes	TROGONIDAE	<i>Trogon collaris</i>	Trogón Collarejo		X		
22	Piciformes	PICIDAE	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	X	X		X
23	Piciformes	PICIDAE	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero Penachiamarillo	X			X
24	Passeriformes	FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albigularis</i>	Colaespina Pechioscura		X		
25	Passeriformes	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	Trepatroncos Pardo		X		
26	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Myiotriccus ornatus</i>	Mosquerito Adornado	X	X	X	
27	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos	X			X
28	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social	X		X	X
29	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	X	X	X	X
30	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	X	X		
31	Passeriformes	CORVIDAE	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	X	X	X	X
32	Passeriformes	CORVIDAE	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca Inca		X		
33	Passeriformes	TURDIDAE	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson		X	X	
34	Passeriformes	HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	X		X	X
35	Passeriformes	FRINGILIDAE	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia Ventrinaranja	X	X	X	X
36	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangara Capuchiazul	X			X
37	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara Paraíso	X	X	X	
38	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara gyrola</i>	Tangara Cabecibaya	X	X	X	X
39	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	X	X	X	X
40	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	X		X	X

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	PZOA-1	PZOA-2	PZOA-3	PZOA-4
41	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara Concha de Vino	X		X	X
42	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	X		X	X
43	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negriazulado	X			X
44	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Sporophila castaneiventris</i>	Espiguero Ventricastaño	X			X
45	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Brasita-de-Fuego Rojo	X		X	
46	Passeriformes	EMBERIZIDAE	<i>Arremon aurantirostris</i>	Saltón Piquinaranja				X
47	Passeriformes	EMBERIZIDAE	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Sabanero Cejiamarillo			X	X
48	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiararillo	X	X	X	X
49	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	X	X		X
50	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	X	X	X	X

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.3.4 Aspectos Ecológicos

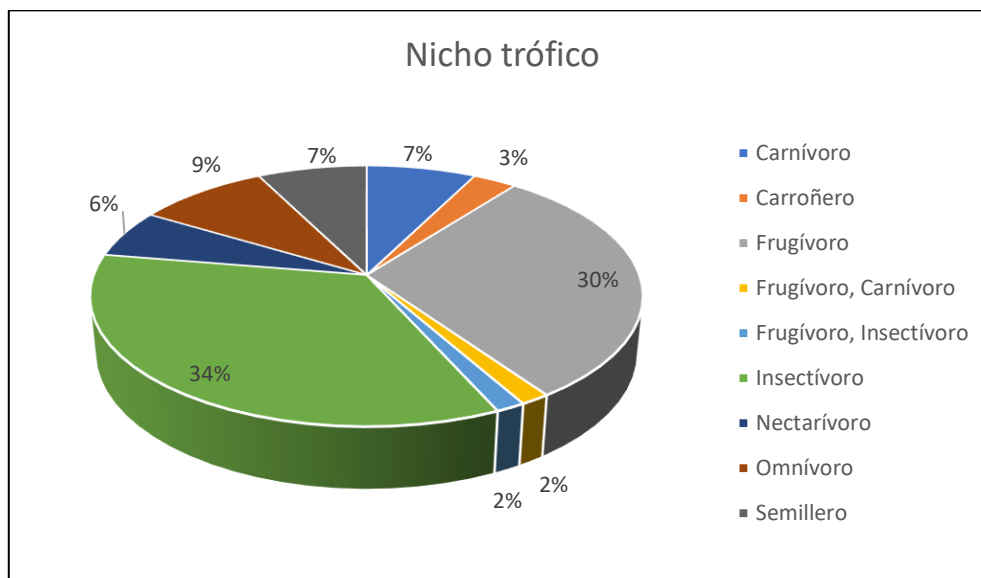
Nicho Trófico

En el área de estudio se evidenciaron nueve nichos tróficos: Carnívoro, carroñero, frugívoro, frugívoro - carnívoro, frugívoro - insectívoro, insectívoro, nectarívoro, omnívoro y semilleros, según información de Ridgely y Greenfield (2006). Los porcentajes más altos corresponden a aves insectívoras (23%) y frugívoras (20%); mientras que los gremios restantes se presentan en menores porcentajes.

La presencia de vegetación herbácea y arbustiva en el área de estudio da pie a la formación de abundantes microhábitats, propicios como refugio animal, donde se desarrollan además insectos y otros animales de menor tamaño los cuáles se convierten en la base alimenticia de las aves de la zona.

Se encontró poblaciones de aves oportunistas controladoras de plagas y dispersoras de polen y semillas dentro de un bosque medianamente diverso y registro significativo de aves de presa y especies carroñeras lo cual indica un equilibrio de las cadenas tróficas. (Gráfico 6-29).

Gráfico 6-29 Gremios Tróficos



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Entre algunas de las especies insectívoras registradas encontramos a: *Synallaxis albigularis*, *Crotophaga ani*, *Willisornis poecilinotus*, *Henicorhina leucosticta*, *Piaya cayana*, *Sayornis nigricans*, *Myrmotherula axillaris*, *Schistocichla leucostigma*, *Hylophylax naevius*, *Dendrocincla fuliginosa*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Thamnophilus schistaceus*, entre otras.

Entre las especies frugívoras se encuentran: *Tangara cyanicollis*, *Brotogeris cyanopectera*, *Patagioenas speciosa*, *Cacicus cela*, *Tangara gyrola*, *Pionus menstruus*, *Euphonia xanthogaster*, *Tinamus tao*, *Cissopis leverianus*, *Trogon collaris*, *Machaeropterus regulus*, *Ramphocelus carbo*, entre otras. *Tinamus tao*, es una especie frugívora importante en el área de estudio puesto que es una especie de alta sensibilidad que consta en los listados de especies importantes para la conservación según la UICN, CITES y Lista Roja de Aves de Ecuador como consta en la respectiva sección.

Estado de Conservación

Para la caracterización de este aspecto ecológico se tomó como referencia las siguientes fuentes: Libro Rojo de las Aves del Ecuador (2019), UICN (2023) y especies que constan en la Convención Internacional para el Tráfico de Especies (CITES, 2023).

El presente estudio registró una especie bajo la categoría vulnerable (VU) según el Libro Rojo de Aves del Ecuador y la UICN, además de presentar una sensibilidad alta; dentro del apéndice II de la CITES se registraron once especies. El resto de especies se presentaron como preocupación menor según consta en la siguiente tabla.

Tabla 6-19 Estado de Conservación de las Especies de Avifauna Presentes en el Área de Estudio

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	UICN	Libro Rojo (Freire, 2019)	APENDICES CITES
1	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Tinamus tao</i>	Tinamú Gris	VU	VU	
2	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Chico	LC		
3	Ciconiiformes	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	LC		
4	Ciconiiformes	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	LC		
5	Falconiformes	ACCIPITRIDAE	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	LC		II
6	Falconiformes	ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan Caminero	LC		II
7	Falconiformes	FALCONIDAE	<i>Daptrius ater</i>	Caracara Negro	LC		II
8	Falconiformes	FALCONIDAE	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón Reidor	LC		II
9	Falconiformes	FALCONIDAE	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Cazamurciélagos	LC		II
10	Galliformes	CRACIDAE	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	LC		
11	Gruiformes	RALLIDAE	<i>Pardirallus nigricans</i>	Rascón Negruzco	LC		
12	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma Escamosa	LC		
13	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	LC		
14	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	LC		
15	Psittaciformes	PSITTACIDAE	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico Alicobáltico	LC		II
16	Psittaciformes	PSITTACIDAE	<i>Pionus menstruus</i>	Loro Cabeciazul	LC		II
17	Cuculiformes	CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	LC		
18	Cuculiformes	CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Piquiliso	LC		
19	Caprimulgiformes	CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Pauraque / Chotacabra	LC		
20	Apodiformes	APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Cuelliblanco	LC		
21	Apodiformes	TROCHILIDAE	<i>Threnetes leucurus</i>	Barbita Colipálida	LC		II
22	Apodiformes	TROCHILIDAE	<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño Verde	LC		II
23	Apodiformes	TROCHILIDAE	<i>Phaethornis griseogularis</i>	Ermitaño Barbigris	LC		II
24	Apodiformes	TROCHILIDAE	<i>Eutoxeres condamini</i>	Pico-de-Hoz Colihabano	LC		II
25	Apodiformes	TROGONIDAE	<i>Trogon viridis</i>	Trogón Coliblanco Amazónico	LC		
26	Apodiformes	TROGONIDAE	<i>Trogon collaris</i>	Trogón Collarejo	LC		

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	UICN	Libro Rojo (Freire, 2019)	APENDICES CITES
27	Piciformes	RAMPHASTIDAE	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari Orejicastaño	LC		
28	Piciformes	PICIDAE	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	LC		
29	Piciformes	PICIDAE	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero Penachiamarillo	LC		
30	Passeriformes	FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albigularis</i>	Colaespina Pechioscura	LC		
31	Passeriformes	DENDROCOLAPTI DAE	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos Pardo	LC		
32	Passeriformes	DENDROCOLAPTI DAE	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos Piquicuña	LC		
33	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará Alillano	LC		
34	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Myrmotherula axillaris</i>	Hormiguerito Flanquiblanco	LC		
35	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Hylophylax naevius</i>	Hormiguero Dorsipunteado	LC		
36	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Willisornis poecilinotus</i>	Hormiguero Dorsiescama do	LC		
37	Passeriformes	DENDROCOLAPTI DAE	<i>Schistocichla leucostigma</i>	Hormiguero Alimoteado	LC		
38	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado	LC		
39	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Myiobuteo ornatus</i>	Mosquerito Adornado	LC		
40	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos	LC		
41	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social	LC		
42	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	LC		
43	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	LC		
44	Passeriformes	PIPRIDAE	<i>Machaeropterus regulus</i>	Saltarín Rayado	LC		
45	Passeriformes	PIPRIDAE	<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	Saltarincillo Enano	LC		
46	Passeriformes	CORVIDAE	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	LC		
47	Passeriformes	CORVIDAE	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca Inca	LC		
48	Passeriformes	TURDIDAE	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	LC		
49	Passeriformes	HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	LC		
50	Passeriformes	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo	LC		
51	Passeriformes	TROGLODYTIDAE	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey-Montés Pechiblanco	LC		
52	Passeriformes	FRINGILIDAE	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia Ventrinaranja	LC		

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	UICN	Libro Rojo (Freire, 2019)	APENDICES CITES
53	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangara Capuchiazul	LC		
54	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara Paraíso	LC		
55	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Tangara gyrola</i>	Tangara Cabecibaya	LC		
56	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	LC		
57	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera	LC		
58	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara Concha de Vino	LC		
59	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	LC		
60	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negriazulado	LC		
61	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Sporophila castaneiventris</i>	Espiguero Ventricastaño	LC		
62	Passeriformes	THRAUPIDAE	<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Brasita-de-Fuego Rojo	LC		
63	Passeriformes	EMBERIZIDAE	<i>Arremon aurantirostris</i>	Saltón Piquinaranja	LC		
64	Passeriformes	EMBERIZIDAE	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Sabanero Cejiamarillo	LC		
65	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiararillo	LC		
66	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	LC		
67	Passeriformes	ICTERIDAE	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola dorsirrojiza	LC		

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Endemismo

En el presente estudio no se registraron especies endémicas.

Migración

En cuanto a especies migratorias para el presente estudio se registraron tres especies migratorias boreales y dos especies migratorias australes mismas que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6-20 Listado de Especies Migratorias Presentes en el Área de Estudio

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Migración
1	Ciconiiformes	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	M.b
2	Falconiformes	ACCIPITRIDAE	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio Tijereta	M.b

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Migración
3	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	M.a
4	Passeriformes	TURDIDAE	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	M.b
5	Passeriformes	HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	M.a

M.b: Migratoria boreal M.a: Migratoria austral

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Sensibilidad

Este aspecto ecológico fue evaluado a través de los criterios de Stotz (1996), donde se cataloga a aves de sensibilidad alta, media y baja, de acuerdo a su reacción a los cambios ambientales.

Según Stotz, et al., (1996), las aves presentan diferente grado de sensibilidad frente a las alteraciones de su entorno; especies de alta sensibilidad (H), aquellas que prefieren hábitats en buen estado de conservación, sean bosques naturales o secundarios de regeneración antigua y dependiendo de sus rangos de acción, también pueden adaptarse a remanentes de bosque natural poco intervenidos.

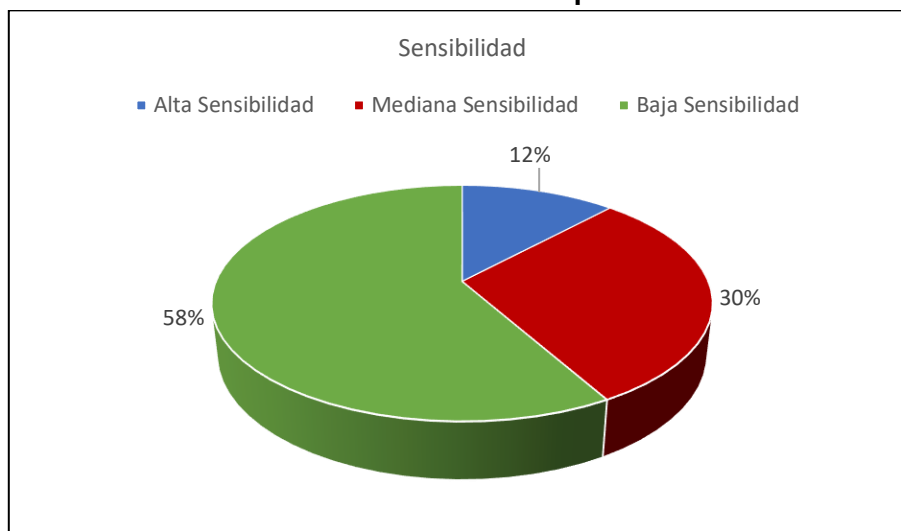
Especies de sensibilidad media (M), aquellas que pueden soportar ligeros cambios ambientales y pueden encontrarse en áreas de bosque en buen estado de conservación y/o en bordes de bosque o áreas con alteración ligera y por último especies de baja sensibilidad (L), aquellas capaces de adaptarse y colonizar zonas alteradas.

Las especies mayormente representadas fueron las de sensibilidad baja (L) con un 58,2%, lo cual es congruente con las condiciones de intervención en el ecosistema; estas especies presentan un alto grado de adaptabilidad a hábitats intervenidos.

Las especies de sensibilidad media (M) se presentan en un 29,85% y las especies de sensibilidad alta (H), con un porcentaje de 11,94%.

Esta información coincide con el estado disturbado del ecosistema que fue verificado durante la visita de campo. En el listado general incluido en el ANEXO D2. se indica el detalle de la sensibilidad de cada especie.

Gráfico 6-30 Sensibilidad de las especies de avifauna



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Especies Indicadoras

Se registraron ocho especies de avifauna como especies indicadoras considerando a aquellas que presentan una sensibilidad alta dado que cualquier cambio sustancial dentro de sus hábitats puede afectar de manera significativa a sus poblaciones, ya sea que decrezcan, migren o desaparezcan localmente; la especie *Tinamus tao* destaca del listado adjunto puesto que se la considera una especie vulnerable tanto a nivel global como en el país.

Tabla 6-21 Listado de especies indicadoras presentes en el área de estudio

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
1	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Tinamus tao</i>	Tinamú Gris
2	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza
3	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza
4	Piciformes	RAMPHASTIDAE	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari Orejicastaño
5	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará Alillano
6	Passeriformes	THAMNOPHILIDAE	<i>Hylophylax naevius</i>	Hormiguero Dorsipunteado
7	Passeriformes	TYRANNIDAE	<i>Myiobrycon ornatus</i>	Mosquerito Adornado
8	Passeriformes	PIPRIDAE	<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	Saltarincillo Enano

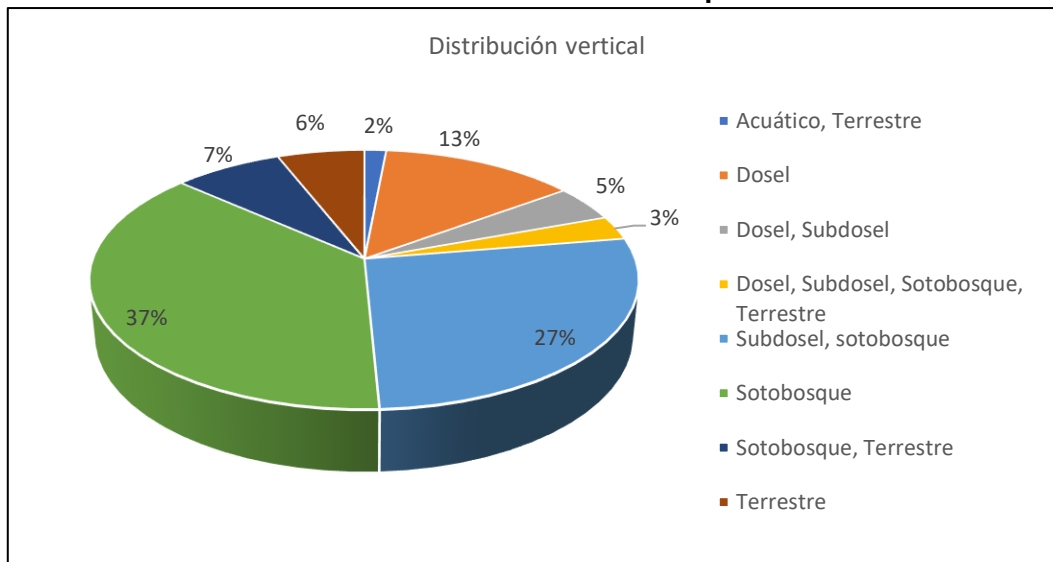
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Distribución Vertical

En cuanto a la distribución vertical para las especies de avifauna se registraron ocho preferencias de estratificación siendo el sotobosque el más representativo con el 37,31% seguido de subdosel – sotobosque con un 26,87%, el resto de estratos fueron ocupados con menor frecuencia como se muestra en el siguiente gráfico. El detalle de

la distribución vertical de cada especie se presentó en listado general de las especies de avifauna registradas en el presente estudio en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

Gráfico 6-31 Distribución Vertical de las Especies de Avifauna



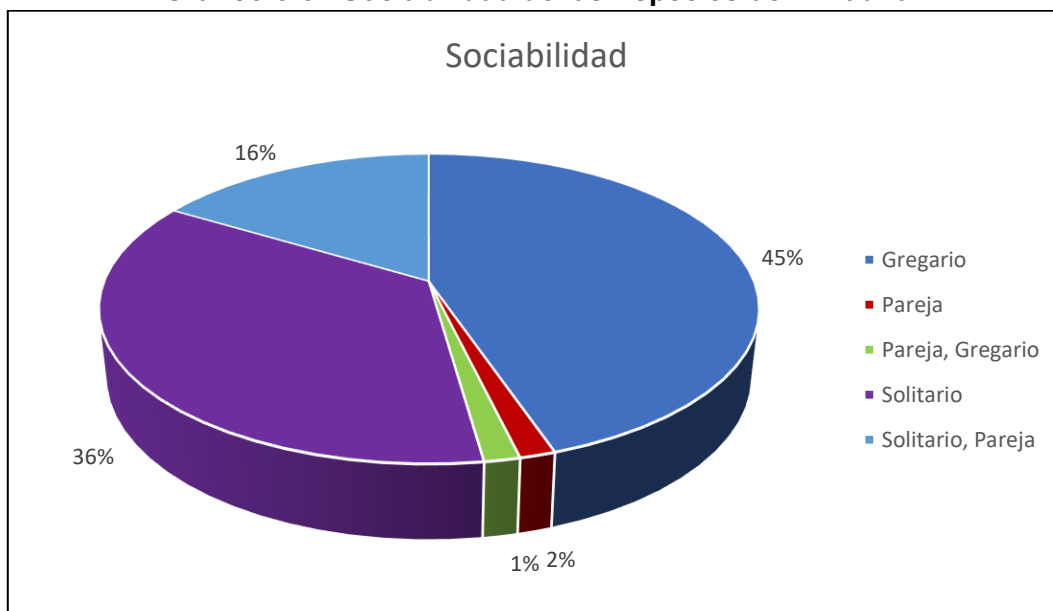
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

La información obtenida refleja que las condiciones del bosque corresponden a ecosistemas alterados con predominancia de vegetación arbustiva o árboles pequeños.

Sociabilidad

Las especies de avifauna con costumbres gregarias fueron las que predominaron en el área de estudio seguidas de las especies que prefieren estar en solitario.

Gráfico 6-32 Sociabilidad de las Especies de Avifauna



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las especies gregarias registradas en el presente estudio corresponden a aves de tipo generalista y de fácil adaptación a los cambios ambientales. La sociabilidad de cada especie se indica en el listado general de las especies de avifauna registradas en el presente estudio, en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo Tablas Bióticas.

Uso del Recurso

En el área de estudio se registraron cuatro especies con interés cinegético, tres de ellas son cazadas como alimento mientras que una de ellas es capturada como mascota;

Tabla 6-22 Listado de Especies Indicadoras Presentes en el Área de Estudio

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Uso del recurso
1	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Tinamus tao</i>	Tinamú Gris	A
2	Tinamiformes	TINAMIDAE	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Chico	A
3	Galliformes	CRACIDAE	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	A
4	Psittaciformes	PSITTACIDAE	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico Alicobáltico	M
A: Alimento M: Mascota					

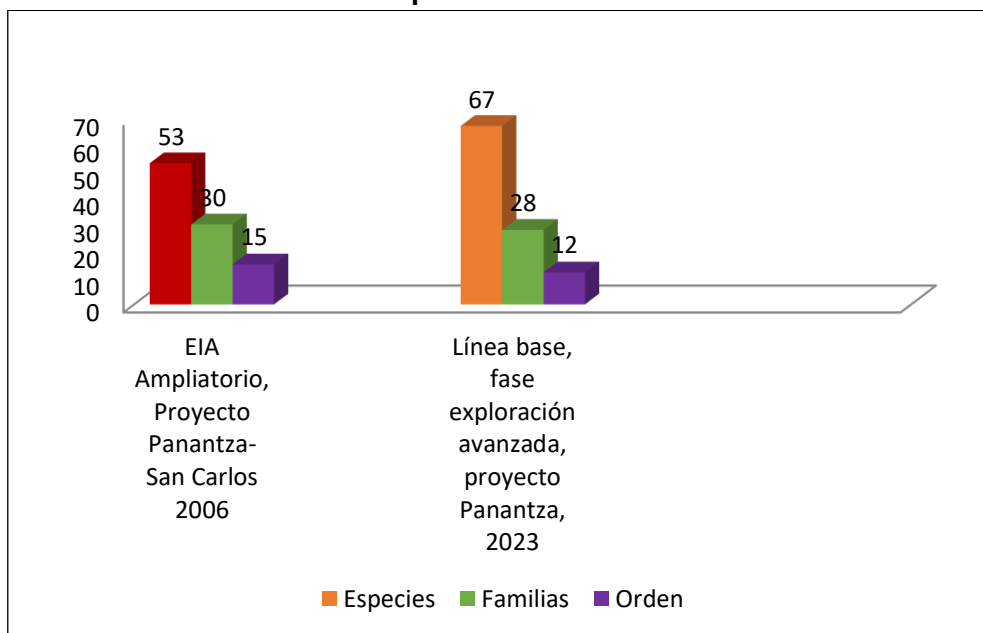
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.4 Comparación con Estudios Previos

El presente estudio fue comparado con los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio, Proyecto Panantza- San Carlos, desarrollado por Ecuacorriente en el 2006. A pesar de no contar con muchos datos se ha podido establecer una comparación entre la riqueza de especies en el área de estudio que para el 2023 ha aumentado de 53 a 67 especies de aves.

El siguiente gráfico indica la comparación de la riqueza entre los estudios realizados en el área:

Gráfico 6-33 Comparación con Estudios Previos



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.2.5 Conclusiones y Recomendaciones

- El área del proyecto se encuentra intervenida, sin embargo, conserva pequeños parches de bosque en buen estado de conservación y en proceso de recuperación.
- En toda el área de estudio se registró un total de 67 especies de aves distribuidas en 58 géneros, 28 familias y 12 órdenes que representa el 4,1% del total de aves registradas para el Ecuador Continental y el 12% del total de especies reportadas para el piso zoogeográfico subtropical oriental.
- El orden más numeroso fue Passeriformes con 15 familias, las familias más abundantes fueron Thraupidae y Tyrannidae que en general constituyen buenas dispersoras de semillas y controladoras de plagas.
- La curva de acumulación de especies tiene una tendencia ascendente por lo que deben realizarse nuevos muestreos con el fin de incrementar el número de hallazgos.
- El sitio PZMA-2 registró un mayor número de especies con 67 en total seguido por PZMA-1 donde se registraron 52 especies.
- En el sitio PZMA-1 se registró 52 especies, 12 órdenes, 26 familias y 45 géneros siendo las familias Tyrannidae y Thraupidae las más representativas y el orden con mayor número de familias y especies fue el de los passeriformes.
- La abundancia relativa de PMZA-1 indica que las especies abundantes se presentaron en un 17,31%, las especies poco comunes se presentaron en un 26,9% y las especies comunes tuvieron un 55,7% de presencia en el sitio siendo las más representativas en el área.
- La curva de acumulación de especies para PZMA-1 se encuentra en ascenso y es necesario continuar con nuevos estudios en el área.

- La curva de dominancia revela que las especies con mayor representatividad en la zona fueron *Elanoides forficatus*, *Psarocolius angustifrons*, *Pionus menstruus*; son especies de hábitos gregarios y de tipo generalista.
- En el sitio PZMA-2 se registró 63 especies, 12 órdenes, 28 familias y 55 géneros siendo las familias Trochilidae, Thraupidae y Tyrannidae las más representativas y el orden con mayor número de familias y especie fue el de los passeriformes.
- La abundancia relativa para el sitio PZMA-2 indica que las especies comunes tuvieron un 52,38% de presencia en el sitio seguidas las especies poco comunes con un 28,57% de representatividad. Las especies abundantes tuvieron una representatividad del 14,28% y las especies raras presentaron un 4,76%.
- La curva de acumulación de especies para PZMA-2 se encuentra en ascenso y es necesario continuar con nuevos estudios en el área.
- La curva de dominancia revela que las especies con mayor representatividad en la zona fueron: *Psarocolius angustifrons*, *Psarocolius decumanus*, *Pionus menstruus*, *Pygochelidon cyanoleuca*.
- Según el índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad es alta en ambos sitios de muestreo siendo un resultado que no se acopla a la realidad del medio puesto que las especies registradas son en su mayoría de tipo generalista; los valores de diversidad fueron 3,69 para PZMA-1 y de 3,96 para PZMA-2.
- El índice Chao 1 refleja un esfuerzo representativo para ambos sitios cuantitativos de muestreo donde se registró el 96,18% de especies estimadas para PMA1 y el 95% de especies estimadas para PZMA-2.
- El análisis de similitud muestra que existe homogeneidad entre PZMA-1 y PZMA-2 con un 71,6%.
- En el muestreo cualitativo se registraron 50 especies de aves correspondientes a 12 órdenes, 23 familias y 42 géneros, lo que representa el 3,03% del total de aves reportadas para el Ecuador Continental.
- Los sitios cualitativos de muestreo con mayor similitud fueron PZOA-4 y PZOA-1 con el 68,4%, esto se debe a que ambas unidades se ven influenciados por la presencia tanto de la vía principal, el río y están asociados a áreas de rastrojo.
- Se contabilizaron nueve nichos tróficos siendo los grupos de mayor porcentaje los insectívoros con 23% y los frugívoros con el 20% lo cual es consistente con el hábitat fragmentado donde se desarrolla la avifauna, Los parches boscosos constituyen una fuente de alimento y refugio para la fauna que se ha adaptado a dichas condiciones.
- Existe un porcentaje representativo de especies carnívoras y carroñeras lo que denota un equilibrio en las cadenas tróficas.
- Se registró una especie bajo la categoría vulnerable (VU) según el Libro Rojo de Aves del Ecuador y la UICN y once especies constan dentro del apéndice II de la CITES.
- Se registraron tres especies migratorias boreales y dos especies migratorias australes.
- La sensibilidad de especies muestra que el mayor porcentaje de los registros fue para las especies de sensibilidad baja (58,2%) seguida de las especies de

sensibilidad media (29,85%) y finalmente las especies de alta sensibilidad (11,94%).

- Considerando a las especies de alta sensibilidad se definió a las especies indicadoras del área de estudio, se registraron ocho especies sensibles destacando *Tinamus tao* puesto que se ha catalogado como vulnerable en el país y a nivel global.
- La distribución vertical de las especies de avifauna indica que los estratos más ocupados fueron el sotobosque (37,31%) y el subdosel – sotobosque (26,87).
- Las especies de costumbres gregarias fueron las que predominaron en el área de estudio seguido de aquellas de costumbres solitarias.
- Se registraron tres especies que son cazadas como recurso alimenticio y una especie que es capturada como mascota.
- Entre el Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio, Proyecto Panantza- San Carlos del 2006 y el presente estudio se registra un incremento de la abundancia de especies de 53 a 67 especies de aves. No existieron más parámetros para poder realizar una comparación y se espera que con la realización de nuevos estudios en el área se pueda establecer una mejor evaluación a nivel multitemporal.
- La recomendación principal es realizar nuevos estudios con el fin de generar mayor información que complemente los resultados del presente trabajo.

6.2.6.3 Mastofauna

La presente investigación tuvo como objetivo principal, realizar la evaluación de la mastofauna en el área de la fase de exploración avanzada del proyecto minero Panantza. Cabe indicar que el área de estudio corresponde a una zona de bosque intervenido con áreas de pastizal y escasos cultivos, los cuales determinan la diversidad de mamíferos que habitan en la zona.

6.2.6.3.1 Sitio de Muestreo

La Tabla 6-23, presenta los sitios de muestreo evaluados para el estudio de la mastofauna.

Tabla 6-23 Ubicación de los Sitios de Muestreo de Mastofauna

Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
PZMM1-R	25-27/04/2023	783.108	9.650.641	783.124	9.650.728	1029 - 1034	Bosque secundario en regeneración	Redes de Neblina	100m	Cuantitativo
PZMM1-TS	26-28/04/2023	783.228	9.650.806	783.130	9.650.982	927-928	Bosque secundario en regeneración	Trampas	400m	Cuantitativo
PZMM1-TT	26-28/04/2023	783.104	9.650.732	783.016	9.650.918	917-1098	Bosque secundario en regeneración	Trampas	400m	Cuantitativo
PZMM1-TO	26-28/04/2023	783.033	9.650.381	782.819	9.651.364	871 -1183	Bosque secundario en regeneración	Transecto de observación	1000 m	Cuantitativo
PZMM1-TC	25-27/04/2023	783.066	9.650.900	-	-	1084	Bosque secundario en regeneración	Trampa cámara	--	Cualitativo
PZMM2-R	28-30/04/2023	783.965	9.650.679	783.908	9.650.822	992-1025	Bosque secundario en regeneración	Redes de neblina	100m	Cuantitativo
PZMM2-TS	29-01/05/2023	783.962	9.650.640	783.905	9.650.832	1012-1034	Bosque secundario en regeneración	Trampas	400m	Cuantitativo
PZMM2-TT	29-01/05/2023	783.942	9.650.653	783.878	9.650.889	978-1032	Bosque secundario en regeneración	Trampas	400m	Cuantitativo
PZMM2-TO	29-01/05/2023	784.020	9.650.299	783.703	9.651.230	887-1115	Bosque secundario en regeneración	Transecto de observación	1000 m	Cuantitativo
PZMM2-TC	28-30/04/2023	783.912	9.650.756	-	-	1005	Bosque secundario en regeneración	Trampa cámara	--	Cualitativo
PZOM1	03/05/2023	784.110	9.649.790	783.181	9.650.283	774-843	Bosque secundario en regeneración	Recorrido de observación	1000 m	Cualitativo
PZOM2	04/05/2023	782.984	9.650.376	782.688	9.651.013	874-1076	Bosque secundario en regeneración	Recorrido de observación	1000 m	Cualitativo



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE
MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA
OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)**



Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
PZOM3	01/05/2023	784.513	9.649.773	783.791	9.650.506	807-857	Bosque secundario en regeneración	Recorrido de observación	1000 m	Cualitativo
PZOM4	02/05/2023	782.735	9.650.346	782.787	9.651.312	904-1165	Bosque secundario en regeneración	Recorrido de observación	1000 m	Cualitativo

PZMM1, 2: Código del sitio de muestreo cuantitativo, R: Redes, TS: Trampas Tipo Sherman, TT: Trampas tipo Tomahawk, TO: Transecto de observación, TC: Trampa cámara. PZOM1,2,3,4: Sitios de muestreo cualitativo

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.3.2 Metodología

El trabajo de campo y análisis de la mastofauna, para el presente estudio, se basó en algunos criterios establecidos en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida “EER” (Sayre et al., 2002), Albuja (1983), Rodríguez-Tarrés (1987) y Suárez y Mena (1994).

6.2.6.3.2.1 Fase de Campo

La fase de campo se ejecutó aplicando metodologías de tipo cuantitativo y cualitativo, a continuación, se detallan:

Muestreos Cuantitativos

Los muestreos cuantitativos fueron realizados a través de redes de neblina, trampas tipo Sherman, y trampas tipo Tomahawk.

Capturas con Redes de Neblina

En cada punto de muestreo cuantitativo se instaló 10 redes de neblina de 12 m x 2,5 m (Suarez y Mena, 1994), las cuales se colocaron principalmente en sitios considerados óptimos para la captura de quirópteros, independientemente de la distancia entre cada una de ellas, atravesando vías de paso y zonas de forrajeo (Kunz et al., 1996). Las redes permanecieron abiertas entre las 18h00 y las 22h00 (cuatro horas red/noche) (Tirira, 1998), durante tres noches, siendo revisadas cada 15-30 minutos en cada punto de muestreo cuantitativo.

Las especies capturadas fueron identificadas en base a bibliografía especializada como: Tirira (2017), (Diaz, M.M., y Otros, 2016), (Emmons y Feer, 1999), fotografiadas y posteriormente liberadas; además, fueron marcadas con corte del pelaje en la parte dorsal del individuo, con el fin de evitar la abundancia de individuos por recaptura.

Trampas Sherman y Tomahawk

Para los Micromamíferos terrestres se utilizaron 40 trampas Sherman y 10 trampas tipo Tomahawk (capturas vivas). Estas trampas fueron instaladas en 20 estaciones de dos (2) trampas Sherman y una (1) tipo Tomahawk, la separación entre estaciones fueron de 20 metros y permanecieron activas durante tres (3) días consecutivos por cada sitio cuantitativo, y fueron revisadas una vez por día (Tirira, 1998).

Como cebo se utilizó: mantequilla de maní, avena, semillas de Girasol, atún y esencia de vainilla, para la captura mediante trampas Sherman, y trozos de frutas y atún para las trampas Tomahawk (Bioforest, 2013).

Muestreos Cualitativos

Los muestreos cualitativos fueron realizados por recorridos de observación, entrevistas informales e información secundaria bibliográfica.

Identificación de Huellas y Otros Rastros

Esta técnica pretende buscar e identificar huellas (pisadas) y otros rastros (madrigueras, comedores, saladeros, huesos, heces fecales, marcas de orina), que ayuden a determinar la presencia de las especies de mamíferos en el área de muestreo; se incluyen también las identificaciones de sonidos y vocalizaciones (Tirira, 1998). Dentro de este método se incluyen a los mamíferos grandes; los transectos establecidos fueron entre 500 a 1000 m aproximadamente de acuerdo al sitio de estudio.

Este método está enfocado en el registro de macromamíferos, es decir, de mamíferos grandes, tales como ungulados, carnívoros grandes y primates grandes. Se indica, que la metodología de transectos cumple con las medidas indicadas en el muestreo cualitativo, donde las coordenadas se representan como una proyección lineal (inicio y fin), sin tomar en consideración la topografía irregular propia del área de estudio.

Observación Directa

Se usó esta técnica de manera paralela a las demás metodologías; para ello, se estableció transectos con una extensión de aproximadamente de 500 a 1000 m de longitud dependiendo exclusivamente de la orografía, superficie y magnitud del proyecto en cuestión. Los recorridos de observación se realizaron en dos: matutinas (entre las 06h00 a 09h00) y nocturnas (entre las 18h00 y 21h00), a fin de poder registrar especies de mamíferos con diferentes hábitos (Tirira, 1998).

Entrevistas

De manera adicional a las técnicas descritas, se realizaron entrevistas informales a los guías o pobladores locales, estas entrevistas son de manera informal sin estructura específica, por lo que no aplica el uso de muestras, así como no involucran el uso de cuestionarios, cartillas o libretas que puedan desorientar o confundir al entrevistado (RM No. 057-2015-MINAM). Primero, se debe pedir a los pobladores locales que describan a las especies presentes en el área de la forma más detallada posible y luego contrastar la información con láminas e fotografías de especies de mamíferos, procurando obtener detalles morfológicos y ecológicos que ayuden a la determinación taxonómica de la especie. Esta actividad tuvo como finalidad completar e identificar ciertas especies de mamíferos no registradas durante el trabajo de campo y conocer el uso e importancia de las especies de fauna conocidas por los pobladores. Se utilizaron libros especializados con láminas a color y/o fotografías (Emmons y Feer, 1999; Tirira, 2017), que facilitaron la identificación de las especies de mamíferos.

6.2.6.3.2.2 Esfuerzo de Muestreo de la Mastofauna

La siguiente tabla indica el esfuerzo de muestreo de la mastofauna.

Tabla 6-24 Esfuerzo de Muestreo Cualitativo de Mastofauna

Código	Método	Número trampas/redes /transecto	Horas por días	Número de días	Total horas
PZMM1-R	Redes de neblina	10 redes	24	3	72 horas
PZMM1-TS	Trampas	40	24	3	72 horas
PZMM1-TT	Trampas	10	24	3	72 horas
PZMM1-TO	Transecto de observación	1 transecto	2	3	6 horas
PZMM1-TC	Trampa Cámara	1	24	3	72 horas
PZMM2-R	Redes de neblina	10 redes	24	3	72 horas
PZMM2-TS	Trampas	40	24	3	72 horas
PZMM2-TT	Trampas	10	24	3	72 horas
PZMM2-TO	Transecto de observación	1 transecto	2	3	6 horas
PZMM2-TC	Trampa Cámara	1	24	3	72 horas
PZOM1	Recorrido de observación	1 transecto	4	1	4 horas
PZOM2	Recorrido de observación	1 transecto	4	1	4 horas
PZOM3	Recorrido de observación	1 transecto	4	1	4 horas
PZOM4	Recorrido de observación	1 transecto	4	1	4 horas
Total					616 horas

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.3.2.3 Análisis de Datos

Riqueza General

Corresponde al número de especies diferentes, presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo o superficie) y en un determinado periodo de tiempo (Moreno C., 1991).

Estimación de la Abundancia Relativa

Se presentan cinco categorías según Tirira (2017), de acuerdo a como puede ser encontrada una especie en una localidad dada.

Común – Especie muy abundante y fácil de encontrar (existe una muy alta probabilidad de verla o registrarla).

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

No común – Especie encontrada con poca frecuencia, aunque en la mayoría de los casos será posible ver o registrar al menos un individuo.

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

Desconocida – Cuando no existe información que permita conocer o especular la abundancia relativa de una especie.

Diversidad

En el punto de muestreo cuantitativo de la mastofauna, se utilizó el Índice de Shannon-Wiener. “Este índice mide la variedad de especies de un área determinada indicando su diversidad y frecuencia en unidades de información o bits; una alta diversidad indica un alto grado de desarrollo y estabilidad de la biota, con un gran número de especies y bajas frecuentes de cada una de ellas; una diversidad baja indica una biota en evolución con pocas especies y gran número de cada una de ellas” (Odum, 1972).

Este índice se obtiene aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Shannon Wiener: } H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde;

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

\sum = sumatoria

p_i = proporción de la muestra (n_i/n)

\ln = logaritmo natural

Estimativo “Chao 1” - Este índice se utilizó para predecir la riqueza total de especies de mamíferos en los sitios estudiados. Su fórmula es: $\text{Chao 1} = S + (a^2/2b)$.

Curva de Acumulación de Especies

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Se utilizó para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa (Villareal H., y Otros, 2006).

Similitud

Índice de similitud de Jaccard. - La diversidad Beta (β), se evaluó empleando el Índice de similitud de Jaccard:

$$J = \frac{c}{a + b + c}$$

Donde:

a = número de especies para la muestra 1.

b = número de especies para la muestra 2.

c = número de especies compartidas entre la muestra 1 y 2.

Especies Sensibles e Indicadoras

La sensibilidad y consideración de especies de mamíferos indicadores registrados en el área de estudio se determinó de acuerdo a los siguientes criterios como: categorías de conservación actualizadas según la UICN (2020) y CITES (2020), Lista Roja de los Mamíferos del Ecuador (2011), endemismo y según el impacto que produce la transformación del hábitat en su presencia (Albuja, 2011), de la siguiente manera:

- *Alta* = Especies muy sensibles a la transformación de su hábitat, desaparecen del área intervenida.
- *Media* = Especies que toleran una moderada transformación del hábitat.
- *Baja* = Especies a las cuales no les afecta la transformación del hábitat, se adaptan al nuevo entorno y a veces aumentan sus poblaciones.

Estado de Conservación

El estado de conservación de las especies de mamíferos registrados se detalló de acuerdo al Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN (2023), la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (2022), Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021) y criterios del estado de conservación de los mamíferos del Ecuador (Albuja, 2002; 2012).

Especies Endémicas

De ser el caso, se indican las especies endémicas registradas en el área de estudio. Una especie endémica es aquella cuya distribución se restringe a una determinada zona geográfica o ecológica (Tirira, 2017).

Distribución Vertical

Según la locomoción y el uso del hábitat específicos (Tirira, 2017), se consideraron seis categorías para la distribución vertical de los mamíferos: aéreo, arbóreo, terrestre, semiacuático, terrestre-sotobosque y terrestre-arborícola (Tirira, 2017).

Patrón de Actividad

De acuerdo al patrón de actividad de los mamíferos, se anotaron las especies que mantienen hábitos nocturnos y/o diurnos (Tirira, 2017).

Sociabilidad

Se hizo referencia a especies solitarias o gregarias registradas en el estudio (Tirira, 2017).

Listados de Especies Registradas de Mamíferos –En el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo de Tablas Bióticas, se detalló el listado de las especies identificadas de mamíferos, con sus nombres científico y común. También en dicho anexo se menciona información ecológica de las especies registradas, abundancia relativa, tipo de registro efectuado, gremio alimenticio y categorías de conservación.

Sustento Bibliográfico

La clasificación taxonómica de las especies y sus nombres comunes en español se realizó a través de la utilización de referencias bibliográficas actualizadas como: la guía de campo de los Mamíferos de Ecuador (Tirira, 2017); Mamíferos del Ecuador, Versión 2023.0 (Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2023).

La ubicación de especies en peligro de extinción o endémicas, se tomó del criterio de la publicación del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2021).

El nicho trófico se determinó considerando la dieta principal de la especie, en base a la Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017), Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical (Emmons, 1999).

6.2.6.3.3 Análisis de Resultados

6.2.6.3.3.1 Análisis General

Riqueza General

Se registro un total de 18 especies de mamíferos, agrupados en 11 familias y seis órdenes, en el área de estudio, en base a dos tipos de muestreo cuantitativo (registros directos) y cualitativo (registros indirectos). Este número de especies representa el 4,2% de la mastofauna registrada para el Ecuador ($n=431$ – Tirira, 2017) y el 10,3% para el Piso Subtropical Oriental (175 spp. Tirira, 2017). El listado total de especies registradas se presentó en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo de Tablas Bióticas.

Las 18 especies de mamíferos registrados, se clasifican de la siguiente forma: un didelfimorfo, ocho quirópteros, un cingulado, cuatro roedores, dos carnívoros y dos artiodáctilos.

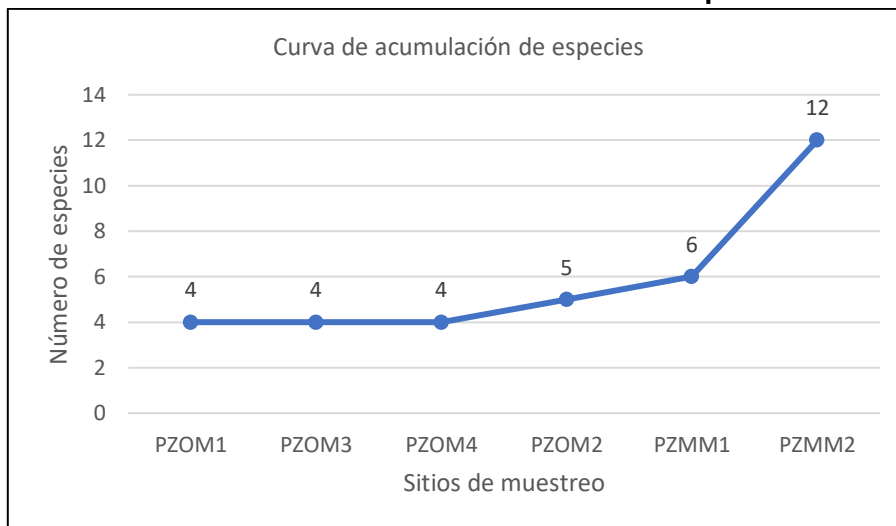
Los órdenes más representativos fueron Chiroptera con 44,4% (8 spp) y Rodentia con el 22,2% (4 spp), del total de especies registradas.

La estimación de la abundancia relativa del total de 18 especies registradas en el área de estudio, se indica de acuerdo a como puede ser encontrada una especie en una localidad dada, según Tirira (2008). Se registraron 11 especies de mamíferos catalogados como comunes (C), seis Frecuentes (F) y uno No Común (NC).

Curva de Acumulación de Especies

El siguiente gráfico indica una tendencia ascendente conforme se incrementan los días de levantamiento de información y los sitios de muestreo, es decir, la asíntota tiende a estabilizarse.

Gráfico 6-34 Curva de Acumulación de Especies

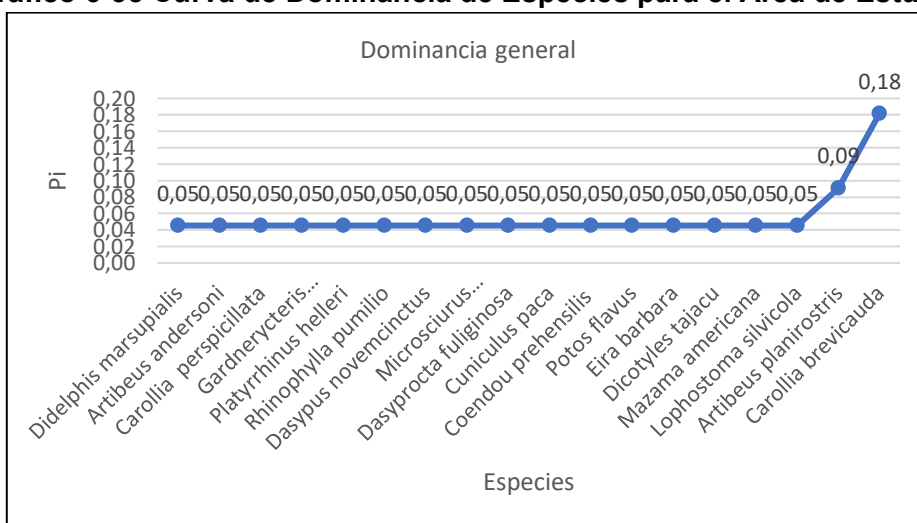


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Dominancia General

El siguiente gráfico presenta la dominancia general de las especies registradas en el área de estudio.

Gráfico 6-35 Curva de Dominancia de Especies para el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Las especies dominantes en el área de estudio fueron: *Carollia brevicauda* y *Artibeus planirostris*, estas especies fueron registradas en vegetación de bosque secundario en regeneración y son especies de tipo generalista de fácil adaptación a áreas disturbadas.

6.2.6.3.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

Sitio de Muestreo PZMM1

Riqueza

El área de estudio presenta un hábitat de vegetación de bosque secundario. Este sitio de muestreo registró un total de seis especies de mamíferos, seis familias y cuatro órdenes. El 66,7% (n= 4 especies) corresponde a registros directos y el 33,3% (n=2 especies) a registros indirectos. El número de especies reportadas para el sitio de muestreo PZMM1 representa el 3,4% de la mastofauna registrada para el Piso Subtropical Oriental (175 spp. Tirira, 2017).

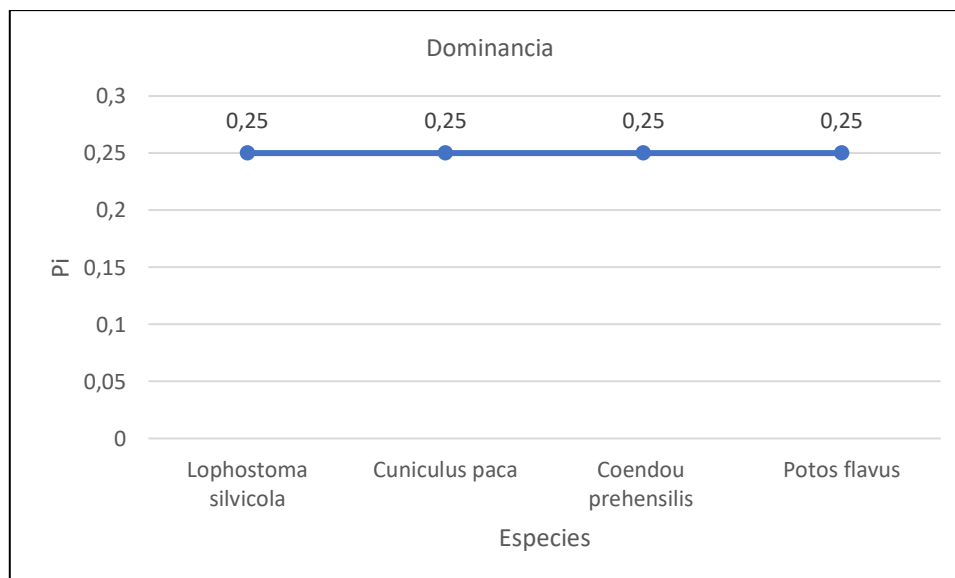
Abundancia Relativa

En cuanto a la abundancia relativa, se registraron como cuatro especies comunes (C) y dos especies como Frecuente (F).

Dominancia – Diversidad

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las cuatro especies registradas de forma directa en el sitio de muestreo PZMM1.

Gráfico 6-36 Dominancia de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PZMM1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio evidencia que no existe una dominancia de alguna de las especies; hubo un escaso registro de especies, esto debido posiblemente a la época de muestreo o el tipo de vegetación en el área estudiada. Las especies registradas fueron: *Lophostoma silvicola*, *Cuniculus paca*, *Coendou prehensilis* y *Potos flavus* con $P_i=0,25$ cada uno respectivamente.

Sitio de Muestreo PZMM2

Riqueza

El área de estudio presenta un hábitat de vegetación de bosque secundario. Este sitio de muestreo registró un total de 12 especies de mamíferos, seis familias y seis órdenes. El 58,3% (n= 7 especies) corresponde a registros directos y el 41,7% (n=5 especies) a registros indirectos. El número de especies reportadas para el sitio de muestreo PZMM2 representa el 6,9% de la mastofauna registrada para el Piso Subtropical Oriental (175 spp. Tirira, 2017).

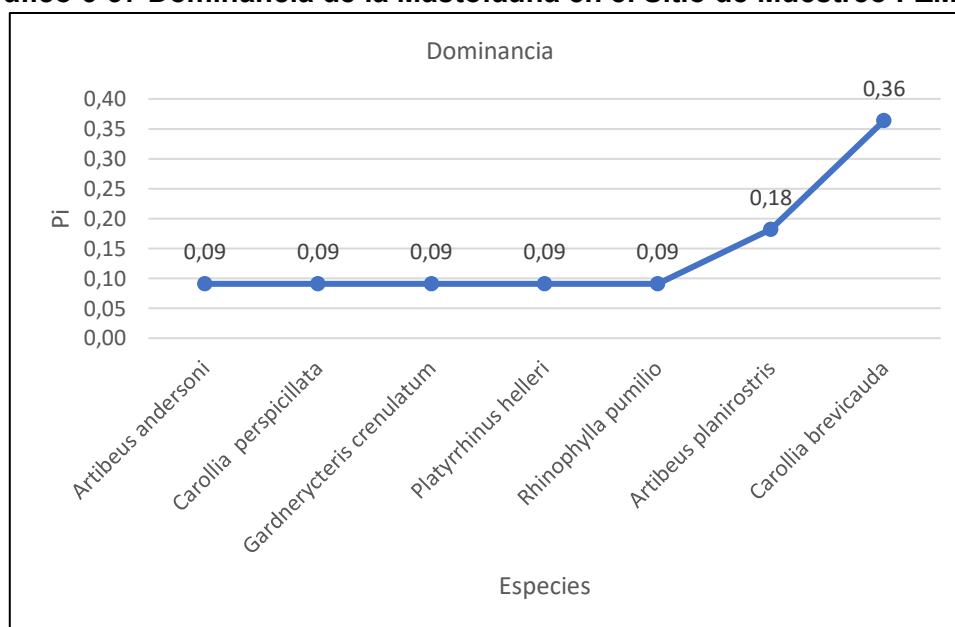
Abundancia Relativa

En cuanto a la abundancia relativa, se registraron como ocho especies comunes (C) y cuatro especies como Frecuente (F).

Dominancia - Diversidad

El siguiente gráfico presenta la dominancia de las siete especies registradas de forma directa del sitio de muestreo PZMM2.

Gráfico 6-37 Dominancia de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PZMM2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

En el sitio de estudio se evidencia que existe una dominancia de las especies *Carollia brevicauda* con ($P_i = 0,36$), seguida de *Artibeus planirostris* con $P_i = 0,18$. Las otras especies presentan menor proporción de individuos (P_i).

Índice de Diversidad de Shannon – Wiener

La siguiente tabla presenta los valores del Índice de Diversidad de Shannon para los sitios de muestreo cuantitativo PZMM1 y PZMM2. Cabe destacar que este índice únicamente está elaborado en base a registros directos, como: capturas, registros auditivos y avistamientos directos de las especies.

Tabla 6-25 Valores del Índice de Diversidad de Shannon Wiener en el Sitio de Estudio

Sitios de Muestreo	Número de especies	Número de Individuos	Índice de Shannon	Interpretación
PZMM1	4	4	1,4 bits	Diversidad Baja
PZMM2	7	11	1,8 bits	Diversidad Media

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para los mamíferos se interpretó como diversidad baja para el sitio de muestreo PZMM1 y media para el sitio PZMM2 de acuerdo al siguiente criterio: los valores inferiores a 1,5 se consideran como diversidad baja, y los valores entre 3,1 y 4,5 se consideran como diversidad alta (Yáñez, 2014).

El análisis de diversidad se realizó a través del software PAST Versión 4.03 (*Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*, O. Hammer y D.A.T Harper 1999-2020).

Índice de Chao 1

De acuerdo al estimador de la diversidad Chao 1, en base al muestreo cuantitativo (registros directos), para los sitios de muestreo PZMM1 y PZMM2, se registraron porcentajes inferiores al 100% de las especies estimadas para los sitios de muestreo. En la siguiente tabla se detalla los valores del estimador Chao 1:

Tabla 6-26 Índice de Chao 1

Medición	PZMM1	PZMM2
Número de Especies Detectadas en registros directos (muestreo cuantitativo)	4	11
Estimación Especies Chao 1, sobre la base de los registros directos y los criterios de agrupación de datos “mamíferos solitarios” y “pares de mamíferos”	10	12
Porcentaje (%) de especies registradas en el muestreo cuantitativo	40	91,7

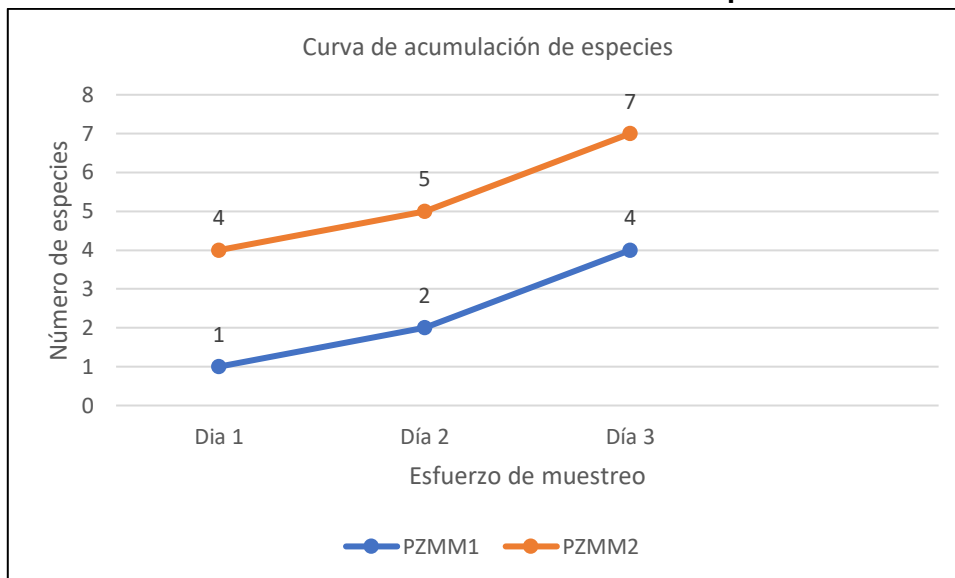
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

De acuerdo a los datos del índice estimador Chao 1 no se registró el 100% de las especies estimadas por tanto no se llegó a la asíntota de la curva de acumulación de especies para el caso de los sitios PZMM1 y PZMM2; y los resultados se debe posiblemente a la estructura paisajística conformado en la mayoría por vegetación de bosque secundario y áreas abiertas que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

El siguiente gráfico presenta la curva de acumulación de especies registradas a través del muestreo cuantitativo.

Gráfico 6-38 Curva de Acumulación de Especies



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

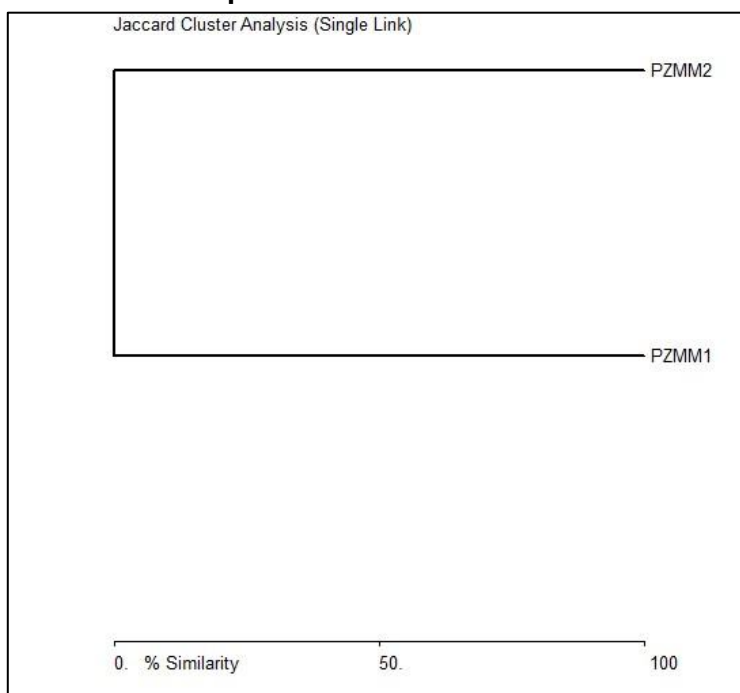
Similitud entre Muestras Cuantitativas

El análisis de similitud se realizó en base al Coeficiente de Similitud de Jaccard, con los resultados de las muestras cuantitativas PZMM1 y PZMM2.

Los resultados muestran que no existe una mayor similitud de especies compartidas entre las muestras PZMM1 y PZMM2.

El siguiente gráfico presenta el análisis de los resultados de similitud del coeficiente de Jaccard a través del dendrograma de Clúster, utilizado como un tipo de representación gráfica o diagrama de datos.

Gráfico 6-39 Dendrograma de Cluster en Base al Coeficiente de Similitud de Jaccard para el Muestreo Cuantitativo



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.3.3.3 Análisis del Muestreo Cualitativo

Riqueza

El total de especies de mamíferos registrados en el muestreo cualitativo fue de siete especies correspondientes a siete familias y cinco órdenes. Este número de especies representa el 1,6% de la mastofauna registrada para el Ecuador (n=431 – Tirira, 2017) y el 4% para el Piso Subtropical Oriental (175 spp. Tirira, 2017). El orden más representativo fue Rodentia con el 42,9% (3 spp) del total de especies registradas cualitativamente. El detalle del número de especies registradas se presenta en la siguiente tabla y el detalle del listado total de mamíferos registrados cualitativamente en el presente estudio se presentó en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo de Tablas Bióticas.



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMCONSULT CÍA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Tabla 6-27 Listado de Especies Registradas en Cada Sitio de Muestreo Cualitativo

Orden/Familia/Especie	Nombre común	PZOM1	PZOM2	PZOM3	PZOM4	Abundancia (Tirira, 2017)	Dieta	UICN (2023)	CITES (2022)	Lista Roja Ecuador -2021	Sensibilidad	Actividad	Estrato	Sociabilidad
DIDELPHIMORPHIA														
DIDELPHIDAE														
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	I	I			C	Om	LC		LC	B	N	Te/Ar	So
CINGULATA														
DASYPODIDAE														
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo narizón de nueve bandas		Hu, I	Hu, I	Hu, I	C	Om	LC		LC	B	N/D	Te	So
RODENTIA														
SCIURIDAE														
<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilla enana de Oriente		I			C	Fr	DD		LC	B	D	Ar	So/Gr
DASYPROCTIDAE														
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatusa negra	Hu, I	Hu, I	Hu, I	Hu, I	C	Fr	LC		LC	B	D/N	Te	So
CUNICULIDAE														
<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas	Hu, I	Hu, I	Hu, I	Hu, I	C	Fr	LC	III	NT	M	N	Te	So
CARNIVORA														



EXPLORCOBRES S.A.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE
MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE
LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)**



GESAMCONSULT CIA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Orden/Familia/Especie	Nombre común	PZOM1	PZOM2	PZOM3	PZOM4	Abundancia (Tirira, 2017)	Dieta	UICN (2023)	CITES (2022)	Lista Roja Ecuador -2021	Sensibilidad	Actividad	Estrato	Sociabilidad
MUSTELIDAE														
<i>Eira barbara</i>	Cabeza de mate	I			I	F	Om	LC	III	LC	M	D	Te/Ar	So/Gr
ARTIODACTYLA														
CERVIDAE														
<i>Mazama americana</i>	Corzuela roja de Zamora			Hu, I		NC	H	DD		NT	A	D/N	Te	So

Simbología:

Tipo de Registro: Au: Auditivo, V: Visual, Hu: Huellas, Li: Capturado y liberado, I: Información (Entrevistas)

Abundancia (Tirira 2017): C: Común, NC: No Común, F: Frecuente, R: Raro

Nicho Trófico: Fr: frugívoro, In: Insectívoro, Om: Omnívoro, H= Herbívoro

Estado de Conservación:

UICN (2023): CR= En Peligro Crítico, EN=En Peligro, NT= Casi Amenazada, VU=Vulnerable, LC= Preocupación Menor, DD= Datos Insuficientes

CITES (2022): Apéndices I, II, III

Lista Roja del Ecuador, Tirira (2021): VU=Vulnerable, LC= Preocupación Menor

Sensibilidad: A= alta; M= media; B= baja

Estrato: Te= Terrestre, Ae= Aéreo, Ar= Arborícola,

Sociabilidad: So= Solitario, Gr= Gregario

Actividad: D= Diurno, N= Nocturno

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

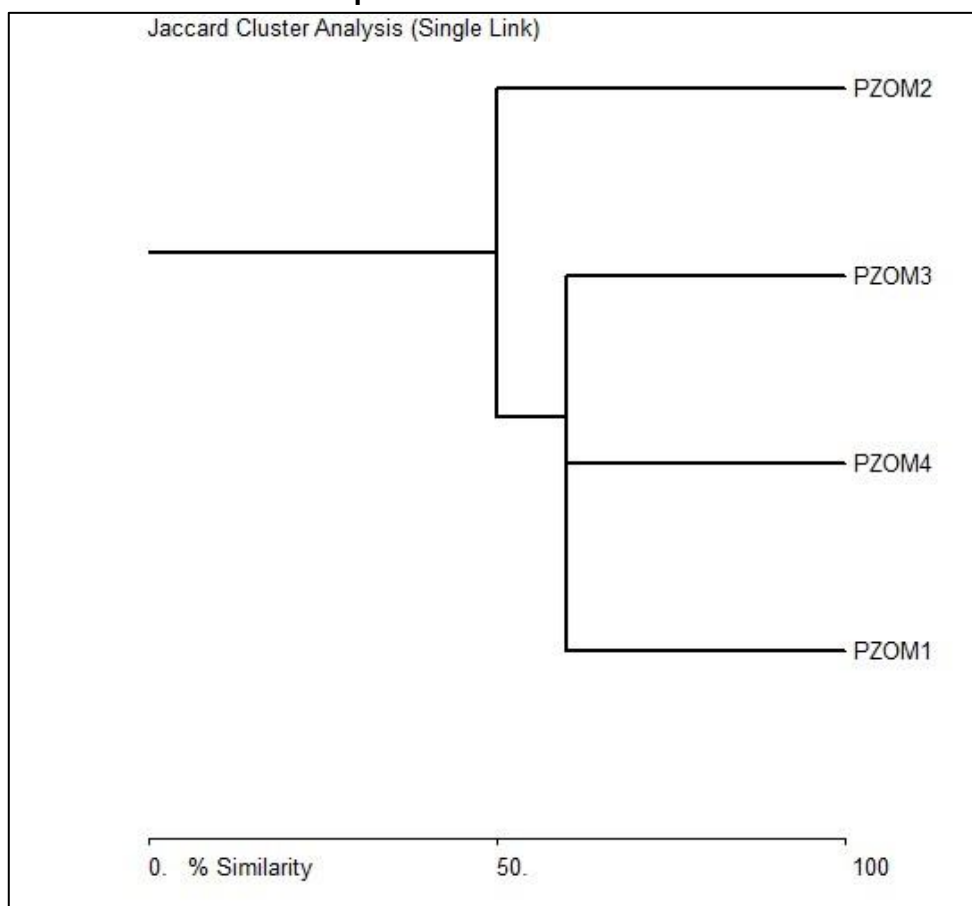
Similitud – Coeficiente de Similitud de Jaccard

El análisis de similitud se realizó en base al Coeficiente de Similitud de Jaccard, con los resultados de las muestras cualitativas PZOM1, PZOM2, PZOM3 y PZOM4.

Los resultados muestran que existe una mayor similitud con el 60% de especies compartidas entre las muestras PZOM1 y PZOM4; y entre PZOM3 y PZOM4. La menor similitud se presenta entre las muestras PZOM1 y PZOM3.

El siguiente gráfico presenta el análisis de los resultados de similitud del coeficiente de Jaccard a través del dendrograma de Clúster, utilizado como un tipo de representación gráfica o diagrama de datos.

Gráfico 6-40 Dendrograma de Clúster en Base al Coeficiente de Similitud de Jaccard para el Muestreo Cualitativo



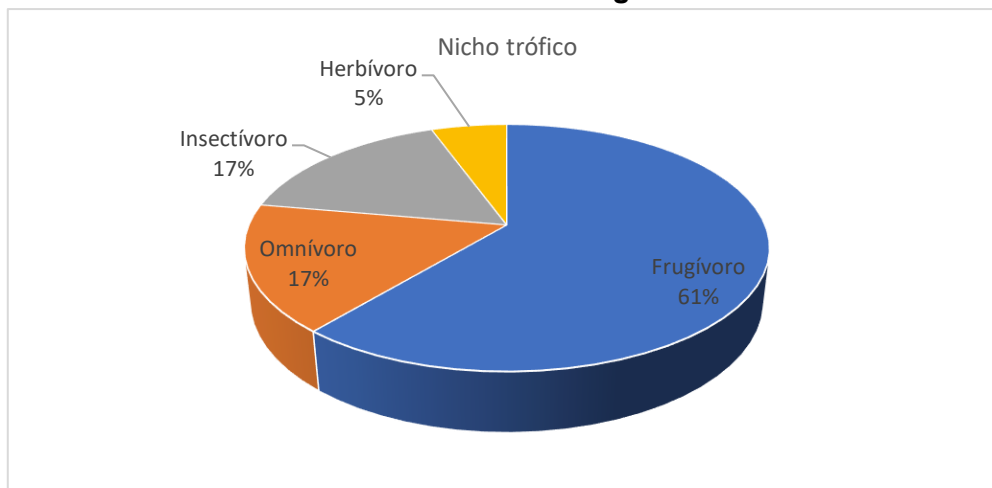
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.3.3.4 Aspectos Ecológicos

Nicho Trófico

El siguiente gráfico detalla las preferencias alimenticias del total de especies de mamíferos registrados en el área de estudio.

Gráfico 6-41 Nicho Trófico de los Mamíferos Registrados en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2021

Se registró cuatro gremios alimenticios: frugívoro, omnívoro, insectívoro y herbívoro. La dieta de las especies de mamíferos registradas, indica que el grupo de mamíferos frugívoros son los más representativos con el 61% en el área de estudio, seguido de los omnívoros e insectívoros con el 17% cada uno respectivamente; y en menor porcentaje los Herbívoros.

Estado de Conservación y Endemismo

Según la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, 2023), la mayoría de especies de mamíferos registrados se ubicaron en la categoría de Preocupación menor (LC).

De acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES 2022), se registró tres especies en el Apéndice III, dos especies en el Apéndice II. Mientras que, según el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira Ed. 2021), se registró una especie Vulnerable (VU) y cuatro especies en Casi amenazadas (NT) y las otras especies en Preocupación menor (LC). En cuanto al endemismo, no se reportaron especies de mamíferos endémicos para el área de estudio.

La siguiente tabla indica los mamíferos registrados en alguna categoría de amenaza o en peligro:

Tabla 6-28 Categorías de Conservación de la Mastofauna

Especie	Nombre común	UICN (2023)	CITES (2022)	Lista Roja Ecuador - 2021
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	LC		LC
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	LC		LC
<i>Artibeus andersoni</i>	Murciélago frutero chico de Andersen	LC		LC
<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago sedoso de cola corta	LC		LC
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	LC		LC
<i>Lophostoma silvicola</i>	Murciélago de orejas redondas de garganta blanca	LC		LC
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	LC		LC
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de Heller	LC		VU
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	LC		LC
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo narizón de nueve bandas	LC		LC
<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilla enana de Oriente	LC		LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatusa negra	LC		LC
<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas	LC	III	NT
<i>Coendou prehensilis</i>	Puerco espín brasileño	LC		DD
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	LC	III	NT
<i>Eira barbara</i>	Cabeza de mate	LC	III	LC
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	LC	II	NT
<i>Mazama americana</i>	Corzuela roja de Zamora	DD		NT

Categorías: NT = casi amenazada, LC = preocupación menor, DD = datos insuficientes. EN = en peligro, VU = vulnerable; II y III= Apéndice de la CITES. Sensibilidad: A=Alta, Media=Media, B=Baja

Fuente: Información de Campo, mayo 2023
UICN 2023, CITES 2022, Lista Roja Ecuador 2021

Especies Sensibles e Indicadoras

Los siguientes criterios como: categorías de conservación actualizadas según la UICN (2023) y CITES (2022), Lista Roja de los Mamíferos del Ecuador (2021), endemismo y según el impacto que produce la transformación del hábitat en su presencia (Albuja, 2011), se utilizaron para categorizar como especies sensibles e indicadoras.

Las especies listadas en la siguiente tabla tienen preferencia por áreas de vegetación naturales poco intervenidos o vegetación secundaria en regeneración; de acuerdo a los registros obtenidos en el presente estudio.

Tabla 6-29 Especies de Mamíferos Sensibles e Indicadoras con su Respectiva Categoría de Sensibilidad

Espece	Nombre común	UICN (2023)	CITES (2022)	Lista Roja Ecuador - 2021	Sensibilidad
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	LC		LC	B
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago frutero de rostro plano	LC		LC	B
<i>Artibeus andersoni</i>	Murciélago frutero chico de Andersen	LC		LC	B
<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago sedoso de cola corta	LC		LC	B
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	LC		LC	B
<i>Lophostoma silvicola</i>	Murciélago de orejas redondas de garganta blanca	LC		LC	B
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	LC		LC	B
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de Heller	LC		VU	A
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago frutero pequeño enano	LC		LC	B
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo narizón de nueve bandas	LC		LC	B
<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilla enana de Oriente	LC		LC	B
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatusa negra	LC		LC	B
<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas	LC	III	NT	M
<i>Coendou prehensilis</i>	Puerco espín brasileño	LC		DD	M
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo	LC	III	NT	A
<i>Eira barbara</i>	Cabeza de mate	LC	III	LC	M
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	LC	II	NT	A
<i>Mazama americana</i>	Corzuela roja de Zamora	DD		NT	A

Categorías: NT = casi amenazada, LC = preocupación menor, DD = datos insuficientes. EN = en peligro, VU = vulnerable; II y III= Apéndice de la CITES. Sensibilidad: A=Alta, Media=Media, B=Baja

Fuente: Información de Campo, mayo 2023
UICN 2023, CITES 2022, Lista Roja Ecuador 2021

El número de especies de mamíferos identificados y registrados durante los muestreos de campo (18 especies), presentan un mayor número de especies de sensibilidad baja (11 spp.), con respecto a especies de sensibilidad media (3 spp.) y alta (4 spp.). Las especies consideradas de sensibilidad alta fueron: *Platyrrhinus helleri*, *Potos flavus*, *Dicotyles tajacu* y *Mazama americana*. Las especies de mamíferos se encuentran detalladas con su respectiva categoría de sensibilidad en el listado general de la mastofauna presentado en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas.

Distribución Vertical

Según la locomoción y el uso del hábitat específicos (Tirira, 2017), se registraron cinco especies terrestres, ocho aéreas, tres arborícolas y dos terrestre – arborícola. El detalle de la distribución vertical se presenta en el listado de especies de mamíferos registradas en el área de la fase de Beneficio en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas.

Sociabilidad

Se registraron seis especies con una sociabilidad de solitarias, siete gregarias y cinco solitarias y gregarias. El detalle de la sociabilidad se presenta en el listado de especies de mamíferos registradas en el área de la fase de Beneficio en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas.

Patrón de Actividad

De acuerdo al patrón de actividad de los mamíferos, se registraron 12 especies de mamíferos con actividad nocturna, tres especies diurnos y tres con costumbres nocturnas y diurnas. El detalle del patrón de actividad se presenta en el listado de especies de mamíferos registradas en el área de estudio, en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas.

Uso del Recurso

Según información local, los mamíferos del área son utilizados con escasa frecuencia en su dieta alimenticia. En el área, de estudio también se registraron evidencias como cartuchos para las actividades de cacería de mamíferos.

6.2.6.3.4 Comparación con Estudios Previos

En el área de estudio fue realizado una línea base biótica para el Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio, Proyecto Panantza- San Carlos (ECSA, 2006), en el cual no reportó resultados en cuanto al componente faunístico de mastofauna, por tanto, no se realizó alguna comparación con la actual línea base (2023) donde se reportó un total de 18 especies de mamíferos.

6.2.6.3.5 Conclusiones y Recomendaciones

- Las áreas de los sitios de muestreo evaluados dentro del área de influencia del proyecto presentan una cobertura de vegetación secundaria y áreas abiertas, lo

cual determina la presencia de especies de mamíferos en su mayoría de sensibilidad baja.

- Un total de 18 especies de mamíferos se registró en el área del proyecto en base a dos tipos de muestreo: cuantitativo (registros directos) y cualitativos (registros indirectos). Este número de especies representa el 4,2% de la mastofauna registrada para el Ecuador (n=431 – Tirira, 2017) y el 10,3% para el Piso Subtropical Oriental (175spp. Tirira, 2017).
- Se evidencia través de información local y registros directos e indirectos la presencia de algunas especies indicadoras e importantes como: *Platyrrhinus helleri*, *Potos flavus*, *Dicotyles tajacu*, *Mazama americana*.
- Se recomienda durante la fase de exploración avanzada implementar las medidas adecuadas de conservación y rescate de especies de mamíferos.

6.2.6.4 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Ecuador a pesar de su pequeña extensión posee una riqueza de anfibios y reptiles muy representativa, llegando a ubicarse en el tercer lugar a nivel mundial como uno de los países más diversos en cuanto a los anfibios se refiere, con un total de 669 especies formalmente descritas (hasta octubre de 2022) (Ron et al., 2022) y dentro de los 10 países con mayor diversidad de reptiles del mundo, con 502 especies descritas (Torres-Carvajal, et al, 2022).

En los últimos años los estudios sobre la herpetofauna de amazonia, han sido relativamente numerosos y se han publicado trabajos muy importantes acerca de su diversidad, estructura y composición tales como los de Heyer (1976); Duellman (1978); Vitt & de la Torre (1996); Cisneros-Heredia (2003) y Vigle (2008) entre los más destacados.

A pesar de la importancia que generan los anfibios y reptiles en esta parte del país, ya sea por su diversidad o el grado de endemismo, el conocimiento de sus comunidades aun es muy fragmentado. Sumado a que en las últimas décadas varias especies vienen afrontando una baja bastante significativa debido a un sinnúmero de factores antropogénicos, los riesgos para la subsistencia de las especies de anfibios y reptiles son mucho más latentes (Young et al., 2001 y Young et al., 2004). Por ende, se hace más prioritario e imprescindible la necesidad de crear herramientas que ayuden a conservar este grupo de vertebrados.

El presente estudio tiene como directriz principal, evaluar la diversidad de la herpetofauna presente algunos sitios dentro del Proyecto Minero Panantza, la prioridad es alta dado que las áreas en cuestión constituyen un importante patrimonio natural, debido, entre otras cosas, a la presencia de varias especies con rango de distribución restringido y otras especies catalogadas como potenciales nuevas especies.

6.2.6.4.1 Sitios de Muestreo

Punto Cuantitativo (PZMH-01) – (Bosque nativo) Este sitio pertenece a un bosque secundario en regeneración. El área pertenece a un hábitat de tierra firme. Los árboles

llegan hasta los 25 metros de altura, el dosel es casi cerrado. La vegetación baja o secundaria es densa, existe una gran cantidad de epifitas que están pegadas a los árboles. El estrato suelo posee abundante hojarasca con una alta humedad. La topografía del área muestreada es irregular.

Punto Cuantitativo (PZMH-02) - (Bosque nativo) Este sitio pertenece a un bosque secundario en regeneración. Es un hábitat de tierra firme. El sitio presenta un dosel semi abierto, existen árboles de 20 metros de altura. La vegetación baja o secundaria es densa, existe una gran cantidad de epifitas que están pegadas a los árboles. El estrato suelo posee abundante hojarasca con una alta humedad. La topografía del área es plana e irregular.

Punto Cualitativo (PZOH-01) - (Áreas intervenidas) Este sitio pertenece a un bosque secundario intervenido. Pertenece a un hábitat de tierra firme, presenta un dosel semi abierto, con la presencia de árboles de 20 metros de altura. El estrato suelo posee abundante hojarasca con una alta humedad. El sitio se encuentra cerca al río Panantza. La topografía del área es plana.

Punto Cualitativo (PZOH-02) - (Bosque secundario) Este sitio pertenece a un bosque secundario en regeneración. Se ubica en la misma línea del PZMH-01. El área en su totalidad es un hábitat de tierra firme. Presenta un dosel semi abierto, con la presencia de árboles de 20 metros de altura. La vegetación baja o secundaria es densa, existe una gran cantidad de epifitas. El estrato suelo posee abundante hojarasca con una alta humedad. La topografía del sitio recorrido es en su mayor parte plana, e irregular en algunos segmentos del área.

Punto Cualitativo (PZOH-03) - (Áreas intervenidas) Este sitio pertenece a un bosque secundario intervenido. Se ubica muy cerca al río Panantza. El dosel es abierto, existen árboles de 15 metros de altura. La vegetación baja o secundaria es escasa. El estrato suelo posee abundante hojarasca con una alta humedad. La topografía del área es plana.

Punto Cualitativo (PZOH-04) - (Áreas intervenidas) Este sitio pertenece a un bosque intervenido, se ubica muy cerca de la vía de acceso al campamento La Esperanza. Posee una cobertura forestal menor a los 20 metros de altura. La vegetación baja es herbácea y en ciertos segmentos posee una vegetación arbustiva. En el área recorrida pertenece a un bosque de tierra firme. La topografía del área es irregular.

En la siguiente tabla, se detalla los sitios de muestreo con su código, coordenadas de los transectos, altura, hábitat y el tipo de muestreo que se aplicó.



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULT CÍA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Tabla 6-30 Puntos de Muestreo Cuantitativo y Cualitativo de Herpetofauna

Código	Fecha dd/mm/aa	Coordenadas					Elevación (msnm)	Hábitat	Método	Extensión n unidad muestral	Tipo de muestreo
		T	Inicio		Fin						
			x	y	x	y					
PZMH-01	25 - 27/04/2023	T1	782.982	9.650.648	783.005	9.650.544	969 - 953	Bosque secundario en regeneración	REV, Cuadrantes de hojarasca, grabación de cantos.	400 x 4 m	Cuantitativo
		T2	783.005	9.650.544	783.105	9.650.504	953 - 955				
		T3	783.105	9.650.504	783.201	9.650.516	955 - 953				
		T4	783.201	9.650.516	783.267	9.650.595	953 - 1001				
PZMH-02	28 - 30/04/2023	T1	783.964	9.650.563	784.007	9.650.653	943 - 975	Bosque secundario en regeneración	REV, Cuadrantes de hojarasca, grabación de cantos.	400 x 4 m	Cuantitativo
		T2	784.007	9.650.653	784.011	9.650.746	975 - 978				
		T3	784.011	9.650.746	783.998	9.650.846	978 - 992				
		T4	783.998	9.650.846	784.013	9.650.958	992 - 1.005				
PZOH-01	03/05/2023	T1	783.424	9.650.194	783.418	9.650.378	885 - 853	Bosque secundario intervenido	Recorridos libres, grabación de cantos	200 x 2 m	Cualitativo
PZOH-02	04/05/2023	T2	783.037	9.650.910	782.852	9.650.985	1.091 - 1.031	Bosque secundario en regeneración	Recorridos libres, grabación de cantos	200 x 2 m	Cualitativo
PZOH-03	01/05/2023	T3	784.315	9.649.831	784.132	9.649.694	816 - 799	Bosque secundario intervenido	Recorridos libres, grabación de cantos	200 x 2 m	Cualitativo
PZOH-04	02/05/2023	T4	782.853	9.650.389	782.691	9.650.527	894 - 991	Bosque secundario intervenido	Recorridos libres, grabación de cantos	200 x 2 m	Cualitativo

Puntos de muestreo cuantitativo: PZMH-01, PZMH-02. **Puntos de muestreo cualitativo:** PZOH-01, PZOH-02, PZOH-03, PZOH-04.

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.4.2 Metodología

6.2.6.4.2.1 Fase de Campo

Muestreos Cuantitativos

Para el levantamiento de información del componente herpetofauna, se utilizó principalmente criterios establecidos por Heyer *et al* (1994), Lips *et al* (2001) y Angulo *et al* (2006), en los cuales se sugiere utilizar técnicas tales como:

Relevamiento por Encuentros Visuales (REV). - Búsqueda limitada por unidad de tiempo de esfuerzo (que brinda un cierto número de especies colectadas u observadas por persona-hora). Para su empleo se debe estandarizar el esfuerzo de colecta dentro de los diversos tipos de hábitats; así se pueden expresar tanto los datos de abundancia individual de especies como el número de animales vistos por unidad (distancia o superficie) de hábitat por hora.

Muestreos de Parcelas o Cuadrantes. - Consiste en buscar de manera intensiva los anfibios en polígonos de formas y tamaños diversos. Para la implementación de esta metodología se hizo parcelas cuadrangulares de 5 x 5 m, en lugares seleccionados de manera aleatoria dentro del área a ser estudiada, y se inspeccionaron exhaustivamente en busca de anfibios y reptiles.

Transectos de Bandas Auditivas. - Se fundamenta en las vocalizaciones emitidas por los machos adultos durante la época reproductiva, las cuales son específicas para cada especie. Esta técnica consiste en contar los machos que cantan a lo largo de un transecto de una longitud predeterminada, para este caso se recorrió de 200 a 400 metros de longitud y cuyo ancho varía de acuerdo con la distancia de detección del canto de la especie focal; es decir, la distancia máxima a la cual el animal puede ser escuchado por el observador.

Muestreos Cualitativos

Caminatas o Recorridos Libres. - Es el método más eficiente para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo. Consiste en realizar caminatas ya sea durante el día o también en la noche, en busca de anfibios y reptiles, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda. Este método fue aplicado sobre todo en los puntos cualitativos.

Entrevistas. - En esta fase se realizó entrevistas a los pobladores de la comunidad aledaña al área de estudio, aunque dicha técnica está dentro de muestreos no intensivos, es importante señalar que el objetivo principal es principalmente brindar información acerca de la presencia o ausencia de los anfibios y reptiles, y por su puesto el uso que les dan los pobladores a estas especies.

6.2.6.4.2.2 Fase de Gabinete

Registro de Información. - De cada especie que se logró registrar se anotó en la libreta de campo los siguientes datos: localidad, el tipo de muestreo, el nombre científico si era posible, la hora, el sitio de encuentro (sustrato), la actividad y con ayuda de entrevistas a los guías locales se registró el uso (alimenticio, medicinal, etc.) que se les da a las especies de herpetofauna presentes en estas zonas.

Identificación de especies. - Cabe destacar que no hubo la necesidad de sacrificar especímenes herpetológicos, después de la captura se colocó a los anfibios en fundas plásticas y a los reptiles en fundas de tela para luego ser identificados y fotografiados. En el registro e identificación, se usaron claves taxonómicas (Peters y Donoso-Barros, 1970; Pérez-Santos y Moreno, 1991; Valencia et al, 2008; Valencia et al, 2009), algunas guías fotográficas de anfibios y reptiles de la zona (Ortega-Andrade, 2010; Ron *et al.*, 2019 y Betancourt *et al.*, 2019), posteriormente los especímenes fueron liberados en áreas aledañas a los sitios donde fueron capturados.

6.2.6.4.2.3 Esfuerzo de Muestreo de la Herpetofauna

El presente estudio fue realizado en mayo del 2023. Para el levantamiento de información del componente herpetofauna en cada uno de los puntos cuantitativos se instaló un transecto de 400 metros de longitud x 4 metros de ancho, dividido en 4 subtransectos de 100 metros, que equivale a 1.600 m². Por otra parte, en los puntos cualitativos se instaló un transecto de 200 metros de longitud x 2 metros de ancho, que equivale a 400 m². En cada punto de muestreo cuantitativo se empleó tres (3) días efectivos de campo, mientras que, en los puntos cualitativos se empleó un (1) día de campo. Sumado a esto, se trabajó con un equipo de dos personas; un técnico principal y un guía del sector como asistente.

Las metodologías aplicadas en los puntos cuantitativos, en el caso de las REV, fueron realizadas durante el día y la noche en el horario que se muestra en la Tabla 6-31, de igual forma la metodología de grabación de cantos se la aplicó simultáneamente mientras se recorría los transectos, es decir en los Relevamientos de Encuentros Visuales (REV). En el caso de la metodología de búsqueda en cuadrantes de hojarasca se la aplicó en el día y en la cual se invirtió más o menos una (1) hora promedio. En el caso de las metodologías aplicadas en los puntos cualitativos, Recorridos libres y Grabación de cantos fueron realizadas de forma simultánea en los horarios que se muestran en la Tabla 6-31.

A continuación, en la Tabla 6-31, se describe el esfuerzo de muestreo (tiempo total de búsqueda) que se aplicó en los sitios de estudio.

Tabla 6-31 Esfuerzo de Muestreo de Herpetofauna

Código	Fecha	Horario	Método	Número transectos	Número días	Horas/día	Horas/pers
PZMH-01	25 - 27/04/2023	08h00 – 12h00 19h00 – 22h00	REV, Cuadrantes de hojarasca, grabación de cantos.	1	3	7	21
PZMH-02	28 - 30/04/2023	08h00 – 12h00 19h00 – 22h00	REV, Cuadrantes de hojarasca, grabación de cantos.	1	3	7	21
PZOH-01	03/05/2023	09h00 – 11h00 19h00 – 21h00	Recorridos libres, grabación de cantos	1	1	4	4
PZOH-02	04/05/2023	09h00 – 11h00 19h00 – 21h00	Recorridos libres, grabación de cantos	1	1	4	4
PZOH-03	01/05/2023	09h00 – 11h00 19h00 – 21h00	Recorridos libres, grabación de cantos	1	1	4	4
PZOH-04	02/05/2023	09h00 – 11h00 19h00 – 21h00	Recorridos libres, grabación de cantos	1	1	4	4
TOTAL				6	10	30	58

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

En cada uno de los puntos cuantitativos se invirtió un tiempo de 7 horas/persona/día. Mientras que en los sitios cualitativos se invirtió un tiempo de 4 horas/persona/día. En resumen, para el levantamiento de información cuantitativa y cualitativa del componente herpetofauna con un equipo de dos (2) personas se invirtió un total de 116 horas.

6.2.6.4.2.4 Análisis de Datos

En el caso de los puntos cualitativos se detalla la riqueza (S) y similitud (Jaccard cualitativo) de especies. Mientras que, en los puntos cuantitativos se detalla los siguientes ítems (Moreno, 2001; Angulo *et al*, 2006).

Riqueza

El número de especies fue establecido mediante la riqueza específica (S) que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001; Angulo *et al*, 2006).

Abundancia Total

Abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad. La abundancia total de especies no es más que el sumatorio total de todos los individuos que han sido registrados en un estudio, se lo representa como (N) (Moreno, 2001; Angulo *et al*, 2006).

Abundancia Relativa

Se calculó la abundancia relativa o proporción de individuos (Pi) en cada sitio tratando de comparar a nivel de estructura cómo van fluctuando estas variables dependientes. La curva dominancia – diversidad es una herramienta empleada para el procesamiento y análisis de la diversidad biológica en ambientes naturales y seminaturales (Magurrán, 1987), se basa en el cálculo de la abundancia relativa (Pi) dividiendo el número de individuos de la especie i para el total de individuos capturados, extrapolando este valor con la riqueza específica.

$$P_i = n_i/N$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la especie

N= número de individuos de la población total de la colección

Diversidad

Índice de Shannon-Weaner (H')

La diversidad de especies se expresó en términos del índice de *Shannon*, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurrán, 1989). 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. Según Yáñez (2014), los valores del índice de *Shannon-Wiener* calculados entre 0 – 1.5 bits indican una diversidad baja, los valores calculados entre 1.6 – 3.0 bits indican una diversidad media y los valores calculados mayores a 3.1 bits indican una diversidad alta.

La fórmula del índice de *Shannon-Weaver* es:

$$H' = \sum p_i \cdot \ln. p_i$$

Dónde:

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

\sum = Sumatoria

p_i = Proporción de la muestra (n_i/n)

ln = Logaritmo natural.

Índice de Diversidad de Simpson (1-D)

Es un índice estimador de la abundancia relativa, su cálculo gira en torno al valor de abundancia proporcional de todas las especies, es más sensible a los valores de las especies más abundantes, su expresión común es el valor que alcanza *1-D*, siendo:

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

Donde:

$i=1$

D = índice de diversidad Simpson.

P_i = proporción de individuos de la especie en la comunidad.

Con respecto al Índice de Simpson en su forma *1-D* (Yáñez, 2014):

- Los valores de *1-D* pueden ir desde 0,0 hasta 1,0.
- Los sitios con valores que van de 0,01 a 0,33 pueden considerarse como sitios de baja diversidad.
- Los sitios con valores entre 0,34 a 0,66 pueden considerarse como sitios de mediana diversidad.
- Los sitios con valores superiores a 0,66 corresponden a sitios de alta diversidad.

Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación

Para determinar la representatividad del muestreo o "completitud", en este caso se utilizó el estimador no paramétrico *Chao 1*, que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons) (Colwell & Coddington, 1994).

Con respecto a la curva de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Análisis Clúster

Este método de afinidad, con el método de Bray-Curtis, se lo utiliza para evaluar la similitud de especies e individuos entre los sitios de estudio o a nivel de estudios, este análisis se lo realizó con la ayuda del programa PAST (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Hammer *et al.*, 2001).

Índice de similitud de Jaccard

La diversidad Beta (β), se evaluó empleando el Índice de similitud de Jaccard:

$$J = \frac{c}{a + b + c}$$

Donde:

a = número de especies para la muestra 1.

b = número de especies para la muestra 2.

c = número de especies compartidas entre la muestra 1 y 2.

Nicho Trófico

En el caso de análisis del nicho trófico, se utilizó directrices acuñadas por Menéndez-Guerrero (2001); Vitt y De la Torre (1996). Las categorías son: Insectívoros generalistas, Insectívoros especialistas, Omnívoro, Herbívoro y Carnívoro.

Distribución Espacio-Temporal

Para el análisis de este ítem, se utilizó los criterios establecidos por Duellman (1978) que clasifica a los estratos en: Hojarasca (0 - 0,25m), Herbáceo (0,26 - 0,50m) y Arbustivo (> 0,51 m).

Actividad

Los anfibios y reptiles de acuerdo a su actividad se clasificaron en: Diurnos y Nocturnos.

Estrategias Reproductivas

Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es a través de diferencias en el modo reproductivo. El modo reproductivo se refiere a la combinación de sitio de ovoposición y modo de desarrollo. Los anfibios son organismos más conspicuos y mejor estudiados que los reptiles, el análisis sobre aspectos reproductivos

se limita solo a este grupo. Para nuestro estudio nos basamos en Crump (1974) que propone 10 modos reproductivos.

- Modo 1 - Los huevos son depositados en zanjas, charcos, pantanos, estanques, lagos y arroyos, las larvas acuáticas nadan libremente.
- Modo 2 - Los huevos son depositados en la cavidad del árbol sobre el suelo, las larvas acuáticas nadan libremente.
- Modo 3 - Los huevos son depositados en cavidades construidas en el suelo por el macho, las larvas acuáticas nadan libremente.
- Modo 4 - Los huevos son depositados en la vegetación sobre el agua (los renacuajos nacen y caen al agua).
- Modo 5 - Los huevos son depositados en nidos de espuma sobre o cerca del agua, las larvas acuáticas nadan libremente.
- Modo 6 - Los huevos son depositados en tierra, las larvas acuáticas nadan libremente (renacuajos llevados al agua en el dorso del adulto).
- Modo 7 - Los huevos son depositados en el nido de espuma en la tierra y las larvas se desarrollan dentro de la espuma.
- Modo 8 - Los huevos son depositados en el suelo, el desarrollo es directo.
- Modo 9 - Los huevos son llevados en depresiones en el dorso de la hembra acuática, con desarrollo directo.
- Modo 10 - Los huevos son llevados en depresiones en el dorso de la hembra terrestre, con desarrollo directo.

Con respecto al modo reproductivo de los reptiles, la mayoría son Ovíparos (Ov), producen huevos, pero permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta que el embrión está completamente desarrollado (Valencia et al., 2009).

Especies Indicadoras

En la categorización de especies indicadoras, se tomó en cuenta algunas características, tales como el espectro o rango de distribución de las especies y el tipo o preferencia de hábitat en el cual generalmente ocurren, es decir especies Clímax, Pioneras o Colonizadoras, dicha información se la puede encontrar en la base de datos de la UICN (2023).

Especies Sensibles

En el caso de las especies sensibles, fue determinada en base a las siguientes categorías:

- Sensibilidad Alta, son especies muy sensibles a la transformación del hábitat.
- Sensibilidad media, son especies capaces de tolerar una transformación moderada del hábitat.

- Sensibilidad Baja, son especies capaces de tolerar la transformación del hábitat, en ocasiones parecen beneficiarse de tales condiciones y sus poblaciones contemplan explosiones demográficas importantes.

Endemismo

Para determinar el endemismo de las especies se tomó en cuenta la distribución geográfica de las mismas, provista por la UICN (2022), en la que se muestra que puede haber dos tipos de endemismo: especies distribuidas únicamente en el Ecuador y las cuales están distribuidas entre Ecuador con otros países, es decir “endémicas compartidas”.

Categorías de Amenaza

Con respecto a la categoría de amenaza de anfibios y reptiles, se utilizó los criterios establecidos por La Lista Roja de Anfibios del Ecuador (Ortega-Andrade *et al.*, 2021) y la Lista Roja de Reptiles del Ecuador (Carrillo *et al.*, 2005), siendo las categorías empleadas: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT), Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC) y No Evaluada (NE). También se utilizó los criterios establecidos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (2020).

6.2.6.4.3 Análisis de Resultados

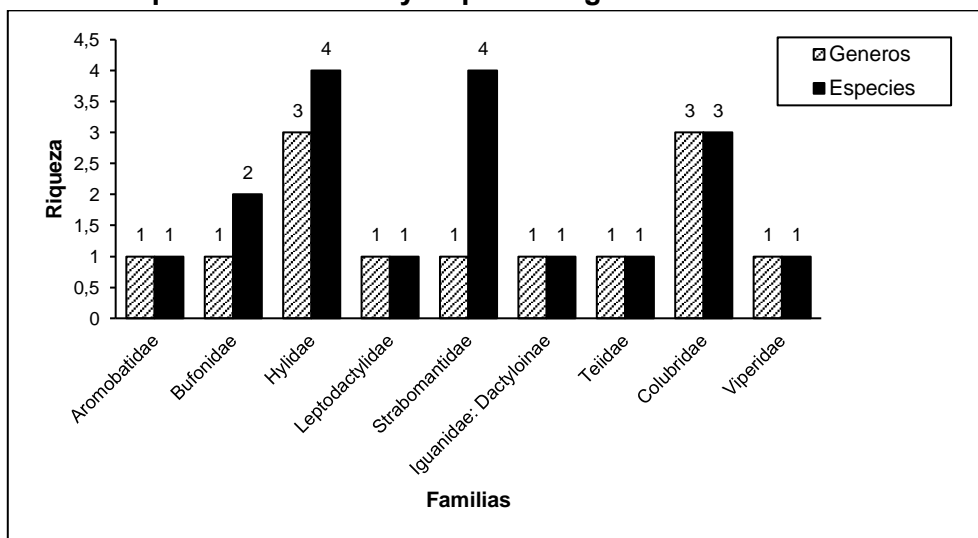
6.2.6.4.3.1 Análisis General

Riqueza

Durante la fase de campo en los puntos de muestreo cuantitativo y cualitativo se registró un total de 18 especies. En la clase anfibios se reportó 12 especies pertenecientes a un (1) orden, cinco (5) familias y siete (7) géneros, mientras que, en la clase reptiles se contabilizó un total de seis (6) especies que corresponden a dos (2) órdenes, cuatro (4) familias y seis (6) géneros (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Las especies más dominantes en las áreas de estudio fueron las ranas de las familias Hylidae y Strabomantidae con el 22,22% (4 spp) cada una, le sigue la familia de serpientes Colubridae con el 16,6% (3 spp), el resto de familias (Aromobatidae, Bufonidae, Leptodactylidae, Iguanidae: Dactyloinae, Teiidae y Viperidae) representan el 38,8% del total de especies contabilizado y aportan con una (1) y dos (2) especies (Gráfico 6-42).

Gráfico 6-42 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en los Sitios de Estudio

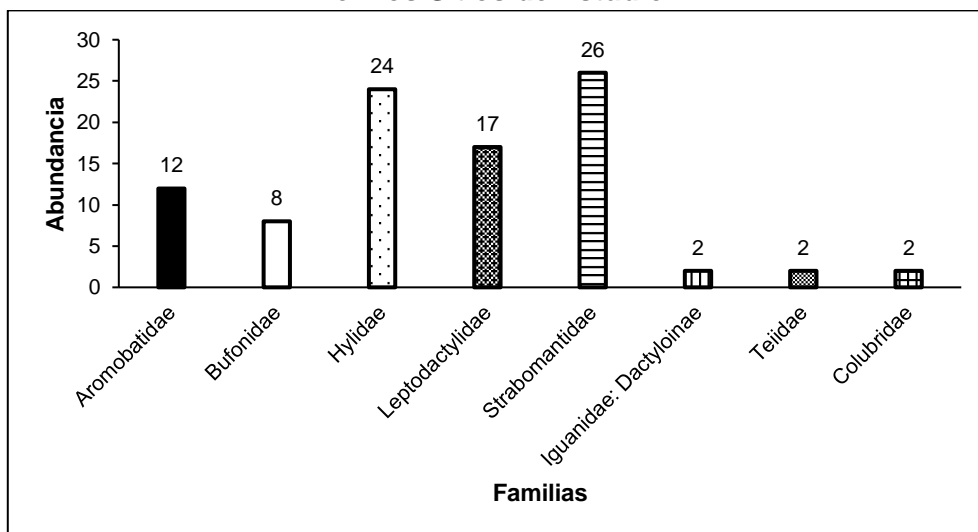


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Absoluta

En las áreas de estudio se contabilizó un total de 93 individuos. La familia que registró un mayor número de individuos fueron las ranas cutín Strabomantidae con 26 individuos (27,95%), le sigue la familia de ranas arborícolas Hylidae con 24 individuos que representan el 25,80%, está después la familia de ranas Leptodactylidas con 17 individuos (18,27%); la familia de ranas Aromobatidae aparece con 12 individuos (12,90%), los sapos de la familia Bufonidae tienen ocho (8) individuos (8,62%); por último, las familias de reptiles Iguanidae: Dactyloinae, Teiidae y Colubridae aparecen con dos (2) individuos cada una y representan el 6,45% del total contabilizado (Gráfico 6-43).

Gráfico 6-43 Abundancia Absoluta de Anfibios y Reptiles en los Sitios de Estudio

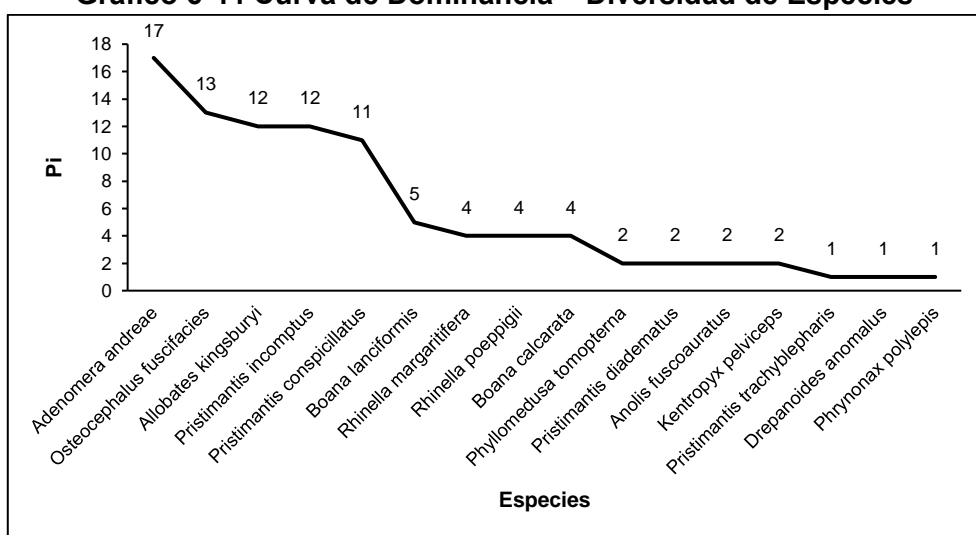


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Relativa

Mediante la curva de dominancia - diversidad (Gráfico 6-44) se muestra que entre los anfibios y reptiles con mayor abundancia está la rana *Adenomera andreae* con 17 individuos que representa una proporción de individuos de $P_i=0,3183$; le sigue la rana arborícola *Osteocephalus fuscifacies* con 13 individuos ($P_i=0,140$), mientras que la más baja proporción se muestra en las especies *Pristimantis trachyblepharis*, *Drepanoides anomalus* y *Phrynonax polylepis* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas), con un (1) individuo cada una, que representa una proporción de individuos de $P_i=0,011$.

Gráfico 6-44 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies

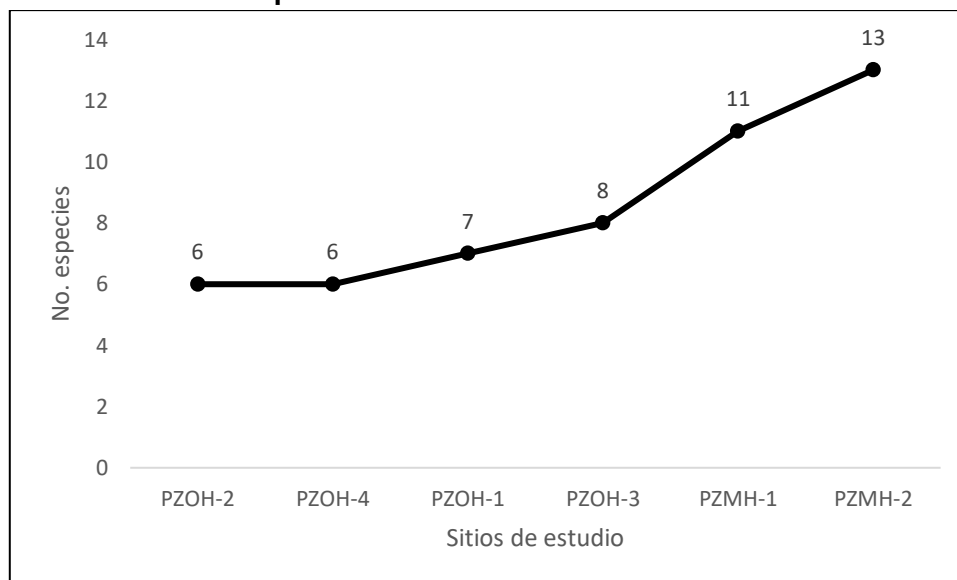


Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

En el Gráfico 6-45, se observa que existe una variación en el registro de especies de un sitio a otro, dicha variación está dada por el factor esfuerzo de muestreo. En los sitios (PZMH-01, PZMH-02) donde se aplicó muestreos cuantitativos y en los cuales se invirtió tres días efectivos de campo, fueron registradas una mayor cantidad de especies e inclusive individuos (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas), mientras que, en los sitios (PZOH-01, PZOH-02, PZOH-03, PZOH-04), donde se aplicó muestreos cualitativos y se invirtió un día efectivo de campo, el número de especies fue menor.

Gráfico 6-45 Curva de Acumulación de Especies en Base a la Unidad de Tiempo Aplicado en los Sitios de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

En resumen, la curva de acumulación (método empírico) demuestra que cuanto mayor sea el esfuerzo de captura (días de búsqueda), mayor será el número de especies colectadas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

6.2.6.4.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

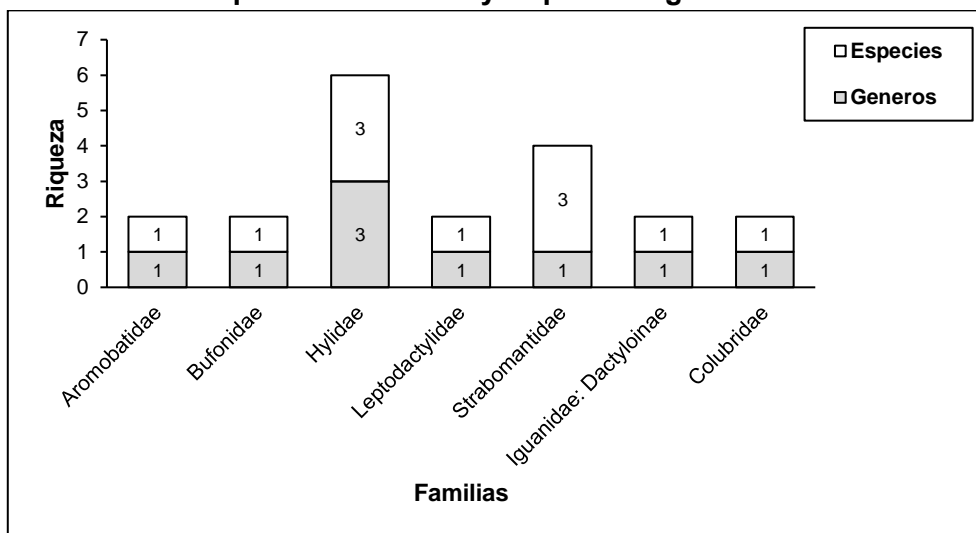
Punto Cuantitativo PZMH-01

Riqueza

En este sitio se registró un total de 11 anfibios y reptiles, en el grupo anfibios se reportó un (1) orden, cinco (5) familias, siete (7) géneros y nueve (9) especies, mientras que, en el grupo reptiles se registró a dos (2) ordenes, dos (2) familias, dos (2) géneros y dos (2) especies (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Las familias con mayor número de especies fueron Hylidae y Strabomantidae con tres (3) especies cada una, el resto de familias Aromobatidae, Bufonidae, Leptodactylidae, Iguanidae: Dactyloinae y Colubridae aportan con una especie cada una (Gráfico 6-46).

Gráfico 6-46 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en PZMH-01



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Total

Se contabilizó un total de 30 individuos. Las ranas cutín Strabomantidae fueron las más abundantes con nueve (9) individuos, representan el 30% del total contabilizado, le sigue la familia de ranas arborícolas Hylidae con siete (7) individuos que representa el 23,3%. El menor porcentaje en individuos lo registraron las familias de reptiles Iguanidae: Dactyloinae y Colubridae con un individuo cada una (Tabla 6-32).

Tabla 6-32 Porcentaje de Individuos/Familias de Herpetofauna PZMH-01

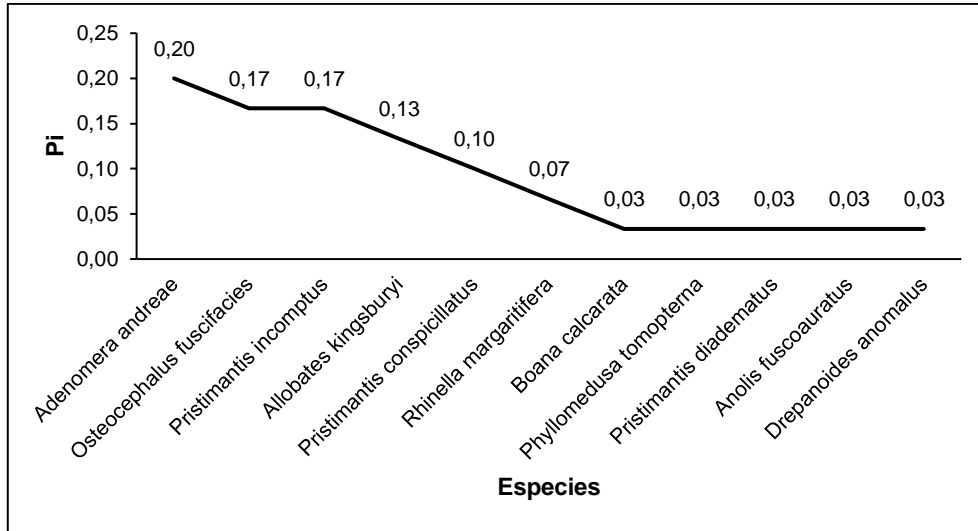
Familias	Individuos	(%)
Aromobatidae	4	13,3
Bufoidea	2	6,66
Hylidae	7	23,3
Leptodactylidae	6	20
Strabomantidae	9	30
Iguanidae: Dactyloinae	1	3,33
Colubridae	1	3,33
Total	30	100%

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Relativa

La especie más dominante en este sitio fue la rana *Adenomera andreae* con seis (6) individuos que representa una Pi de 0,20; le sigue la rana arborícola *Osteocephalus fuscifacies* y la rana terrestre *Pristimantis incomptus* con cinco (5) individuos cada una y con una Pi de 0,17; mientras que la más baja Pi se la registró en las especies *Boana calcarata*, *Phyllomedusa tomopterna*, *Pristimantis diadematus*, *Anolis fuscoauratus* y *Drepanoides anomalus* con 1 individuo cada una (Pi = 0,003) (Gráfico 6-47).

Gráfico 6-47 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies PZMH-01



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

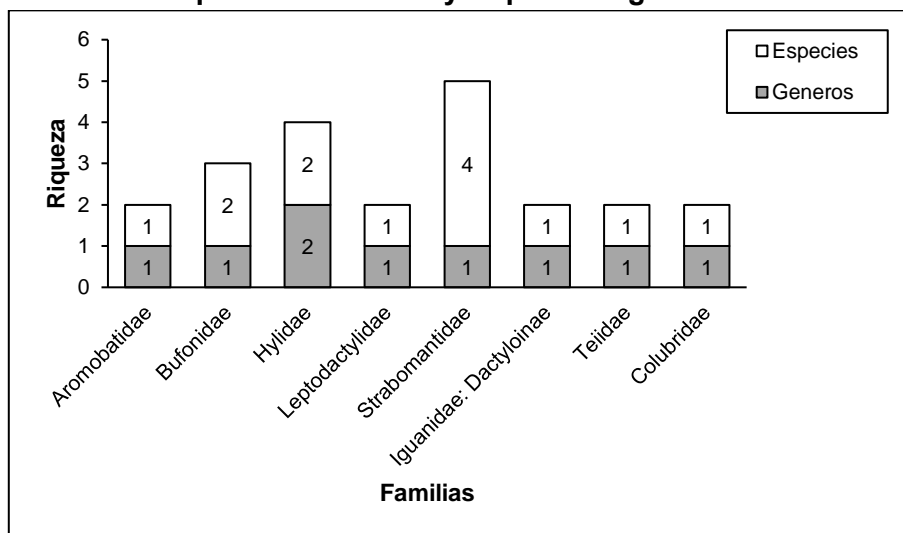
Punto Cuantitativo PZMH-02

Riqueza

En este sitio se registró un total de 13 anfibios y reptiles, en el grupo anfibios se reportó un (1) orden, cinco (2) familias, seis (6) géneros y 10 especies, mientras que, en el grupo reptiles se registró a dos (2) ordenes, tres (3) familias, tres (3) géneros y tres (3) especies (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

La familia con mayor número de especies fue Strabomantidae con cuatro (4) especies y un (1) género, le siguen las familias Bufonidae e Hylidae con dos (2) especies cada una. El resto de familias Aromobatidae, Leptodactylidae, Iguanidae: Dactyloinae, Teiidae y Colubridae, aportaron con una especie cada una (Gráfico 6-48).

Gráfico 6-48 Riqueza de Anfibios y Reptiles Registrados en PZMH-02



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Total

Se contabilizó un total de 36 individuos. Las ranas cutín Strabomantidae fueron las más abundantes con 15 individuos, representan el 41,66% del total contabilizado, le siguen las ranas arborícolas de la familia Hylidae con el 16,6% (6 ind). Las familias registradas con menor porcentaje fueron Iguanidae: Dactyloinae, Teiidae y Colubridae con el 2,77% cada una (Tabla 6-33).

Tabla 6-33 Porcentaje de Individuos/Familias de Herpetofauna PZMH-02

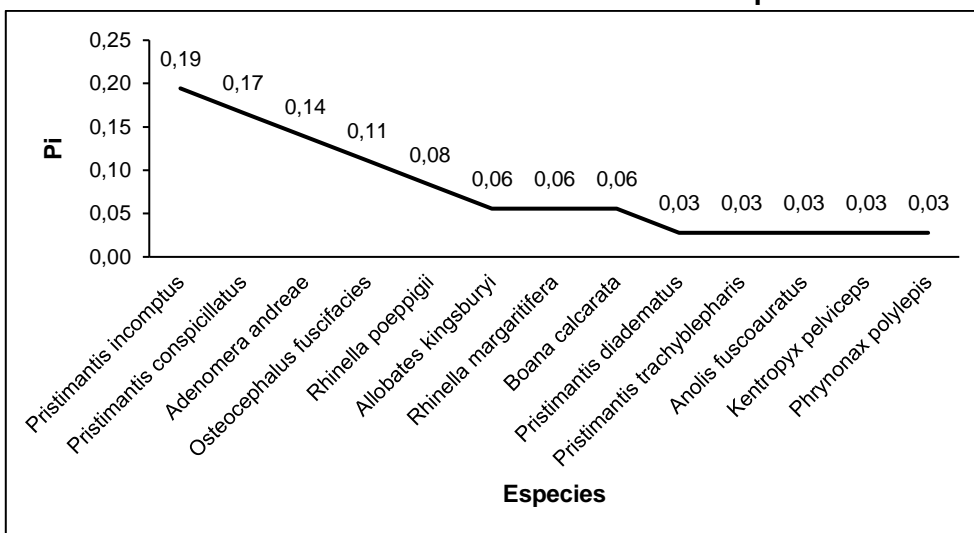
Familia	Individuos	(%)
Aromobatidae	2	5,5
Bufoinidae	5	13,8
Hylidae	6	16,6
Leptodactylidae	5	13,8
Strabomantidae	15	41,66
Iguanidae: Dactyloinae	1	2,77
Teiidae	1	2,77
Colubridae	1	2,77
Total	36	100%

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia Relativa

La especie más dominante en este sitio fue la rana cutín *Pristimantis incomptus* con siete (7) individuos que representa una Pi de 0,19; le sigue la rana *Pristimantis conspicillatus* con seis (6) individuos y con una Pi de 0,17. La más baja proporción se la registró en las especies *Pristimantis diadematus*, *Pristimantis trachyblepharis*, *Anolis fuscoauratus*, *Kentropyx pelviceps* y *Phrynonax polylepis* con 1 individuo cada una (Pi = 0,03) (Gráfico 6-49).

Gráfico 6-49 Curva de Dominancia – Diversidad de Especies PZMH-02



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índices de Diversidad

El índice de diversidad de *Shannon-Wiener* fue calculado para los dos sitios cuantitativos (PZMH-01 y PZMH-02) y fueron hechos en base a registros directos. Las medidas de diversidad fueron 2,17 bits y 2,32 bits respectivamente (Tabla 6-34). Según Yáñez (2014), estos valores se expresan como una diversidad media. Los valores de equitatividad para los sitios fueron superiores al 85%, lo que expresa un buen nivel de diversidad observada (H').

Los índices de diversidad de Simpson (1-D) calculados para los sitios de estudio fueron 0,86 y 0,88. En general los índices de diversidad calculados muestran que en los sitios de estudio existe una diversidad moderadamente alta de anfibios y reptiles en función de su dominancia (Tabla 6-34).

Tabla 6-34 Índices de Diversidad Calculados para los Sitios de Estudio

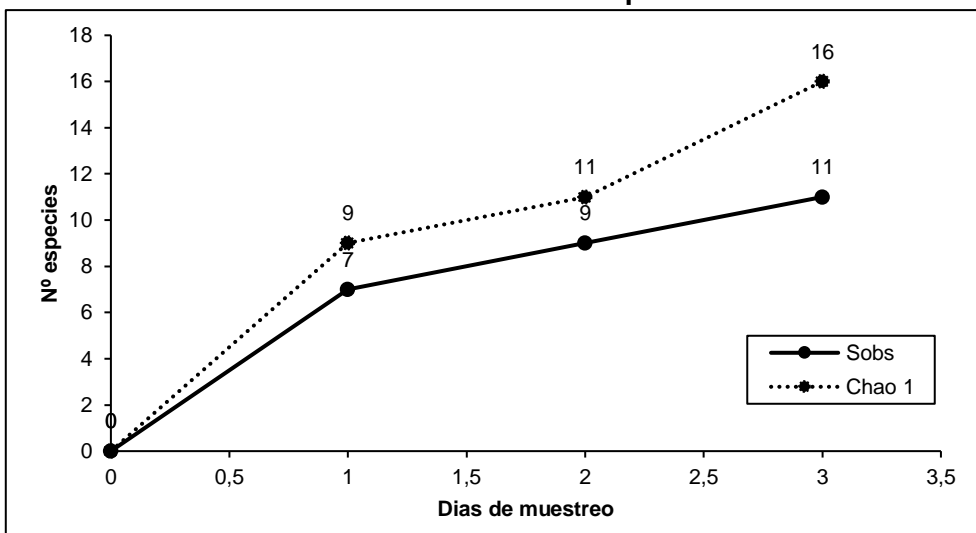
Índices	PZMH-01	PZMH-02
Especies (S)	11	13
Individuos (N)	30	36
Dominance_D	0,1333	0,1173
Simpson_1-D	0,8667	0,8827
Shannon_H'	2,165 bits	2,322 bits
Equitability_J	0,9031	0,9052

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

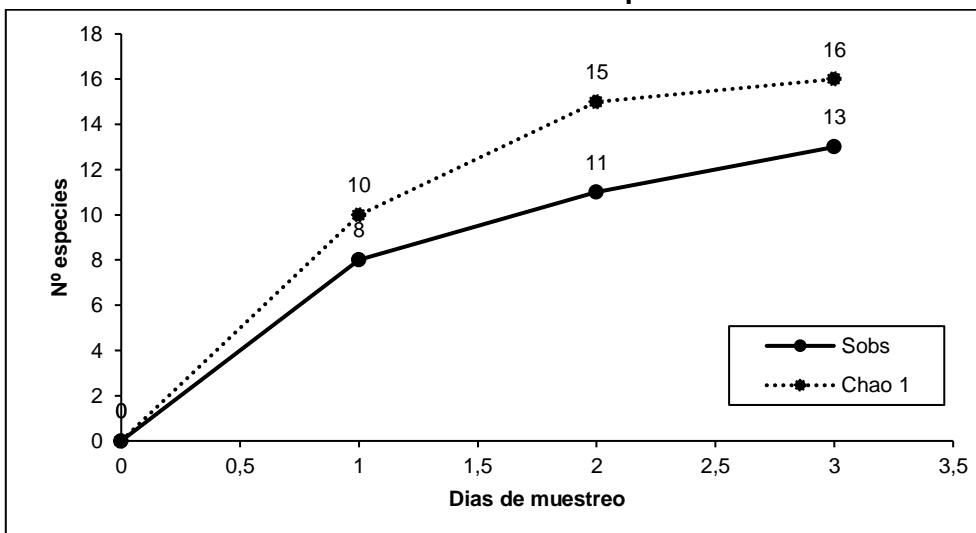
En Gráficos 6-50 y 6-51, se muestra que en los sitios de estudio existe un incremento en el número de especies a medida que de igual forma se incrementa el esfuerzo de muestreo (días). Por ejemplo, en el sitio PZMH-01, el primer día se registra a siete (7) especies, en el segundo día el número incrementa en dos (2) especies más y en el tercer día se registra dos (2) especies más, dando un total de 11 especies observadas. El mismo caso de incremento se muestra en el sitio PZMH-02.

Gráfico 6-50 Curva de Acumulación de Especies Punto PZMH-01



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Gráfico 6-51 Curva de Acumulación de Especies Punto PZMH-02



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice No Paramétrico de Chao 1

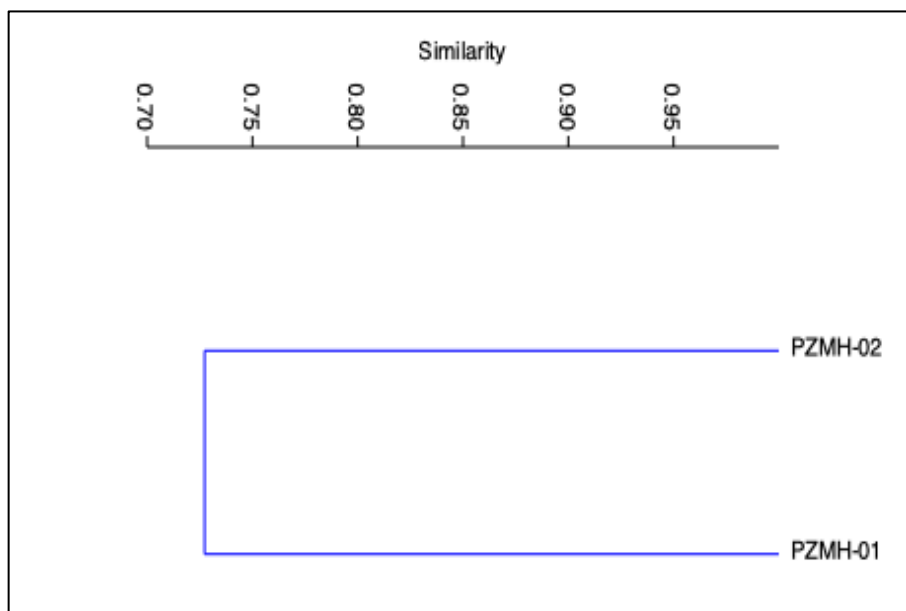
En el sitio PZMH-01 se contabilizó a 11 anfibios y reptiles, según el estimador *Chao 1* se logró registrar un 68% del total esperado (16 spp). En el sitio PZMH-02 las especies observadas fueron 13, según el estimador *Chao 1* se logró registrar el 81% de las especies esperadas (16 spp). Los valores de *Chao 1* calculados determinan que se logró registrar una completitud o éxito en el muestreo de más del 68% de especies esperadas.

Ya sea con el método de Rarefacción (*Chao 1*), o con el método de Especies Acumuladas (*método empírico*), ambos indican que existe la posibilidad de registrar un mayor número de especies, mientras que de igual manera se incrementa el área y el tiempo de muestreo.

Índice de Similitud

Con respecto a la similitud en la riqueza y abundancia de herpetofauna. El análisis Cluster determina que entre los dos sitios de estudio existe una similitud del 73% (Gráfico 6-52).

Gráfico 6-52 Dendrograma de Similitud de Especies e Individuos entre los Sitios de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Coeficiente de Similitud de Jaccard (Ij)

El índice Jaccard cualitativo, que básicamente toma en cuenta presencia/ausencia de especies, determina que, existe el 60% de similitud entre los dos sitios de estudio (Tabla 6-35).

Tabla 6-35 Similitud (Jaccard Cualitativo) de Especies Registrado en los Sitios de Estudio

Sitios	PZMH-01	PZMH-02
PZMH-01	--	0,60
PZMH-02	0	--

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.4.3.3 Análisis del Muestreo Cualitativo

Riqueza

Durante la fase de campo en los puntos de muestreo cualitativo (PZOH-1, PZOH-2, PZOH-3 y PZOH-4), se registró un total de 11 especies. En la clase anfibios se reportó un (1) orden, cuatro (4) familias, siete (7) géneros y ocho (8) especies. Mientras que, en la clase reptiles se contabilizó dos (2) ordenes, tres (3) familias, tres (3) géneros y tres (3) especies. En el sitio PZOH-3, se registró directa e indirectamente la mayor cantidad de especies (8 spp), en el sitio PZOH-1 se registró a siete (7) especies. Por último, en los sitios PZOH-2 y PZOH-4 se reportó seis (6) especies cada uno. (Tabla 6-36).

Tabla 6-36 Composición de la Herpetofauna Registrada en los Sitios de Muestreo Cualitativo

Clase	Orden	Familia	Especie	PZOH-1	PZOH-2	PZOH-3	PZOH-4	
Anfibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates kingsburyi</i>	x	x	x	x	
			<i>Rhinella poeppigii</i>	--	--	x	--	
		Hylidae	<i>Boana calcarata</i>	x	--	--	--	
				<i>Boana lanciformis</i>	x	--	x	x
				<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	--	x	x	x
				<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	x	--	--	--
			Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	x	x	x	x
		Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	--	x	--	--	
Reptilia	Sauria	Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	--	--	x	--	
	Serpentes	Colubridae	<i>Clelia clelia</i>	x	x	x	x	
		Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	x	x	x	x	
Especies (S)				7	6	8	6	

X= Especies registradas por medio de observaciones y entrevistas a los guías locales.

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Coefficiente de Similitud de Jaccard (Ij)

El índice Jaccard cualitativo, que básicamente toma en cuenta presencia/ausencia de especies, determina que, el porcentaje más alto de similitud está al comparar los registros de los sitios PZOH-4 versus PZOH-3 con una similaridad del 75%, le siguen los sitios PZOH-4 versus PZOH-2 con una similitud del 71%. El porcentaje más bajo se lo observó al comparar los registros del sitio PZOH-2 versus PZOH-1 con una similaridad del 44% (Tabla 6-37). En resumen, la similitud en la composición de especies de los cuatro sitios supera el 44%.

Tabla 6-37 Similitud (Jaccard Cualitativo) de Especies Registrado en los Sitios de Muestreo Cualitativos

Sitios	PZOH-1	PZOH-2	PZOH-3	PZOH-4
PZOH-1	--	0,44	0,5	0,63
PZOH-2	0	--	0,55	0,71
PZOH-3	0	0	--	0,75
PZOH-4	0	0	0	--

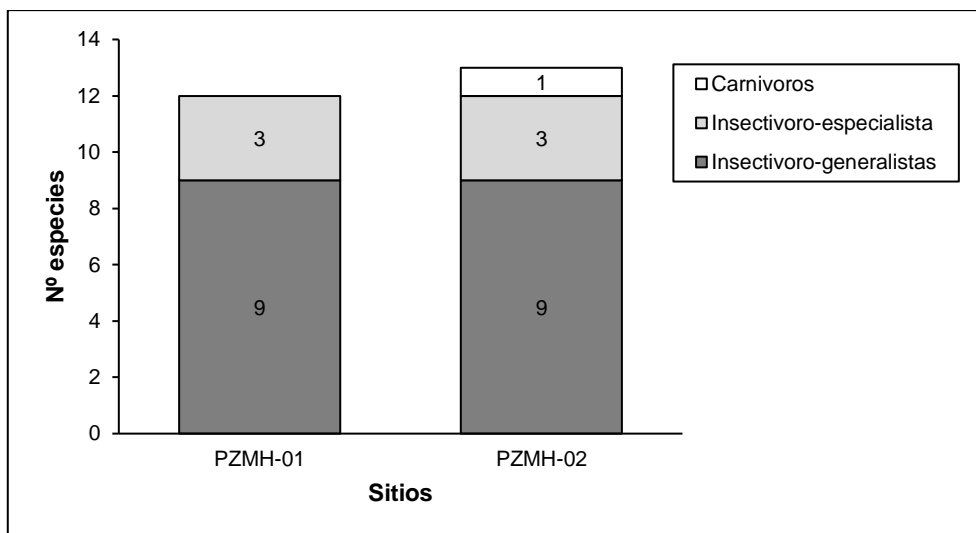
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.4.3.4 Aspectos Ecológicos

Nicho Trófico

En los dos sitios de estudio las especies con características alimenticias insectívoro-generalistas, ocupan una mayor proporción con relación al resto de grupos, con el 81,8% para el sitio PZMH-01, y el 69,3% para el sitio PZMH-02. Las especies con características insectívoro-especialistas aparecen con menos del 27% en los dos sitios con relación al resto del grupo. Por último, están las especies de características carnívoras registradas sólo en el sitio PZMH-02 con aproximadamente el 7,69% del total contabilizado (Gráfico 6-53).

Gráfico 6-53 Nicho Trófico de la Herpetofauna Registrada en las Áreas de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Algunas especies de las familias Bufonidae, Hylidae, Strabomantidae, Iguanidae: Dactyloinae, Teiidae y Colubridae poseen una dieta generalista, basada en pequeños invertebrados tales como insectos, hormigas, ortópteros, etc. En el caso de las ranas *Allobates kingsburyi*, *Rhinella margaritifera* y *Adenomera andreae*, la dieta que poseen es especialista (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas) y se basa principalmente en hormigas (Duellman, 1978; Vitt y de la Torre, 1996; Ron *et al.*, 2019).

En el grupo serpientes, el colúbrido *Phrynonax polylepis* poseen características carnívoras, basan su dieta en pequeños caracoles, babosas e inclusive en pequeños vertebrados tales como ranas y lagartijas (Duellman, 1978; Valencia *et al.*, 2008; Torres-Carvajal *et al.*, 2020).

Asociación de la Herpetofauna a los Hábitats

De acuerdo al periodo de actividad y estrato que utilizan los anfibios y reptiles registrados en las áreas de estudio, se logró identificar los siguientes grupos.

Diurnos-Terrestres - Se caracterizan por ser especies forrajeadoras activas, es decir que realizan su actividad en el estrato suelo u hojarasca durante el día, la mayoría son umbrófilas, no reciben la luz solar de forma directa. Estas especies representan el 9,09% (1 spp) en el sitio PZMH-01 y el 23,07% (3 spp) en el sitio PZMH-02. En este grupo están las ranas *Allobates kingsburyi*, *Adenomera andreae*, la lagartija *Kentropyx pelviceps* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Nocturnos-Terrestres - Son especies que realizan su actividad en el estrato terrestre del bosque o de zonas abiertas durante la noche. Estas especies representan el 9,09% (1 spp) en cada uno de los sitios (PZMH-01, PZMH-02). En este grupo están las especies

Rhinella poeppigii y *Drepanoides anomalus* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Nocturnos-Arbustivos - Son especies que realizan su actividad en el sustrato herbáceo, arbustivo o arbóreo durante la noche. Este grupo aparece con el 45,45% (5 spp) en el sitio PZMH-01, y el 30,76% (4 spp) en el sitio PZMH-02. Entre las más comunes tenemos a las ranas *Boana calcarata*, *Osteocephalus fuscifacies*, *Phyllomedusa tomopterna*, *Pristimantis diadematus* y *Anolis fuscoauratus* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

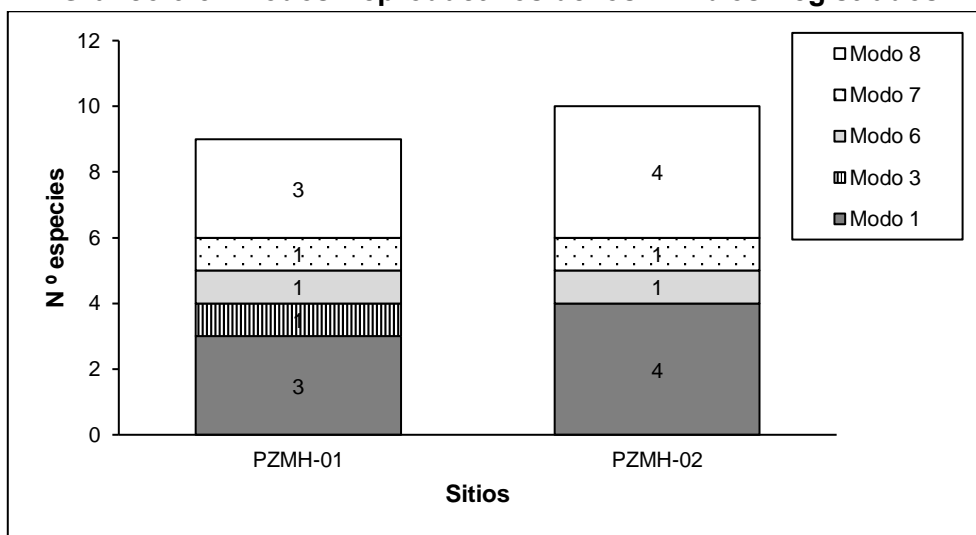
El resto de especies tienen actividad tanto en el día como en la noche y ocupan o usan estratos terrestres y arbustivos, estas especies fueron las más abundantes en las áreas de estudio, representan el 36,36% (4 spp) en el sitio PZMH-01 y el 38,46% (5 spp) en el sitio PZMH-02. En este grupo están los anfibios *Rhinella margaritifera*, *Adenomera andreae*, *Pristimantis conspicillatus*, *Pristimantis incomptus* y *Pristimantis trachyblepharis* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Patrones Reproductivos de los Anfibios y Reptiles

Según los datos recabados en la fase de campo, se encontró que en el sitio PZMH-01 posee mayor diversidad en lo que se refiere a estrategias reproductivas en anfibios, con cinco (5) modos reproductivos, mientras que, en el sitio PZMH-02 se registró cuatro (4) modos o estrategias reproductivas.

Las especies con el modo reproductivo 1 y 8 son las más abundantes en los sitios de estudio (Gráfico 6-54). Ambas aportan con más del 70% de especies del total de anfibios contabilizados en cada uno de los sitios.

Gráfico 6-54 Modos Reproductivos de los Anfibios Registrados



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

A continuación, se detalla las estrategias reproductivas más utilizadas por las especies registradas en las áreas de estudio.



Modo Reproductivo 1.- Los huevos son depositados en zanjas, charcos, pantanos, estanques, lagos y arroyos, las larvas acuáticas nadan libremente. Dentro de este grupo están las especies *Rhinella margaritifera*, *Rhinella poeppigii*, *Boana calcarata* y *Osteocephalus fuscifacies* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Modo Reproductivo 3.- Los huevos son depositados en cavidades construidas en el suelo por el macho, las larvas acuáticas nadan libremente. Dentro de este grupo está la rana arborícola *Phyllomedusa tomopterna* (Hylidae) (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Modo Reproductivo 6.- Los huevos son depositados en tierra, las larvas acuáticas nadan libremente (renacuajos llevados al agua en el dorso del adulto). Dentro de este grupo está la rana de la familia Aromobatidae (*Allobates kingsburyi*) (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Modo Reproductivo 7.- Los huevos son depositados en el nido de espuma en la tierra y las larvas se desarrollan dentro de la espuma. En este grupo están miembros de la familia Leptodactylidae (*Adenomera andreae*) (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Modo Reproductivo 8.- Los huevos son depositados en el suelo, el desarrollo es directo. En este grupo están las ranas de la familia Strabomantidae, por ejemplo, *Pristimantis conspicillatus*, *Pristimantis diadematus*, *Pristimantis incomptus* y *Pristimantis trachyblepharis* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Con respecto al modo reproductivo de los reptiles registrados, todos son Ovíparos (Ov), es decir, son aquellos animales cuya modalidad corresponde al depósito de huevos en el medio externo, donde completan su desarrollo antes de la eclosión y cuya nutrición del embrión depende de las reservas del huevo (Valencia *et al.*, 2008). En este grupo están las especies *Anolis fuscoauratus*, *Kentropyx pelviceps*, *Drepanoides anomalus* y *Phrynonax polylepis* (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Especies Sensibles

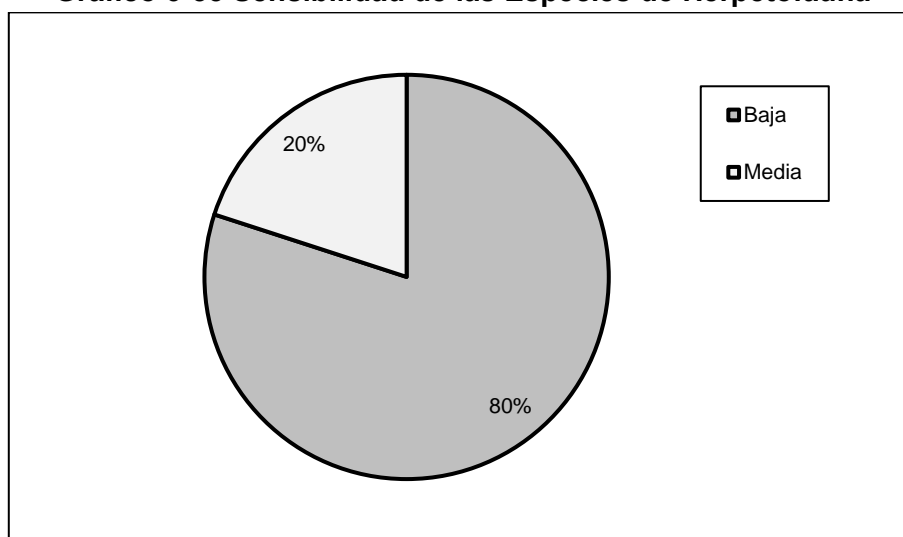
En las áreas de estudio se registró una dominancia de especies catalogadas como de baja sensibilidad, éstas representan el 80% (12 spp); mientras que, las especies de mediana sensibilidad aparecen con el 20% (3 spp) del total contabilizado (Gráfico 6-55).

Los anfibios y reptiles catalogados de baja sensibilidad son especies comunes que en su mayor parte tienen características pioneras y colonizadoras, con una alta distribución a nivel local y regional, dentro de este grupo se encuentran *Rhinella margaritifera*, *Rhinella poeppigii*, *Adenomera andreae*, *Pristimantis trachyblepharis*, *Anolis fuscoauratus*, *Kentropyx pelviceps*, *Drepanoides anomalus*, entre otras (Ver ANEXO D.

RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Las especies catalogadas como de mediana sensibilidad son capaces de tolerar una transformación moderada del hábitat. Algunas especies están bajo alguna categoría de amenaza, no son tan comunes, poseen un rango de distribución más limitado, dentro de este grupo están *Allobates kingsburyi*, *Boana calcarata* y *Osteocephalus fuscifacies*, entre otras (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Gráfico 6-55 Sensibilidad de las Especies de Herpetofauna



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Especies Indicadoras

Para que un grupo de fauna pueda aplicar como indicador ambiental tendría que tener atributos combinados, de alerta temprana y de diagnóstico. Además, estos indicadores deben ser elementos abundantes y manejables del sistema cuyas perturbaciones naturales puedan distinguirse de los estados indicativos de disfunción del ecosistema (Welsh y Ollivier, 1998). Desde este punto de vista, se cree que los anfibios podrían aplicar como indicadores, debido a que la mayoría están expuestos a hábitats terrestres y acuáticos en diferentes etapas de sus ciclos de vida, adaptaciones fisiológicas altamente especializadas, requisitos específicos de microhábitats, y debido a que tienen una piel altamente permeable, pueden ser más sensibles a las toxinas ambientales a los cambios en los patrones de temperatura o lluvia que otros grupos de vertebrados terrestres (Welsh y Ollivier, 1998; Alford y Richards, 1999).

De acuerdo a estos criterios, la especie de rana *Allobates kingsburyi*, que tiene un modo reproductivo asociado a cuerpos de agua (sin contaminación) (Crump, 1974), podrían considerarse como buenas indicadoras de calidad ambiental. Además, según Ron *et al* (2022) estas especies poseen mayor abundancia en bosques con baja alteración antrópica.

En el caso de las ranas cutin según Pearman (1997), algunas especies del género *Pristimantis* tienen una alta abundancia en áreas de bosque, mientras que, esa misma abundancia minimiza en áreas disturbadas.

El sapo *Rhinella poeppigii*, aunque fue registrado con una baja abundancia, podría aplicar como especie indicadora, dado que es una especie colonizadora y según Ron *et al* (2022) tiende a ser más frecuente y abundante en áreas intervenidas.

En el presente estudio también se encontró a la rana de la familia Hylidae, *Boana lanciformis*, esta rana es muy abundantes en hábitats intervenidos (Ron *et al.*, 2022), por lo que podrían aplicar como indicadores de ambientes con cierto grado de intervención.

Distribución Geográfica y Endemismo

Al hablar de especies endémicas se toma en cuenta a las especies distribuidas únicamente en el Ecuador; pero, también se puede hablar de especies “endémicas compartidas” las cuales están distribuidas en algunos países. De acuerdo a estos criterios, las ranas *Allobates kingsburyi* y *Osteocephalus fuscifacies*, aparecen como endémicas para Ecuador. Las especies *Rhinella poeppigii*, *Pristimantis conspicillatus*, *Pristimantis diadematus*, *Pristimantis incomptus*, *Pristimantis trachyblepharis* y *Kentropyx pelviceps*, están dentro de la categoría endémicas compartidas entre Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. El resto de especies poseen una amplia distribución (Ver ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas).

Categorías de Amenaza

Según la Lista Roja de Anfibios del Ecuador (Ortega-Andrade *et al.*, 2021), el 91,6% (11 spp) están dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC) y el 8,3 % (1 spp) está dentro de la categoría Vulnerable (VU). Por otra parte, de acuerdo a la UICN (2022), todas las especies registradas se encuentran dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC), (Ver Tabla 6-38).

Se registró una especie dentro de las categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020).

Tabla 6-38 Categorías de Amenaza de la Herpetofauna Registrada en los Sitios de Estudio

Familia	Especie	Lista Roja Ecuador	UICN	CITES
Aromobatidae	<i>Allobates kingsburyi</i>	LC	LC	--
Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	LC	LC	--
Bufonidae	<i>Rhinella poeppigii</i>	VU	LC	--
Hylidae	<i>Boana calcarata</i>	LC	LC	--
Hylidae	<i>Boana lanciformis</i>	LC	LC	--

Familia	Especie	Lista Roja Ecuador	UICN	CITES
Hylidae	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	LC	LC	--
Hylidae	<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	LC	LC	--
Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	LC	LC	--
Strabomantidae	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	LC	LC	--
Strabomantidae	<i>Pristimantis diadematus</i>	LC	LC	--
Strabomantidae	<i>Pristimantis incomptus</i>	LC	LC	--
Strabomantidae	<i>Pristimantis trachyblepharis</i>	LC	LC	--
Iguanidae: Dactyloinae	<i>Anolis fuscoauratus</i>	LC	LC	--
Teiidae	<i>Kentropyx pelviceps</i>	LC	LC	--
Colubridae	<i>Clelia clelia</i>	LC	LC	II
Colubridae	<i>Drepanoides anomalus</i>	LC	LC	--
Colubridae	<i>Phrynonax polylepis</i>	LC	LC	--
Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	LC	LC	--
Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC), Apéndice II				

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Uso del Recurso

No se conoce de ninguna especie que sea consumida como proteína animal, medicina u otro uso, dado que las comunidades ahí presentes ahora poseen facilidades en lo que se refiere a productos y servicios de primera necesidad por lo que ya no recurren a la caza de especies de anfibios o reptiles como fuente de subsistencia.

6.2.6.4.4 Comparación con Estudios Previos

En este ítem se tomó en cuenta el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Ampliatorio, Proyecto Panantza - San Carlos (ECSA, 2006). En dicho estudio se menciona información muy básica y poco detallada de la herpetofauna presente en esas zonas. Apenas se da a conocer el registro de tres (3) especies de anfibios y dos (2) especies de reptiles. De acuerdo a estos criterios, es importante señalar que, estos datos no son suficientes para hacer un análisis comparativo.

6.2.6.4.5 Conclusiones y Recomendaciones

- En las localidades estudiadas dentro del Proyecto Minero Panantza que pertenecen a ecosistemas Pie Montanos, se registró directa e indirectamente a 18 anfibios y reptiles, que representan el 10,05% del total de herpetofauna reportada para algunas localidades dentro de la Cordillera del Condor (120 anfibios y 59 reptiles).
- En los puntos cuantitativos (PZMH-01 y PZMH-02) se contabilizó a 15 especies de anfibios y reptiles, la diversidad calculada fue de 2,16 bits y 2,32 bits respectivamente. Los dos sitios no muestran diferencias altamente significativas, por el contrario, se mantienen y estadísticamente indican que las áreas

presentan una diversidad media de anfibios y reptiles, según la interpretación de Yáñez (2014).

- Se determinó una cierta dominancia de algunos grupos herpetofaunísticos, tal es el caso de las ranas terrestres Strabomantidas y las ranas arborícolas hylidae, que aportan más del 50% del total de especies de anfibios y reptiles contabilizado a nivel general y en cada uno de los sitios.
- La familia de ranas terrestres Strabomantidae fue la más importante en relación al número de individuos y especies en los sitios de estudio. La alta representatividad del género *Pristimantis* en bosques de tierra firme se debe en buena parte al tipo de reproducción, depositan los huevos en el suelo y el desarrollo es directo, este modo de reproducción permite a las ranas cortar todo vínculo con el agua.
- Un alto porcentaje de anfibios y reptiles registrados en las áreas de estudio tienen hábitos nocturnos-arbustivos, hábitos característicos de ambientes húmedos tropicales, la dieta de estas especies es mayormente generalista y en algunos casos son especialistas y carnívoros. Las principales estrategias reproductivas registradas en los ensamblajes de herpetofauna están asociadas en su mayor parte a bosques de tierra firme y en pocos casos a ambientes acuáticos y semiacuáticos.
- La mayoría de herpetozoos aquí reportados están bajo criterios de amenaza de Baja Preocupación, son especies bastante comunes y de amplia distribución en ecosistemas de Amazonía, mientras que un menor porcentaje aplican para las categorías Vulnerable, En Peligro y No Evaluados, dentro de estos grupos están especies con endemismo compartido con otros países e inclusive especies endémicas para el Ecuador.
- El análisis de la riqueza y composición de especies con los métodos de *Bray Curtis* y *Jaccard Cualitativo*, demuestran que no existe diferencias significativas de un sitio a otro, esto puede deberse principalmente a que las localidades, pertenecen a similares ecosistemas.
- El estimador no-paramétrico *Chao 1*, indica que en las dos localidades se obtuvo más del 68% de completitud o éxito de muestreo. No obstante, los valores calculados para cada punto aún son incompletos y existe la posibilidad de registrar un mayor número de especies en futuros estudios. Esto es sugerido por algunas publicaciones científicas, las cuales mencionan acerca de Evaluaciones Ecológicas Rápidas que, para tener una muestra representativa de especies, se necesita por lo menos de ocho a diez días de muestreo por cada punto de estudio.
- En los puntos cualitativos (PZOH-01, PZOH-02, PZOH-03 y PZOH-04) donde se aplicó muestreos no intensivos, se registró a 11 anfibios y reptiles. Estas especies son catalogadas como comunes en este tipo de ecosistemas, debido a que poseen una amplia distribución no solo localmente, sino también a escala regional. En su mayor parte son de características alimenticias insectívoro-generalistas y carnívoras. Cerca del 70% del total de estas especies tienen baja

sensibilidad y la mayoría están catalogadas como de Baja Preocupación, con respecto a su categoría de amenaza.

- El presente estudio, fue ejecutado en un total de 10 días efectivos de campo, se utilizó como área muestral para cada uno de los sitios cuantitativos un transecto de 400 x 4 metros que equivale a 1600 m² (0,16 ha), mientras que, en los sitios cualitativos se muestreo en un transecto de 200 x 2 metros, que equivale a 400 m² (0,04 ha). En resumen, en 4.800 m² (0.48 ha) y abarcando algunos tipos de ecosistemas se registró directa e indirectamente un total de 18 especies de anfibios y reptiles.
- A nivel general, los sitios de estudio no muestran diferencias altamente significativas en relación al estado de conservación, los sitios pertenecen a bosques secundarios en regeneración, que aún mantienen relativas buenas condiciones. Las áreas en cuestión tienen una alta prioridad como hábitat para la herpetofauna local, debido a los valores de diversidad calculados, el porcentaje de endemismo encontrado.
- En futuros proyectos de línea base, se recomienda hacer los muestreos intensivos no solo en hábitats de tierra firme, sino también en hábitats acuáticos, tales como ríos, riachuelos, etc., de esa forma se podría tener una muestra más representativa de las comunidades de herpetofauna presentes en ese tipo de ecosistemas.
- Dentro del área del Proyecto Panantza, existe una importante presencia de especies de herpetofauna, sería importante que la operadora EXSA de apertura a la comunidad científica para trabajar en programas de monitoreo específico y conservación de dichas especies.
- Apoyar en la divulgación del material científico, ya sea con publicaciones en el tema ecológico, biológico y taxonómico de las especies de herpetofauna presentes en esas áreas.



6.2.6.5 Entomofauna (Coleóptera y Lepidóptera)

El Ecuador es reconocido internacionalmente por su alta diversidad biológica, especialmente en relación con su tamaño geográfico. El Parque Nacional Yasuní, ubicado en la región amazónica de Ecuador, es considerado uno de los lugares más biodiversos del mundo. El científico Terry L. Erwin llevó a cabo un estudio en este parque en 1996, enfocándose en la diversidad de insectos, específicamente en los Membrácidos (Insecta: Homóptera: Membrácidae) y los escarabajos carábidos (Insecta: Coleoptera: Carabidae).

Durante su investigación, Erwin colectó más de 1,3 millones de artrópodos del dosel del Parque Nacional Yasuní. Estos artrópodos incluían una gran variedad de insectos, entre ellos los Membrácidos y los escarabajos carábidos. Erwin registró la presencia de 460 especies de Membrácidos, de las cuales más de una quinta parte eran nuevas para la ciencia. Además, identificó la presencia de 200 especies de escarabajos carábidos. (Erwin, 1998).

Para considerar que un taxón es adecuado para obtener información acerca del ambiente, se deben de cumplir ciertos criterios. Éstos se basan principalmente en la información que se conoce sobre los taxa, así como cuán sensible son éstas a cambios en el ambiente, entre otros (Halffter et al., 2001). Los escarabajos coprófagos son un grupo que llena de manera adecuada cada uno de los criterios planteados (Spector, 2006).

Los escarabajos estercoleros, como son llamados en el común, contribuyen en la regulación hídrica gracias a la construcción de túneles y cámaras de nidificación que aumentan la porosidad e incrementan la capacidad de retención de agua durante la época de lluvia.

Además, la incorporación permanente de estiércol en el suelo por parte de los escarabajos hace que los nutrientes que están en el excremento bovino retornen al suelo y no terminen conduciéndose hacia la atmosfera en forma de gases o a las fuentes hídricas.

Los escarabajos coprófagos son un componente importante en la dinámica de bosques tropicales (Gill 1991). En las últimas décadas los escarabajos coprófagos se han propuesto como elementos indicadores importantes en estudios de conservación ya que dependen directamente del excremento de vertebrados y/u otros recursos del bosque como frutas en descomposición, o carroña (Halffter & Favilia 1993, Favila & Halffter 1997). En diferentes países se están haciendo evaluaciones rápidas con escarabajos coprófagos (Colombia, Ecuador y Bolivia) y se tienen protocolos estandarizados para evaluaciones del estado de conservación de hábitats amenazados como bosques tropicales (RAP's Rapid Assesment Program)

Después Coleóptera (escarabajos) y Díptera (moscas y mosquitos), el orden Lepidóptera (polillas y mariposas) es el tercer grupo de insectos más diverso. Con casi 158.000 especies descritas, corresponde al 15% de todas las especies de insectos conocidas. Actualmente, se reconocen 134 familias, agrupadas en 43 superfamilias.



Sin embargo, la diversidad de este grupo de insectos en el país está lejos de ser conocida, y al ritmo actual de destrucción de los hábitats naturales, muchas de estas especies desaparecerán antes de ser descubiertas.

Cabe señalar, además, que tal desconocimiento de la fauna de las mariposas a nivel nacional que genera problemas en las actividades que requieren de la determinación de especies, como la prospección de plagas agrícolas y los estudios de impacto ambiental. En estos últimos, la diversidad local de estos insectos queda generalmente subestimada.

La mayor parte de los lepidópteros son herbívoros, es decir, sus larvas se alimentan sobre plantas o sus productos para completar su desarrollo. Debido a la estrecha relación con sus hospederos vegetales, los lepidópteros resultan buenos bioindicadores ambientales, permitiendo conocer el estado de conservación de los ecosistemas. Varios grupos de lepidópteros, entre ellos las mariposas, han sido utilizados como indicadores para determinar los efectos antrópicos en ambientes naturales. Además, se ha demostrado que los lepidópteros contribuyen a los servicios ecosistémicos, al actuar como polinizadores (insectos adultos) y formar parte de las cadenas tróficas, ya sea como herbívoros o como presas de otros animales. (<https://www.mnhn.gob.cl/noticias/por-que-estudiar-lepidopteros>)

Ecuador es considerado el país con la mayor diversidad de mariposas a nivel mundial, junto a Colombia y Perú, con alrededor de 4.000 especies. En el país, los estudios sobre la diversidad de lepidópteros se han concentrado en la Sierra y la Amazonía, se manejan pocos datos de los bosques secos de la Costa. (<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56489>)

6.2.6.5.1 Sitios de Muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas correspondientes a los puntos de muestreo:

Tabla 6-39 Sitios de Muestreo de Entomofauna

Código	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas 17M				Altitud (msnm)	Hábitat	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo
		Inicio		Fin						
		X	Y	X	Y					
PZM1	26/04/2023	783.057	9.650.577	783.003	9.650.715	998	Bosque ubicado en zona colinada. Presencia de epífitas.	Trampas Pitfall (Heces y Carroña) Y Van Someren Rydon	200 m.	Cuantitativo
PZM2	30/04/2023	783.949	9.650.713	783.957	9.650.910	1.003	Bosque alterado ubicado en zona colinada.	Trampas Pitfall (Heces y Carroña) Y Van Someren Rydon	200 m.	Cuantitativo
PZO1	03/05/2023	783.420	9.650.244	783.519	9.650.313	855	Parche de Bosque Alterado bajo influencia de zona agrícola.	Sábana Golpeteo de	10 m ²	Cualitativo
PZO2	27/04/2023	772.549	9.582.342	783.136	9.650.750	1.039	Parche de Bosque Alterado bajo influencia de zona agrícola.	Sábana Golpeteo de	10 m ²	Cualitativo
PZO3	01/05/2023	784.259	9.649.782	794.355	9.649.761	803	Parche de Bosque Alterado bajo influencia de zona agrícola.	Sábana Golpeteo de	10 m ²	Cualitativo
PZO4	29/04/2023	782.783	9.650.388	782.871	9.650.431	900	Parche de Bosque Alterado bajo influencia de zona agrícola.	Sábana Golpeteo de	10 m ²	Cualitativo

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.5.2 Metodología

6.2.6.5.2.1 Fase de Campo

Se determinaron zonas de muestreo cuantitativos en las áreas bajo del proyecto, tratando de abarcar todas las formaciones vegetales presentes en la zona.

La región en cuestión pertenece al Piso Subtropical Oriental desde un punto de vista zoogeográfico. Este piso se caracteriza por su rango altitudinal, que se extiende desde los 800 a 1800 y 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Albuja et al., 1980). En esta región, aproximadamente el 50% de las lluvias son resultado de la evapotranspiración de la vegetación. La vegetación desempeña un papel importante en la generación de precipitaciones. Además, se establece un régimen hídrico, lo que significa que hay un equilibrio en la disponibilidad de agua, lo cual favorece el desarrollo de la cobertura vegetal en el área.

Metodología Cuantitativa

Coleóptera

Pitfall.- Se utilizaron trampas vivas del tipo "Pitfall", que son recipientes de plástico con dimensiones de 120 milímetros de diámetro y 140 milímetros de profundidad.

Estas trampas se enterraron en el suelo, dejando la abertura del recipiente a nivel del suelo para que los escarabajos pudieran caer dentro. Se utilizaron dos tipos de cebos para atraer a los escarabajos: excremento humano y carroña. Estos cebos son atractivos para diferentes especies de escarabajos, lo que permite una mayor diversidad en la captura.

En el área de influencia directa de cada facilidad se estableció un transecto de 200 metros de longitud, donde se colocaron 20 trampas vivas Pitfall distribuidas cada 10 m de distancia. Esto con la finalidad de poder determinar posibles diferencias, cambios o variaciones dentro de la comunidad de las especies bioindicadoras.

Una vez que los escarabajos fueron capturados en las trampas Pitfall, se llevaron a cabo varios procedimientos. En primer lugar, se identificaron los escarabajos para determinar las especies presentes en el área de estudio. Luego, se contabilizaron, es decir, se registró el número de individuos de cada especie capturados. Además, se tomaron fotografías de los escarabajos para documentar su apariencia y características.

Finalmente, todos los escarabajos capturados fueron liberados después de los procedimientos de identificación, conteo y fotografía.

Lepidóptera

Trampas Van Someren Rydon.- Las trampas Van Someren Rydon constan de un cilindro de tela de malla cerrado en la parte superior y abierto en la parte inferior. Estas trampas se colocaron sobre una base y se les añadió cebo para atraer a las mariposas. En este caso, se utilizaron dos tipos de cebo: cinco trampas se colocaron con carroña y las otras cinco con fruta fermentada. Cada tipo de cebo puede atraer a diferentes especies de mariposas, lo que permite una mayor diversidad en la captura.

Una vez que las mariposas fueron capturadas en las trampas, se llevaron a cabo varios procedimientos. En primer lugar, se identificaron las mariposas para determinar las especies presentes en el área de estudio. Luego, se contabilizaron, es decir, se registró el número de individuos de cada especie capturados. Además, se tomaron fotografías de las mariposas para documentar su apariencia y características.

Finalmente, es importante destacar que todas las mariposas capturadas fueron liberadas después de los procedimientos de identificación, conteo y fotografía. Esta práctica garantiza que las mariposas no sufran daños permanentes y puedan seguir contribuyendo al ecosistema en el que se encuentran.

Metodología Cualitativa

Sábana de Golpeteo. - es una herramienta utilizada en entomología para recolectar insectos que se encuentran en el follaje de los árboles o arbustos. Consiste en una tela grande y liviana que se coloca estratégicamente debajo de las ramas seleccionadas. Luego, se golpea suavemente el follaje con un palo para provocar que los insectos caigan sobre la sábana.

Una vez que los insectos han caído sobre la sábana, se pueden recolectar de varias formas. Una opción es utilizar pinzas especiales para recogerlos uno a uno sin dañarlos. Otra alternativa es utilizar aspiradoras de mano suaves que permitan succionar los insectos de la sábana de manera delicada. Además, algunos entomólogos pueden optar por recoger manualmente los insectos con las manos.

La sábana de golpeo es una técnica comúnmente utilizada en estudios de inventario de insectos, investigación de especies y muestreo de poblaciones. Permite obtener muestras rápidas y eficientes de los insectos presentes en un área determinada, especialmente aquellos que están activos en el dosel arbóreo.

Esta técnica se aplicó por cinco veces en un transecto de cien metros.

6.2.6.5.2 Esfuerzo de Muestreo de la Entomofauna

La siguiente tabla indica el esfuerzo de muestreo realizado para la entomofauna.

Tabla 6-40 Esfuerzo de Muestreo Cuantitativo de Entomofauna

Código	Método	Número trampas/ transecto	Horas por días	Número por día	Total horas
PZM1	Trampas Pitfall	20	24	2	48 horas
PZM2	Trampas Pitfall	20	24	2	48 horas
PZM1	Van Someren Rydon	10	24	2	48 horas
PZM2	Van Someren Rydon	10	24	2	48 horas
Total					192 horas

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.5.2.3 Análisis de Datos

Riqueza

Es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada (Colwell, Robert K. 2009).

Abundancia

Las especies que tienen de 1 a 3 individuos son consideradas RARAS, las que tienen de 4 a 9 individuos son COMUNES, las que tienen de 10 a 49 individuos son ABUNDANTES y las que presentan más de 50 individuos son DOMINANTES (EPA, 1992).

Abundancia Relativa

La abundancia relativa es la proporción de una especie o taxón respecto a todas las especies o taxones contenidos en un sitio. Es un componente de biodiversidad y se refiere a cuan común o rara es una especie en comparación con otras especies en una comunidad biológica o una ubicación definida (Hubbell, S. P. 2001)

Curva de Dominancia de Especies

Es la representación de los valores P_i , es decir de las proporciones de las especies censadas en una localidad para lo cual se puede usar el programa Excel.

Mediante una correcta interpretación de la curva se puede (1) verificar la fiabilidad del estudio y su análisis, (2) determinar la proporción de la entomofauna conocida hasta el momento, y (3) extrapolar el número de especies que han sido registradas para estimar el número total de especies presentes en cada localidad (Moreno, 2001).

Índices de Diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Refleja la relación entre el número de especies y la proporción de sus individuos. Valores menores a 1,5 indican Baja diversidad, entre 1,5 a 3 indican Mediana diversidad y valores entre 3 a 5 señalan Alta diversidad. Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad mayor es el valor (Yáñez, P. 2014).

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

Curva de Acumulación de Especies

La curva de acumulación de especies indica la tendencia de crecimiento de la diversidad de las especies registradas en una zona de estudio.

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 (Moreno, 2001). Esta curva también permite estimar la eficiencia del muestreo realizado (Moreno, 2001).

Mediante una correcta interpretación de la curva de acumulación se puede (1) verificar la fiabilidad del estudio y su análisis, (2) determinar la proporción de la entomofauna conocida hasta el momento, y (3) extrapolar el número de especies que han sido registradas para estimar el número total de especies presentes en cada localidad (Moreno, 2001).

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, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984).

$$\text{Chao1} = S + a^2 / 2b$$

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 (número de "singletons") y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de "doubletons", Colwell, 1997; Colwell y Coddington, 1994).

Para la obtención de este parámetro se usó el programa estadístico EstimateS versión 9.0.0

Índices de Similitud

Coeficientes de Similitud de Jaccard

Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. El rango de este índice va desde cero (0), cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1), cuando los dos sitios comparados comparten las mismas especies (Moreno, 2001).

Aspectos Ecológicos

Nicho Trófico

Es la estrategia que utiliza una especie para sobrevivir (alimentarse, cazar, evitar ser alimento), es decir es la función que cumple un organismo dentro del ecosistema.

Estado de conservación de las especies

- Especies Sensibles

Son aquellas para las que se pudiera causar un daño demostrable en el caso de exponer públicamente información sobre registros localizables incluyendo: 1) captura selectiva para comercio 2) caza selectiva, 3) molestias selectivas, en el presente estudio se las

define por la abundancia presentada en los muestreos, mientras menos abundantes sean nos indican un alto grado de especialización.

- Especies Indicadoras

Son organismos 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. Las especies indicadoras también pueden reflejar un conjunto único de cualidades o características ambientales que se encuentran en un lugar específico, como un microclima único, se determinan en base a la Abundancia EPA, especies con menos de 4 individuos son especies sensibles debido a sus altos requerimientos ecológicos.

- Especies Endémicas

Una especie endémica son seres vivos, que incluyen tanto la flora como la fauna, cuya distribución se restringe a una determinada zona geográfica, ya sea una provincia, región, país o continente.

Uso del Recurso

Detalla información sobre la importancia que tienen ciertos elementos de la fauna de invertebrados en diferentes facetas consuetudinarias de las personas que moran en el área de estudio.

6.2.6.5.3 Análisis de Resultados

6.2.6.5.3.1 Análisis General

Riqueza

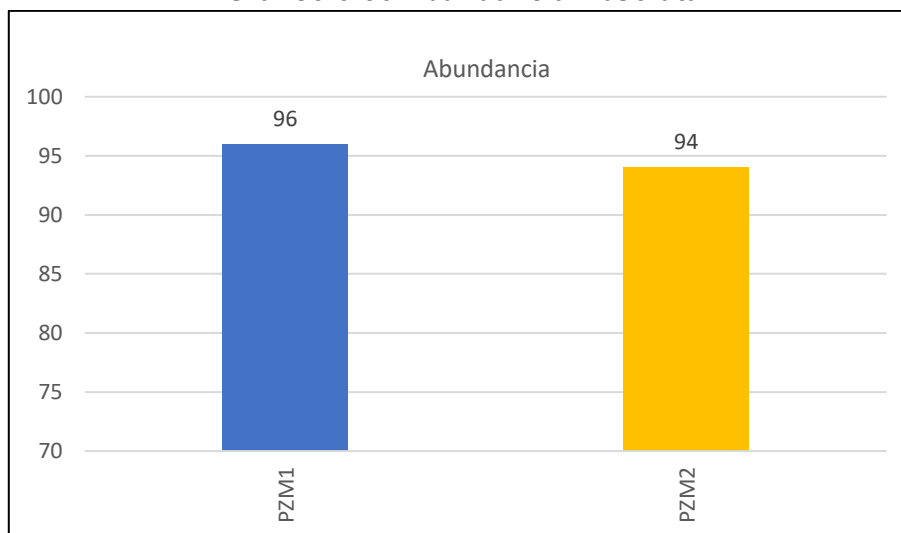
Se registraron un total de 17 especies de Insectos distribuidos en dos familias (Scarabaeidae y Nymphalidae) y dos órdenes (Coleoptera y Lepidoptera). La especie más representativa fue *Dichotomius prietoi* (Coleoptera) con el 19,47 % de individuos colectados, seguido de *Phanaeus chalcomelas* (Coleoptera) con el 17,37 %, del total de especies registradas cuantitativamente.

Abundancia

La abundancia de individuos, está estrechamente relacionada con la disponibilidad de alimento, refugio y áreas de ovoposición en su hábitat. Estos tres factores son fundamentales para el ciclo de vida y la reproducción de los insectos y están estrechamente relacionados con la calidad del hábitat en el que se desarrollan. Un hábitat con una amplia variedad de recursos alimentarios, una diversidad de refugios y áreas adecuadas para la reproducción, generalmente tendrá una mayor abundancia de individuos. Por otro lado, la degradación del hábitat, como la pérdida de vegetación, la contaminación o la deforestación, puede disminuir la disponibilidad de alimento, refugio y áreas de ovoposición, lo que a su vez puede llevar a una disminución de la abundancia de insectos en ese entorno.

En el presente estudio se determinó un total de 190 individuos, presentando mayor abundancia el Orden coleoptera (Scarabaeidae) con el 86,31% de individuos registrados, mientras que Lepidoptera (Nymphalidae) represento el 13,68 % del total de individuos registrados.

Gráfico 6-56 Abundancia Absoluta



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

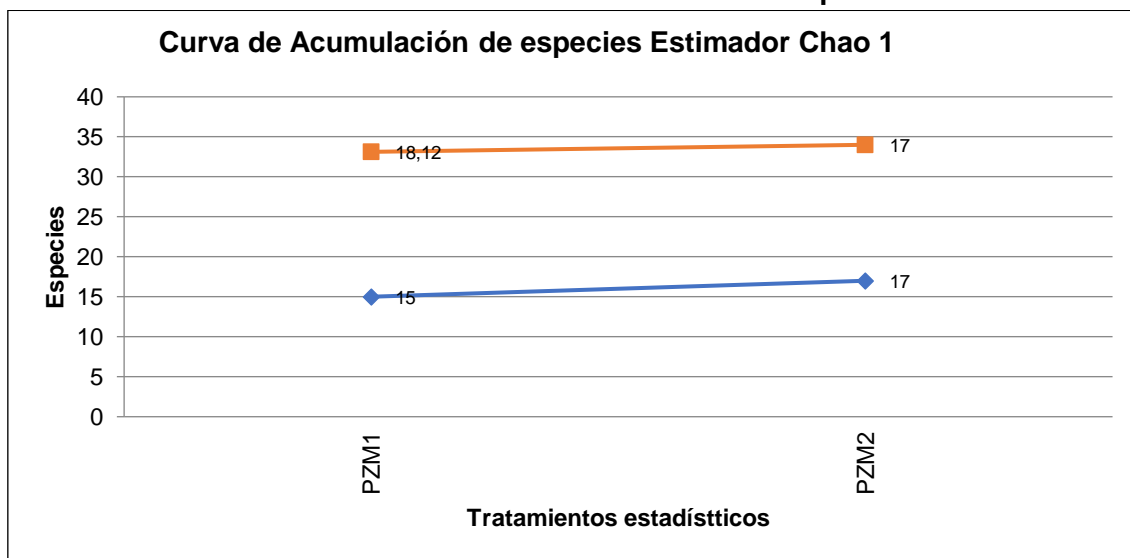
En condiciones normales, la curva de acumulación de morfoespecies de insectos seguirá aumentando a medida que se realicen más muestreos y se descubran nuevas especies. Esto se debe a que los ecosistemas son dinámicos y están sujetos a cambios, lo que puede llevar a la aparición de nuevas especies o a la colonización de especies previamente no detectadas.

Sin embargo, en casos de contaminación agresiva o disturbios ambientales severos, es posible que la curva de acumulación de morfoespecies se estabilice o incluso disminuya abruptamente. Esto se debe a que los cambios en el ambiente pueden afectar negativamente a las especies presentes, causando su desaparición o disminución significativa.

En resumen, normalmente es esperable que la curva de acumulación de morfoespecies de insectos no se estabilice por completo, ya que siempre existe la posibilidad de descubrir nuevas especies. Sin embargo, en situaciones de perturbación ambiental grave, como la contaminación agresiva, la curva podría estabilizarse o incluso descender debido a la pérdida de especies.

Se determinó que la curva de acumulación de morfoespecies de insectos tiende a estabilizarse, pero no alcanza la asíntota.

Gráfico 6-57 Curva de Acumulación de Especies



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Diversidad de Shannon

En el área de estudio se reportó un Índice de Diversidad de Shannon Medio (PZM1= 2,28 bits y PZM2= 2,25 bits), esto nos indicaría un moderado a bajo grado de Alteración.

La Diversidad Media de Shannon nos indicaría que las actividades antrópicas en la zona, están afectando de manera moderada a las poblaciones entomofaunísticas de la zona, por lo que es posible que exista un ensamblaje poblacional estable en el área de estudio. Esto podría sugerir que, a pesar de la afectación moderada, las poblaciones de insectos han alcanzado una especie de equilibrio en términos de composición y estructura. Podría deberse a que ciertas especies se adaptaron o encontraron nichos ecológicos favorables a pesar de las actividades antrópicas.

Índice de Diversidad de Simpson

Los puntos analizados presentaron una diversidad de Simpson alta, con valores superiores a 0.7. Esto indica que en esas áreas hay una presencia significativa de diferentes especies, lo que se traduce en una población heterogénea. Por lo tanto, la probabilidad de extraer al azar dos individuos de una misma especie en esas áreas es baja, ya que hay una mayor variedad de especies presentes.

En la Tabla 6-41, se describen los resultados del índice de diversidad de Shannon y Simpson.

Tabla 6-41 Resumen Índices de Diversidad

Sitios de Muestreo	Número de Especies	Número de Individuos	Índice de Shannon	Interpretación	Índice de Simpson	Interpretación
PZM1	15	96	2,289	Diversidad media	0,8798	Diversidad Alta
PZM2	15	94	2,255	Diversidad media	0,8603	Diversidad Alta

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Chao 1

De acuerdo al estimador Chao1, se comprobó que se censó a más del 83% de las especies.

El hecho de que el estimador Chao1 indique que se censó más del 83% de las especies no garantiza que el esfuerzo de muestreo haya sido suficiente. Es posible que existan especies que sean más difíciles de detectar o que tengan una distribución espacial o temporal que no se haya cubierto adecuadamente con la muestra. (Tabla 6-42).

Tabla 6-42 Valores de Chao 1

Punto de muestreo	Especies censadas	Chao1	Porcentaje de especies censadas
PZM1	15	18,12	82,781457
PZM2	17	17	100

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

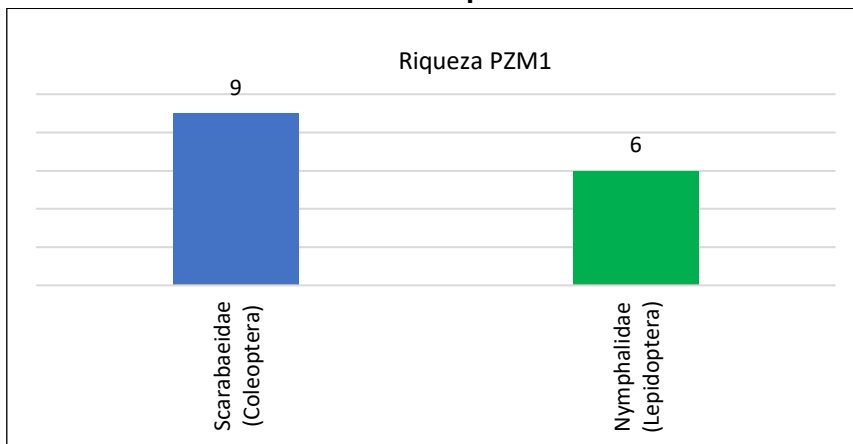
6.2.6.5.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

Punto de muestreo PZM1

Riqueza

Se registraron un total de 15 especies de Insectos distribuidos en dos familias y dos órdenes. El orden Coleóptera es el que más especies presenta, representado por la familia Scarabaeidae con nueve especies. Lepidóptera, representado por la familia Nymphalidae reporta en el presente estudio seis especies.

Gráfico 6-58 Riqueza PZM1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia

Se reportaron un total de 96 individuos durante el estudio.

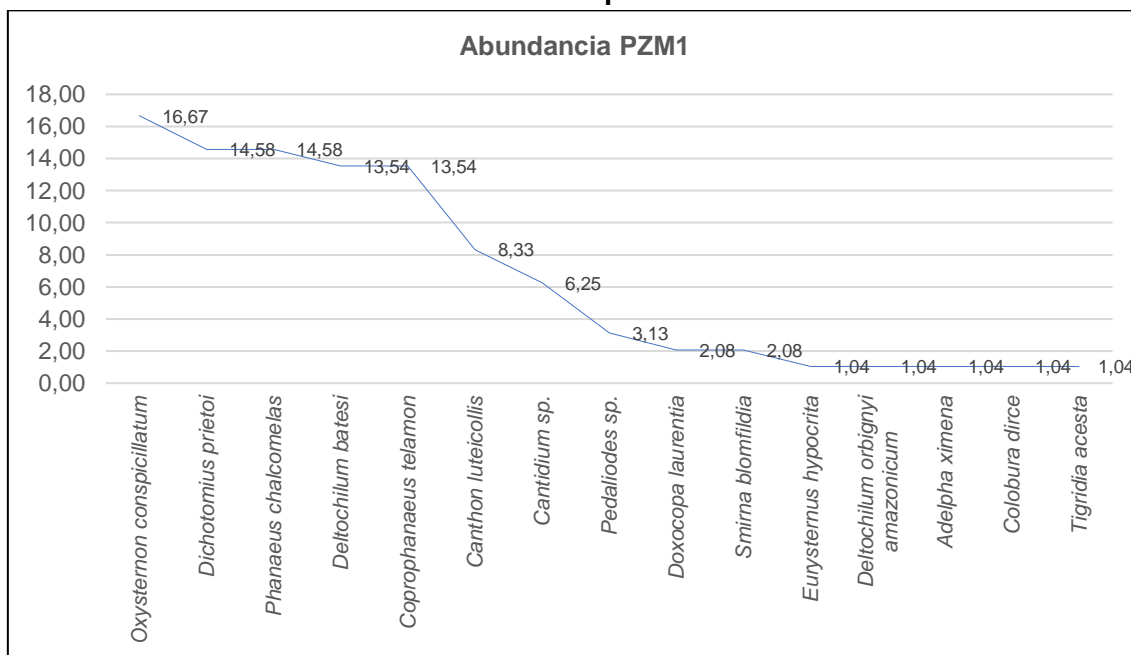
- Coleoptera

La especie más representativa fue *Oxysternon conspicillatum*, que comprendía el 16,7% de los individuos colectados. En segundo lugar, se encontraron *Dichotomius prietoi* y *Phanaeus chalconelas*, cada uno con el 14,6% de los individuos registrados.

- Lepidoptera

En cuanto a los lepidópteros, no se observaron valores significativos en términos de abundancia durante el muestreo. Los valores reportados fueron inferiores al 3% de los individuos recolectados. Esto podría ser debido a factores de estacionalidad, como la época reproductiva de los lepidópteros, o factores climáticos, como la presencia de lluvias en el área durante los días de muestreo. Estos factores pueden afectar la actividad y la presencia de los lepidópteros en el momento del estudio.

Gráfico 6-59 Riqueza PZM1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

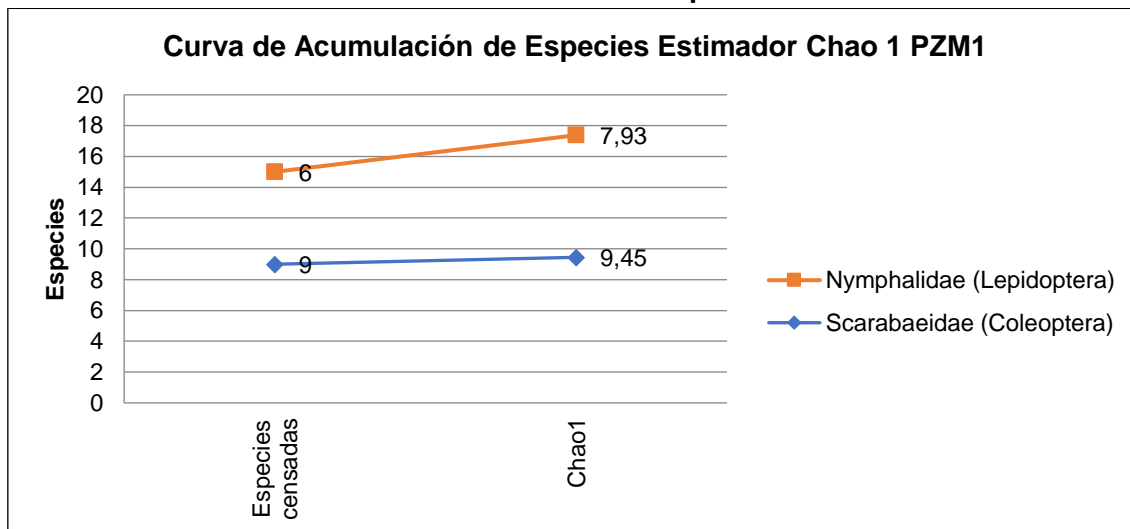
La estabilización de la curva de acumulación en el caso de los escarabajos coprófagos sugiere que la intensidad de muestreo fue óptima. Esto significa que se han capturado y registrado una gran proporción de individuos presentes en el área de estudio. Cuando la curva de acumulación se estabiliza, significa que se están encontrando cada vez menos especies nuevas a medida que se continúa muestreando, lo que indica que la muestra obtenida es representativa de la diversidad de escarabajos coprófagos en el área.

Por otro lado, el hecho de que la curva de acumulación de lepidópteros se mantenga en ascenso sugiere que la intensidad de muestreo no ha alcanzado su punto óptimo. A medida que se continúa muestreando, se siguen encontrando nuevas especies de lepidópteros, lo que indica que la muestra obtenida hasta el momento no captura toda la diversidad de lepidópteros presentes en el área de estudio.

Estas diferencias en la curva de acumulación entre escarabajos coprófagos y lepidópteros podrían deberse a una serie de factores. Por ejemplo, los escarabajos coprófagos pueden ser menos diversos en el área de estudio, lo que facilita capturar una proporción significativa de las especies presentes en un período de tiempo relativamente corto.

En el caso de los lepidópteros, la curva ascendente sugiere que aún quedan muchas especies por descubrir en el área de estudio. (Ver Gráfico 6-60).

Gráfico 6-60 Curva de Acumulación de Especies Estimadas Chao 1



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Diversidad de Shannon

PZM1 presentó un Índice de Diversidad de Shannon Medio ($H' = 2,289$) lo que indica un moderado grado de disturbación en la zona.

Un valor de $H' = 2,289$ sugiere que las actividades humanas en la zona están afectando de manera moderada a las poblaciones de insectos presentes en el área. Esto podría deberse a diversos factores, como la destrucción del hábitat y el cambio de los bosques en zonas de pastizal y cultivos.

Sin embargo, el hecho de que exista un ensamblaje poblacional estable en el área de estudio indica que, a pesar de la perturbación moderada, las poblaciones de insectos todavía son capaces de mantenerse y reproducirse en el área. Esto podría deberse a la presencia de refugios o hábitats adecuados que les permiten sobrevivir y persistir a pesar de las actividades antrópicas.

Índice de Diversidad de Simpson

PZM1 mostró una diversidad de Simpson alta, con valores superiores a 0.7. Esto indica que el área estudiada contiene poblaciones heterogéneas, es decir, hay una variedad de especies diferentes presentes.

Cuando la diversidad de Simpson es alta, la probabilidad de extraer al azar dos individuos de la misma especie es baja. Esto se debe a que hay muchas especies distintas presentes en el área y, por lo tanto, la posibilidad de seleccionar dos individuos de una misma especie al azar es menor.

En resumen, si la diversidad de Simpson es alta, implica que hay una amplia gama de especies diferentes presentes en el área estudiada, lo que reduce la probabilidad de seleccionar dos individuos de la misma especie al azar.

Tabla 6-43 Resumen Índices de Diversidad

Sitio de Muestreo	Número de Especies	Número de Individuos	Índice de Shannon	Interpretación	Índice de Simpson	Interpretación
PZM1	15	96	2,289	Diversidad media	0,8798	Diversidad Alta

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Chao 1

Se obtuvo un valor de Chao 1 de 18,12, podemos afirmar que el número de especies capturadas mediante trampas Pitfall y trampas VSR representa aproximadamente el 83% del total de especies estimadas por el índice Chao 1.

Si el valor Chao 1 es de 18,12, esto indica que se han capturado o detectado al menos 18 especies diferentes en la muestra analizada.

Esto implica que las trampas Pitfall y trampas VSR han sido eficientes para capturar la mayoría de las especies presentes en la muestra. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta afirmación se basa en el valor específico del índice Chao 1 proporcionado y en la suposición de que las especies capturadas por estas trampas son representativas de la diversidad total de especies en el área de estudio.

Tabla 6-44 Índice de Chao 1 - PZM1

Punto de muestreo	Especies censadas	Chao1	Porcentaje de especies censadas
PZM1	15	18,12	82,781457

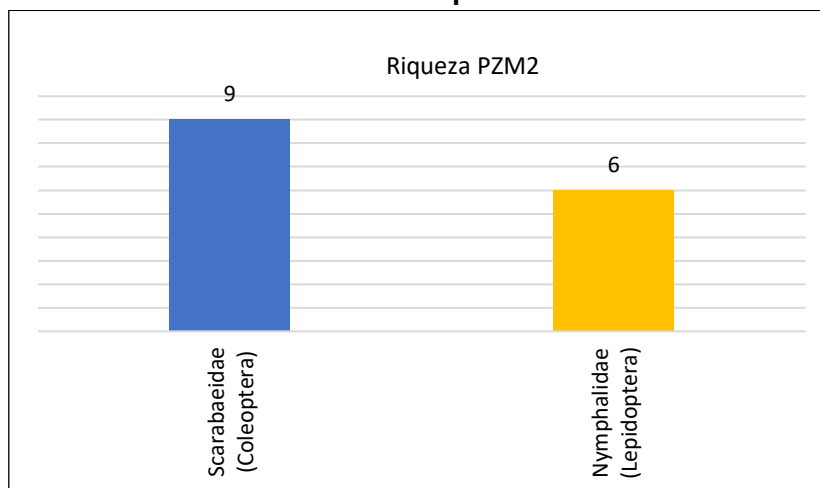
Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Punto de muestreo PZM2

Riqueza

Se registraron un total de 15 especies de Insectos distribuidos en dos familias y dos órdenes. El orden Coleóptera es el que más especies presenta, representado por la familia Scarabaeidae con nueve especies. Lepidóptera, representado por la familia Nymphalidae reporta en el presente estudio seis especies.

Gráfico 6-61 Riqueza PZM2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Abundancia

Se reportaron un total de 94 individuos.

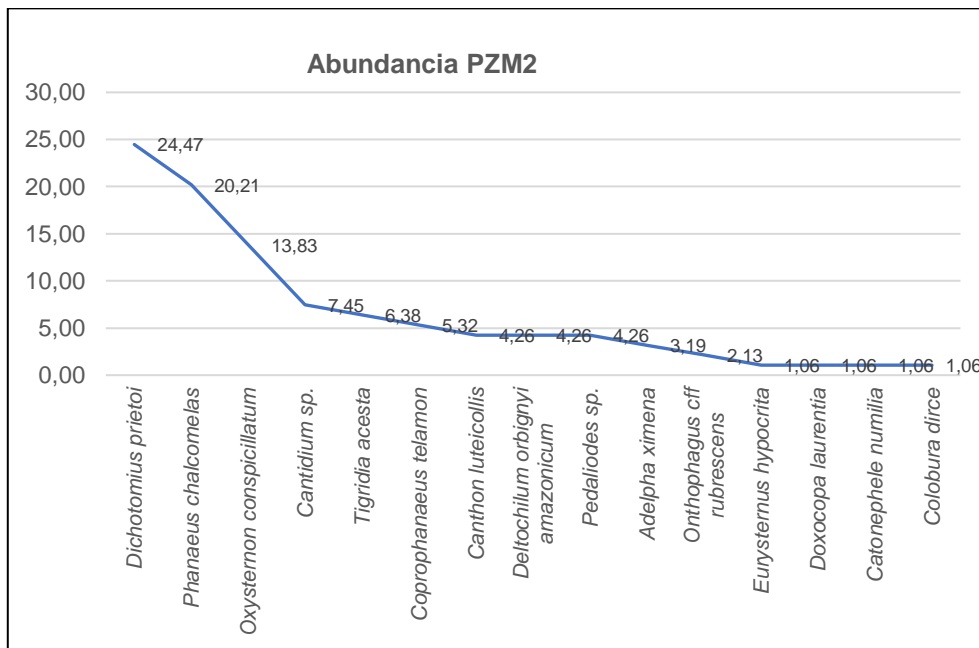
- Coleoptera

La especie más representativa fue *Dichotomius prietoi*, que comprendía el 24,46% de los individuos colectados. En segundo lugar, se encontró *Phanaeus chalconelas*, con el 20,21% de los individuos registrados, seguido por *Oxysternon conspicillatum* con el 13,82% de los individuos registrados.

- Lepidoptera

En cuanto a los lepidópteros, no se observaron valores significativos en términos de abundancia durante el muestreo. Los valores reportados fueron inferiores al 3% de los individuos recolectados. Los valores bajos de abundancia observados en el muestreo de lepidópteros pueden ser atribuidos a factores estacionales, como la época reproductiva de las especies, y factores climáticos, como la presencia de lluvias durante el período de muestreo. Estos factores pueden influir en la actividad y la presencia de los lepidópteros en un momento específico y pueden dar lugar a variaciones en la abundancia de estos insectos.

Gráfico 6-62 Abundancia PZM2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Curva de Acumulación de Especies

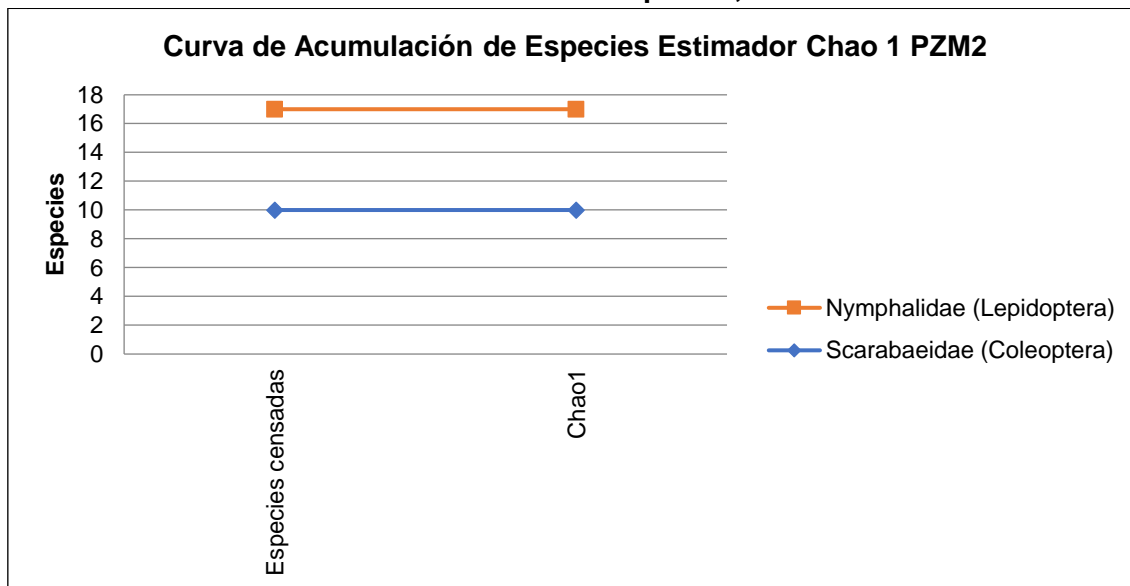
Se observa una estabilización de la curva de acumulación de especies.

Esto significa que se han capturado y registrado una gran proporción de individuos presentes en el área de estudio.

Cuando se realiza un muestreo de la diversidad de especies en un área determinada, es importante obtener una muestra representativa de la comunidad biológica en estudio. Si la curva de acumulación se estabiliza, significa que se están encontrando cada vez menos especies nuevas a medida que se continúa muestreando. Esta disminución en la detección de nuevas especies indica que la muestra obtenida es representativa de la diversidad de escarabajos coprófagos y lepidópteros en el área.

En resumen, la estabilización de la curva de acumulación indica un muestreo exhaustivo, pero también sugiere una disminución de especies entomofaunísticas debido a la presión antrópica y posibles factores climáticos. Estos resultados resaltan la importancia de abordar la conservación del hábitat y mitigar los impactos negativos de las actividades humanas en el entorno natural para proteger la diversidad de especies. (Ver Gráfico 6-63).

Gráfico 6-63 Curva de Acumulación de Especies, Estimador Chao 1 PZM2



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Diversidad de Shannon

PZM2 presentó un valor de Índice de Diversidad de Shannon (H') de 2,25, que indica un moderado grado de disturbación en la zona.

Posiblemente la diversidad de especies de insectos en la zona está siendo afectada de manera moderada debido a actividades humanas. Estas actividades podrían incluir la destrucción o alteración del hábitat natural de los insectos, como la deforestación para convertir áreas boscosas en terrenos de pastizales o cultivos agrícolas.

Sin embargo, el hecho de que exista un ensamblaje poblacional estable en el área de estudio indica que, a pesar de la perturbación moderada, las poblaciones de insectos todavía son capaces de mantenerse y reproducirse en el área. Esto podría deberse a la presencia de refugios o hábitats adecuados que les permiten sobrevivir y persistir a pesar de las actividades antrópicas.

Índice de Diversidad de Simpson

PZM2 mostró una diversidad de Simpson alta (0,86). Esto indica que el área estudiada contiene poblaciones heterogéneas, es decir, hay una variedad de especies diferentes presentes.

Cuando la diversidad de especies es alta, implica que hay una gran variedad de especies diferentes en el área, lo que reduce la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos de la misma especie. Esto se debe a que la distribución de individuos está más equilibrada entre las diferentes especies, lo que significa que la probabilidad de seleccionar dos individuos de una misma especie se diluye entre las múltiples opciones disponibles.

Tabla 6-45 Resumen Índices de Diversidad – PZM2

Sitio de Muestreo	Número de Especies	Número de Individuos	Índice de Shannon	Interpretación	Índice de Simpson	Interpretación
PZM2	15	94	2,255	Diversidad media	0,8603	Diversidad Alta

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Índice de Chao 1

Se obtuvo un valor de Chao 1 de 17, podemos afirmar que el número de especies capturadas mediante trampas Pitfall y trampas VSR representa el 100% del total de especies estimadas por el índice Chao 1.

Si el valor Chao 1 es de 18.12, esto indica que se han capturado o detectado al menos 17 especies diferentes en la muestra analizada.

Esto implica que las trampas Pitfall y trampas VSR han sido eficientes para capturar la mayoría de las especies presentes en la muestra. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta afirmación se basa en el valor específico del índice Chao 1 proporcionado y en la suposición de que las especies capturadas por estas trampas son representativas de la diversidad total de especies en el área de estudio.

Tabla 6-46 Índice de Chao1 – PZM2

Punto de muestreo	Especies censadas	Chao1	Porcentaje de especies censadas
PZM2	17	17	100

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Similitud (Diversidad Beta)

- Índices de Similitud de Jaccard

Se observó una similitud de 76%. Esto significa que hay una considerable superposición de especies entre los sitios y que las comunidades ecológicas presentes no son muy distintas entre sí.

La falta de homogeneidad ecológica puede ser atribuida a la baja diversidad de recursos ecológicos disponibles en los sitios analizados. Esto nos indicaría que los recursos necesarios para el sustento y la supervivencia de las especies presentes en estos lugares son limitados y probablemente no ofrecen una amplia variedad de nichos ecológicos.

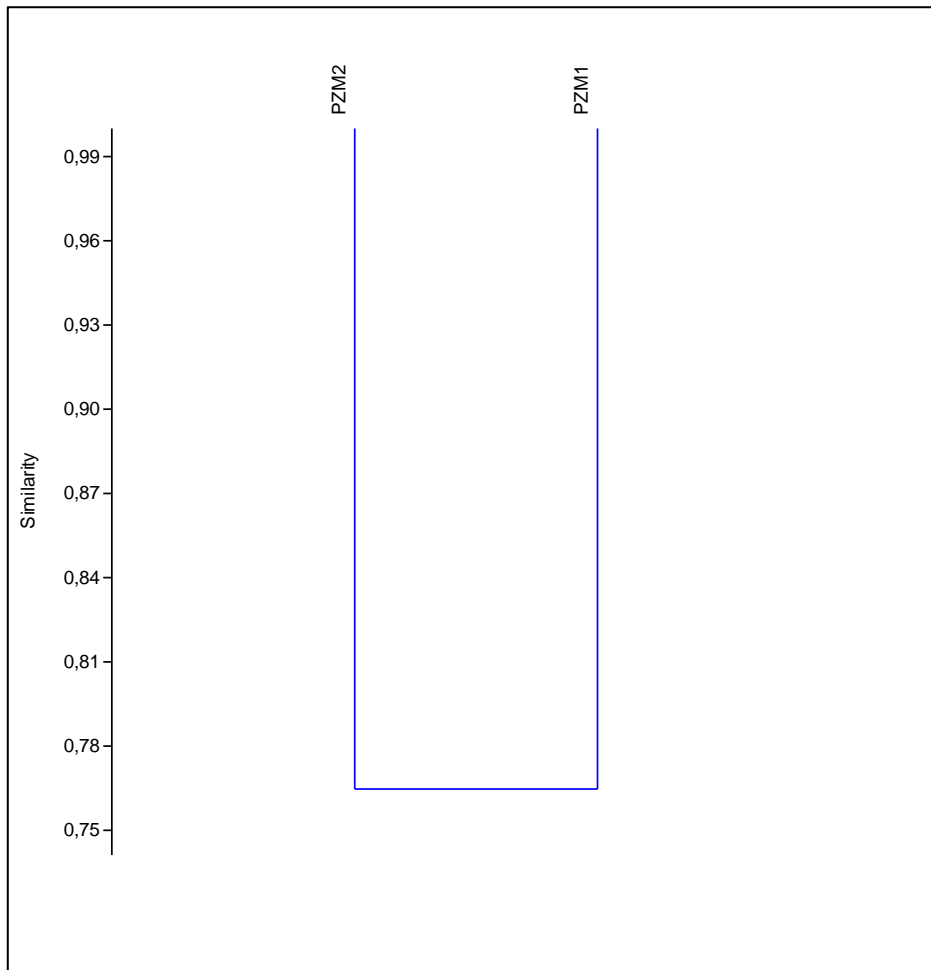
Como resultado, es posible que en estas zonas predominen especies generalistas y comunes, adaptadas a aprovechar los recursos limitados disponibles. Estas especies generalistas tienden a tener una amplia distribución geográfica y pueden sobrevivir en una variedad de condiciones ambientales. Su presencia en diferentes sitios contribuye a la similitud observada en el análisis.

Tabla 6-47 Índice de Similitud de Jaccard

Jaccard		
	PZM1	PZM2
PZM1	1	0,76471
PZM2	0,76471	1

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Gráfico 6-64 Dendrograma de Similitud de Jaccard



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

6.2.6.5.3.3 Análisis del Muestreo Cualitativo

Riqueza

En el área se realizaron muestreos cualitativos en cuatro puntos, PZO1, PZO2, PZO3 y PZO4.

Se determinaron 81 Insectos, distribuidos en seis Órdenes, 21 Familias y 44 especies.

Se determinaron grupos entomofaunísticos comunes en zonas de recuperación ecológica tales como los Curculionidos, Cerambycidos, Chrysomelidos, Gryllidos y

Cicadellidos, así como en menor proporción, grupos presentes en áreas boscosas en buen estado como los Cicindelidos, Phasmidos y los Mantidos.

Similitud (Diversidad Beta)

Índices de Similitud de Jaccard

Se observó una similitud de Jaccard del 14%. Esto significa que solo el 14% de las especies están presentes en ambos sitios, lo que indica una baja superposición de especies y una gran diferencia en las comunidades ecológicas entre los sitios.

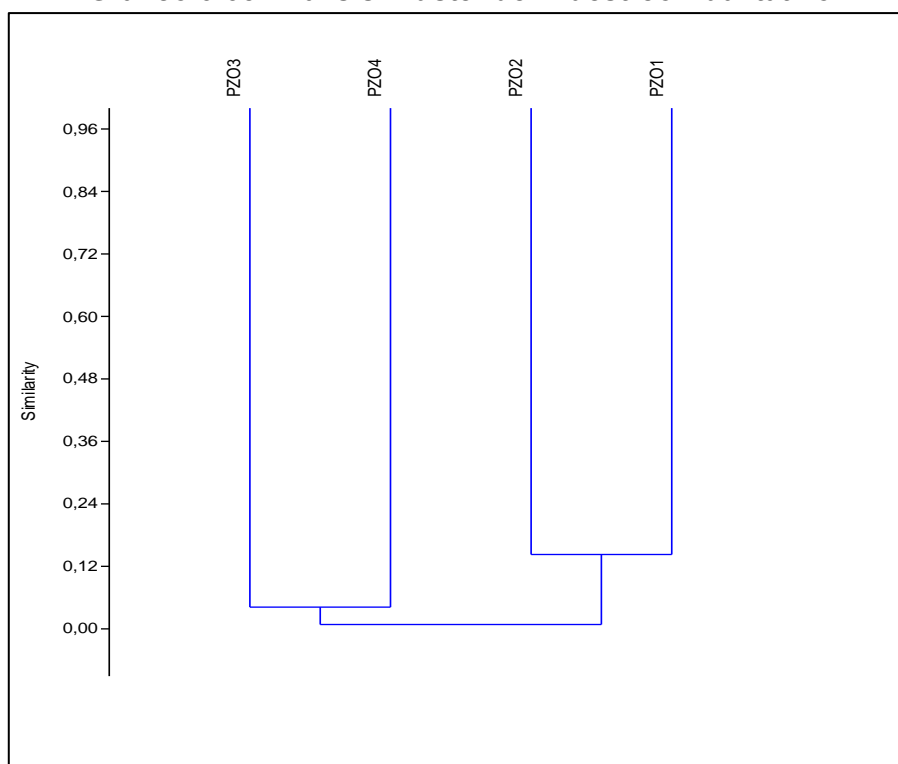
Esta baja similitud puede atribuirse a la alta heterogeneidad ecológica, es decir, a la presencia de una gran diversidad de recursos ecológicos en los sitios analizados. Esta diversidad de recursos sugiere que hay una amplia variedad de nichos ecológicos disponibles, lo que a su vez indica que los recursos necesarios para el sustento y la supervivencia de las especies presentes en estos lugares son altos.

Tabla 6-48 Resumen Índice de Similitud de Jaccard

	PZO1	PZO2	PZO3	PZO4
PZO1	1	0,14286	0	0
PZO2	0,14286	1	0,03333	0
PZO3	0	0,03333	1	0,04167
PZO4	0	0	0,04167	1

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Gráfico 6-65 Análisis Clúster del Muestreo Cualitativo



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Tabla 6-49 Número de Especies Registradas en el Muestreo Cualitativo

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	PZO1	PZO2	PZO3	PZO4	Total		
Insecta	Blattodea	Blattidae	<i>Blattidae sp1</i>		2			2		
			<i>Blattidae sp2</i>			1		1		
	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Nilio sp.</i>	1					1	
		Dascillidae	<i>Dascillidae N.D.</i>			1			1	
		Scarabaeidae	<i>Canthon luteicollis</i>				1		1	
		Curculionidae	<i>Entiminae N.D.</i>	1						1
			<i>Brachyceridae N.D.</i>		1					1
			<i>Conotrachelus quadrinotatus</i>				1			1
			<i>Curculionidae sp.1</i>		1					1
		Passalidae	<i>Odontotaenius sp.</i>			1			1	
		Cicindelidae	<i>Odontocheila sp.</i>		3					3
			<i>Pseudoxicheila sp.</i>				2			2
		Cerambycidae	<i>Cerambycidae sp1</i>	1						1
			<i>Cerambycidae sp2</i>				1			1
		Chrysomelidae	<i>Pyrrhalta sp.</i>				1			1
		Lampyridae	<i>c.f. Photinus</i>				1			1
		Lycidae	<i>Calopteron sp.</i>				2			2
		Erotylidae N.D.	<i>Erotylidae N.D.</i>				1			1
	Orthoptera	Acrididae	<i>Acrididae sp1</i>	1					1	
			<i>Acrididae sp2</i>			1			1	
		Tettigoniidae	<i>Eumastax sp.</i>		3	2				5
			<i>Ommatolampis perspicillata</i>			6				6
			<i>Tettigoniidae sp1</i>	1	1					2
			<i>Tettigoniidae sp2</i>	1						1
			<i>Tettigoniidae sp3</i>	2						2
			<i>Tettigoniidae sp4</i>		1					1
			<i>Tettigoniidae sp5</i>		1					1
			<i>Tettigoniidae sp6</i>			1	1			2
			<i>Conocephalus sp1</i>	3						3
			<i>Conocephalus sp2</i>				3			3
			<i>Phricta</i>	1	1					2
		<i>c.f. Silvitettix</i>			3				3	
		Tetrigidae	<i>Tetrigidae N.D.</i>					1		1
		Grillidae	<i>Grillidae N.D.</i>					1		1
		Phasmidae	<i>Phasmidae sp1</i>	1	1					2
			<i>Phasmidae sp2</i>		1					1
			<i>Phasmidae sp3</i>		1					1
	Mantidae	<i>Liturgusa sp.</i>				1			1	
		<i>Mantidae N.D.</i>					1		1	

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	PZO1	PZO2	PZO3	PZO4	Total
	Hemiptera	N.D.	<i>Hemiptera sp1</i>	1				1
			<i>Hemiptera sp2</i>		1			1
	Homoptera	Cicadellidae	<i>Macugonalia moesta</i>			6		6
			<i>Cicadellidae sp1</i>				1	1
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Paraponera clavata</i>			8		8
Total	6	21	44	14	18	40	9	81

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

6.2.6.5.3.4 Aspectos Ecológicos

Los insectos son un grupo de animales pertenecientes al filo de los artrópodos, que constituye el grupo más grande y diverso de organismos vivos en la Tierra. Se estima que los insectos representan más de la mitad de todas las especies conocidas, con alrededor de un millón de especies descritas hasta ahora, y se estima que hay millones más aún por descubrir.

Los insectos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, ya que están involucrados en procesos como la polinización de plantas, la descomposición de materia orgánica, la regulación de plagas y la alimentación de otros animales. También son importantes como fuente de alimento para humanos y animales.

Es importante destacar que los insectos presentan una gran diversidad en términos de su forma, tamaño, hábitats y comportamientos. Pueden encontrarse en casi todos los ecosistemas terrestres y acuáticos, desde las regiones polares hasta los trópicos, y han desarrollado adaptaciones especializadas para sobrevivir en una amplia variedad de condiciones ambientales.

Los escarabajos del estiércol se encuentran en diferentes partes del mundo y se pueden encontrar en una variedad de hábitats, incluyendo pastizales ganaderos. Cuando encuentran excrementos frescos, los escarabajos los utilizan como fuente de alimento y también como un lugar para poner sus huevos. Los adultos y las larvas de los escarabajos se alimentan de los excrementos, procesándolos y ayudando en su descomposición.

Además de alimentarse de excrementos, estos escarabajos también desempeñan un papel ecológico importante al enterrar el estiércol en el suelo. Al enterrar los excrementos, ayudan a incorporar los nutrientes presentes en ellos en el suelo, lo que contribuye a mejorar la calidad del suelo y promueve el crecimiento de las plantas.

El rompimiento y aireación de la materia fecal acelera el metabolismo microbiano con lo que ésta se descompone. De este modo también se liberan más fácil y rápidamente compuestos que pasan a formar parte del suelo como fósforo, potasio, amoníaco, nitrógeno y carbono. Estos químicos, además de enriquecer las propiedades del suelo, mantienen su composición y estructura, así como su capacidad de retención de aire y agua, lo que lo hace más fértil (Nichols et ál., 2008)

Los lepidópteros tienen una importancia ecológica significativa en los ecosistemas en los que se encuentran. Como adultos, juegan un papel vital en la polinización de plantas. Al alimentarse del néctar de las flores, transfieren inadvertidamente polen de una flor a otra, lo que permite la reproducción y fertilización de las plantas. Esto es fundamental para la producción de semillas y el mantenimiento de la diversidad vegetal en los ecosistemas.

Además de su papel como polinizadoras, las mariposas Nymphalidae también desempeñan un papel en la cadena alimentaria. Las larvas de muchas especies de Nymphalidae se alimentan de plantas, ayudando a controlar el crecimiento de ciertas especies vegetales y evitando que se conviertan en plagas. Al hacerlo, mantienen el equilibrio ecológico y contribuyen a la salud de los ecosistemas.

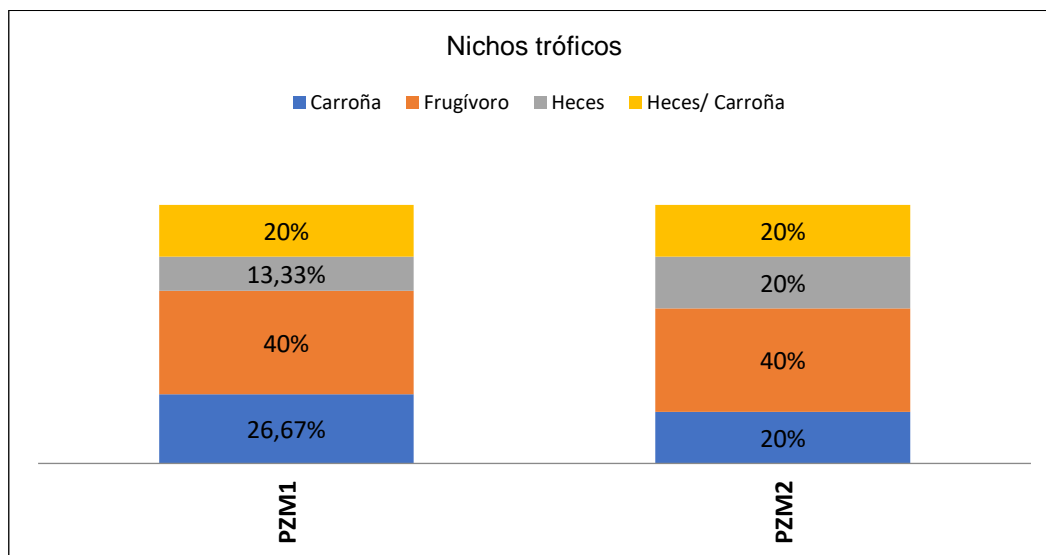
Nicho Trófico

En cuanto a los nichos tróficos presentes durante el muestreo Cuantitativo, aunque los frugívoros fueron dominantes en el muestreo (Lepidoptera), también se encontraron ejemplares de escarabajos coprófagos, copronecrófagos y necrófagos. Estos insectos desempeñan un papel importante en los ecosistemas al participar en la descomposición de materia orgánica y contribuir al ciclo de nutrientes. Además de su alimentación en estiércol y carroña, algunas especies de estos escarabajos también pueden consumir hongos u otros recursos alimentarios. Esto indica que existe cierta diversidad en las preferencias alimenticias dentro de estos grupos de insectos.

Aunque los frugívoros (Lepidoptera) fueron más dominantes en los puntos de muestreo, los escarabajos coprófagos, copronecrófagos y necrófagos también estuvieron presentes y desempeñan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos y la descomposición de materia orgánica en el ecosistema estudiado.

Esta pauta es común en las zonas Neotropicales y es debido a la presencia de mamíferos en el ecosistema que proveen recursos a los escarabajos de la subfamilia, lo que es normal en áreas con cierto grado de conservación (Halffter y Matthews 1966, Halffter et al. 2007, Navarrete y Halffter 2008). Cuando la densidad de mamíferos proveedores de estiércol descende, la necrofagia es considerada importante en este grupo de escarabajos (Halffter y Matthews 1966), debido a la disposición de carroña, procedente principalmente de pequeños mamíferos (Bustos-Gómez y Lopera 2003). Este esquema explicaría la alta representatividad de los especialistas coprófagos y copronecrófagos, lo que es indicador de bosques en Moderado estado ecológico (Gráfico 6-66)

Gráfico 6-66 Nichos Tróficos



Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Endemismo

Ninguna especie fue reportada como endémica.

Migración

No se han desarrollado estudios sobre la migración de estos grupos entomofaunísticos.

Especies Sensibles

Se comparó el listado obtenido, con el listado UICN (2021), y se determinaron tres especies categorizadas como de menor preocupación, ubicadas en las áreas de estudio.

En cuanto al Listado CITES, no hay información sobre este componente.

Tabla 6-50 Especies Sensibles

Especie	PZM1	PZM2
<i>Deltochilum batesi</i>	13	
<i>Coprophanæus telamon</i>	13	5
<i>Onthophagus cff rubrescens</i>		2
Especies	2	2

Fuente: Información de Campo, mayo 2023

Especies Indicadoras

Se determinó como especies indicadoras aquellas que presentaron una Abundancia EPA menor a 4 individuos por punto de muestreo, debido a que se determina que estas especies son poco abundantes debido a sus altos requerimientos ecológicos.

Dentro de estas especies indicadoras están:

Coleoptera: *Eurysternus hypocrita*, *Deltochilum orbigny amazonicum*, *Onthophagus cff rubrescens*.

Lepidoptera: *Doxocopa laurentia*, *Adelpha Ximena*, *Colobura dirce*, *Pedaliodes sp.*, *Smirna blomfieldia*, *Catonephele numilia*.

Distribución Vertical

En cuanto a la distribución vertical, los individuos reportados, pertenecen a especies que se desplazan principalmente por el suelo y en el sotobosque donde encuentran las heces de los mamíferos grandes, así como cadáveres (Coleoptera). Las especies de Nymphalidae (Lepidoptera) suelen desplazarse y interactúan en la zona de sotobosque

Uso del Recurso

De manera general, varias especies de invertebrados de la zona, son usados por los comuneros, tal es el caso de: insectos que son usados para pescar, así: , larvas de megalopteros, grillos (Gryllidae, Orthoptera), larvas y adultos de comejenes (Isóptera), algunas especies de hormigas son usadas dentro de la dieta de las comunidades ya que son consumidas luego de freírlas, lo mismo sucede con las larvas de culculiónidos (*Rhynchophorus palmarum*) que parasitan algunas especies de palmas como la chonta, y que son consideradas como un manjar.

En estas zonas se desarrollan algunas enfermedades causadas por vectores, tales como el Paludismo, que es transmitido por dípteros de la familia Anophelidae.

La importancia del control de los movimientos poblacionales de áreas endémicas de paludismo a zonas libres de enfermedad, carentes de infraestructura en los cuidados de salud y la falta de programas de salud preventiva (cobertura de los depósitos de agua, uso de mosquiteros, repelentes etc), producen que cada año durante la estación lluviosa, los casos de paludismo aumenten a más de los casos esperados (epidemia).

La mejor forma de evitar la enfermedad es mediante el uso de repelente en caso de ingresar a la selva, y el uso de mosquiteros.

6.2.6.5.4 Comparación con Estudios Previos

Este estudio no pudo ser comparado con el ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AMPLIATORIO del 2006, ya que en ese estudio no se realizó un levantamiento de información de Entomofauna.

6.2.6.5.5 Conclusiones y Recomendaciones

- El estudio realizado en base a los Escarabajos Copronecrófagos y Lepidópteros indica que el área en cuestión tiene una calidad ecológica moderada. Esto significa que, aunque no se encuentra en óptimas condiciones, tampoco está en un estado preocupante. La diversidad media de escarabajos coprófagos y lepidópteros sugiere que hay una cantidad promedio de recursos ecológicos disponibles en el área.
- La estabilidad poblacional se ve favorecida por la presencia de microhábitats, que son pequeños nichos o lugares específicos donde los organismos encuentran condiciones adecuadas para vivir y reproducirse. Estos microhábitats pueden estar relacionados con la presencia de vegetación,

estructuras físicas o interacciones biológicas que brindan oportunidades para la supervivencia de los organismos.

- La combinación de los valores de Simpson y la similitud de Jaccard indica que la zona analizada es heterogénea en términos de la diversidad de especies, pero hay una presencia considerable de especies similares en ambos tratamientos estadísticos (Jaccard = 76%).
- Los insectos, en particular los insectos voladores, son atraídos por la luz blanca o azul debido a que estas longitudes de onda se encuentran dentro del espectro ultravioleta, que es visible para ellos. Sin embargo, las luces amarillas emiten una longitud de onda más larga y más cálida, lo que resulta menos atractivo para los insectos. Al usar luces amarillas en lugar de luces blancas, se puede reducir la cantidad de insectos atraídos hacia el campamento. Esto puede ser beneficioso para evitar la incomodidad de tener una gran cantidad de insectos revoloteando alrededor, así como para proteger a los insectos de morir debido al agotamiento o al impacto contra las luces.
- Es importante destacar que, si bien las luces amarillas pueden ayudar a reducir la atracción de insectos, no los eliminarán por completo. Algunos insectos seguirán siendo atraídos por la luz amarilla, pero en menor medida que con la luz blanca.
- La presencia y distribución de poblaciones de lepidópteros (mariposas y polillas) pueden verse afectadas por factores climatológicos, como la lluvia y el viento. Estos insectos son ectotermos, lo que significa que su temperatura corporal depende del ambiente externo. Por lo tanto, son especialmente sensibles a las condiciones climáticas y pueden experimentar cambios en su comportamiento y hábitats debido a las fluctuaciones climáticas. La lluvia puede tener diferentes efectos en las poblaciones de lepidópteros. Una precipitación intensa y prolongada puede afectar negativamente a estas criaturas, ya que pueden ser más vulnerables a ahogarse o perder sus fuentes de alimentación. Además, las mariposas tienden a buscar refugio durante la lluvia, lo que puede reducir temporalmente su actividad y movimiento.
- El viento también puede tener un impacto en las poblaciones de lepidópteros. Vientos fuertes pueden dificultar el vuelo de estos insectos, lo que puede afectar su capacidad para buscar alimento y refugio. Además, los vientos fuertes pueden dañar o destruir sus hábitats y lugares de cría, lo que afectaría negativamente a sus poblaciones.

6.2.6.6 Ictiofauna (Peces)

Se ha reconocido al continente suramericano como el más rico en especies de peces dulceacuícolas, especialmente la zona correspondiente a la Cuenca Amazónica. Para comprender esta enorme riqueza de especies, es necesario tener en cuenta los diferentes eventos geológicos y climáticos que tuvieron lugar en el continente a partir del momento de su separación de África, y que sin duda han sido determinantes en su evolución (Galvis et al., 2006).

Desde el punto de vista indicador, los peces tienen características propias que les diferencian de otros elementos biológicos (fitobentos, plancton, macroinvertebrados, macrófitas) y les hacen complementarios ineludibles. Su mayor longevidad (hasta 20 y 30 años) permite a los peces ser testigos e indicadores de afecciones e impactos históricos a las masas de aguas cuyas causas ya han desaparecido. Además, su mayor tamaño y movilidad les permite jugar un papel preponderante en los ecosistemas, al influir en el flujo de energía y transporte de sustancias y elementos.

La ictiofauna neotropical tiene 5,600 especies descritas formalmente, lo que representa cerca del 50% de los peces de agua dulce en el mundo (Escobar-Camacho, 2015). En Ecuador, según los estudios realizados se estima la existencia de más de 900 especies de peces, de las cuales 40 pertenecen a la Zona Ictiohidrográfica Upano-Zamora (UZ) que incluye a los cuerpos de agua del Proyecto Minero Panantza que se evalúan actualmente, y que alberga una riqueza de 40 especies (Barriga, 2012), lo que equivale al 4,21 % de la ictiofauna ecuatoriana.

Una herramienta de alta importancia es la caracterización ictiológica como ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental, ya que posee valiosa información para evaluar el pasado de un determinado ecosistema acuático; referidos a estudios prospectivos que ayudan a predecir los impactos ambientales producidos por fenómenos de diversos orígenes (Teixeira de Mello et al, 2011).

6.2.6.6.1 Sitios de Muestreo

6.2.6.6.1.1 Descripción de los Sitios de Muestreo

El área de estudio se ubica en la Provincia Morona Santiago, Cantón San Juan Bosco, Parroquia Panantza, Proyecto Minero Panantza. De acuerdo a la clasificación propuesta por el MAE (2013), el área de estudio pertenece a la formación vegetal BsPa02 - Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú. En la Tabla 6-50, se observa los sitios de muestreo, coordenadas, fecha y descripción de los cuerpos de agua.



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE
MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA LA CONCESIÓN MINERA
PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULTÍA LTDA.
GESTIÓN AMBIENTAL

Tabla 6-51 Sitios y Esfuerzo de Muestreo de la Ictiofauna

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
PZI-01	Río Panantza antes del ingreso al área de exploración	11/06/2023	782.591	9.650.328	894	Red de arrastre Atarraya Red de mano Anzuelos	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce; de 6 a 7m de ancho y de 0,10 a 0,65 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque secundario, se registraron lluvias durante los muestreos.
PZI-02	Río Yavintza antes del ingreso al área de exploración	12/06/2023	782.514	9.650.265	807	Red de arrastre Atarraya Red de mano Anzuelos	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, algunas rocas se encontraron cubiertas de pecton; de 6 a 10 m de ancho y de 0,15 a 1m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante presenta especies propias de la zona intercalada con cultivos de plátano, papaya y chonta, se registraron lluvias dispersas horas antes de los muestreos.
PZI-03	Río Panantza	13/06/2023	783.597	9.650.213	838	Red de arrastre	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE
MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA LA CONCESIÓN MINERA
PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULTÍA LTDA.
GESTIÓN AMBIENTAL

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
	dentro del área de exploración					Atarraya Red de mano Anzuelos			rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce, pequeña cantidad de hojarasca en el lecho; de 11 a 15 m de ancho y de 0,15 a 1m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña en cierta parte se encuentra erosionada, no obstante, las especies presentes son herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante corresponde a un bosque secundario, día parcialmente nublado. Aguas abajo se observa un derrumbe en una de sus orillas.
PZI-04	Quebrada S/N antes del ingreso al área de exploración	10/06/2023	783.252	9.651.464	1.030	Red de arrastre Atarraya Red de mano Anzuelos	100m	Cuantitativo	Quebrada de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados de menor tamaño en ciertos tramos del cauce; de 0,60 a 1m de ancho y de 0,15 a 0,25 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque alterado intercalado con pastizales, día nublado. No se registraron especies de ictiofauna, esto puede deberse a los derrumbes producidos meses atrás a causa de las constantes lluvias.



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE
MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA LA CONCESIÓN MINERA
PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULT CÍA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
PZI-05	Río Panantza, antes de la unión con río Shaime	11/06/2023	784.117	9.649.759	799	Red de arrastre Atarraya Red de mano Anzuelos	100m	Cuantitativo	Río localizado a 100m aproximadamente del campamento EXSA, de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, empalizada de distinto tamaño a lo largo del cauce de 13 a 15m de ancho y de 0,20 a 0,80 m de profundidad aproximadamente, orilla media. La zona ribereña se encuentra formada por herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante corresponde a un bosque secundario, día parcialmente nublado y con lluvias dispersas.
PZI-06	Río Shaime dentro del lote de EXSA	12/06/2023	784.106	9.650.380	862	Red de arrastre Atarraya Red de mano Anzuelos	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados y empalizada a lo largo del cauce, algunas rocas se encontraron cubiertas de pecten; de 2 a 2,70 m de ancho y de 0,10 a 0,22 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante registra especies propias de la zona, se registraron lluvias dispersas.

Simbología: PZI= Punto de Muestreo Panantza Ictiofauna.

Fuente: Información de campo, mayo – junio 2023

6.2.6.6.2 Metodología

6.2.6.6.2.1 Fase de Campo

La metodología empleada para el actual estudio se basa en la aplicación de técnicas de muestreo en períodos cortos, basados en el sistema de evaluaciones ecológicas rápidas propuesto por el convenio Ramsar (2010), en base a la petición de directrices de evaluación de ecosistemas acuáticos continentales en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, esta metodología proporciona información cuantitativa necesaria para determinar la composición y estado de conservación de la ictiofauna local (Ramsar, 2010).

Se realizó el levantamiento de información del componente íctico en sistemas lóticos (riachuelo, esteros, ríos o quebradas). El trabajo de campo se efectuó en abril del 2023. Se efectuó el muestreo en seis puntos dentro del área Proyecto Minero Panantza.

La metodología que se empleó en campo para el actual estudio, presenta como importante antecedente su aplicación en trabajos pioneros de la diversidad ictiofaunística para el Ecuador (Barriga & Olalla, 1983); (Barriga 1994). Estos criterios han sido realizados por varios investigadores especializados en el área de ictiofauna dentro del país (Guarderas et al. 2004, Guarderas et al. 2009, Jácome y Guarderas, 2005, Jácome 2013, Román-Valencia 2007, Rivadeneira et al. 2010, Barriga 1994).

En el actual levantamiento de información de peces, se mantuvieron los lineamientos según Galvis et al. 2006, donde las artes de pesca aplicadas en el estudio son metodologías estandarizadas para estudios ecológicos, que permiten obtener un diagnóstico del estado de las comunidades ícticas. Sin embargo, de acuerdo a la hidrografía de los cuerpos de agua, se aplicará de manera efectiva cada arte de pesca.

A continuación, se detallan los métodos de capturas más comúnmente utilizados y aplicados en esta zona.

Red de arrastre: con dimensiones de 4 m de largo por 1,8 m de alto y malla de 0,5 cm. Fue utilizada en zonas poco profundas de los cuerpos de agua en 100 metros lineales (Barriga & Olalla, 1983). Con una repetición de 10 veces a lo largo del Transecto establecido. Se necesita de un mínimo de dos personas para su utilización, ya que se necesita desplazarse dentro del cauce.

Atarraya: red a manera de disco (2,5 m de radio). Se lanzó por 10 ocasiones en fosas, libres de troncos y material vegetal en descomposición, esto en un aproximado de una hora (Mojica & Galvis, 2002).

Red de mano: red en forma de bolso. Se usó cerca de la ribera, abarcando la mayor cantidad de micro-hábitats (bajo la vegetación, piedras y hojarasca) donde fue posible, dentro de 100 metros lineales con una aplicación de 10 repeticiones (Mojica & Galvis, 2002).

Anzuelos de diferentes tamaños: se los utilizó en los afluentes con gran profundidad, con un tiempo de uso de una hora. Se usó como carnada peces pequeños, lombrices, insectos (Mojica & Galvis, 2002).

Los peces capturados durante el muestreo fueron colocados en un balde plástico con suficiente agua y con cambios constantes, para mantenerlos vivos. Posteriormente se procedió a una identificación previa y fotografiarlos para ser devueltos a su hábitat.

6.2.6.6.2 Esfuerzos de Muestreo

En la Tabla 6-52, se indica el esfuerzo de muestreo realizado para el componente ictiofauna en el área de estudio.

Tabla 6-52 Esfuerzo de Muestreo para la Ictiofauna

Fecha dd/mm/aa	Código	Cuerpo de Agua	Metodología Aplicada	Horas / Día	Área cubierta (m)	Tiempo total (horas)
11/06/2023	PZI-01	Río Panantza antes del ingreso al área de exploración	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		
12/06/2023	PZI-02	Río Yavintza antes del ingreso al área de exploración	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		
13/06/2023	PZI-03	Río Panantza dentro del área de exploración	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		
10/06/2023	PZI-04	Quebrada S/N antes del ingreso al área de exploración	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		
11/06/2023	PZI-05	Río Panantza, antes de la unión con río Shaime	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		

Fecha dd/mm/aa	Código	Cuerpo de Agua	Metodología Aplicada	Horas / Día	Área cubierta (m)	Tiempo total (horas)
12/06/2023	PZI-06	Río Shaimé dentro del lote de EXSA	Red de arrastre	10 arrastres 1 hora / 1 día	100 m	4
			Atarraya	10 lances de atarraya 1 hora / 1 día		
			Anzuelos	1 hora/día		
			Red de mano	1 hora/día		
Total de horas de trabajo efectivo utilizando la metodología de muestreo						24 horas
Simbología: PZI= Punto de Muestreo Panantza Ictiofauna.						

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

6.2.6.6.2.3 Análisis de Datos

Se realizó una pre identificación in situ de los especímenes capturados en el sitio de muestreo. La confirmación de la identificación de las especies se realizó en Quito, con las fotos de los especímenes, utilizando guías y claves de identificación: (Jiménez & otros, 2015), (Barriga, 2012); (Galvis, y otros, 2006); (Maldonado-Ocampo, Ortega, & Lara, 2005); (Géry, 1977).

No se realizaron colecciones de especímenes ya que fueron capturados, registrados e identificados in situ, fotografiados y liberados para su posterior confirmación con literatura especializada de cada grupo e información de las colecciones de los museos de Quito.

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de la ictiofauna en los puntos de muestreo.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, se utilizó hojas de Excel y los programas estadísticos Past 4.10 y BioDiversity.

Se realizaron los siguientes análisis:

Riqueza

Proporciona información acerca del número neto de especies (número de especies, géneros, familias y órdenes registrados), (Moreno C., 1991).

Abundancia Total

Número de individuos registrados de una especie (Villareal, y otros, 2004) también suele manejarse el término para enunciar el número total de individuos de todas las especies en un sitio (Moreno C., 1991).

Abundancia Relativa

Abundancia y distribución de individuos entre los tipos o morfoespecies. Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de morfoespecies, pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Suele ser normal

el caso que la mayoría de morfoespecies son raras (tengan pocos individuos), mientras que un moderado número sea de comunes, y muy pocas morfoespecies sean verdaderamente abundantes (<http://tarwi.lamolina.edu.pe>, 2008).

La abundancia relativa, también conocida como Pi se calcula así:

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

Dónde:

n_i = número de individuos de una especie.

N = número total de individuos en el sitio, considerando todas las especies.

Las especies colectadas fueron evaluadas de acuerdo con el número de individuos encontrados, siendo así que: AB= Abundante > 10 individuos, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuos, R= Raro 1 individuo (Environmental Protection Agency, 2002)

Índice de Diversidad de Shannon

Su capacidad discriminatoria es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies. (Magurran, 1989). Su expresión de cálculo es:

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

Donde:

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

\sum = sumatoria

p_i = proporción de la muestra

$(n_i/n) \ln$ = logaritmo natural

Tabla 6-53 Interpretación para el Índice de Shannon

Valores	Interpretación
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
Superiores a 3,1	Diversidad alta

Fuente: (Yáñez P., 2014)

Índice de Equidad de Pielou

Es un estimador paramétrico que, en base a los valores de diversidad obtenidos de la aplicación del índice de Shannon-Wiener, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1987).

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

Dónde:

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

H' = es el valor del índice de Shannon-Wiener

Índice de Dominancia de Simpson

Su capacidad discriminatoria es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies (Magurran, 1989).

Se utiliza habitualmente en su forma 1-D, que toma valores entre 0,0 y 1,0 considera la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

P_i = Abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Tabla 6-54 Interpretación para el Índice de Simpson en su Fórmula 1-D

Valores	Interpretación
0,01 - 0,33	Diversidad baja
0,34 - 0,66	Diversidad media
Superiores a 0,66	Diversidad alta

Fuente: (Yáñez P., 2014)

Riqueza de Familias

Número total de familias registradas (Villareal, y otros, 2004).

Índice de Chao1

Es un estimador no paramétrico del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Se requiere determinar cuántas especies están representadas por solo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están por exactamente dos individuos (*doubletons*), (Chao, 1984), (Chao & Lee, 1992). Utiliza la siguiente fórmula:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{F^2}{2G}$$

Dónde:

S_{obs} = Número de especies observadas en la muestra

F = Especies representadas por un individuo en la muestra

G = Especies representadas por dos individuos en la muestra.

Curva de Acumulación de Especies

Es una curva de registro de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con el esfuerzo de muestreo de acuerdo a las repeticiones realizadas. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que se prosigue el muestreo aparecen menos especies, como las raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, poco a poco la pendiente de la curva desciende. El momento en el que esto ocurre por completo, teóricamente, se ha alcanzado número total de especies que se puede hallar en la zona, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez, 2003).

Índice de Similitud 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 (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos puntos de muestreos comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Humboldt, 2006)

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

Dónde:

a = es el número de morfoespecies presentes en el sitio a; b es el número de morfoespecies presentes en el sitio.

b y c = es el número de morfoespecies presentes en ambos sitios a y b. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay morfoespecies compartidas entre ambos sitios hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de morfoespecies (Humboldt, 2006).

Aspectos ecológicos

Las características de los ecosistemas están influenciadas por los datos relevantes de crecimiento, reproducción, y alimentación, (McConnell & Lowe, 1967), siendo factores

limitantes del desarrollo de una población, en un determinado espacio o territorio (Grosman, González Castelain, & Usun, 2002) en base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de la ictiofauna, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos:

Nicho o Gremio Trófico

El conocimiento de los hábitos alimenticios de las especies permite evaluar su estatus en la comunidad (nivel trófico) y por lo tanto el efecto que podría producirse en cualquier uso o gestión. Además, la determinación del nicho trófico puede establecer la tasa de acumulación de un elemento tóxico que pueda afectar a la ictiofauna local (Granado, 2002).

Las comunidades de peces incluyen diferentes niveles tróficos: omnívoro, insectívoro, detritívoro y carnívoro; y se sitúan en los niveles próximos al vértice de la pirámide trófica (Ortega-Lara, 2004). De este modo la composición y estructura de la comunidad integra y la información de los niveles tróficos inferiores (especialmente de algas e invertebrados), reflejan el estado de calidad de todo el ecosistema acuático.

Para la determinación del nicho trófico de la ictiofauna, el muestreo se basó en fuentes bibliográficas fundamentadas en el análisis del contenido de tractos digestivos, así como el uso de guías ilustradas de ictiofauna regional (Jiménez & otros, 2015); (Tufiño & Ramiro Barrantes, 2013); (Maldonado-Ocampo, Ortega, & Lara, 2005).

Hábito o Patrón de Actividad

Las interacciones sociales influyen en la sincronización de ritmos circadianos, como la formación de cardúmenes que modifica el carácter diurno o nocturno de los individuos, facilitando el encarrilamiento de luz y alimento, pero debido a la jerarquía que se desarrolla en estos sistemas de agrupación, se ha observado que los individuos menos competitivos pueden ser desplazados hacia horarios de alimentación más desfavorable, para evitar competencia intraespecíficas (Granado, 2002).

Para establecer los hábitos de comportamiento de la ictiofauna capturada, el muestreo se basó en bibliografía específica: (Jiménez & otros, 2015); (Tufiño & Ramiro Barrantes, 2013).

Distribución Vertical

Todas las especies muestran unas grandes movilidades a pequeña escala, tanto horizontales como verticales (en la columna de agua). Mediante su anatomía y adaptación fisiológica, las especies han podido desarrollar estrategias de selección de hábitats en el eje vertical (superficie y fondo). Los peces capaces de adherirse a la superficie de las piedras, a menudo tienen bocas en forma de ventosa con las que se alimentan de organismos epilíticos o epifíticos, mientras que las especies más diminutas o alargadas, que habitan en los intersticios de las rocas, están en condiciones particularmente buenas para devorar las numerosas larvas de insectos y crustáceos que habitan en el fondo.

Algunos autores, como (McConnell & Lowe, 1967), han reportado otros tipos de hábitat presentes en los ambientes acuáticos, como la presencia de especies que se esconden (camuflan) en el fondo arenoso. Otro hábitat importante son las grietas y huecos presentes en el lecho del río. Las especies registradas en el presente estudio se basó en referencia bibliográfica de (Galvis, y otros, 2006)

Según la (FAO, 2002), se enlista el tipo de estrato de las especies:

- Estrato superficial. Es ocupado por especies pequeñas, de color plateado y boca orientada hacia arriba.
- Estrato superior. Es ocupado por peces mayormente plateados, de formas hidrodinámicas y con boca terminal.
- Estrato medio. Es ocupado por peces mayormente plateados, de formas hidrodinámicas y con boca terminal.
- Estrato inferior. Es ocupado por peces mayormente plateados, de formas hidrodinámicas y con boca terminal.
- Estrato bentónico. Es ocupado por especies que habitan en el fondo de los cuerpos de agua, de colores pardos y la boca en posición ventral.

Sociabilidad

El enriquecimiento social también es importante para las especies. Las especies de peces que viven en cardúmenes forman grupos jerárquicos; para un individuo, ser parte de estos grupos ha generado seguridad ante la detección de los depredadores, ya que la protección es más eficiente cuando nadan de forma sincronizada en un grupo (Pitcher, 1986). Se debe considerar la ontogenia de cada especie, algunas forman cardúmenes en alguna etapa de su desarrollo, mientras que viven en aislamiento.

Según (Caimari, 2008) los criterios de sociabilidad en los peces son los siguientes:

- Cardumen. - Es un grupo de peces que nadan juntos, habitualmente formado por peces de la misma especie.
- Solitario. - Especies cuyos individuos habitualmente suelen nadar solos.
- Solitario-cardumen. - Especies de peces cuyos individuos pueden formar parte de un grupo de peces o tienen una vida solitaria.

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, Usma, Álvarez-León, & Laso, 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, Usma, Álvarez-León, & Laso, 2012), las cuales se detallan a continuación: a) Distribución geográfica, b) Aspectos biológicos, c) Alteraciones del hábitat, d) Medidas de protección y c) Uso.

Estos criterios han sido ampliamente reconocidos internacionalmente ya que proveen un método rápido y comprensible para resaltar especies importantes.

Especies en Categoría de Amenaza (UICN, NACIONAL, CITES)

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, 2019).

Especies Indicadoras

Indicadores ecológicos pueden ser definidos como parámetros biológicos, basados en poblaciones, conjunto de poblaciones o propiedades sistémicas que, debido a sus características cualitativas y/o cuantitativas retratan el estado de un sistema ecológico, permitiendo detectar y monitorear cualquier cambio en este sistema durante el período de tiempo (Beyeler & Dale, 2001).

Especies Endémicas

Son las especies que presentan una distribución restringida a una determinada región y que no se encuentran de forma natural en otras partes del mundo. El endemismo puede ser definido como la presencia en una determinada región geográfica. El endemismo de las especies colectadas se estableció con base en la literatura disponible, principalmente (Barriga R. , 2012).

Especies Migratorias

Factores estacionales (vacante, transición y creciente), ecológicos (competencia, refugio, etc.) y biológicos (hábitos alimenticios, reproducción, etc.), ejercen un papel importante en la migración de las especies de peces en los sistemas acuáticos lóticos y lenticos (Barthem & Goulding, 1997) Los movimientos migratorios varían desde pequeños desplazamientos locales hasta grandes movimientos de miles de kilómetros, desde las cabeceras hasta la parte baja de los grandes ríos (Fernández, 1991).

Especies Sugeridas para Futuros Monitoreos

Se determina como especies de peces sugeridas para futuros monitoreos con relación a su abundancia y rango de distribución local o al presentar la mayor cantidad de información ecológica registrada, fijando antecedentes útiles para el control de la ictiofauna en monitoreos posteriores.

Uso del Recurso

La importancia de los ecosistemas acuáticos ha sido definida en función de su rol ecológico fundamental como regulador de procesos hídricos, además de constituir un

hábitat tanto de especies animales como vegetales, y también desde el punto de vista socioeconómico, ya que presta importantes servicios a la sociedad humana.

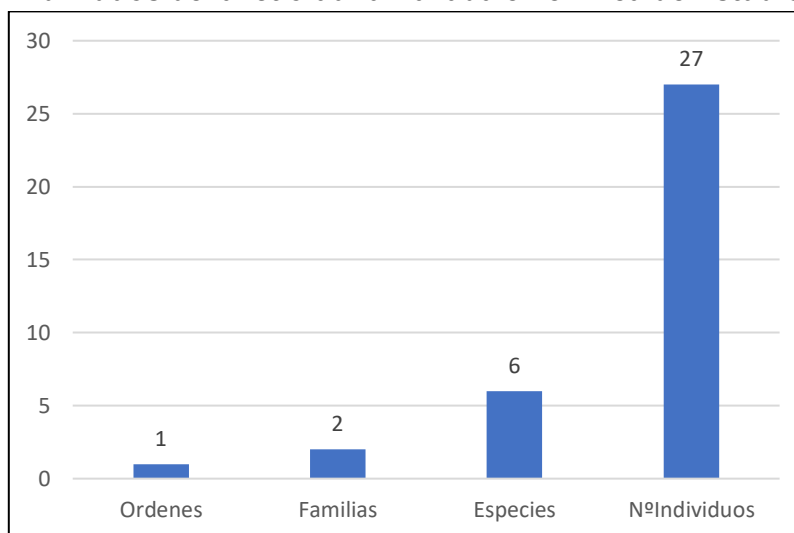
En la región ictiogeográfica de estudio, buena parte de las especies se convierten en una valiosa fuente de proteínas para la población local. Para obtener esta información, se consultó con los guías locales sobre la preferencia de las especies de peces que forman parte de su dieta.

6.2.6.6.3 Análisis de Resultados

6.2.6.6.3.1 Análisis General

Para la realización del presente muestreo se tomaron en cuenta seis cuerpos de agua de importancia dentro del área de influencia directa. De manera general se observa que los sistemas hídricos presentan una baja representatividad de peces, registrando actualmente 27 individuos agrupados en 1 orden, 2 familias y 6 especies (Gráfico 6-67). El listado general de especies de ictiofauna registradas en el área de estudio se presentó, en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica – Anexo Tablas Bióticas.

Gráfico 6-67 Frecuencia de la Riqueza Global de Órdenes, Familias, Especies e Individuos de la Ictiofauna Hallada en el Área de Estudio

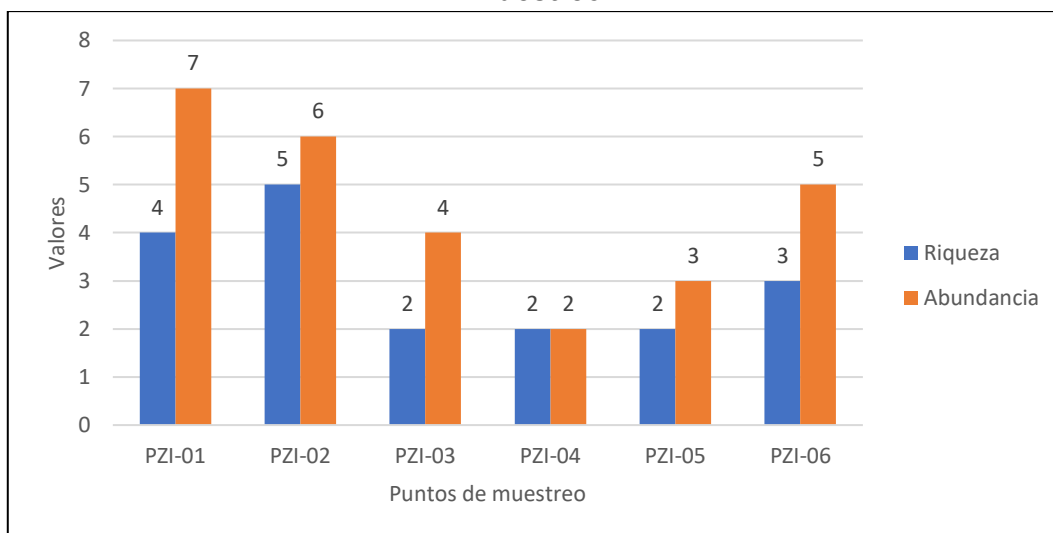


Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza el punto de muestreo de ictiofauna más representativo fue el PZI-02 con 5 especies y en abundancia el más representativo fue el PZI-01 con 7 individuos, mientras que el valor más bajo de riqueza se registró en los puntos PZI-03, PZI-04 y PZI-05 con 2 especies cada uno y el valor más bajo de abundancia con 2 individuos se registró en el PZI-04 (Gráfico 6-68).

Gráfico 6-68 Riqueza y Abundancia de la Ictiofauna Registrada en Cada Punto de Muestreo

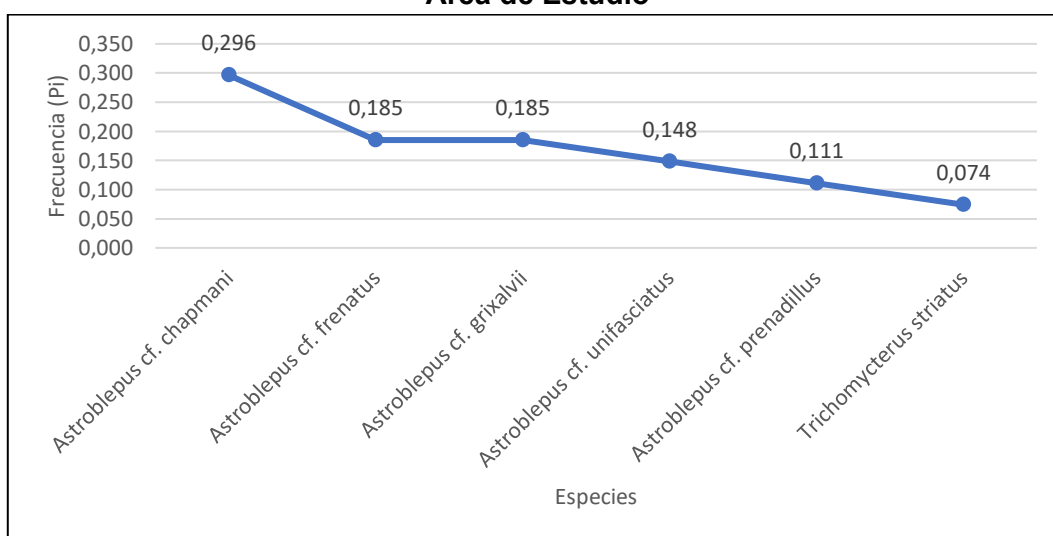


Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Curva de Dominancia-Diversidad General (pi/especies)

El análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la especie con mayor abundancia fue *Astroblepus cf. chapmani* con 8 individuos ($P_i = 0,296$). Mientras que el resto de especies (5) registraron entre 2 y 5 individuos, es decir, a partir de $P_i=0,185$ empezó a mostrar un descenso (Gráfico 6-69).

Gráfico 6-69 Curva de Dominancia-Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Abundancia Relativa

El área de muestreo registro cuatro categorías de abundancia relativa asociada a los peces, se las categorizó de acuerdo al número de individuos encontrados de la siguiente

manera: AB= Abundante > 10 individuos, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuos, R= Raro 1 individuo (Environmental Protection Agency, 2002).

Al hacer el análisis de los 6 puntos muestreados se consideraron como PC= Poco comunes con el 83% a 5 especies. Y finalmente se registró con el 17% a 1 especie considerada como C= Común. (Tabla 6-55).

Tabla 6-55 Abundancia relativa de la ictiofauna registrada en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro	Abundancia relativa
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>unifasciatus</i>	Preñadilla	Cp= Captura	PC= Poco común
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>chapmani</i>	Preñadilla	Cp= Captura	C= Común
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>frenatus</i>	Preñadilla	Cp= Captura	PC= Poco común
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	Cp= Captura	PC= Poco común
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>prenadillus</i>	Preñadilla	Cp= Captura	PC= Poco común
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	Cp= Captura	PC= Poco común
1	2	6			

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Su capacidad discriminatoria es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies. Con relación a lo antes mencionado según el índice de Shannon, se determinó que la ictiofauna de los puntos de muestreo PZI-03, PZI-04, PZI-05 y PZI-06 registraron valores entre 0,68 y 1,15 Bits/ind, es decir, diversidad baja. Mientras que los puntos PZI-01 y PZI-02 registraron valores entre 1,56 y 1,89 Bits/ind, es decir, diversidad media, todos con un ambiente moderadamente alterado.

En cuanto a la equitatividad está registra un promedio del 100% de homogeneidad, lo cual indica que las áreas de muestreo no presentan variaciones entre sus hábitats pues son semejantes entre sí, lo cual permite el desarrollo y la subsistencia de las diversas especies de peces del sector (Tabla 6-56). (Yáñez, 2014).

Tabla 6-56 Análisis de Diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de Ictiofauna registrada en el área de estudio

Código	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Weiner	Equitabilidad	Interpretación
PZI-01	4	7	1,56	1,13	Diversidad media
PZI-02	5	6	1,89	1,17	Diversidad media
PZI-03	2	4	0,68	0,99	Diversidad baja
PZI-04	2	2	0,94	1,36	Diversidad baja
PZI-05	2	3	0,8	1,15	Diversidad baja
PZI-06	3	5	1,15	1,04	Diversidad baja

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índice de dominancia de Simpson (1-D)

Su capacidad discriminatoria es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies. Con relación a lo antes mencionado según el índice de Simpson (1-D), se determinó que los puntos de muestreo de la ictiofauna PZI-01, PZI-02, PZI-04, PZI-05 y PZI-06, registraron valores entre 0,66 y 1 Bits/ind, es decir, diversidad alta. A excepción del PZI-03 que mostro 0,5 Bits/ind, es decir, diversidad media. (Tabla 6-57). (Yáñez, 2014).

Tabla 6-57 Análisis de dominancia Simpson (1-D) de la ictiofauna registrada en el área de estudio

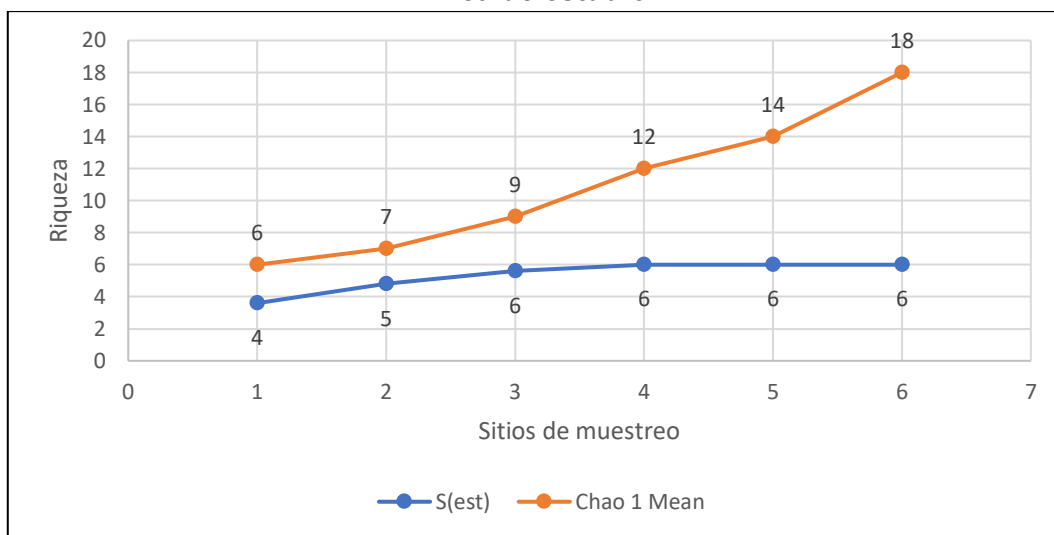
Código	Riqueza	Abundancia	Índice de Simpson 1-D	Interpretación
PZI-01	4	7	0,85	Diversidad alta
PZI-02	5	6	0,93	Diversidad alta
PZI-03	2	4	0,5	Diversidad media
PZI-04	2	2	1	Diversidad alta
PZI-05	2	3	0,66	Diversidad alta
PZI-06	3	5	0,7	Diversidad alta

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación de Especies

El gráfico siguiente, determina que la curva de acumulación de especies de peces se encuentra en crecimiento por lo cual dista de alcanzar la asíntota. Por su parte el número de especies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1 fue de 18; valor mayor que el registrado en los seis puntos de muestreo analizados (6 especies), lo que indica que, en el área de estudio, se ha registrado el 33% aproximadamente de las especies. Esto significa que, con este esfuerzo de muestreo, se registró una parte de la verdadera riqueza local de peces, usando las técnicas red de arrastre, atarraya, anzuelos y red de mano, como metodologías de muestreo.

Gráfico 6-70 Curva de Acumulación y Chao 1 de la Ictiofauna Registrada en el Área de estudio

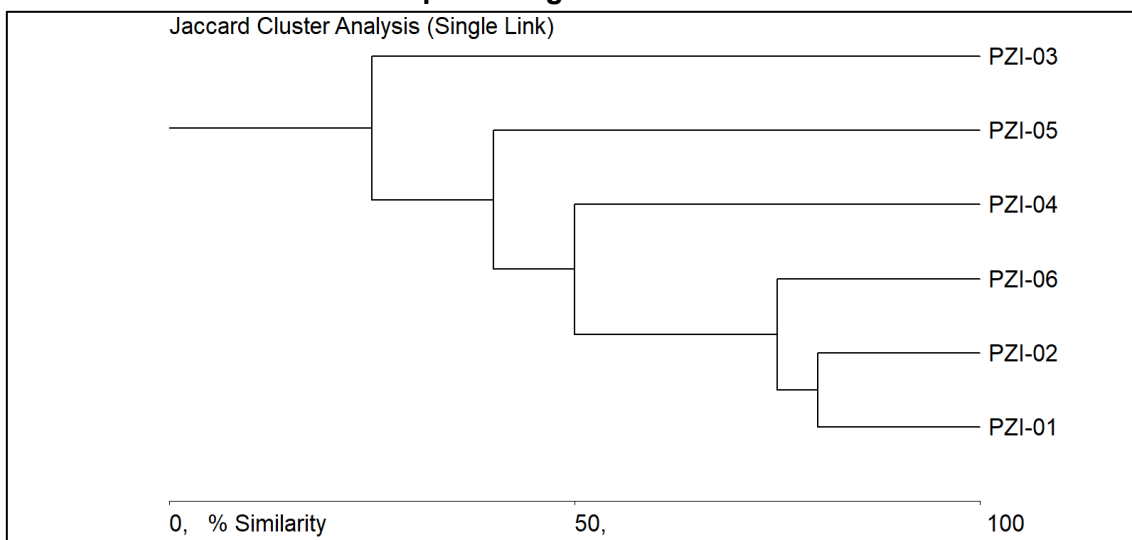


Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Índice de Similitud de Jaccard

Al hacer un análisis del clúster de similitud Jaccard (Gráfico 6-71), se observa que los puntos PZI-01 y PZI-02, comparten una similitud del 80%, es decir, 4 especies en común siendo estos los más representativos. Seguido de los puntos PZI-01 y PZI-06, que comparten una similitud del 75%, es decir, 3 especies en común. De manera general se observa que las áreas muestreadas presentan una buena disponibilidad de hábitats y alimento, lo cual favorece a la presencia de peces.

Gráfico 6-71 Índice de Similitud Jaccard de los Peces Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

6.2.6.6.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada uno de los puntos de muestreo.

PZI-01 Río Panantza antes del ingreso al área de exploración

En el PZI-01 se registraron un total de 7 individuos agrupados en, 1 orden, 1 familia y 4 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 2 individuos de las especies *Astroblepus cf. unifasciatus*, *Astroblepus cf. chapmani* y *Astroblepus cf. grivalvii* respectivamente. Mientras que con 1 individuo se registró a la especie *Astroblepus cf. frenatus*.

La Tabla 6-58, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-58 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-01

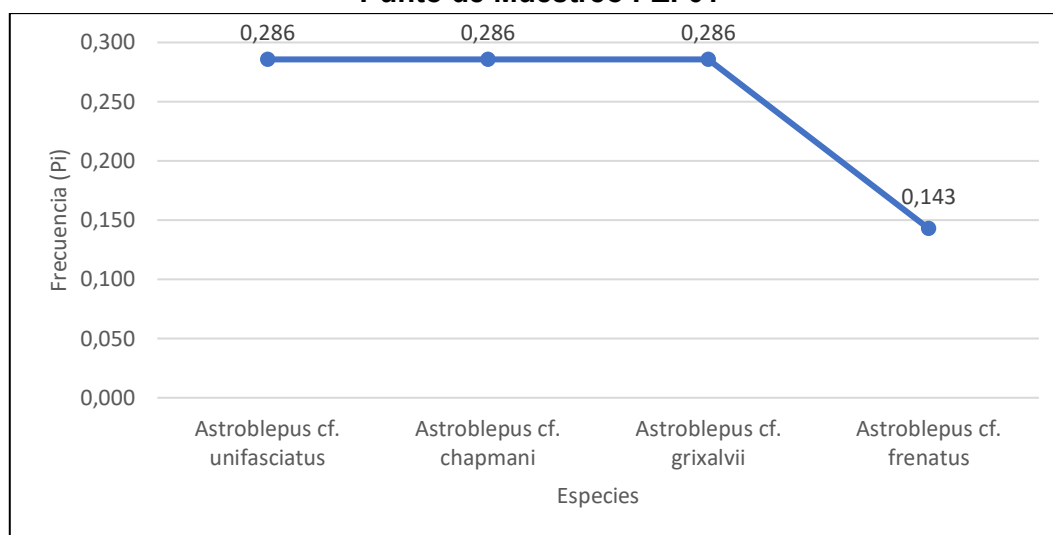
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	2
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	2
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grivalvii</i>	Preñadilla	2
1	1	4		7

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 7 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. unifasciatus* con 2 individuos ($P_i = 0,286$), seguida de *Astroblepus cf. chapmani* con 2 individuos ($P_i = 0,286$), continuando *Astroblepus cf. grivalvii* con 2 individuos ($P_i = 0,286$) y un 28,57% cada una fueron consideradas como las más representativas. Mientras que *Astroblepus cf. frenatus* con 1 individuo ($P_i = 0,143$) y un 14,29% fue la menos representativa. (Gráfico 6-72).

Gráfico 6-72 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-01



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZI-02 Río Yavintza antes del Ingreso al Área de Exploración

En el PZI-02 se registraron un total de 6 individuos agrupados en 1 orden, 2 familias y 5 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 2 individuos de la especie *Astroblepus cf. chapmani*. Mientras que con 1 individuo se registró a las familias y especies restantes.

La Tabla 6-59, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-59 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-02

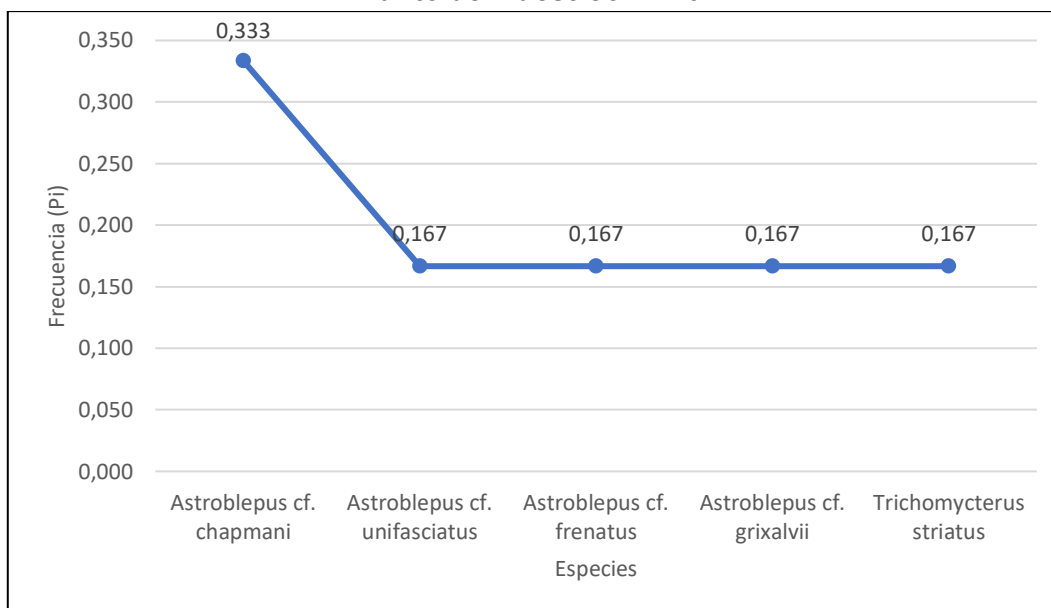
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	2
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	1
1	2	5		6

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 6 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. chapmani*, con 2 individuos ($P_i = 0,333$) con el 33,33%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de especies (4), a partir de $P_i = 0,167$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-73).

Gráfico 6-73 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-02



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZI-03 Río Panantza Dentro del Área de Exploración

En el PZI-03 se registraron un total de 4 individuos agrupados en 1 orden, 1 familia y 2 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 3 individuos de la especie *Astroblepus cf. prenadillus*. Mientras que con 1 individuo se registró a la especie restante.

La Tabla 6-60, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-60 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-03

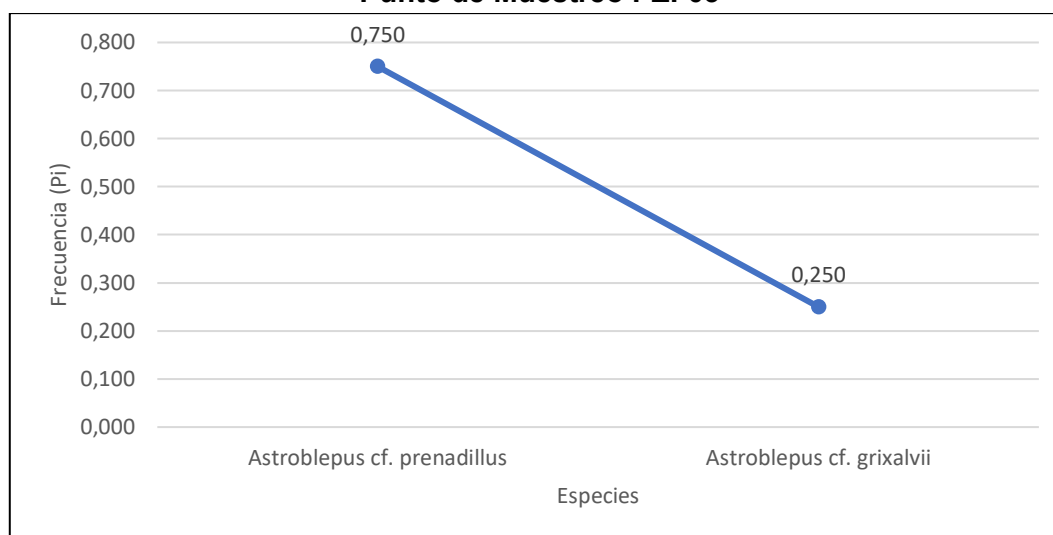
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Preñadilla	3
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	1
1	1	2		4

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 4 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. prenadillus*, con 3 individuos ($P_i = 0,750$) con el 75%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de especies (1), a partir de $P_i = 0,250$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-74).

Gráfico 6-74 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-03



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

PZI-04 Quebrada S/N Antes del Ingreso al Área de Exploración

En el PZI-04 se registraron un total de 2 individuos agrupados en 1 orden, 1 familia y 2 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 1 individuo de la especie *Astroblepus cf. unifasciatus* y *Astroblepus cf. chapmani* respectivamente.

La Tabla 6-61, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-61 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-04

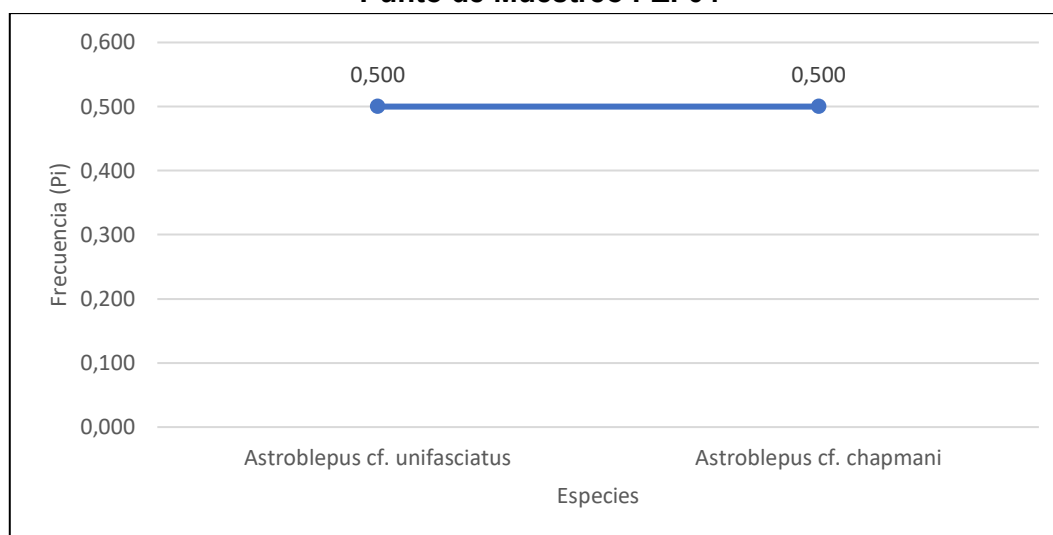
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	1
1	1	2		2

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 2 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. unifasciatus*, con 1 individuo ($P_i = 0,500$) con el 50% y *Astroblepus cf. chapmani* con 1 individuo ($P_i = 0,500$) con el 50%, fueron consideradas como las más representativas. (Gráfico 6-75).

Gráfico 6-75 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-04



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZI-05 Río Panantza Antes de la Unión con Río Shaime

En el PZI-05 se registraron un total de 3 individuos agrupados en 1 orden, 2 familias y 2 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 2 individuos de la especie *Astroblepus cf. chapmani*. Mientras que con 1 individuo se registró a la familia y especie restante.

La Tabla 6-62, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-62 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-04

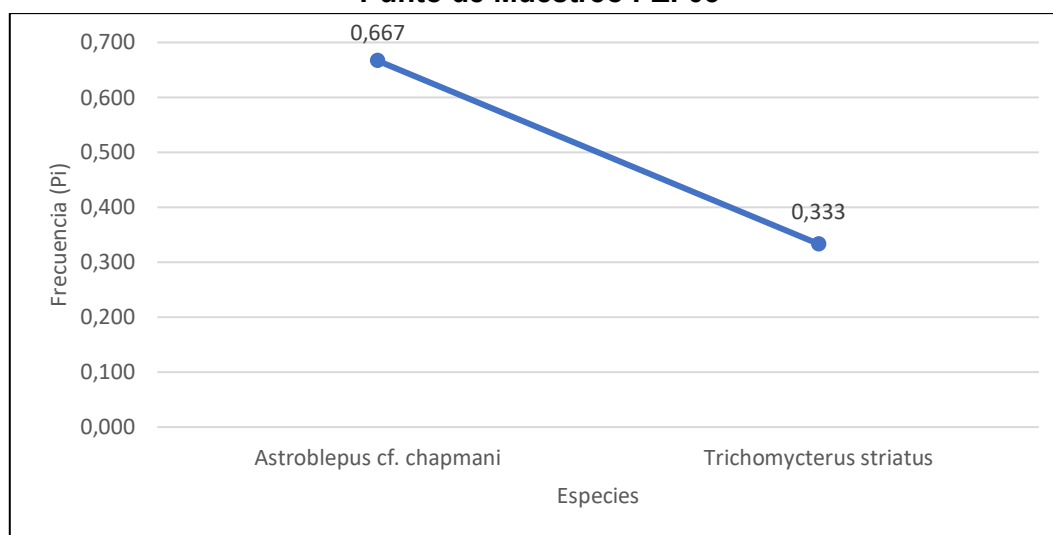
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	2
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	1
1	2	2		3

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 3 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. chapmani*, con 2 individuos ($P_i = 0,667$) con el 66,67%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de especies (1), a partir de $P_i = 0,333$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-76).

Gráfico 6-76 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-05



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

PZI-06 Río Shaime Dentro del Lote de EXSA

En el PZI-06 se registraron un total de 5 individuos agrupados en 1 orden, 1 familia y 3 especies. La Familia más abundante fue Astroblepidae con 3 individuos de la especie *Astroblepus cf. frenatus*. Mientras que con 1 individuo se registró a la familia y especies restantes.

La Tabla 6-63, permite observar de manera detallada el registro de especies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-63 Especies Registrados en el Punto de Muestreo PZI-06

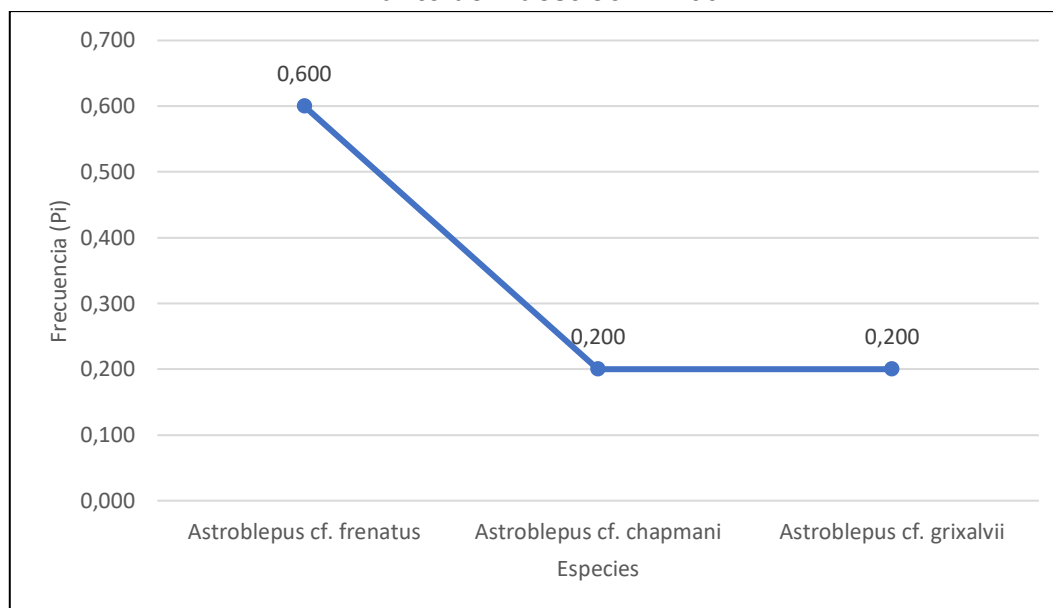
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuos
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	3
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	1
1	1	3		5

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, registró un total de 5 individuos, de las cuales *Astroblepus cf. frenatus*, con 3 individuos ($P_i = 0,600$) con el 60%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de especies (2), a partir de $P_i = 0,200$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-77).

Gráfico 6-77 Curva de Dominancia – Diversidad de la Ictiofauna Registrada en el Punto de Muestreo PZI-06



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

6.2.6.6.3.3 Aspectos Ecológicos

Las comunidades ícticas se ven determinadas por el funcionamiento del ecosistema donde viven. La biología y actividad de los peces, que a su vez depende de la abundancia de las poblaciones y del nivel trófico del sistema que ocupan, modificando los patrones de funcionamiento de las comunidades de organismos acuáticos (Granado, 2002).

Se suele considerar que el alimento de los peces, proviene de dos fuentes: una autóctona, que depende de la productividad acuática y se origina en las plantas acuáticas, bien sea algas o plantas superiores y en las cadenas tróficas que se derivan de éstas y otra de origen externo o alóctono, que se deriva de los ecosistemas terrestres circundantes (bosques ribereños) y termina siendo aportada al medio acuático (Galvis, y otros, 2006). Con base en lo antes mencionado, en los puntos PZI-01, PZI-02, PZI-03, PZI-04, PZI-05 y PZI-06, se encontraron Siluriformes.

Nichos Tróficos

Para determinar la composición trófica de la ictiofauna registrada, se usó bibliografía correspondiente a hábitos alimenticios de los peces encontrados o taxas afines para establecer los gremios tróficos.

Mediante la clasificación del gremio o nicho trófico, de las (6) especies registradas, 5 especies son insectívoras y representan un 83%. Y finalmente 1 especie carnívora con el 17% (Tabla 6-64).

La mayoría de las especies registradas son insectívoras es decir se alimentan de insectos. Por lo tanto, se puede notar que estas especies son indicadores, pues revelan

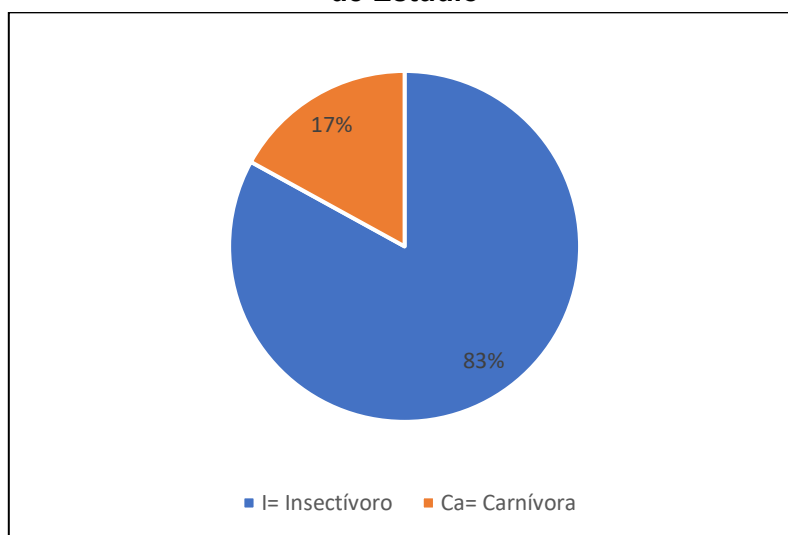
el mal o buen estado de conservación de los cuerpos de agua para el desarrollo de estos (Jiménez & otros, 2015).

Tabla 6-64 Nicho Trófico de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nicho trófico
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>unifasciatus</i>	Preñadilla	Insectívoro
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>chapmani</i>	Preñadilla	Insectívoro
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>frenatus</i>	Preñadilla	Insectívoro
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	Insectívoro
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> cf. <i>prenadillus</i>	Preñadilla	Insectívoro
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	Carnívora
1	2	6		

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Gráfico 6-78 Porcentaje del Nicho Trófico de las Especies Registradas en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Hábito o Patrón de Actividad

El patrón de actividad para las 6 especies registradas es 100 % hábito nocturno es decir *Astroblepus* cf. *unifasciatus*, *Astroblepus* cf. *chapmani*, *Astroblepus* cf. *frenatus*, *Astroblepus* cf. *grixalvii*, *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Trichomycterus striatus*, durante el día se esconden bajo la vegetación sumergida o en cuevas que forman las rocas o palos dentro del agua. Es decir, su actividad locomotora y alimentaria es más activa en horas de la noche.

Distribución Vertical de las Especies

La ictiofauna registrada en los cuerpos de agua muestreados, corresponde a cuatro estratos de distribución del ensamblaje de peces en la columna del agua: superior, medio, bentónico e inferior.

El orden de los Siluriformes que presentó el mayor predominio en valores de riqueza y abundancia, ocupó un estrato de distribución: 6 especies de estrato Bentónico (*Astroblepus cf. unifasciatus*, *Astroblepus cf. chapmani*, *Astroblepus cf. frenatus*, *Astroblepus cf. grixalvii*, *Astroblepus cf. prenadillus* y *Trichomycterus striatus*) dentro de la columna de agua.

Sociabilidad

Las seis especies registradas poseen un comportamiento de sociabilidad solitaria-cardumen en un 100% (Tabla 6-65).

Tabla 6-65 Sociabilidad de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio

Especie	Nombre común	Sociabilidad
<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	Sol-card.
<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	Sol-card.
<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	Sol-card.
<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	Sol-card.
<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Preñadilla	Sol-card.
<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	Sol-card.
6		

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Sensibilidad de las Especies

Existen especies que presentan ciertos grados de tolerancia o son sensibles a los cambios que implican la degradación del ambiente que ocupan, lo que causa un desequilibrio en las comunidades acuáticas. En el presente muestreo se registraron 6 especies (100%) con una sensibilidad alta a la contaminación, es decir, prefieren ecosistemas acuáticos con abundante oxigenación, un pH balanceado y abundante vegetación ribereña y emergente, donde encuentran fuentes de alimento.

Esto implica que la comunidad estaría formada principalmente por especies de sensibilidad alta (Tabla 6-66).

Tabla 6-66 Sociabilidad Reportadas en el Área de Estudio Según el Grado de Sensibilidad

Especie	Nombre común	Sensibilidad			Criterio	Punto de muestreo
		Alta	Media	Baja		
<i>Astroblepus</i> cf. <i>unifasciatus</i>	Preñadilla	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-01, PZI-02 y PZI-04
<i>Astroblepus</i> cf. <i>chapmani</i>	Preñadilla	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-01, PZI-02, PZI-04, PZI-05 y PZI-06
<i>Astroblepus</i> cf. <i>frenatus</i>	Preñadilla	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-01, PZI-02 y PZI-06
<i>Astroblepus</i> cf. <i>grixalvii</i>	Preñadilla	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-01, PZI-02, PZI-03 y PZI-06
<i>Astroblepus</i> cf. <i>prenadillus</i>	Preñadilla	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-03
<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica	PZI-02 y PZI-05
6		6	0	0		

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Estado de Conservación (UICN, NACIONAL, CITES)

De acuerdo a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022) se determinó que 4 especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC), seguidas de 1 especie Casi Amenazada (NT) y 1 especie con Datos Deficientes (DD). Mientras que para la (Lista Roja Nacional, 2019) se registran 2 especies con Datos Deficientes (DD). Y finalmente ninguna de las 6 especies de las registradas se encuentra en los apéndices del Convenio Internacional para el Tráfico Ilegal de Especies (CITES, 2022).

El estado de conservación de cada especie se detalla en la Tabla 6-67, a continuación:

Tabla 6-67 Estado de Conservación de las Especies Reportadas en el Área de Estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de Conservación			Punto de muestreo
				UICN (2022)	CITES (2022)	LISTA ROJA NACIONAL (2019)	
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	LC	NE	-	PZI-01, PZI-02 y PZI-04
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	LC	NE	-	PZI-01, PZI-02, PZI-04, PZI-05 y PZI-06
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	DD	NE	-	PZI-01, PZI-02 y PZI-06
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	LC	NE	DD	PZI-01, PZI-02, PZI-03 y PZI-06
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Preñadilla	NT	NE	DD	PZI-03
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	LC	NE	-	PZI-02 y PZI-05
1	2	6					
Simbología:							
UICN (2022): NT= Casi Amenazada, LC= Preocupación Menor, NE= No Evaluado, DD= Datos Deficientes							
CITES (2022): NE= No Evaluado							
Lista Roja del Ecuador, Aguirre et al (2019): DD= Datos Deficientes							

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Especies Indicadoras

En los ambientes Amazónicos, la mayoría de peces han desarrollado ciertas adaptaciones que les permite soportar los diferentes retos y algunos cambios que suceden en su entorno, como el nivel trófico que ocupa, el grado de polución que puede soportar, tipo de endemismo, estado de conservación, uso al que se encuentra sujeto.

En cuanto, a las 6 especies registradas en el muestreo, se determina que las mismas necesitan de buenas condiciones fisicoquímicas y ambientales para desarrollarse, por lo que cualquier alteración que se pueda presentar en los cuerpos de agua por algún tipo de contaminación podría influenciar en la disminución o pérdida de estas poblaciones ícticas.

En la Tabla 6-68, se detalla el tipo de hábitat al cual se restringen generalmente las seis especies de peces registradas.

Tabla 6-68 Especies Indicadoras de Peces Reportadas en el Área de Estudio

Especie	Nombre común	Hábitat
<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	Habita aguas de corriente fuerte, bien oxigenadas, con fondos pedregosos.
<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	Prefiere los ríos y quebradas con alta pendiente, en donde hay turbulencia y corrientes fuertes, requiere aguas frías con alta concentración de oxígeno disuelto.
<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	Viven en ambientes con abundante vegetación de ribera, aguas lóxicas limpias con sustrato rocoso.
<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	Habita aguas de corriente fuerte, bien oxigenadas, con fondos pedregosos.
<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Preñadilla	Habita aguas de corriente fuerte, bien oxigenadas, con fondos pedregosos.
<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	Prefiere aguas turbias con sustrato rocoso.
6		

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Especies Endémicas

De las seis especies registradas en el actual estudio, se catalogó cuatro especies como endémicas (*Astroblepus cf. frenatus*, *Astroblepus cf. grixalvii*, *Astroblepus cf. prenadillus* y *Trichomycterus striatus*), (Barriga, 2012). Mientras que las dos especies restantes *Astroblepus cf. unifasciatus* y *Astroblepus cf. chapmani* se consideran especies nativas.

Migración

Las características morfológicas de los sistemas acuáticos evaluados varían de acuerdo con los patrones físicos y temporales de productividad de las aguas que controlan la dispersión de las comunidades bióticas entre los sistemas acuáticos. Para el presente muestreo, las especies Residentes fueron 6, esto es el 100 % del total de las especies registradas. (Tabla 6-69).

Tabla 6-69 Tipo de Migración de la Ictiofauna Registrada en el Área de Estudio

Especie	Nombre común	Tipo migratoria
<i>Astroblepus cf. unifasciatus</i>	Preñadilla	Residente
<i>Astroblepus cf. chapmani</i>	Preñadilla	Residente
<i>Astroblepus cf. frenatus</i>	Preñadilla	Residente
<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	Preñadilla	Residente
<i>Astroblepus cf. prenadillus</i>	Preñadilla	Residente
<i>Trichomycterus striatus</i>	Bio	Residente
6		

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Especies Sugeridas para Futuros Monitoreos

Se ve necesario mantener a las especies *Astroblepus* cf. *unifasciatus*, *Astroblepus* cf. *chapmani*, *Astroblepus* cf. *frenatus*, *Astroblepus* cf. *grixalvii*, *Astroblepus* cf. *prenadillus* y *Trichomycterus striatus*, ya que son las especies que más individuos y frecuencia presentan, lo que se podría relacionar ampliamente con las condiciones de los cuerpos de agua existentes en la zona, donde se hallaron estas.

Uso del Recurso

Los peces constituyen una importante fuente de proteína y subsistencia de los pobladores, pero también se puede encontrar peces que presentan otro tipo de uso, cultural, comercial, u ornamental, especialmente especies de colores llamativos.

Las especies capturadas en el actual estudio son escasamente consumidas, debido a su pequeño tamaño y que son poco apetecidos y se los encuentra principalmente en quebradas pequeñas.

6.2.6.6.4 Comparación con Estudios Previos

Para realizar la reseña comparativa se usó información del Estudio de Impacto Ambiental Panantza - San Carlos, año 2006, donde no se registraron datos de ictiofauna. Mientras que en la actual Línea Base para la Fase de Exploración Avanzada del Proyecto Minero Panantza, año 2023, se muestreó seis cuerpos de agua de importancia, donde se obtuvo 27 individuos, un orden, dos familias y seis especies. El actual estudio año 2023 es completo, por tal razón, no se puede realizar una comparación más amplia que la que se menciona, sin embargo, los puntos actuales deberán ser tomados muy en cuenta para comparaciones en futuros monitoreos.

6.2.6.6.5 Conclusiones y Recomendaciones

- Con la realización de este muestreo se registraron 27 individuos pertenecientes a 1 orden, 2 familias y 6 especies.
- La familia Astroblepidae con la especie *Astroblepus* cf. *chapmani* y 8 individuos fue la más abundante, representando el 30%, del total de individuos en los seis puntos muestreados.
- En el área de estudio se determinaron un total de seis especies, valor que representa el 0,63% de las 951 especies de peces de agua dulce e intermareales de los ríos ecuatorianos, y a su vez el 15% de las 40 especies registradas para la zona Ictiohidrográfica de Upano-Zamora (UZ) (Barriga, 2012), a la cual pertenecen los cuerpos de agua evaluados. Donde la alta presencia de especies del orden Siluriformes, se relaciona directamente por las características propias de los ríos de montaña de la zona.
- Se destaca una especie correspondiente al orden de los Siluriformes (*Astroblepus* cf. *chapmani*). En términos generales esta especie representa el 0,296 de la proporción total de individuos, respectivamente. Esta especie se registra en casi todos los puntos de muestreo.
- Mediante el análisis de los índices de diversidad, Shannon y Simpson, aplicado en los seis puntos, se puede concluir que los cuerpos de agua presentan una

diversidad media-baja de especies ícticas, debido al rango altitudinal de los cuerpos de agua.

- El grupo de los insectívoros predominó sobre el carnívoro, pues las especies del orden Siluriformes de la familia Astroblepidae se especializan en consumir insectos acuáticos hallados en la zona bentónica, pues su morfología está adaptada exclusivamente para este tipo de hábitat. La especie *Trichomycterus striatus* al presentar una morfología fusiforme, se desplaza con mayor facilidad dentro de la columna de agua y por ende consume alimentos alóctonos provenientes de la vegetación ribereña.
- Se registró cinco especies de astroblépidos y una especie de trichomycterido, son determinadas de sensibilidad Alta, debido a que requieren de agua de buena calidad, con altos niveles de oxígeno para desarrollarse, lo que indicaría el buen estado de conservación de los cuerpos de agua donde fueron capturados.
- Conservar las fuentes de agua naturales, mediante la minimización de desbroce de la vegetación ribereña de todos los cuerpos de agua que se encuentren en la zona.
- Establecer monitoreos de las especies altamente sensibles correspondientes a las familias Astroblepidae y Trichomycteridae; para registrar variaciones de sus poblaciones a lo largo del tiempo.
- Mantener involucrada a la población de la zona, en conocimientos de educación ambiental, procesos de monitoreo y control de calidad de agua, para contrarrestar los impactos por la deforestación de la vegetación de ribera y contaminación doméstica hacia los ríos.

6.2.6.7 Macroinvertebrados Acuáticos

Los ríos son ecosistemas dinámicos fluviales, que comprenden varios componentes tales como: bosque ripario, zonas de inundación y cauce que son parte fundamental en su estructura. Los cauces son dinámicos en espacio y tiempo, para que estos mantengan un equilibrio funcional, los elementos que lo componen, deben realizar cautelosamente su rol en el mismo (Sabater & Elosegí, 2009). Presentan características topográficas, geológicas e hidráulicas únicas, dadas por los cambios de caudal, entre épocas (seca-lluvias), su ubicación en la región húmeda tropical y en montañas geológicamente jóvenes, con altas pendientes. Estas circunstancias condicionan procesos físicos, químicos, biológicos y metabólicos, tales como: el transporte de sedimentos, la concentración de iones, sólidos disueltos y el procesamiento de materia orgánica (Jacobsen, 2008).

Por su parte los macroinvertebrados acuáticos representan un componente faunístico diverso, que incluye larvas y adultos de un elevado conjunto de especies de insectos, crustáceos, moluscos y anélidos, entre otros. La dominancia de los insectos puede superar el 70% de la densidad total de organismos en los ecosistemas acuáticos (Pringle & Ramírez, 1998); (Blanco-Belmonte, 2006). En conjunto, los invertebrados son importantes para la biota de estos ambientes por la transferencia de energía a través de los niveles tróficos, ya sea como eslabones intermedios o finales de la cadena

alimenticia (Wallace & Webster, 1996); (Schoenly, Beaver, & Haumier, 1992); (Seastedt & Crossley, 1984).

Dado el papel fundamental que desempeñan estos organismos en los sistemas fluviales, son considerados bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua; esto se debe a que reúnen varias cualidades como: su elevada distribución y diversidad taxonómica; así como su sensibilidad a los cambios en las variables fisicoquímicas, hidromorfológicas (velocidad del agua y sustrato) e hidrológicas que se producen en el medio acuático (Alba-Tercedor, Pardo, Prat, & Pujante, 2005). Además, estos poseen otras cualidades como lo son su fácil recolección, el amplio espectro de respuestas a las perturbaciones y su naturaleza sedentaria y de largos ciclos de vida en el medio acuático.

6.2.6.7.1 Sitios de Muestreo

El área de estudio se ubica en la Provincia Morona Santiago, Cantón San Juan Bosco, Parroquia Panantza, Proyecto Minero Panantza. De acuerdo a la clasificación propuesta por el MAE (2013), el área de estudio pertenece a la formación vegetal BsPa02 = Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú.

En la Tabla 6-70, se observa los sitios de muestreo, coordenadas, fecha y descripción de los cuerpos de agua.

Tabla 6-70 Sitios y Esfuerzo de Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
PZMB-01	Río Panantza antes del ingreso al área de exploración	11/06/2023	782.591	9.650.328	894	Red D-net	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce; de 6 a 7m de ancho y de 0,10 a 0,65 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque secundario, se registraron lluvias durante los muestreos.
PZMB-02	Río Yavintza antes del ingreso al área de exploración	12/06/2023	782.514	9.650.265	807	Red D-net	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, algunas rocas se encontraron cubiertas de pecten; de 6 a 10 m de ancho y de 0,15 a 1m de profundidad

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
									aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante presenta especies propias de la zona intercalada con cultivos de plátano, papaya y chonta, se registraron lluvias dispersas horas antes de los muestreos.
PZMB-03	Río Panantza dentro del área de exploración	13/06/2023	783.597	9.650.213	838	Red D-net	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, empalizada de menor tamaño en ciertos tramos del cauce, pequeña cantidad de hojarasca en el lecho; de 11 a 15 m de ancho y de 0,15 a 1m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña en cierta parte se encuentra erosionada, no obstante las especies presentes son

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
									herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante corresponde a un bosque secundario, día parcialmente nublado. Aguas abajo se observa un derrumbe en una de sus orillas.
PZMB-04	Quebrada S/N antes del ingreso al área de exploración	10/06/2023	783.252	9.651.464	1030	Red D-net	100m	Cuantitativo	Quebrada de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados de menor tamaño en ciertos tramos del cauce; de 0,60 a 1m de ancho y de 0,15 a 0,25 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante es propia de un bosque alterado intercalado con pastizales, día nublado. No se registraron especies de ictiofauna, esto puede deberse a los derrumbes

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
									producidos meses atrás a causa de las constantes lluvias.
PZMB-05	Río Panantza, antes de la unión con río Shaime	11/06/2023	784.117	9.649.759	799	Red D-net	100m	Cuantitativo	Río localizado a 100m aproximadamente del campamento EXSA, de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados, empalizada de distinto tamaño a lo largo del cauce de 13 a 15m de ancho y de 0,20 a 0,80 m de profundidad aproximadamente, orilla media. La zona ribereña se encuentra formada por herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante corresponde a un bosque secundario, día parcialmente nublado y con lluvias dispersas.

Código	Cuerpo de agua	Fecha (dd/mm/aa)	Coordenadas UTM WGS84 Z17S		Altitud (msnm)	Método	Extensión unidad muestral	Tipo de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
			X	Y					
PZMB-06	Río Shaime dentro del lote de EXSA	12/06/2023	784.106	9.650.380	862	Red D-net	100m	Cuantitativo	Río de corriente rápida, agua clara, sustrato rocoso - arenoso con presencia de cantos rodados y empalizada a lo largo del cauce, algunas rocas se encontraron cubiertas de pecten; de 2 a 2,70 m de ancho y de 0,10 a 0,22 m de profundidad aproximadamente, orilla media, cobertura vegetal moderada. La zona ribereña presenta especies herbáceas arbustos y helechos, por su parte la vegetación circundante registra especies propias de la zona, se registraron lluvias dispersas.
<p>Simbología: PZMB= Punto de Muestreo Panantza Macroinvertebrados Acuáticos.</p>									

Fuente: Información de campo, mayo - junio 2023

6.2.6.7.2 Metodología

6.2.6.7.2.1 Fase de Campo

El estudio de los macroinvertebrados fue realizado en el mes de junio del 2023 en dos fases: una fase de campo y una fase de laboratorio. En la fase de campo se muestrearon seis cuerpos de agua ubicados en el área de estudio.

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados utilizando la técnica Red D-net en cada punto. Con esta red se realizaron muestreos en diez puntos en cada tratamiento ecológico. En este contexto, se define al tratamiento ecológico como el conjunto de diez unidades de muestreo de 1 m de longitud por 50 cm dentro de 100 metros de longitud, en el caso del uso de la Red D-net. Cada tratamiento ecológico corresponde a un cuerpo de agua en estudio.

Este muestreo consistió en realizar un barrido en diferentes partes del cuerpo de agua incluido el largo de las orillas, permitiendo así acceder a los microhábitats del sistema acuático como son: sustrato pedregoso, arcilloso, cúmulos de hojas, troncos sumergidos, vegetación ribereña, película superficial del agua, lecho, etc. (Roldán, 1992). Esta metodología nos proporcionara datos cuantitativos que permitan ponderar los resultados de riqueza y abundancia por área; esta operación se la repitió durante un minuto aproximadamente en cada microhábitat con la finalidad de obtener la mayor riqueza de especies. De esta manera fue posible disminuir errores derivados de las variaciones de micro ecosistemas que se presentan de un sitio a otro, en un mismo cuerpo de agua.

El material obtenido se colocó en una bandeja de loza blanca para realizar su respectiva limpieza; se separó a los macroinvertebrados de los otros animales con la ayuda de pinzas entomológicas. Los especímenes se colocaron en frascos plásticos previamente etiquetados con alcohol al 75% para su posterior traslado e identificación; al momento de tomar las muestras del cuerpo de agua se registró información referente a: coordenadas geográficas, fecha, fase estacional, hábitat, descripción del cuerpo de agua, entre otros datos.

6.2.6.7.2.2 Esfuerzo de Muestreo

En la Tabla 6-71, se indica el esfuerzo de muestreo realizado para el componente macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio.

Tabla 6-71 Esfuerzo de Muestreo Macroinvertebrados Acuáticos

Fecha dd/mm/aa	Código	Cuerpo de Agua	Metodología Aplicada	Horas / Día	Área cubierta (m)	Tiempo total (horas)
11/06/2023	PZMB-01	Río Panantza antes del ingreso al área de exploración	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3
12/06/2023	PZMB-02	Río Yavintza antes del	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3

Fecha dd/mm/aa	Código	Cuerpo de Agua	Metodología Aplicada	Horas / Día	Área cubierta (m)	Tiempo total (horas)
		ingreso al área de exploración				
13/06/2023	PZMB-03	Río Panantza dentro del área de exploración	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3
10/06/2023	PZMB-04	Quebrada S/N antes del ingreso al área de exploración	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3
11/06/2023	PZMB-05	Río Panantza, antes de la unión con río Shaime	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3
12/06/2023	PZMB-06	Río Shaime dentro del lote de EXSA	Red D-Net	3 horas / 1 día	100 m	3
Total de horas de trabajo efectivo utilizando la metodología de muestreo						18 horas
Simbología: PZMB= Punto de Muestreo Panantza Macroinvertebrados Acuáticos.						

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

6.2.6.7.2.3 Análisis de Datos

Para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, se utilizaron los siguientes equipos y materiales: estereomicroscopio marca *Snell* de magnificación 3X – 10X, cajas petri, vacutainers, viales y pinzas entomológicas. Para analizar las muestras obtenidas de los cuerpos de agua, se identificó a los individuos por phylum, clase, orden, familia, género y morfoespecie, con la ayuda de guías fotográficas y claves dicotómicas pertenecientes a: (Roldán, 1988); (Carrera & Fierro, 2001); (Domínguez & Fernández, 2009); (Merritt & Cummins, 1996). Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas y preservadas para su depósito en una Institución acreditada ante la Autoridad Ambiental. Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis cuantitativo cada uno de los puntos de muestreo.

El análisis de los resultados se los realizará considerando los siguientes criterios:

Riqueza

Número total de morfoespecies registradas, considera que si: $S > 26$ = sitio no impactado, 19-26 = levemente impactado, 11-18 = moderadamente impactado y < 11 = severamente impactado. (Bode, 1988).

Abundancia Total

Número de individuos registrados de una especie, también suele manejarse el término para enunciar el número total de individuos de todas las morfoespecies en un sitio (Villareal, 2004).

Abundancia Relativa

Abundancia y distribución de individuos entre los tipos o morfoespecies. Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de morfoespecies pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Suele ser normal el caso que la mayoría de morfoespecies son raras (tengan pocos individuos), mientras que un moderado número sea de comunes, y muy pocas morfoespecies sean verdaderamente abundantes (<http://tarwi.lamolina.edu.pe>, 2008).

La abundancia relativa, también conocida como P_i se calcula así:

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

Dónde:

n_i = número de individuos de una especie.

N = número total de individuos en el sitio, considerando todas las especies.

Esta escala señala como morfoespecies raras (R) a aquellas que presentan de uno a tres individuos; morfoespecies comunes (Co), a aquellas que presentan de cuatro a nueve individuos; seguidas de las morfoespecies que registran de 10 a 49 individuos, que son consideradas como abundantes (A); y, finalmente a las morfoespecies que superan a los 50 individuos se las catalogan como (Do) dominantes (Barbour, Gerritsen, Snyder, & Stribling, 1999).

Índice de Diversidad de Shannon

Su capacidad discriminatoria es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies. (Magurran, 1989). Su expresión de cálculo es:

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

Donde:

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

\sum = sumatoria

p_i = proporción de la muestra

$(n_i/n) \ln$ = logaritmo natural

Tabla 6-72 Interpretación para el Índice de Shannon

Valores	Interpretación
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
Superiores a 3,1	Diversidad alta

Fuente: (Yáñez P., 2014)

Índice de equidad de Pielou

Es un estimador paramétrico que, en base a los valores de diversidad obtenidos de la aplicación del índice de Shannon-Wiener, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1987).

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

Dónde:

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

H' = es el valor del índice de Shannon-Wiener

Índice de Dominancia de Simpson

Su capacidad discriminadora es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies (Magurran, 1989).

Se utiliza habitualmente en su forma 1-D, que toma valores entre 0,0 y 1,0 considera la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Tabla 6-73 Interpretación para el Índice de Simpson en su Fórmula 1-D

Valores	Interpretación
0,01 - 0,33	Diversidad baja
0,34 - 0,66	Diversidad media
Superiores a 0,66	Diversidad alta

Fuente: (Yáñez P., 2014)

Riqueza de Familias

Número total de familias registradas (Villareal, y otros, 2004).

Índice de Chao1

Es un estimador no paramétrico del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Se requiere determinar cuántas especies están representadas por solo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están por exactamente dos individuos (*doubletons*), (Chao, 1984), (Chao & Lee, 1992). Utiliza la siguiente fórmula:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{F^2}{2G}$$

Dónde:

S_{obs} = Número de especies observadas en la muestra

F = Especies representadas por un individuo en la muestra

G = Especies representadas por dos individuos en la muestra.

Curva de Acumulación de Especies

Es una curva de registro de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con el esfuerzo de muestreo de acuerdo a las repeticiones realizadas. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que se prosigue el muestreo aparecen menos especies, como las raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, poco a poco la pendiente de la curva desciende. El momento en el que esto ocurre por completo, teóricamente, se ha alcanzado número total de especies que se puede hallar en la zona, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez, 2003).

Índice de Similitud 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 (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos puntos de muestreos comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Humboldt, 2006)

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

Dónde:

a= es el número de morfoespecies presentes en el sitio A; b es el número de morfoespecies presentes en el sitio

B y c= es el número de morfoespecies presentes en ambos sitios A y B. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay morfoespecies compartidas entre ambos sitios hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de morfoespecies (Humboldt, 2006)

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col

Es un método simple de puntaje para todos los grupos de macroinvertebrados identificados hasta nivel de familia y que requiere solo datos cualitativos (presencia/ausencia). Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia), el cual da valores de 1 a 10 a los macroinvertebrados identificados a nivel de familia (Tabla 6-74). Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos (Roldán, 2003).

La suma total de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporciona el valor de la calidad del agua. BMWP/Col es una variación de este índice aplicado a la fauna macrobentónica de Antioquia-Colombia (Roldán, 2003).

Tabla 6-74 Puntajes 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 – Pseudothelphusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae – Trichodactylidae	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae – Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae – Glossosomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohiphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae	7
Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae – Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbiidae – Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae	5
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Curculionidae – Noteridae	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae	3

Familias	Puntaje
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae - Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2003

Tabla 6-75 Criterios de Calidad Biológica del agua para el índice BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	AZUL
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	AMARILLO
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

Fuente: Roldán, 2003

Índice AAMBI

El AAMBI, Andean-Amazon Biotic Index, (modificado y adaptado de Ríos-Touma et al., 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y de Acosta 2009), es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos. Este índice se aplica asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia de invertebrados registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación (Tabla 6-76). En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje AAMBI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Tabla 6-77).

Tabla 6-76 Familias de Invertebrados Acuáticos y Puntuación del Índice AAMBI (adaptado de Ríos Touma et al. 2014, del BMWP Roldán-Pérez 2016 y Acosta et al. 2009)

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
Platyhelminthes	Turbellaria			5
Nemata (o Nematoda)	Chromadorea			4
Nematomorpha	Gordioidea			1
Mollusca	Gastropoda		Ampullariidae	4
			Ancylidae	4
			Physidae	3
			Lymnaeidae	3
			Planorbidae	3

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
			Thiaridae	0
			Cochliopidae	3
	Bivalvia		Sphaeriidae	3
			Unionidae	4
Annelida	Hirudinea			3
	Oligochaeta			2
Arthropoda				
Chelicerata	Arachnida	Acari		4
Crustacea	Ostracoda			3
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	6
		Decapoda	Atyidae	6
			Palaemonidae	8
			Trichodactylidae	6
			Pseudothelpusidae	8
Hexapoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	4
			Oligoneuriidae	10
			Leptophlebiidae	10
			Euthyplociidae	9
			Ephemeridae	6
			Polymitarcyidae	8
			Caenidae	3
			Leptohyphidae	7
		Odonata	Aeshnidae	6
			Gomphidae	8
			Libellulidae	6
			Calopterygidae	8
			Polythoridae	10
			Megapodagrionidae	6
			Coenagrionidae	6
		Plecoptera	Perlidae	10
			Gripopterygidae	10
		Blattodea	Blaberidae	4
		Hemiptera	Pleidae	8
			Gerridae	5
			Veliidae	5
			Mesoveliidae	5
			Hydrometridae	4
			Corixidae	5
			Notonectidae	5
			Naucoridae	5
		Hemiptera	Belostomatidae	4
			Nepidae	5
			Gelastocoridae	5
		Megaloptera	Corydalidae	9
		Coleoptera	Gyrinidae	3
			Noteridae	4

Phylum/ Subphylum	Clase	Orden	Taxa/Familia	Puntuación / AAMBI
			Dytiscidae	3
			Scirtidae	5
			Ptilodactylidae	5
			Psephenidae	5
			Elmidae	5
			Lampyridae	5
			Hydrophilidae	3
			Staphylinidae	3
		Trichoptera	Philopotamidae	8
			Xiphocentronidae	8
			Polycentropodidae	8
			Hydropsychidae	5
			Hydrobiosidae	8
			Glossosomatidae	7
			Hydroptilidae	6
			Limnephilidae	7
			Atriplectididae	10
			Odontoceridae	10
			Calamoceratidae	10
			Leptoceridae	8
			Anomalopsychidae	10
			Helicopsychidae	10
		Lepidoptera	Crambidae	4
		Diptera	Tipulidae	5
			Limoniidae	4
			Blepharoceridae	10
			Psychodidae	3
			Chironomidae	2
			Ceratopogonidae	4
			Simuliidae	5
			Dixidae	4
			Culicidae	2
			Athericidae	10
			Tabanidae	4
			Dolichopodidae	4
			Empididae	4
			Syrphidae	1
			Muscidae	2
			Stratiomyidae	4

Fuente: Encalada, 2019

Tabla 6-77 Evaluación de la Calidad de Agua a partir del Puntaje del Índice Biótico Andino-Amazónico (AAMBI)

AAMBI	Integridad Ecológica
>121	Excelente
90-120	Muy Buena
50-89	Buena
36-49	Regular
<35	Mala

Fuente: Encalada, 2019

La principal ventaja del índice AAMBI es que permite utilizar a los invertebrados como indicadores de calidad de agua e integridad ecológica, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y es específico para las zonas Andino-Amazónicas entre 200 y 4000 m de elevación. Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo. El índice AAMBI también le permite calcular otros valores con los datos de los invertebrados recolectados, que le ayudarán a entender aún mejor al ecosistema acuático que está evaluando. Usted puede registrar:

- el número total de familias de la muestra (o riqueza específica S), que es la diversidad de invertebrados que hay en el río.
- el número total de individuos en la muestra (o abundancia N), que nos permiten evaluar la abundancia de las diferentes familias.
- el número de familias EPT, que se refiere al número familias que hay de los órdenes Ephemeroptera (E), Plecoptera (P) y Trichoptera (T).

Este número es útil porque las familias de estos tres órdenes generalmente son más sensibles a la contaminación y, por tanto, un mayor porcentaje de estas familias puede ser un indicativo general de que el río está en mejor estado.

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera o frigánea (Carrera & Fierro, 2001).

Para la realización del análisis de este índice, primeramente, se procede a colocar en una columna la clasificación de los organismos, en la siguiente columna se coloca la abundancia, es decir, el número de individuos encontrados y en la última columna se coloca los EPT presentes. Seguido a esto se divide los EPT presentes por la abundancia total, obteniendo un valor, él mismo que será multiplicado por el 100%, el resultado se compara con una tabla de calificaciones de la calidad del agua que va de muy buena a mala calidad (Carrera & Fierro, 2001)

Tabla 6-78 Criterios de Valoración para Evaluar la Calidad del Agua con el Índice EPT

% EPT	Calidad del agua
75 – 100	Muy Buena
50 – 74	Buena
25 – 49	Regular
0 – 24	Mala

Fuente: Carrera & Fierro, 2001

Aspectos Ecológicos

En base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos:

Gremio o Nicho trófico

Determinado por el papel que juegan cada una de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registrados, en la dinámica fluvial de acuerdo a las características alimenticias (Roldán, 2003).

Distribución Vertical

En ecosistemas acuáticos, la estratificación depende sobre todo de la luz y del agua. Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Los estratos tomados en cuenta son los siguientes:

- **Neuston:** Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua caminando, patinando o brincando.
- **Necton:** Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua.
- **Bentos:** Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, resto de vegetación y sustratos similares.

Especies de Interés

Morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos que por su alta sensibilidad o por su inusual registro, son de interés para posteriores estudios (Roldán, 2003).

Sensibilidad y Especies Indicadoras

Morfoespecies macrobentónicas de grupos específicos que presentan alta sensibilidad a las alteraciones que se pueden dar en los cuerpos de agua. Para determinar la sensibilidad y familias indicadoras, los valores van de 1 a 10, de acuerdo al índice BMWP/Col. La Tabla 6-79, ilustra cada uno de los rangos:

Tabla 6-79 Sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a su valor BMWP/Col

Rango	Interpretación
1 a 3	Baja sensibilidad
4 a 7	Mediana diversidad
8 a 10	Alta sensibilidad

Fuente: Roldán, 2003

Estado de Conservación

El estado de conservación de los macroinvertebrados acuáticos será verificado mediante La Lista Roja de Especies Amenazadas de la (UICN, 2022) y en las listas del Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2022).

Uso del Recurso

De acuerdo a la información proporcionada por los pobladores de las áreas aledañas a los cuerpos de agua, se determinará si las morfoespecies registradas presentan algún uso ya sea comercial o de consumo. Y a su vez si los sistemas hídricos muestreados presentan algún uso (actividades agrícolas, domésticas, etc.), para la comunidad y especies de fauna en general.

6.2.6.7.3 Análisis de Resultados

6.2.6.7.3.1 Análisis General

Para la realización del presente muestreo se tomaron en cuenta seis cuerpos de agua de importancia dentro del área de influencia directa. De manera general se observa que los sistemas hídricos presentan una alta representatividad de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, registrando actualmente 1304 individuos agrupados en 2 phylums, 2 clases, 9 órdenes, 28 familias y 46 morfoespecies (Gráfico 6-79). El listado total de especies registradas se presentó en el ANEXO D. RESPALDO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. D2. Línea Base Biótica. Anexo de Tablas Bióticas.

Gráfico 6-79 Frecuencia de la Riqueza Global de Phyllums, Clases, Órdenes, Familias, Morfoespecies e Individuos de Macroinvertebrados Acuáticos Hallados en el Área De Estudio

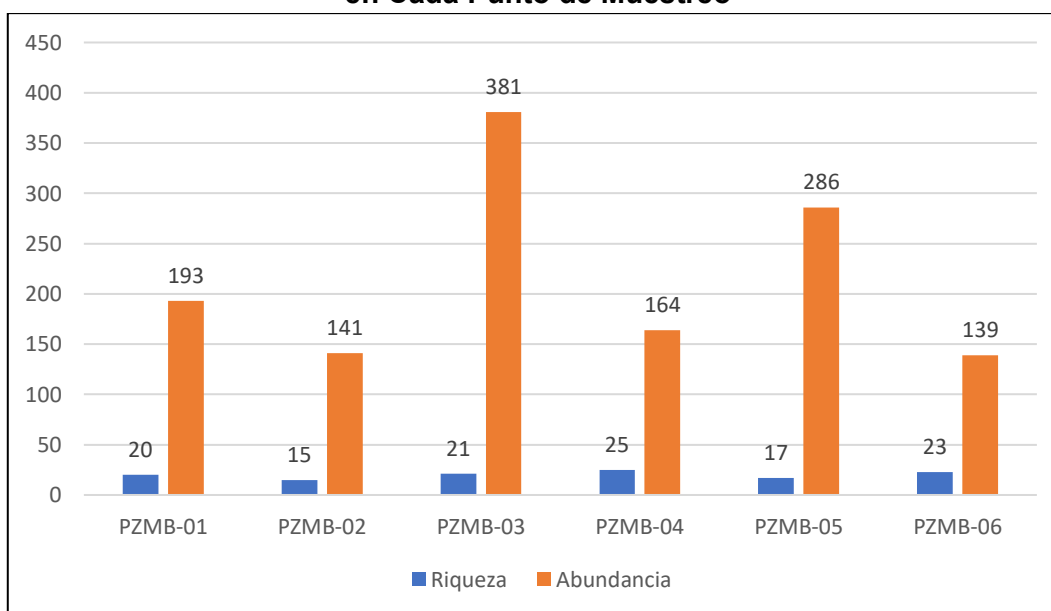


Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Riqueza y Abundancia

En cuanto a la riqueza el punto de muestreo de macroinvertebrados acuáticos más representativo fue el PZMB-04 con 25 morfoespecies y en abundancia el más representativo fue el PZMB-03 con 381 individuos, mientras que el valor más bajo de riqueza se registró en el PZMB-02 con 15 morfoespecies y el valor más bajo de abundancia con 139 individuos se registró en el PZMB-06 (Gráfico 6-80).

Gráfico 6-80 Riqueza y Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos Hallados en Cada Punto de Muestreo



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023



EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMBCONSULT CÍA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Curva de Dominancia-Diversidad General (pi/especies)

El análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la morfoespecie con mayor abundancia fue *Baetodes* sp. con 404 individuos ($P_i = 0,310$); seguida de *Thraulodes* sp. con 133 individuos ($P_i = 0,102$), continuando con *Limnocois* sp. con 117 individuos ($P_i = 0,090$), seguido de *Tricorythodes* sp. con 78 individuos ($P_i = 0,060$). Mientras que el resto de morfoespecies (42) registraron entre 1 y 76 individuos, es decir, a partir de $P_i=0,058$ empezó a mostrar un descenso (Gráfico 6-81).



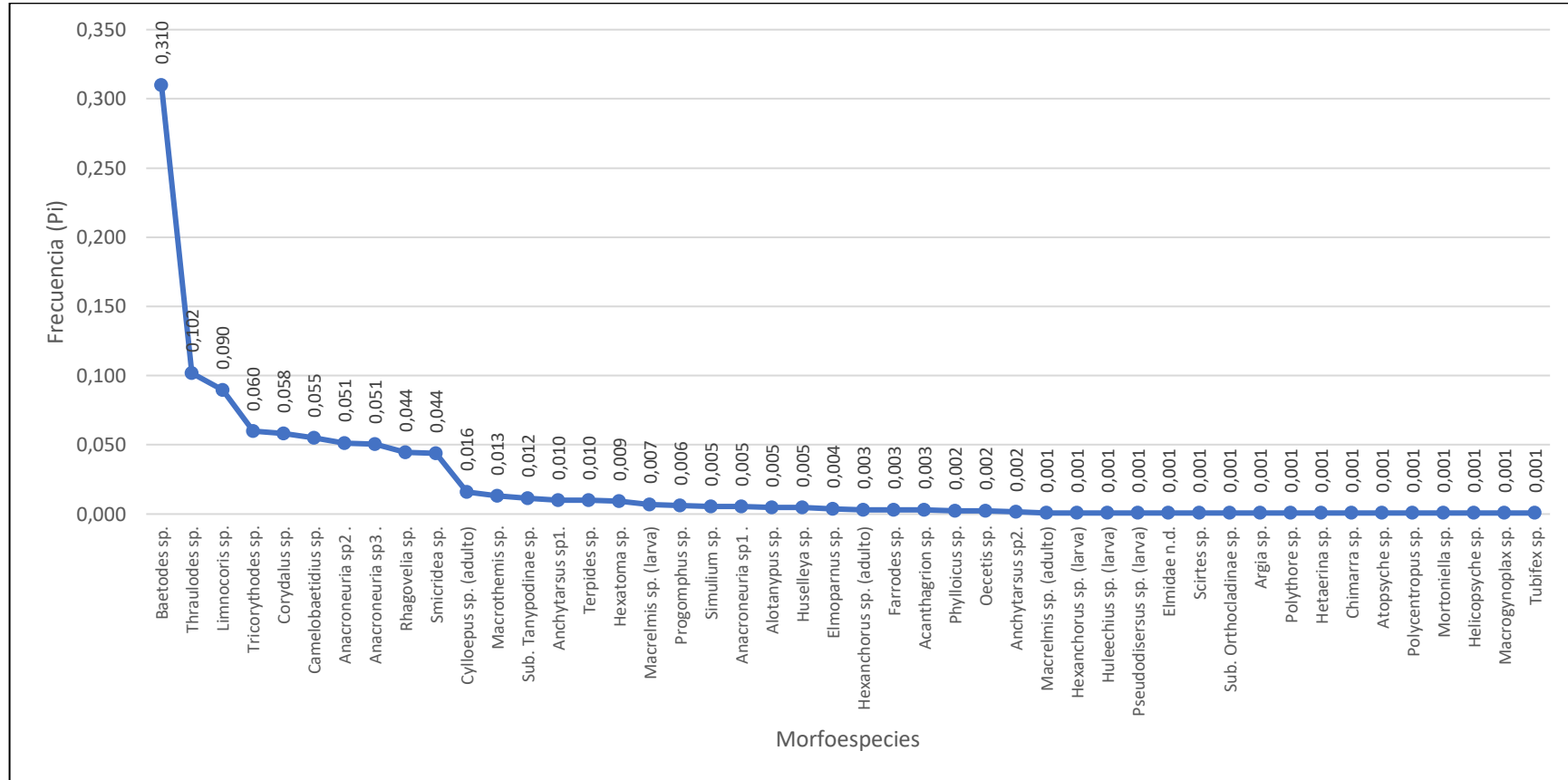
EXPLORCOBRES S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE GRAN MINERÍA PARA EL ÁREA OPERATIVA DE LA CONCESIÓN MINERA PANANTZA (CÓDIGO 102212)



GESAMCONSULT CÍA LTDA.
GESTION AMBIENTAL

Gráfico 6-81 Curva de Dominancia-Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Abundancia Relativa

La tabla siguiente, permite observar los porcentajes en cuanto a la abundancia relativa, siendo así que se registraron como raras (R) a 20 morfoespecies (43%); seguidas de las morfoespecies comunes (Co) con el 22% (10 morfoespecies); con el 22% (10 morfoespecies), se catalogó a las dominantes (Do). Mientras que con el porcentaje más bajo se agrupó a la categoría abundantes (A), con el 13%; es decir 6 morfoespecies (Tabla 6-80).

Tabla 6-80 Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio

Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Abundante
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Común
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Rara
<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Común
<i>Hexanchorus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
<i>Huleechius</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
<i>Pseudodisersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Rara
Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	Rara
<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	Abundante
<i>Anchytarsus</i> sp2.	Escarabajo acuático	Rara
<i>Elmoparnus</i> sp.	Escarabajo acuático	Común
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Rara
<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	Abundante
<i>Simulium</i> sp.	Jején	Común
Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Abundante
Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	Rara
<i>Alotanypus</i> sp.	Zancudo ciego	Común
<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Dominante
<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Dominante
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Dominante
<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	Común
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Abundante
<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Dominante
<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	Común
<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	Rara
<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	Abundante
<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	Común
<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Rara
<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	Rara
<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Dominante
<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	Rara

Morfoespecie	Nombre Común	Abundancia Relativa
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Mortoniella</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Rara
<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Común
<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	Dominante
<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	Dominante
<i>Macrogynoplax</i> sp.	Mosca de la piedra	Rara
<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	Dominante
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Dominante
<i>Huselleya</i> sp.	Patinador	Común
<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	Dominante
<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	Rara
46		

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Su capacidad discriminatoria es pobre, tiene una moderada sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies. Con relación a lo antes mencionado según el índice de Shannon, se determinó que los puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos PZMB-01, PZMB-02, PZMB-03, PZMB-04, PZMB-05 y PZMB-06 registraron valores entre 1,57 y 2,71 Bits/ind, es decir, diversidad media, con un ambiente moderadamente alterado.

En cuanto a la equitatividad está registra un promedio del 72% de homogeneidad, lo cual indica que las áreas de muestreo no presentan variaciones entre sus hábitats pues son semejantes entre sí, lo cual permite el desarrollo y la subsistencia de las diversas morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos del sector (Tabla 6-81). (Yáñez, 2014).

Tabla 6-81 Análisis de Diversidad Shannon-Wiener y Equitabilidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio

Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equitabilidad (J)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
PZMB-01	20	193	0,69	2,06	Diversidad media
PZMB-02	15	141	0,73	1,99	Diversidad media
PZMB-03	21	381	0,71	2,16	Diversidad media
PZMB-04	25	164	0,84	2,71	Diversidad media
PZMB-05	17	286	0,55	1,57	Diversidad media
PZMB-06	23	139	0,81	2,55	Diversidad media

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índice de Dominancia de Simpson (1-D)

Su capacidad discriminatoria es moderada, tiene una baja sensibilidad al tamaño muestral, pone énfasis en la dominancia de especies. Con relación a lo antes mencionado según el índice de Simpson (1-D), se determinó que los puntos de muestreo de macroinvertebrados acuáticos PZMB-01, PZMB-02, PZMB-03, PZMB-04 y PZMB-06, registraron valores entre 0,77 y 0,89 Bits/ind, es decir, diversidad alta. A excepción del PZMB-05 que mostro 0,62 Bits/ind, es decir, diversidad media. (Tabla 6-82). (Yáñez, 2014).

Tabla 6-82 Análisis de dominancia Simpson (1-D) de macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio

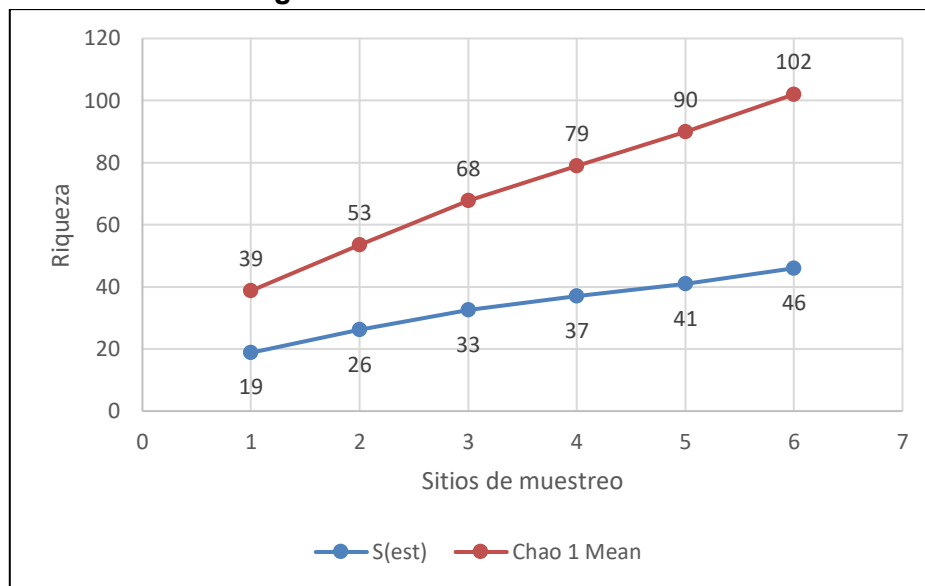
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Simpson (1-D)	Interpretación
PZMB-01	20	193	0,77	Diversidad alta
PZMB-02	15	141	0,8	Diversidad alta
PZMB-03	21	381	0,84	Diversidad alta
PZMB-04	25	164	0,89	Diversidad alta
PZMB-05	17	286	0,62	Diversidad media
PZMB-06	23	139	0,87	Diversidad alta

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índice de Chao 1 y Curva de Acumulación de Especies

El gráfico siguiente, determina que la curva de acumulación de morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos se encuentra en crecimiento por lo cual dista de alcanzar la asíntota. Por su parte el número de morfoespecies estimadas por el índice no paramétrico Chao 1 fue de 102; valor mayor que el registrado en los seis puntos de muestreo analizados (46 morfoespecies), lo que indica que, en el área de estudio, se ha registrado el 45% aproximadamente de las morfoespecies. Esto significa, con este esfuerzo de muestreo, se registró una parte de la verdadera riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, usando la técnica de colección Red D-net, como metodología de muestreo.

Gráfico 6-82 Curva de Acumulación y Chao 1 de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio

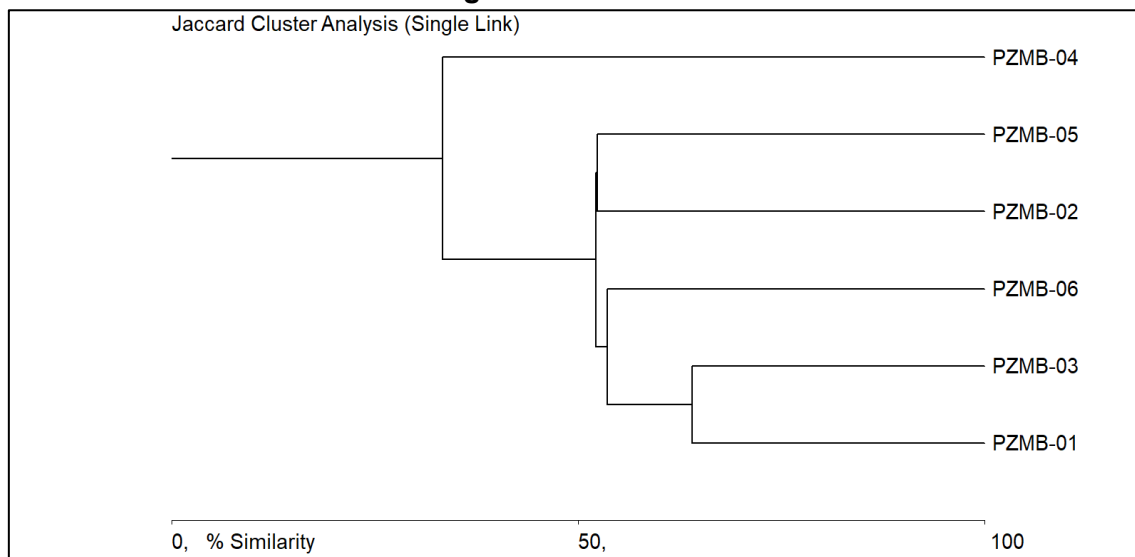


Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Índice de Similitud de Jaccard

Al hacer un análisis del clúster de similitud Jaccard (Gráfico 6-83), se observa que los puntos PZMB-01 y PZMB-03, comparten una similitud del 64%, es decir, 16 morfoespecies en común siendo estos los más representativos. Seguido de los puntos PZMB-01 y PZMB-06, que comparten una similitud del 53,57%, es decir, 15 morfoespecies en común. De manera general se observa que las áreas muestreadas presentan una alta disponibilidad de hábitats y alimento, lo cual favorece a la presencia de una alta gama de macroinvertebrados.

Gráfico 6-83 Índice de Similitud Jaccard Aplicado a los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

6.2.6.7.3.2 Análisis del Muestreo Cuantitativo

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada uno de los puntos de muestreo.

PZMB-01 Río Panantza antes del Ingreso al Área de Exploración

En el PZMB-01 se registraron un total de 193 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 7 órdenes, 12 familias y 20 morfoespecies. La Familia más abundante fue Baetidae con 80 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 40 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-83, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-83 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-01

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Alotanypus</i> sp.	Zancudo ciego	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	80
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	40
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	10
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	2
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	4
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	3

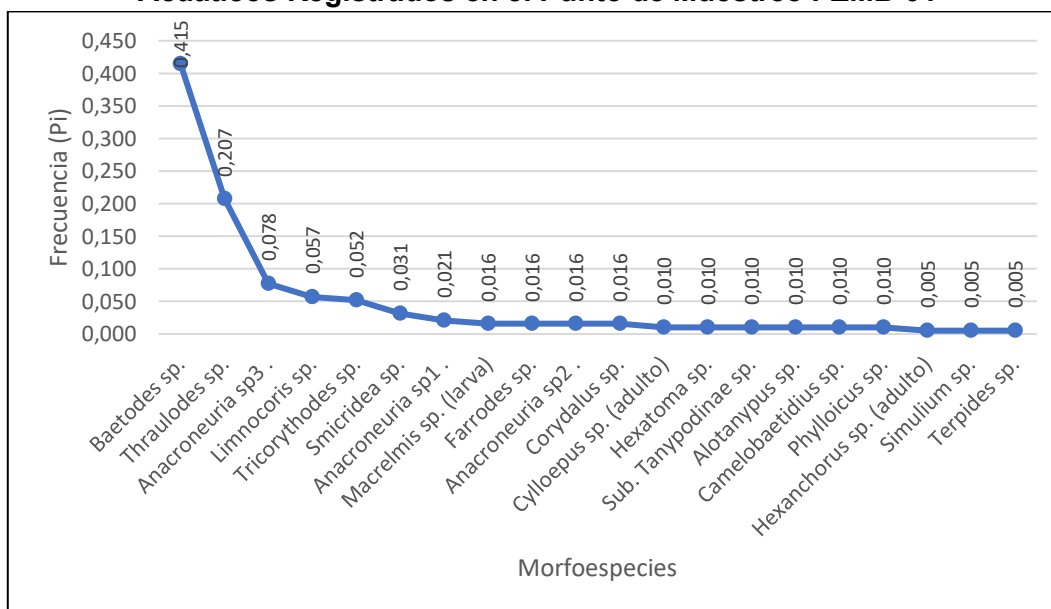
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	15
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	11
1	1	7	12	20		193

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 193 individuos, de las cuales *Baetodes* sp., con 80 individuos ($P_i = 0,415$) con el 41,45%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (19), a partir de $P_i = 0,207$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-84).

Gráfico 6-84 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-01



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZMB-02 Río Yavintza antes del Ingreso al Área de Exploración

En el PZMB-02 se registraron un total de 141 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 8 órdenes, 13 familias y 15 morfoespecies. La Familia más abundante fue Tricorythidae con 47 individuos de la morfoespecie *Tricorythodes* sp. Mientras que con 1 a 32 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-84, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-84 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-02

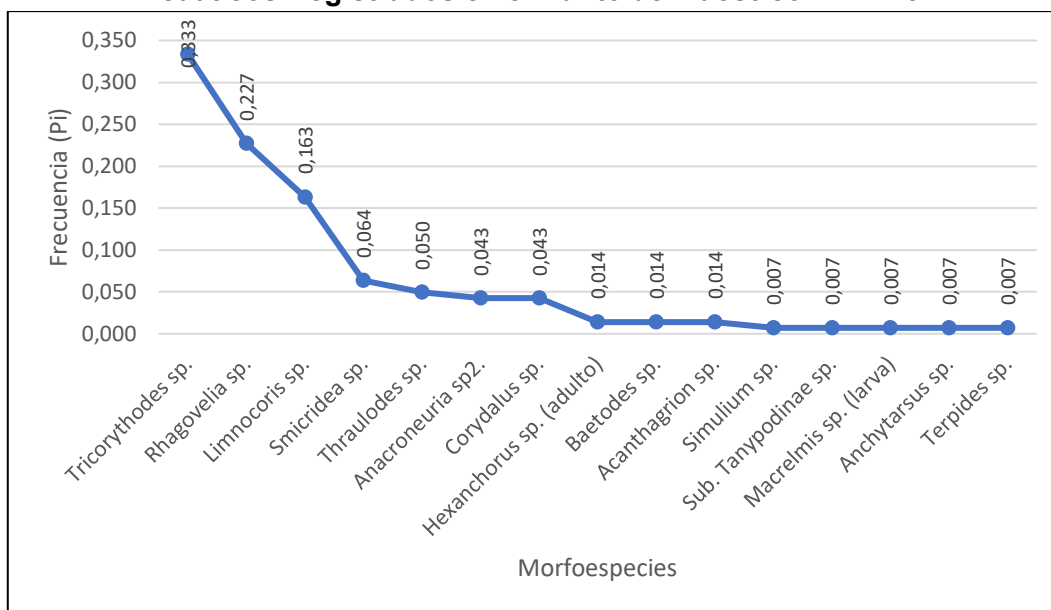
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	7
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	47
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	2
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	9
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	2
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	23
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	32
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	Perro de agua	6
1	1	8	13	15		141

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 141 individuos, de las cuales *Tricorythodes* sp., con 47 individuos ($P_i = 0,333$) con el 33,33%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (14), a partir de $P_i = 0,227$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-85).

Gráfico 6-85 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-02



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZMB-03 Río Panantza Dentro del Área de Exploración

En el PZMB-03 se registraron un total de 381 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 8 órdenes, 15 familias y 21 morfoespecies. La Familia más abundante fue Baetidae con 110 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 67 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-85, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-85 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-03

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	9
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1

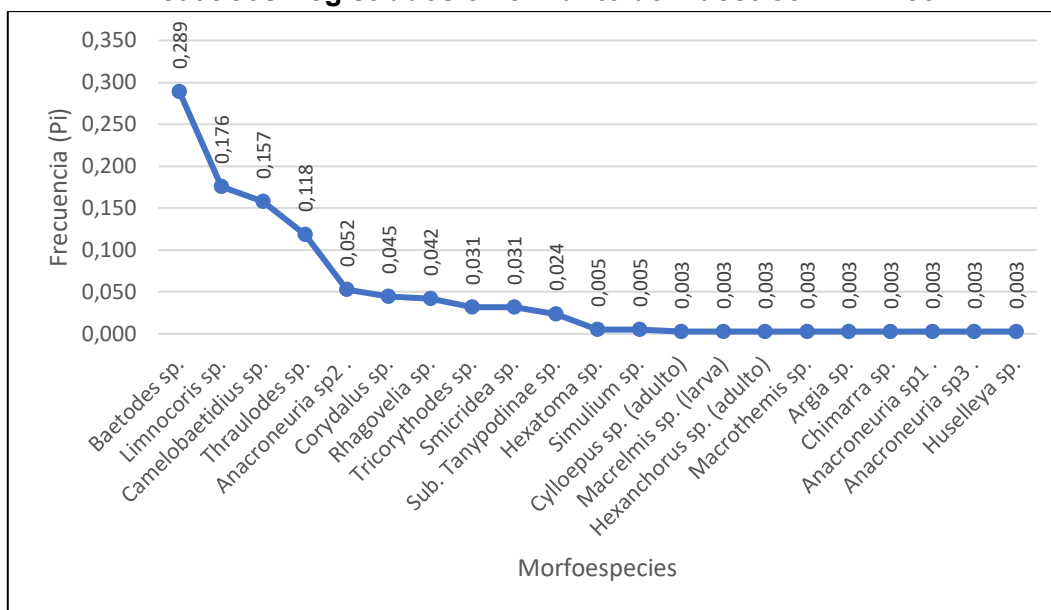
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	12
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	45
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	110
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	60
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	12
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	20
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	17
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	16
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Huselleya</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	67
1	1	8	15	21		381

Fuente: Información de Campo, mayo junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 381 individuos, de las cuales *Baetodes* sp., con 110 individuos ($P_i = 0,289$) con el 28,87%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (20), a partir de $P_i = 0,176$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-86).

Gráfico 6-86 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-03



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZMB-04 Quebrada S/N antes del Ingreso al Área de Exploración

En el PZMB-04 se registraron un total de 164 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 8 órdenes, 20 familias y 25 morfoespecies. La Familia más abundante fue Perlidae con 41 individuos de la morfoespecie *Anacroneuria* sp3. Mientras que con 1 a 16 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-86, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-86 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-04

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Elmoparnus</i> sp.	Escarabajo acuático	5
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1

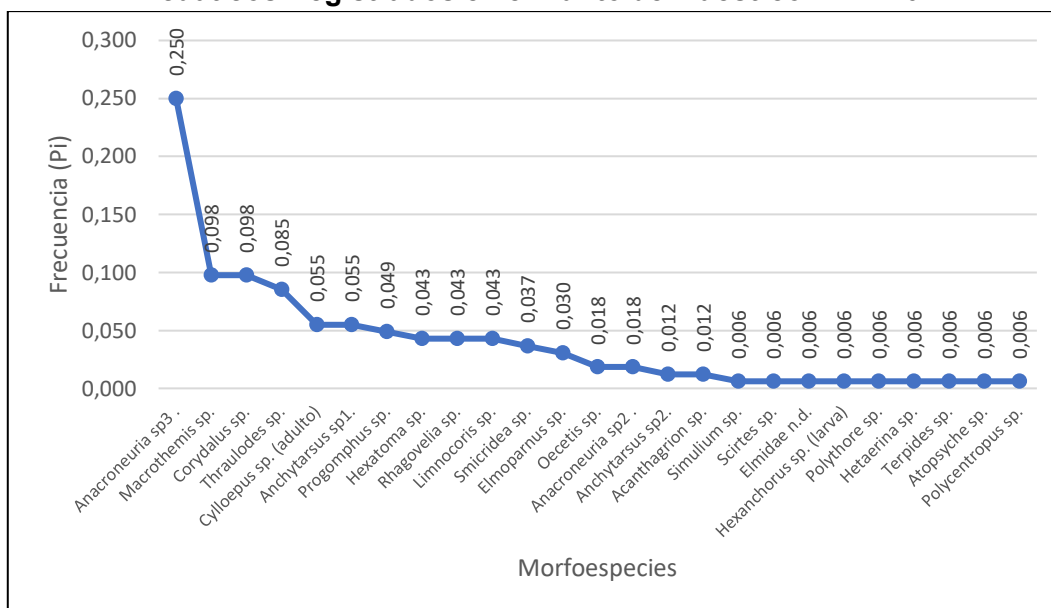
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	9
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp2.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	16
Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	2
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	8
Arthropoda	Insecta	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	14
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	6
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	3
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	3
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	41
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	16
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	7
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	7
1	1	8	20	25		164

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 164 individuos, de las cuales *Anacroneuria* sp3., con 41 individuos ($P_i = 0,250$) con el 25,00%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (24), a partir de $P_i = 0,098$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-87).

Gráfico 6-87 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-04



Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

PZMB-05 Río Panantza Antes de la Unión con Río Shaime

En el PZMB-05 se registraron un total de 286 individuos agrupados en 1 phylum, 1 clase, 7 órdenes, 13 familias y 17 morfoespecies. La Familia más abundante fue Baetidae con 170 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 35 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-87, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-87 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-05

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Jején	2
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	3
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	5
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	19

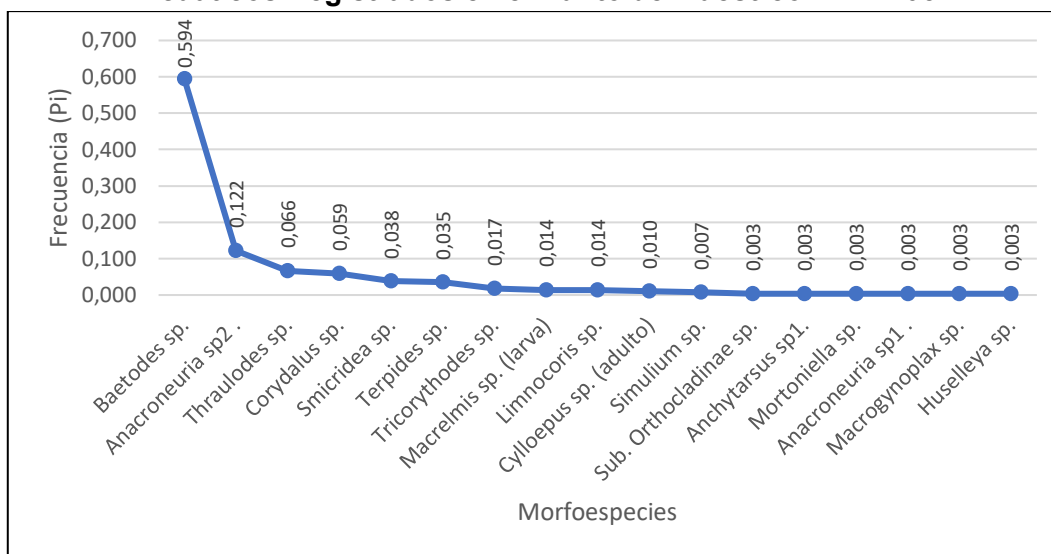
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	Efímera	10
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	170
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	11
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	35
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Macrogynoplax</i> sp.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	17
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Huselleya</i> sp.	Patinador	1
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	4
1	1	7	13	17		286

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 286 individuos, de las cuales *Baetodes* sp., con 170 individuos ($P_i = 0,594$) con el 59,44%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (16), a partir de $P_i = 0,122$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-88).

Gráfico 6-88 Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Punto de Muestreo PZMB-05



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

PZMB-06 Río Shaime dentro del lote de EXSA

En el PZMB-06 se registraron un total de 139 individuos agrupados en 2 phylums, 2 clases, 8 órdenes, 15 familias y 23 morfoespecies. La Familia más abundante fue Baetidae con 42 individuos de la morfoespecie *Baetodes* sp. Mientras que con 1 a 17 individuos se registró a las familias restantes.

La Tabla 6-88, permite observar de manera detallada el registro de morfoespecies encontradas en el cuerpo de agua muestreado.

Tabla 6-88 Morfoespecies Registradas en el Punto de Muestreo PZMB-06

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Alotanypus</i> sp.	Zancudo ciego	4
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	6
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Huleechius</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Pseudodisersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	1

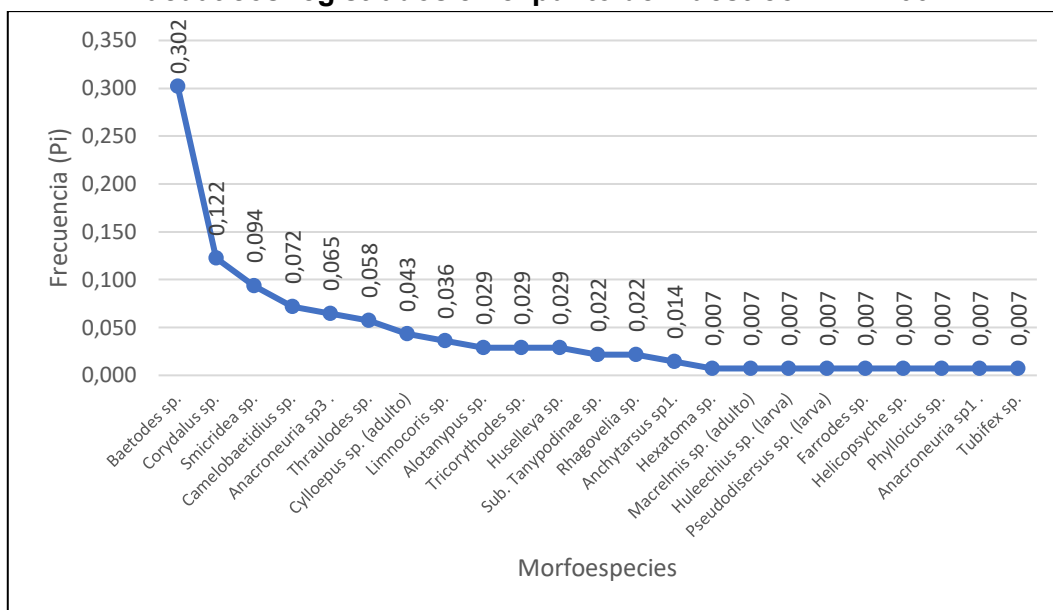
Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Nombre Común	Individuos
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	42
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	10
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	4
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	13
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	1
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	9
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	17
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	3
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Vellidae	<i>Huselleya</i> sp.	Patinador	4
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	5
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	1
2	2	8	15	23		139

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Dominancia – Diversidad

El análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, registró un total de 139 individuos, de las cuales *Baetodes* sp., con 42 individuos ($P_i = 0,302$) con el 30,22%, fue considerada como la más representativa. Mientras que el resto de morfoespecies (22), a partir de $P_i = 0,122$ empezaron a mostrar un descenso (Gráfico 6-89).

Gráfico 6-89 Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en el punto de muestreo PZMB-06



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Índices Ecológicos

Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

La Tabla 6-89, permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice ecológico BMWP/Col, siendo así que los cuerpos de agua PZMB-03, PZMB-04 y PZMB-06 registraron una clase I, calidad Buena; es decir, Aguas muy limpias a limpias, en un 50%, posiblemente esto se deba a que el área por donde discurren estos cuerpos de agua, no está alterada, tienen sus aguas lóxicas, lo que les permite recuperarse e ingresar oxígeno al sistema acuático, dando lugar al desarrollo de una población estable de invertebrados acuáticos sensibles a cambios ambientales, seguido de los cuerpos de agua PZMB-01, PZMB-02 y PZMB-05 que registraron una clase II, calidad Aceptable; es decir, Aguas ligeramente contaminadas, en un 50%, este resultado posiblemente se deba a las lluvias previas a los muestreos, las cuales afectan de manera negativa a la presencia de invertebrados en los cuerpos de agua, ya que influyen en la dispersión de las poblaciones.

En general se observa que las áreas muestreadas presentaron un impacto moderado, esto posiblemente se encuentra influenciado por factores ambientales como es la época estacional (invierno, lluvias fuertes y constantes), variaciones del caudal, entre otros factores al momento de la toma de muestras, no obstante la presencia de una buena variedad de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos presentan un alto equilibrio de macroinvertebrados acuáticos en la mayoría de los cuerpos de agua muestreados.

Tabla 6-89 Índice BMWP/Col Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	Valor del BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
PZMB-01	82	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PZMB-02	94	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PZMB-03	102	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
PZMB-04	154	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
PZMB-05	94	II	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PZMB-06	101	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)

La Tabla 6-90, permite observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice AAMBI, siendo así que el cuerpo de agua PZMB-04 registró una integridad ecológica Excelente. Seguido de los cuerpos de agua PZMB-03 y PZMB-06 que registraron una integridad ecológica Muy Buena. Y finalmente los cuerpos de agua PZMB-01, PZMB-02 y PZMB-05 que registraron una integridad ecológica Buena.

En general se observa que los cuerpos de agua muestreados no presentaron impactos considerables, la presencia de estos organismos permitió ver que los sistemas hídricos tienen condiciones óptimas para su desarrollo. En otras palabras, están adaptados a las condiciones ambientales del ecosistema y a las interacciones con los otros organismos que viven en él. Por lo tanto, cambios importantes en los factores abióticos y bióticos del sistema impactarán diferencialmente a los organismos, porque siempre habrá algunos que sean más tolerantes que otros al cambio. Algunos invertebrados son muy sensibles a los cambios ambientales y tienden a desaparecer o a disminuir en abundancia cuando las condiciones ambientales se alteran. Otros grupos más tolerantes, por el contrario, podrían aumentar su abundancia. A estas especies se les llama bioindicadores, ya que su presencia y abundancia nos puede indicar el estado del ecosistema. (Encalada A. C., 2019).

Tabla 6-90 Índice AAMBI Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	AAMBI	Integridad Ecológica
PZMB-01	77	Buena
PZMB-02	78	Buena
PZMB-03	92	Muy Buena
PZMB-04	131	Excelente
PZMB-05	79	Buena
PZMB-06	94	Muy Buena

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

En cuanto a la aplicación del índice EPT, los puntos de muestreo PZMB-01 y PZMB-05 registraron una calidad de agua Muy Buena. Seguido de los puntos PZMB-02, PZMB-03 y PZMB-06 que registraron una calidad de agua Buena. Y finalmente el punto de muestreo PZMB-04 registró una calidad de agua Regular. Se observa que la mayoría de estos cuerpos de agua albergan una buena representatividad de estos órdenes de macroinvertebrados acuáticos, los mismos que son apropiados para la aplicación de este índice y a la vez son indicadores del buen estado de conservación de los sistemas hídricos y por ende del ecosistema acuático.

La Tabla 6-91, permite observar la presencia de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 6-91 Índice EPT Aplicado a los Cuerpos de Agua Muestreados

Código	Índice EPT			EPT Total	Porcentaje EPT	Interpretación
	Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera			
PZMB-01	136	22	8	166	86%	Muy Buena
PZMB-02	57	6	9	72	51%	Buena
PZMB-03	227	22	13	262	69%	Buena
PZMB-04	15	44	11	70	43%	Regular
PZMB-05	204	37	12	253	88%	Muy Buena
PZMB-06	65	10	15	90	65%	Buena

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

6.2.6.7.3.3 Aspectos Ecológicos

Los macroinvertebrados bénticos o fauna béntica está conformada por todos aquellos organismos que permanecen durante algún ciclo de su vida sujetos al fondo de los ecosistemas acuáticos, especialmente en y bajo sustratos rocosos (grava, gravilla, guijarro) o refugiados en troncos, escombros leñosos o adheridos a macrófitas y residuos vegetales.

Los organismos de los bentos se caracterizan generalmente por presentar uñas o ventosas en sus apéndices, con las cuales se aferran al sustrato o a las plantas acuáticas, tal y como lo hacen algunas larvas de odonatos, para evitar ser arrastrados por el flujo. Otros, como la gran mayoría de Trichopteros, construyen casas con material vegetal o mineral, en forma de diminutos conos, dentro de los cuales encuentran protección y refugio. Algunos efemerópteros cavan túneles en sustratos blandos y otros organismos como las planarias y sanguijuelas, se adhieren a la superficie del sustrato para evitar ser arrastrados por la corriente (Grimaldo, 2004).

Los Coleópteros en su mayoría viven en aguas continentales lólicas y lénticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. En los ecosistemas lólicos, como los que se presentan en el área de estudio, se encuentran principalmente en zonas ribereñas (Roldán, 1988).

En cuanto a los Dípteros podemos mencionar que su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias Simuliidae y también de contaminadas como Chironomidae (Roldán, 1988).

Los Ephemeropteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas morfoespecies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, se consideran indicadores de buena calidad de agua (Roldán, 1988).

Los Hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas morfoespecies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las morfoespecies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos (Roldán, 1988).

Los Plecopteros son organismos que viven en aguas rápidas, bien oxigenadas y debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se los considera indicadores de aguas muy limpias. Su distribución es cosmopolita ya que se los encuentra tanto en ecosistemas de altura como en ecosistemas de tierras bajas (Roldán, 1988).

La mayoría de los Trichopteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988)

Los Odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos, corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán, 1988).

Los Megalopteros viven en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. En general, se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas (Roldán, 1988).

Los oligoquetos en su mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Por su parte los tubificidos puede vivir a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea (Roldán, 1996).

Nichos Tróficos

Se denomina a la estrategia de supervivencia utilizada por una especie, que incluye la forma de alimentarse, de competir con otras, de cazar, de evitar ser comida. En otras palabras, es la función, “profesión” u “oficio” que cumple una especie animal o vegetal dentro del ecosistema.

Las relaciones tróficas son un elemento importante en la estructura de las comunidades de insectos acuáticos porque son determinantes en todos los aspectos de la vida de los invertebrados (ciclos de vida, elección de hábitat, comportamiento, predación) y en procesos ecológicos, como la circulación de nutrientes (Chara-Serna, 2010).

De acuerdo a su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros); sin embargo, de acuerdo a la forma como lo obtienen, pueden clasificarse en grupos más específicos como raspadores, trituradores, filtradores, colectores, etc. (Cummins, 2005).

En el presente estudio, se distinguen las siguientes categorías tróficas para los seis puntos de muestreo:

Detritívoros (De): se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos encontramos a: *Cylloepus* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Macrelmis* sp. (adulto), *Hexanchorus* sp. (adulto), *Hexanchorus* sp. (larva), *Huleechius* sp. (larva), *Pseudodisersus* sp. (larva), Elmidae n.d., *Elmoparnus* sp., *Scirtes* sp., *Simulium* sp., *Sub. Tanypodinae* sp., *Sub. Orthocladinae* sp., *Alotanypus* sp., *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp., *Terpides* sp., *Tricorythodes* sp., *Smicridea* sp., *Phylloicus* sp., *Chimarra* sp., *Atopsyche* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Mortoniella* sp., *Helicopsyche* sp. y *Tubifex* sp.

Carnívoros (Ca): son especies que se alimentan de otros animales siendo así que Naucoridae es capaz de alimentarse de pequeños microcrustáceos hasta peces. En esta categoría encontramos a: *Hexatoma* sp., *Acanthagrion* sp., *Argia* sp., *Macrothemis* sp., *Progomphus* sp., *Polythore* sp., *Hetaerina* sp., *Anacroneuria* sp1., *Anacroneuria* sp2., *Anacroneuria* sp3., *Macrogynoplax* sp., *Limnocoris* sp., *Rhagovelia* sp., *Huselleya* sp. y *Corydalus* sp.

Herbívoros (He): son organismos que se alimentan de tejidos vegetales y algas, en esta categoría se registran a morfoespecies como: *Anchytarsus* sp1. y *Anchytarsus* sp2.

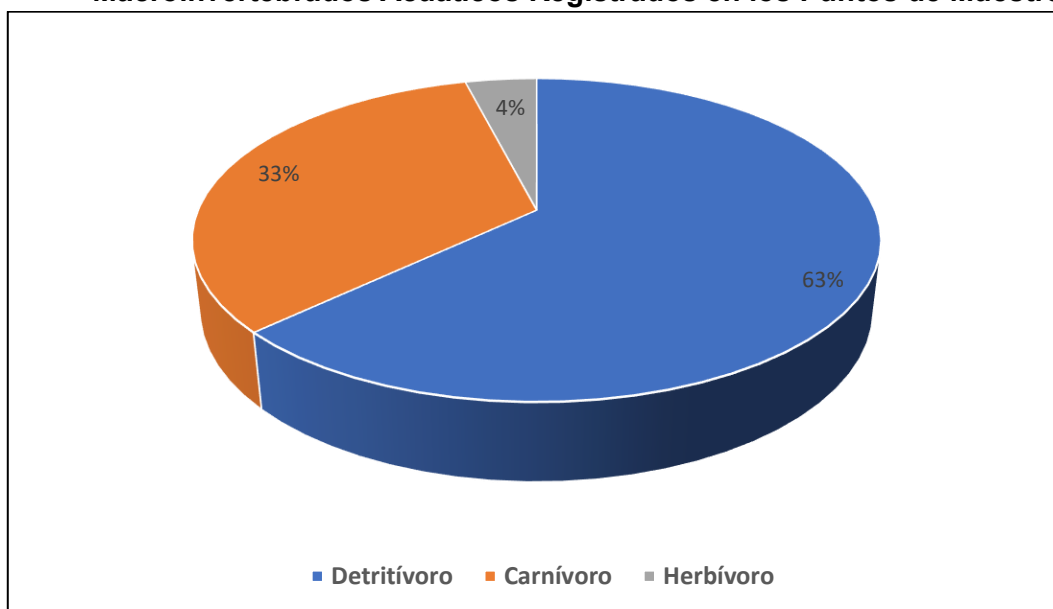
En cuanto a los gremios tróficos registrados en cada uno de los puntos de muestreo (PZMB-01, PZMB-02, PZMB-03, PZMB-04, PZMB-05 y PZMB-06), se determina que las morfoespecies más dominantes son las de hábito detritívoro, con un porcentaje del 63% (29 morfoespecies), seguido de los carnívoros con el 33%; es decir, 15 morfoespecies. Finalmente, los herbívoros con el 4%; es decir, 2 morfoespecies.

En un ecosistema estable, los organismos herbívoros deberían ser el grupo dominante, indicando que en el ecosistema hay suficiente alimento para mantener a este grupo trófico, en el presente estudio, los herbívoros se ubican en último lugar, mientras los detritívoros y los carnívoros son los que más abundan.

La presencia de detritívoros nos indica que estos recursos tienen cierta presión negativa por el ingreso de necromasa al sistema acuático, el cual es aprovechado por este tipo de organismos que se alimentan de detritus, sin embargo este factor no es determinante

para que estos cuerpos de agua, sean catalogados como cuerpos de agua impactados, ya que al discurrir por zonas boscosas, la materia vegetal cae sobre el lecho, dando lugar al apareamiento natural de macroinvertebrados detritívoros que ayudan a la descomposición de este material. (Gráfico 6-90).

Gráfico 6-90 Gremios Tróficos de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en los Puntos de Muestreo



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Distribución Vertical de los Macroinvertebrados Acuáticos Dentro de la Columna de Agua

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación (Roldán, 2003); las morfoespecies registradas en los puntos de muestreo se distribuyeron de la siguiente manera:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están: *Husellaya* sp., *Rhagovelia* sp., *Baetodes* sp. y *Camelobaetidius* sp.

Bentos: Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos restos de vegetación y sustratos similares, donde encuentran alimento y escondites; en este nivel de la columna moran organismos como: *Cyloopus* sp. (adulto), *Macrelmis* sp. (larva), *Macrelmis* sp. (adulto), *Hexanchorus* sp. (adulto), *Hexanchorus* sp. (larva), *Huleechius* sp. (larva), *Pseudodisersus* sp. (larva), Elmidae n.d., *Elmoparnus* sp., *Scirtes* sp., *Simulium* sp., *Sub. Tanypodinae* sp., *Sub. Orthocladinae* sp., *Alotanypus* sp. *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp., *Terpides* sp., *Tricorythodes* sp., *Smicridea* sp., *Phylloicus* sp., *Chimarra* sp., *Atopsyche* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Mortoniella* sp., *Helicopsyche* sp., *Tubifex* sp., *Hexatoma*

sp., *Acanthagrion* sp., *Argia* sp., *Macrothemis* sp., *Progomphus* sp., *Polythore* sp., *Hetaerina* sp., *Anacroneuria* sp1., *Anacroneuria* sp2., *Anacroneuria* sp3., *Macrogynoplax* sp., *Corydalus* sp., *Anchytarsus* sp1.y *Anchytarsus* sp2.

Necton: Incluyen a especies que se desplazan por toda la columna de agua para filtrar alimento o cazar presas; dentro de este grupo constan: *Limnocoris* sp.

Morfoespecies de Interés

Los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Barbour M. T., 1995); también son considerados el grupo con menos estudios para el Ecuador, debido a esto no se cuenta con información para determinar la existencia de especies endémicas o amenazadas, pero en base a su sensibilidad se pueden registrar morfoespecies de interés; entre las cuales se destacan: *Anchytarsus* sp1., *Anchytarsus* sp2., *Simulium* sp., *Thraulodes* sp., *Farrodos* sp., *Terpides* sp., *Progomphus* sp., *Polythore* sp., *Phylloicus* sp., *Chimarra* sp., *Atopsyche* sp., *Polycentropus* sp., *Oecetis* sp., *Helicopsyche* sp., *Anacroneuria* sp1., *Anacroneuria* sp2., *Anacroneuria* sp3., *Macrogynoplax* sp., *Rhagovelia* sp. y *Huselleya* sp., las mismas que sobresalen por su sensibilidad alta; sin embargo también se debe tener en cuenta a las morfoespecies de sensibilidad media y baja, todas estas en conjunto ayudan al equilibrio y mantenimiento del ecosistema acuático.

En la Tabla 6-92, se detallan las morfoespecies indicadoras, así como la descripción de su hábitat.

Tabla 6-92 Morfoespecies indicadoras de macroinvertebrados acuáticos en el área de estudio

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Cylloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Hexanchorus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Huleechius</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Pseudodisersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	En aguas lóaticas adhiriéndose a rocas, troncos, gravas y hojas en descomposición, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interfase aire-agua (Roldán, 1996).
<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lóaticos (Roldán, 1996).
<i>Anchytarsus</i> sp2.	Escarabajo acuático	En márgenes de arroyos sobre plantas herbáceas; las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lóaticos (Roldán, 1996).
<i>Elmoparnus</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lóaticas, debajo de piedras, troncos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Viven en aguas lénticas en medio de vegetación ribereña, algunos son terrestres (Roldán, 1996).
<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	En ecosistemas lóaticos de corriente moderada. Las larvas sobre rocas, grava, arena (Roldán, 1996).
<i>Simulium</i> sp.	Jején	Aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos. Indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
Sub. <i>Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutrólicas (Roldán, 1996).
Sub. <i>Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutrólicas (Roldán, 1996).
<i>Alotanypus</i> sp.	Zancudo ciego	Aguas lóaticas y lénticas, en fango, arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas mesoeutrólicas (Roldán, 1996).
<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida. Indicador de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1996).
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Se desarrolla en aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias (Roldán, 1996).
<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas lénticas con vegetación (Roldán, 1996).
<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en corrientes moderadas entre piedras y vegetación (Roldán, 1996).
<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas lóxicas de flujo lento con vegetación; indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	Vive en lechos arenosos de ríos y lagos, adaptados para cavar. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Viven en aguas limpias o ligeramente eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	Sistemas lóxicos, sobre desechos de plantas y rocas. Indicadores de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Indicador de aguas oligo a eutróficas (Roldán, 1996).
<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes frías, bien oxigenadas, con mucha materia vegetal. Indicadores de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Aguas corrientes con mucha vegetación, toleras aguas con poca contaminación. Indicador de agua oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Viven en aguas corrientes sobre material pedregoso (Roldán, 1996).
<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Viven en corrientes, sobre sustratos pedregosos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	Viven en corrientes, sobre sustratos pedregosos y residuos vegetales (Roldán, 1996).
<i>Mortoniella</i> sp.	Frigánea	Viven en aguas corrientes, adheridos fuertemente a piedras y rocas, a veces cubren toda la superficie (Roldán, 1996).
<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Aguas de poca corriente y litoral de remansos y lagos; adheridos a sustratos pedregosos. Indicador de agua oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).

Morfoespecie	Nombre Común	Hábitat
<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Macrogynoplax</i> sp.	Mosca de la piedra	Vive en aguas rápidas bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Indicadores de aguas limpias y oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Limnocoris</i> sp.	Chinche acuático	Charcas y remansos de ríos, y quebradas adheridos a troncos, piedras y ramas. Indicador de aguas oligotróficas (Roldán, 1996).
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Prefieren aguas con mucha corriente pero también quietas, patinan sobre el agua sin sumergirse. Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996).
<i>Husellaya</i> sp.	Patinador	Se encuentran en todo tipo de hábitats de agua dulce, siendo más comunes en ríos de fondo arenoso (Roldán, 1996).
<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	Viven en aguas corrientes debajo de restos de vegetación, troncos, piedras y entre raíces de vegetación sumergida (Roldán, 1996).
<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	Viven a varios metros de profundidad, donde el oxígeno es escasa; en los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras (Roldán, 1996).
46		

Fuente: Información de Campo, mayo – junio 2023

Sensibilidad de las Morfoespecies

La sensibilidad de las morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos, está dada de acuerdo con la tolerancia que éstas presentan a los niveles de contaminación que puedan presentarse en los cuerpos de agua. La Tabla 6-93 permite observar el grado de sensibilidad de las morfoespecies registradas en el área de estudio.

Tabla 6-93 Sensibilidad de los Macroinvertebrados Acuáticos en el Área de Estudio

Morfoespecie	Nombre Común	Sensibilidad
<i>Cyloepus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Media
<i>Macrelmis</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Media
<i>Macrelmis</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Media
<i>Hexanchorus</i> sp. (adulto)	Escarabajo acuático	Media
<i>Hexanchorus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Media
<i>Huleechius</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Media
<i>Pseudodisersus</i> sp. (larva)	Escarabajo acuático	Media
Elmidae n.d.	Escarabajo acuático	Media
<i>Anchytarsus</i> sp1.	Escarabajo acuático	Alta

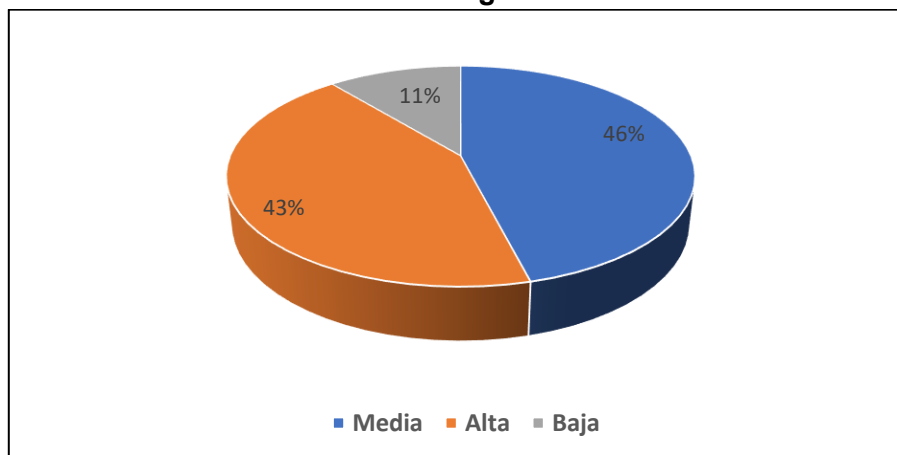
Morfoespecie	Nombre Común	Sensibilidad
<i>Anchytarsus</i> sp2.	Escarabajo acuático	Alta
<i>Elmoparnus</i> sp.	Escarabajo acuático	Media
<i>Scirtes</i> sp.	Escarabajo acuático	Media
<i>Hexatoma</i> sp.	Cabeza de cebolla	Baja
<i>Simulium</i> sp.	Jején	Alta
<i>Sub. Tanypodinae</i> sp.	Zancudo ciego	Baja
<i>Sub. Orthocladinae</i> sp.	Zancudo ciego	Baja
<i>Alotanypus</i> sp.	Zancudo ciego	Baja
<i>Baetodes</i> sp.	Efímera	Media
<i>Camelobaetidius</i> sp.	Efímera	Media
<i>Thraulodes</i> sp.	Efímera	Alta
<i>Farrodes</i> sp.	Efímera	Alta
<i>Terpides</i> sp.	Efímera	Alta
<i>Tricorythodes</i> sp.	Efímera	Media
<i>Acanthagrion</i> sp.	Caballito del diablo	Media
<i>Argia</i> sp.	Caballito del diablo	Media
<i>Macrothemis</i> sp.	Caballito del diablo	Media
<i>Progomphus</i> sp.	Caballito del diablo	Alta
<i>Polythore</i> sp.	Caballito del diablo	Alta
<i>Hetaerina</i> sp.	Caballito del diablo	Media
<i>Smicridea</i> sp.	Caddis de agallas de plumas	Media
<i>Phylloicus</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Chimarra</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Atopsyche</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Polycentropus</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Oecetis</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Mortoniella</i> sp.	Frigánea	Media
<i>Helicopsyche</i> sp.	Frigánea	Alta
<i>Anacroneuria</i> sp1.	Mosca de la piedra	Alta
<i>Anacroneuria</i> sp2.	Mosca de la piedra	Alta
<i>Anacroneuria</i> sp3.	Mosca de la piedra	Alta
<i>Macrogynoplax</i> sp.	Mosca de la piedra	Alta
<i>Limnocois</i> sp.	Chinche acuático	Media
<i>Rhagovelia</i> sp.	Patinador	Alta
<i>Huselleya</i> sp.	Patinador	Alta
<i>Corydalis</i> sp.	Perro de agua	Media
<i>Tubifex</i> sp.	Lombriz	Baja
46		

Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

El gráfico siguiente permite observar que, de las 46 morfoespecies registradas para el área de estudio, se determinó 21 morfoespecies de sensibilidad media con el 46%,

seguido de 20 morfoespecies, es decir, el 43% de sensibilidad alta. Mientras que con el 11%, 5 morfoespecies se catalogaron a las de sensibilidad baja. De manera general se observa una dinámica favorable en la presencia de morfoespecies, las mismas que de una u otra manera ayudan al buen funcionamiento de los cursos de agua.

Gráfico 6-91 Porcentaje de Sensibilidad de las Morfoespecies de Macroinvertebrados Acuáticos Registrados en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, mayo - junio 2023

Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2022) o en las listas CITES (CITES, 2022).

Se descarta entonces que alguna de las especies listadas en la UICN pueda existir en el área de estudio, sin embargo, en ausencia de investigaciones a nivel de Sudamérica y/o el Ecuador, no se puede asegurar totalmente que estas especies no se encuentren amenazadas o que existan especies que se encuentren amenazadas que no han sido identificadas y/o evaluadas.

Uso del Recurso

Ecológicamente, dentro de los insectos, solamente el 3% de especies son acuáticas; sin embargo, cerca de la mitad de los órdenes posee especies que cuentan con al menos una etapa que se desarrolla en ambientes dulceacuícolas (Merritt & Cummins, 1996). Los insectos acuáticos (entre un 70-90 % de la fauna de los organismos dulceacuícolas), constituyen el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua, por muchos investigadores (Hellowell, 1986); (Rosenberg & Resh, 1993). Estos se han convertido paulatinamente en una herramienta práctica para la determinación de la calidad biológica, pudiéndose lograr gracias a la capacidad que tienen estos organismos de mantener una estrecha relación con las condiciones del entorno, es decir, son sensibles a pequeñas alteraciones de parámetros fisicoquímicos del agua, esto representado en la disminución o aumento de la biodiversidad en un punto de muestreo.

Directamente los macroinvertebrados acuáticos no son usados por el hombre, pero son un eslabón importante dentro de la cadena alimenticia, y la ausencia de estos puede

afectar negativamente a las poblaciones de peces que sirven de alimento para los humanos.

6.2.6.7.4 Comparación con Estudios Previos

Para realizar la reseña comparativa se usó información del Estudio de Impacto Ambiental Panantza - San Carlos, año 2006, donde no se registraron datos de macroinvertebrados acuáticos

6.2.6.7.5 Conclusiones y Recomendaciones

- La fauna macrobentónica está constituida principalmente por morfoespecies comunes en el área de estudio, las cuales se han adaptado a su hábitat.
- Las comunidades de macroinvertebrados acuáticos presentan una dinámica que es el reflejo de la época del año, comportamiento de las morfoespecies y el esfuerzo de muestreo.
- En el estudio realizado para el Proyecto Minero Panantza, luego de muestrear seis cuerpos de agua de importancia, se obtuvo un total de 1304 individuos agrupados en 2 Phylums, 2 clases, 9 órdenes, 28 familias y 46 morfoespecies.
- De acuerdo al análisis de nichos tróficos para los puntos de muestreo se observa una mayor dominancia de detritívoros, sin embargo, se puede ver que en la cadena trófica se encuentran todos los gremios.
- Los puntos muestreados presentan macroinvertebrados de baja sensibilidad solo en un 11%, siendo los más notables los de alta y media sensibilidad. Esto nos sugiere que la calidad de agua para los puntos de muestreo es favorable y que la comunidad biótica en la que se desarrollan estos organismos comparte distintos tipos de hábitats de una manera equilibrada, por lo tanto, son sitios propicios para el desarrollo de poblaciones macrobentónicas de todas las características.
- En cuanto al estado de conservación de los cuerpos de agua mediante la aplicación del índice BMWP/Col, se determina una calidad Aceptable y Buena, es decir, los sistemas hídricos tienen condiciones óptimas para el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de distintos grados de sensibilidad. Por otro lado, con el índice EPT, se observó una calidad Muy Buena a Regular para los puntos de muestreo, esto se vio influenciado directamente con la presencia / ausencia de estos órdenes, los cuales son sumamente importantes a la hora de aplicar este índice. Y finalmente el índice AAMBI determino para los cuerpos de agua integridad ecológica entre Excelente y Buena.
- Es importante considerar que los macroinvertebrados son especies muy importantes para otros organismos superiores como fuente de alimento, por lo que mantener una alta diversidad de estos grupos beneficiará consecuentemente a la diversidad de anfibios, peces y aves en la zona.
- Se debe considerar que a pesar de que los invertebrados acuáticos pueden ser excelentes indicadores de la integridad ecológica de ríos, en realidad no sirven para evaluar todo tipo de contaminación. En general, se está evaluando la sensibilidad o tolerancia de estos organismos a cambios físicos y químicos

relacionados a la contaminación orgánica, aumento de nutrientes, y ciertos tipos de contaminación. Sin embargo, se sabe menos de cómo es la respuesta de estos grupos a la contaminación por metales pesados y otros compuestos industriales. En algunos casos, la contaminación da lugar a mortalidad directa de los macroinvertebrados, pero en otras circunstancias los organismos pueden ser bio-acumuladores de estos elementos y el contaminante no causa efectos letales. En estos casos, la contaminación puede afectar la reproducción y crecimiento de los organismos, pero no necesariamente los mata y el efecto del contaminante se magnifica cuando estos son consumidos por otros organismos dentro de la comunidad. En virtud de esto es importante siempre tener en cuenta los planes de mitigación que se pondrán en práctica ante los impactos que se producirán en el área de influencia directa y que involucren a los cuerpos de agua muestreados que estén relacionados exclusivamente con los macroinvertebrados acuáticos.

- Se sugiere que, en caso de realizarse desbroces de cobertura vegetal ribereña, se implementen de forma inmediata planes de revegetación con especies propias de la zona, con la finalidad de conservar los hábitats en los cuales se desarrollan ciertas morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos.
- Se recomienda realizar monitoreos semestrales en las diferentes épocas del año, con la finalidad de observar las variaciones que presentan los sistemas hídricos.
- Para futuros monitoreos sería primordial mantener los puntos de muestreo en las áreas donde se lleven a cabo actividades, para así conocer el comportamiento de los cuerpos de agua durante el desarrollo de los trabajos a ejecutarse.
- Se recomienda dar charlas constantes a las poblaciones que se encuentran a los alrededores de los sistemas hídricos, con la finalidad de hacer consciencia en cuidar y mantener en buen estado los cursos de agua y que la basura no sea arrojada ahí.

6.2.6.8 Bibliografía

Flora

- Albrecht, M., et al. (2018). Land-use intensification drives functional divergence of soil microbial communities associated with plant diversity. *Journal of Ecology*, 106(2), 570-582.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.
- Carmona-Galindo, V.D., & Carmona, T.V. (2013). La Diversidad de los Analisis de Diversidad. *Bioma*, 14, 20-28.
- Cerón, C. E. 2003. *Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador*. Herbario "Alfredo Paredes" QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Colwell, Robert K. (2009). *Biodiversity: Concepts, Patterns and Measurement* en Simon A. Levin, ed. *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- Chapman, J. A., & Reiss, M. J. (1999). *Ecology: Principles and applications*. Cambridge University Press
- Dornelas, M., (2018). Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss. *Science*, 361(6404), 788-791.
- Didham, R.K.,(2016). Interpreting biodiversity-ecosystem function studies in light of ecological assembly processes. *Functional Ecology*, 30(12), 1903-1912.
- Gleason, H. A., & Cronquist, A. (1991). *Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada*. The New York Botanical Garden.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología*, (8), 151-161.
- Lindenmayer, D. B., & Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: An ecological and conservation synthesis*.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Malden: Blackwell Publishing.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 1. Zaragoza, 84 pp.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of plants*. Macmillan.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 9, June 2008 [and more or less continuously updated since].

Avifauna

- Albuja, L, M, Ibarra, J, Urgilés y R, Barriga, 1980, Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos, Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencias Biológicas. Quito.
- Alonso, A., y F. Dallmeir, 1999, Biodiversity Assessment and Monitoring of the Coger Urubamba Region, Perú, Pagoreni Well Site: Assessment and Training. SI/MAB Biodiversity Program Series #3.
- BIOWEB. Aves del Ecuador. 2023. <https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb>
- BirdLife, International, (2011), Important Bird Areas factsheet: Directorio Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad.
- Bibby, C., Jones, M., & Stuart, M. (1998). Bird Surveys: Expedition Field Techniques. Expedition Advisory Centre.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., & Mustoe, S. (2000). "Bird Census Techniques". Academic Press.
- Cañadas, L. (1983). El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics.
- Chao, A., & Lee, S.-M. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. Journal of the American Statistical Association
- Catague of life, indexing the world's known species, 2019: <http://www.catalogueoflife.org/>
- CITES, 2023, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Página web: <http://www.wcmc.org.uk/CITES/common>.
- Colwell, Robert K. (2009). Biodiversity: Concepts, Patterns and Measurement en Simon A. Levin, ed. The Princeton Guide to Ecology. Princeton: Princeton University Press.
- Dunn, E. H., & Ralph, C. J. (2004). "Use of mist nets as a tool for bird population monitoring". Studies in Avian Biology, 29, 1-6.
- Freire, et. al. 2019. Lista Roja de Aves del Ecuador Continental. Ministerio de Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Freire, J., Restall, R. 2018. Birds of Ecuador. Helm Field Guides. Bloomsbury Publishing Plc. Grain Britain.

- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M.B., Guerrero, M., Suárez, L., (Eds.). 2002, Libro Rojo de las Aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2, Quito, Ecuador.
- Internet Bird Collection (IBC), 2015: <http://ibc.lynxeds.com/>
- Internet Bird Collection (IBC). (2017). Internet Bird Collection (IBC). Recuperado el 25 de febrero de 2018, de <http://ibc.lynxeds.com/>
- Karr, J. R. (1981). Assesstment of Biotic Integrity Using Fish Community. Fisheries (Bethesda).
- McMullan, M., & Navarrete, L. (2013). Fieldbook of the Birds of Ecuador. Quito: ProAves, 2013.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Ortiz Crespo, F., P., J., Greenfield y J.C., Matheus, 1990, Aves del Ecuador, Continente y Archipiélago de Galápagos, Feprotur y CECIA. Quito, 144 pp.
- Parker, T. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. Auk.
- Ralph, C., G., Geupel, P., Pyle, T., Martin, M, De Sante Y B., Milá., 1996, Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres, Pacif Southwest Research Station Albany, California.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., & DeSante, D. F. (1993). "Handbook of field methods for monitoring landbirds". USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-144.
- Real, R., & Vargas, J. M. (1996). The probabilistic basis of Jaccard's index of similarity. Systematic biology
- Ridgely, R, y P., Greenfield, 2001, The Birds of Ecuador, Status, Distribution and Taxonomy, Cornell University Press, Hong Kong.
- Ridgely, R., S., y P., J., Greenfield, 2006. The Birds of Ecuador, Volume II, Field Guide. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Sierra, R., (Ed.) 1999, Propuesta preliminar y de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Stattersfield, A, J, Crosby, M, J, Long, A, J, y Wege, D. C. (1998) Endemic birds areas of the World. Priorities for biodiversity conservation, Cambridge, Reino Unido: BirdLife International.
- Stotz, F., J. Fitzpatrick, T, Parker, D, Moskovits, 1996, Neotropical Birds Ecology and Conservation, The University of Chicago Press.

UICN, 2023, Red List of Threatened Species, The World Conservation Union (IUCN).
<http://www.iucnredlist.org/>

Yáñez, P. 2014, Ecología y Biodiversidad: Un enfoque desde el Neotrópico. UNIBE/UIDE. Quito, Ecuador.

Xeno-canto. (2023). xeno-canto. Recuperado en mayo de 2023, de xeno-canto:
<https://www.xeno-canto.org/>

Mastofauna

Albuja, L, M, Ibarra, J, Urgilés y R, Barriga, 1980, Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos, Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencias Biológicas. Quito.

Albuja, L. (2011). Lista de Mamíferos Actuales del Ecuador. Escuela Politécnica del Ecuador. Departamento de Ciencias Biológicas. Quito.

Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador, 2da Edición, Cicetronic Cía. Ltda. Offset Quito, Ecuador, 288 sp., 19 lám, 52 figs. Y 93 mapas.

Albuja, L. 2002. Mamíferos del Ecuador. Pp. 271-327, en: Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (G. Ceballos y J. A. Simonetti, eds). CONABIO-UNAM, México, D.F.

Albuja, L. y Arcos R. 2007. Lista de Mamíferos Actuales del Ecuador. Pp. 7-33, en: Politécnica 27 (4) Biología 7, Quito - Ecuador.

Albuja, L., A, Armendáriz, R. Barriga, L.D. Montalvo, F. Cáceres y J.L. Román. 2012. Fauna de Vertebrados del Ecuador. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Boada, C., J.F. Freile, P. Jimenez, F. Nogales-Sornoza y J.H. Valencia. 2009. Fauna de Vertebrados del Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.

Bode, R. W. (1988). Methods for rapid biological assessment of streams. NYSDEC.

Briones, E., A. Flachier, J. Gomez, D. Tirira, H. Medina, I. Jaramillo & C. Chiriboga. 1997. Inventario de Humedales del Ecuador. Primera Parte: Humedales Lénticos de las Provincias de Esmeraldas y Manabí. Ecociencia/INEFAN Convención Ramsar, Quito.

Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2023. Mamíferos del Ecuador. Versión 2023.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>>.

Cañadas-Cruz, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito-Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería-PRONAREG.

Chao, & Lee. (1992). Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. Journal of the American Statistical Association, 87(417), 210–217.

- Chao, A. (1984). Non parametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270, 1984.
- Chao, A. Y S-M. LEE. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87: 210-217.
- Henderson, P. (2003). *Practical Methods in Ecology*. Edición. Wiley.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- Kunz, T. H., D. W. Thomas, G. C. Richards, C. R. Tidemann, E. D. Pierson and P. A. Racey. 1996. *Observational Techniques for Bats*. En D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, and M. S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington. USA.
- MAE, 2013. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Magurran, A. (1988). *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona, España. 202 pp.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza.
- Moreno, Claudia, (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Odum, E. 1978. *Ecología*. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F.
- Rodríguez-Tarrés, R. 1987. *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. 4ta edición. WWF. Maryland.
- Sayre R.; E. Roca; G. Sedaghatkish; B. Young; S. Keel; R. Roca y S. Sheppard. 2002. *Un Enfoque en la Naturaleza. Evaluaciones Ecológicas Rápidas*. The Nature Conservancy.
- 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 del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Quito.

- Tirira, D. G. 2008. Mamíferos de los bosques húmedos del noroccidente de Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco y Proyecto PRIMENET. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 7. Quito. 352 pp.
- Tirira, D. G. 2017. Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador. Segunda edición, Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11, Ediciones Murciélago Blanco, 599 pp.
- Tirira, D. G. (ed.). 2021. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 3a edición. Versión 1 (2021). Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, Quito. <<https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorojo>>
- Yáñez, P. (2014). Ecología y biodiversidad: un enfoque desde el neotrópico. Quito: UNIBE/UIDE. 172 pp.

Herpetofauna

- Albuja, L., M., Ibarra, J, Urgiles & R., Barriga. 1980. Estudio preliminar de los vertebrados de Ecuador. Escuela politécnica Nacional. Quito.
- Albuja, L., A. Almendáriz, R. Barriga, L.D. Montalvo, F. Cáceres y J.L. Román. 2012. Fauna de Vertebrados del Ecuador. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Alford, R.A., Richards, S.J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30: 133-165.
- Almendáriz A, Simmons J E, Brito J, Vaca-Guerrero J. 2014. Overview of the herpetofauna of the unexplored Cordillera del Cóndor of Ecuador. *Amphibian & Reptile Conservation* 8(1) [Special Section]: 45–64 (e82).
- Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.
- Betancourt R., F. Romo, D. Chungandro, P. Baldeón, Romero P. 2019. Anfibios y Reptiles del Valle del Río Quimi. Etribaciones de la Cordillera del Cóndor, Zamora Chinchipe – Ecuador. Ecotono Consultores Cía. Ltda; [fieldguides.fieldmuseum.org] [983] versión 1 1/2018. Actualizada al 7/2019
- Carrillo, E., S. Aldás, M. Altamirano, F. Ayala, D. Cisneros, A. Endara, C. Márquez, M. Morales, F. Nogales, P. Salvador, M.L. Torres, J. Valencia, F. Villamarín, M. Yáñez & P. Zárate. 2005. Lista Roja de los Reptiles del Ecuador. Fundación *Novum Millenium*, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura. Serie Proyecto PEEPE. Quito.

- CITES. 2020. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres <http://www.cites.org/esp/disc/species.php> (Consulta: 15 de mayo 2021).
- Colwell, R. K. (2009). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. Accesible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> Fecha de acceso: 10 de mayo 2023.
- Colwell, R. K., C. Xuan-Mao y J. Chang. (2004). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *Ecology*. 85: 2717-2727.
- Crump, M.L. 1974. Reproductive strategies in a Tropical Anuran Community. *Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas Miscellaneous Publication No. 61*. Lawrence.
- Duellman, W.E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Misc. Publ. Mus. Nat. Hist.* 65. Univ. Kansas, U.S.A.
- Duellman, W. E., y L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9p. (<http://folk.uio.no/chammer/past>).
- Heyer, R. W., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (eds). (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J., 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151–161.
- Lips, K.R., J.K. Reaser, B.E. Young & R. Ibañez. 2001. *Amphibian Monitoring in Latin America: A protocol Manual*. Monitoreo de Anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Herpetological Circular No. 30, Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- MAE, 2013. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Magurran, A. 1989. *Diversidad Ecológica y su Medición*. VEDRA. Barcelona, España.
- Menéndez-Guerrero, P. A. (2001). *Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la Amazonía Ecuatoriana*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

- Myers, N., Russell A. Mittermeier, Cristina G. Mittermeier, Gustavo A. B. da Fonseca and J. Kent. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* (Vol. 403). Nature Publishing Group.
- Ortega-Andrade H M, Rodes Blanco M, Cisneros-Heredia DF, Guerra Arevalo N, Lopez de Vargas-Machuca K G, Sanchez-Nivicela J C, et al. (2021). Red List assessment of amphibian species of Ecuador: A multidimensional approach for their conservation. *PLoS ONE* 16(5): e0251027.
- Pearman, P. B. 1997. Correlates of amphibian diversity in an altered landscape of Amazonian Ecuador. *Conserv. Biol.* 11:1211-1225.
- Pérez-Santos, C. & A.G. Moreno. 1991. Serpientes de Ecuador. Museo Regionale Di Scienze Naturali. Monografie XI. Torino.
- Peters, J.A. 1960. Snakes of Ecuador. Proceedings of the United States National Museum. Smithsonian Institution, Washington D.C.
- Peters, J.A. & B. Orejas Miranda. 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata: Part I y II: 1-347.
- Rodríguez-Tarrés, R. 1987. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ta edición. WWF. Maryland.
- Ron, S. R., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. 2022. Anfibios del Ecuador. Versión 2021.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>>, fecha de acceso 10 de mayo 2023.
- Sarmiento, F. O. 2001. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA [Primera edición digital de Diccionario de ecología, a cargo de José Luis Gómez-Martínez y autorizada para Proyecto Ensayo Hispánico, Octubre 2001].
- Suárez, L. y PA. Mena. 1994. Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. EcoCiencia. Quito.
- Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., Ayala-Varela, F. y Salazar-Valenzuela, D. 2022. Reptiles del Ecuador. Version 2021.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb>>, fecha de acceso, 10 de mayo 2023.
- Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.) (2019) The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [10 de mayo 2023].
- Valencia, J. H., Toral, E., M., Betancourt, R., & Barahona, A. 2008. Guía de campo de reptiles del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orcé, Simbioe. Quito.
- Valencia, J., Toral, E., Morales, M., Betancourt, R. & Barahona, A. 2009. Guía de campo de anfibios del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Simbioe. Quito.

- Vitt, L. J. y de la Torre, S. 1996. Guía para la investigación de las lagartijas de Cuyabeno. A research guide to the lizards of Cuyabeno. Museo de Zoología (QCAZ), Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Walker, R.S., A.J. Navarro & J.D. Nichols. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Journal of Neotropical Mammalogy*. 7:73-80.
- Wells, K. D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. Univ Chicago Press, Chicago, IL.
- Welsh H. H y Ollivier L. M (1998). Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods. *Ecol. Applic.* 8: 1118-1132.
- Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibáñez, A.W. Salas, J. R. Cedeño, L. A. Coloma S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15:1213-1223.
- Young, B. E., S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox y T. M. Boucher. 2004. *Joyas que Están Desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo*. NatureServe, Arlington, Virginia.

Entomofauna

- Acosta, S. 1961. Los Bosques del Ecuador y sus Productos. Editorial Ecuador. Quito 348 pp.
- Andrade, M.G. (1990). Clave para las familias y subfamilias de Lepidóptera: Rhopalocerca de Colombia. *Caldasia*. 16: 539-550
- Araujo, P., Bersosa, F., Carranco, R., Granda, V., Guerra, P., Miranda, N., Troya, A. (2005). Evaluación preliminar de la diversidad de escarabajos (Insecta: Coleoptera) del Choco Ecuatoriano. . 2005. págs. *Politécnica*, 26(1) biología 6:120-140.
- Basset, Y. Novotny, V., Miller, S., Kitching, R.(2003) *Arthropods of Tropical Forests*. First published. Cambridge University Press. UK.
- Borror, Triplehorn & Johnson, 1992. AN INTRODUCTION TO STUDY OF INSECTS. Sixth edition. Saunders Collage Publishing. Florida USA
- Campos-Salazar, L. R., Gómez-Bulla, J. & Andrade-C., M. G., 2011. Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las ciénagas del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 35: 45-60.
- Canter, Larry W,1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda Edición. Mc Graw- Hill. Madrid 841 pp.

- Colwell, Robert K. (2009). Biodiversity: Concepts, Patterns and Measurement. En Simon A. Levin, ed. *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton: Princeton University Press. pp. 257–263.
- Constantino, L.M., & Salazar, J.A. (2013). *Mariposas Diurnas del Ecuador: Guía de Campo*. Quito, Ecuador: Ediciones Murciélago Blanco.
- Brusca, R.C. y Brusca, G.J. 2002. *Invertebrates*. 2da Edición. Sinauer Associates, Inc., E.U.A., pp. 595-613.
- Bustos-Gómez F, Lopera A. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). En: Onore G, Reyes-C P, Zunino M, compiladores. *Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento*. Volumen 3. Zaragoza: Monografías Tercer Milenio. p. 59–65.
- Chao, A., 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265–270.
- DeVries, P.J. (1997). *The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History, Volume II: Riodinidae*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- EPA/444/4-89-001, Rapid Bioassessment Protocols for Use in Stream and Rivers, Benthic Macroinvertebrates and Fish.
- Erwin, T. 1980. *Measuring Arthrop biodiversity in the Tropical Forest Canopy*, Academic Press, Inc.
- Environmental Protection Agency (E.P.A) /444/4-89-001, Rapid Bioassessment Protocols for Use in invertebrates. pp.
- Halffter G, Matthews EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mex.* 12–14:1–312.
- Halffter, G., M.E. Favila. 1993. The Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes *Biology International* 27:1-21.
- Halffter, G.; Moreno, C. y Pineda, E. 2001. *Manual para la evaluación de la biodiversidad en reservas de la biósfera*. 1ª ed. Zaragoza (ES) : Gorfi. 79 p.
- Halffter G, Pineda E, Arellano L, Escobar F. 2007. Instability of copronecrophagous beetle assemblages (Coleoptera: Scarabaeinae) in a mountainous tropical landscape of Mexico. *Environ. Entomol.* 36(6):1397–1407. doi: 10.1603/0046-225X(2007)36[1397:IOCBAC]2.0.CO;2.
- Hubbell, S. P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Krebs, C. 1985. *Ecología: Estudios de la distribución y abundancia*. Harla. México. 753 pp.
- Lamas, G. (2000). *Estado actual del conocimiento de la sistemática de los*

- lepidópteros, con especial referencia a la región neotropical. Monografías Tercer Milenio. 1: 253-260.
- Magurran, A, 1988. Diversidad Ecológica y su medición, Ediciones Vedra, Barcelona España.. pp. 9-52.
- Martínez, e. & r. López. 2011. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en cultivos de banano bajo manejo orgánico en Buritaca, Magdalena, Colombia. Tesis de pregrado. Programa de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad del Magdalena. 116 pp. Santa Marta.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84pp.
- Navarrete D, Halffter G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. Biodivers. Conserv. 17(12):2869–2898. doi: 10.1007/s10531-008-9402-8.
- 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.
- Spector, S. 2006. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. Coleopterists Society Monographs Patricia Vaurie Series, December, vol. 5, p. 71-83. ISSN: 1934-0451.
- Vásquez, D., R.W. Flowers & M. Springer. 2009. Life history of five small minnow mayflies (Ephemeroptera: Baetidae) in a small tropical stream on the Caribbean slope of Costa Rica. Aquat. Insect. 31: 319-332.
- Yáñez, P. (2014) Ecología y Biodiversidad: Un Enfoque desde el Neotrópico. UNIBE/UIDE. Quito 172 pp. ISBN: 978-9942-9924-8-2
- IUCN. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>
- Museo Nacional de Historia Natural Chile. ¿Por qué estudiar lepidópteros? Obtenido de (<https://www.mnhn.gob.cl/noticias/por-que-estudiar-lepidopteros>)
- Dueñas M., et al. (2021) Diversidad de Lepidóptera en el Bosque Protector La Properina y el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL. Obtenido de: (<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56489>)
- Forestry Images. Obtenido de: www.forestryimages.org
- Wiley Online Library. Obtenido de www.blackwell-synergy.com
- What's That Bug. Obtenido de: www.whatsthatbug.com

Ictiofauna

- Aguilar. (2005). Los Peces como indicadores de la calidad ecológica del Agua. Volumen 6, 8.
- Albuja, L., Almendáriz, A., Barriga, R., Montalvo, D., Cáceres, F., & Román, J. L. (2012). Fauna de Vertebrados del Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6686>
- Andraka, S., Mug, M., Hall, M., Pons, M., Pacheco, L., Parrales, M., . . . Vogel, N. (2013). Circle hooks: Developing better fishing practices in the artisanal longline fisheries of the Eastern Pacific Ocean (Vol. Vol. 160). Biological Conservation.
- Barriga, R. (1983). Técnicas para la captura y preservación de peces. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Barriga, R. (1994). Peces del Parque Nacional Yasuní. Revistade Información Técnico-Científica de la Escuel Politécnica Nacional XVI, 9-41.
- Barriga, R. (2012). Escuela Politecnica Nacional. Recuperado el 12 de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5067>
- Barriga, R. (2012). Escuela Politecnica Nacional. Recuperado el 12 de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5067>
- Chao. (1984). "Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population.". Scandinavian Journal of Statistics, Theory and Applications, 11(4), 265–270.
- Chao, & Lee. (1992). Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. Journl of the American Statistical Association, 87(417), 210–217.
- Chernoff, B. A.-A. (2003). Una evaluación rápida de los ecosistemas acuáticos de la Cuenca del Río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 28. Conservation International, Washington, DC.
- CITES. (2022). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Recuperado el 26 de Septiembre de 2019, de <http://checklist.cites.org>.
- Colwell. (2010). A stochastic evolutionary model for range shifts and richnes on tropical elevational gradients. Philosophical Transactions of the Royal Society.
- Enviromental Protection Agency. (2002).
- 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, C. (2002). Ecología de Peces. Secretariado de Publicaciones. 353 pp. Universidad de Sevilla.

- Grosman, F., González, G., Sanzano, P., & Agüeria, D. (2002). Alimentación, nichos tróficos y competencia interespecífica de peces de la laguna de Monte, Argentina. CIVA 2002, 129-140. Obtenido de www.civa2002.org
- Grosman, M. F., Gonzalez Castelain, J. R., & Usun, E. J. (2002). Ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en un ambiente del SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Humboldt, I. V. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Panamericana formas e impresos s.a. .
- Jiménez, & otros, P. y. (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).
- Lista Roja Nacional, A. W.-Y.-M.-M.-P. (2019). Lista roja de los peces dulceacuícolas de Ecuador. (P. U. Ecuador, Ed.) Quito -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.
- López, H. L. (2009). Ictiólogos de la Argentina: Argentino Aurelio Bonetto. ProBiota, FCNyM, UNLP, Serie Técnica-Didáctica, La Plata, Argentina, 14(10): 1-29. ISSN 1515-9329.
- Magurran. (1987). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Magurran, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona : Ediciones Vendrá.
- Maldonado-Ocampo , Ortega, J. A., & Lara, A. O. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá.
- Margalef, D. R. (1958). *Information Theory in Ecology*. *General Systematics*, 3.
- McConnell & Lowe. (1967). Some factors affecting fish populations in Amazonian waters. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*,. New York: Conservação da Natureza e Recursos Naturais.
- McGraw-Hill, & Parker, S. P. (1992). *Enciclopedia McGraw-Hill de Ciencia y Tecnología* (2da ed., Vol. I). México.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Laso, C. A. (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: HUMBOLDT. 319pp.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza.
- Nelson, J. (2006). Fishes of the world.4ta edición;John Wiley y Sons,Inc ;Alberta,. Canada.
- Nugra, & ., A. D. (2018). Guía de Peces del Alto Nangaritz. 152 pp. Cuenca-Ecuador: Universidad del Azuay.
- Ortega-Lara, A. (2004). Continuación de la caracterización de la ictiofauna nativa de los ríos faltantes de la cuenca del río Cauca. Popayan, Colombia : CRC.
- Pardo, I., Delgado, C., Costas, N., & Araín, N. (2010). Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico Invertebrados bentónicos, Diatomeas, Peces y Macrófitos.
- Reis, R. (2013). Conserving the freshwater fishes of South America. Int.ZooTb.47.
- Román–Valencia, C., Ruiz–C., & R. I. y Barriga, R. (2007). Redescipción de *Hemibrycon orcesi* Böhlke, 1958 y *H. polyodon* (Gunther, 1864) (Teleostei, Characidae). Incluye clave para las especies de *Hemibrycon* en Ecuador. Animal Biodiversity and Conservation, 704-712. 30.2.
- Schlosser, I. (1991). Stream fish ecology: A landscape perspective. BioScience. 41: 704–712.
- Tufiño, P., & Barrantes, R. (2013). Ictiofauna común de los ríos Zamora,Quimi y Machinanza. (Vol. Tomo I). Quito, Ecuador: SIMBIOE.
- Tufiño, P., & Ramiro Barrantes, A. (2013). Ictiofauna común de los ríos Zamora,Quimi y Machinanza (Vol. Tomo I). Quito, Ecuador: SIMBIOE.
- UICN. (2022). UICN Red List of Treatedened Species.). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. www.redlist.org.
- Yáñez, M., Veintimilla, D., Smith, E., Altamirano, M., & Carl, F. (2010). Descubrimiento de dos poblaciones sobrevivientes de Sapos Arlequín (Amphibia:Bufonidae: Atelopus) en los Andes de Ecuador. Avances, 74-77.
- Yáñez, P. (2014). Ecología y biodiversidad. Un enfoque desde el Neotrópico, 172 pp. Quito: UNIBE/UIDE.
- Macroinvertebrados Acuáticos**
- Arenas J. (1993). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del río Bío, Chile. Tesis de Doctorado de la Facultad de Ciencias, Universidad de Concepción. 111pp.

- Barbour M. T., G. J. (1995). "Revision to Rapid Bioassessment Protocols for use in stream and rivers: Periphyton, benthic macro invertebrates and fish". EPA 841_D_97-002.
- Barbour, M. T., Gerritsen, B., Snyder, D., & Stribling, J. B. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. (Second Edition ed.). USA, Washington, D.C.: EPA 841-B-99-002 U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Bode, R. W. (1988). Methods for rapid biological assessment of streams. NYSDEC.
- Bustamante, P. E., & Angulo, A. M. (2018). PREVALENCIA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN DOS ECOSISTEMAS DEL ECUADOR CONTINENTAL. Orellana, Ecuador.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. Quito, Ecuador: EcoCiencia.
- Chacon, M., & Segnini, S. (1996). Reconocimiento taxonomico de las nayades del Orden Ephemeroptera en la deriva de dos ríos alta montaña en el estado Merida, Venezuela. Merida, Venezuela.: Bol. Entomol. Venezolana11(2).
- Chara-Serna, A. M., Chará, J., Zuñiga, M. C., & Pearson, R. G. (2010). Diets of leaf-litter-associated insects in three Colombian streams. Colombia.
- CITES. (2022). Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Recuperado el 8 de agosto de 2022. Obtenido de <http://checklist.cites.org>.
- Cummins, K. &. (2005). He use of invertebrates functional group to characterize ecosystem attributes in selected stream and rivers in south Brazil. Stud. Neotrop. Fauna Environ. Brazil.
- Domínguez , E., & Fernandez , H. (1998). Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucuman, Argentina) medida por un índice biotico. Tucuman, Argentina: Serie de conservación de la Naturaleza. Obtenido de . <http://www.famu.org/mayfly/mfbib d.php>.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Encalada, C., J.M., G., E., S., F., M. C., J., L., C., S., . . . Troya, & M. (2019). Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas. Herramientas y guía de invertebrados para el diseño efectivo de programas de monitoreo, 224. Quito.
- Fierro, P., Bertran, C., Martinez, D., Valdovinos, C., & Vargas-Chacoff, L. (2014). Ontogenetic and temporal changes in the diet of the Chilean silverside *Odontesthes regia* (Atherinidae) in southern Chile. Cahiers de Biologie Marine.

- Grimaldo, W. Y. (2004). Aspectos Tróficos y Ecológicos de los Macroinvertebrados Acuáticos. (Vol. I). ECOLOGICAL EXPLORERS. Recuperado el 29 de 08 de 2020
- Hellawell, J. M. (1986). Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied. London.: Science Publishers.
- Henderson, P. (2003). Practical Methods In Ecology. Obtenido de <http://tarwi.lamolina.edu.pe>
- <http://tarwi.lamolina.edu.pe>. (2008). <http://tarwi.lamolina.edu.pe>. Recuperado el 30 de 01 de 2017, de <http://tarwi.lamolina.edu.pe>.
- Humboldt, I. V. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Panamericana formas e impresos S.A.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, 151-161.
- Mafla, M. (2005). Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca-Costa Rica. (A. Cortes, Ed.) Talamanca, Costa Rica.
- Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. . Malden: Blackwell Publishing.
- Mancilla , G., Valdminos, C., Azocar, M., Jorquera, P., & Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados. Chile central.: Hidrobiológica.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, 1. Zaragoza.
- Reice, S.R. & M. Wohlenberg. (1992). Monitoring Freshwater Benthic Macroinvertebrates and Benthic Processes: Measure for Assesment of Ecosystem Health. En: D.M. Rosenberg and V.H. Resh (editores). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall.
- Ribera I. y Foster, G.N. (1992). Use of Coleoptera as biological indicators. Elytron. 20: 61-75.
- Roldán, G. (1988). Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Antioquia, Colombia: Editorial Presencia.

- Roldán, G. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Antioquia, Bogota, Colombia: Presencia Ltda. Colciencias.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall,. New York., USA.
- Sánchez Fernández, D.,P.Abellán,J. Velasco & A. Millán. (2004). Selecting areas to protect the biodiversity of aquatic ecosystems in a semiarid Mediterranean region. Aquatic Conservation:Marine and Freshwater Ecosystems,. 14:465-479.
- UICN. (2022). La Lista roja de las Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (Vols. Versión 2022-1). Recuperado el 08 de agosto de 2022, de IUCN Global Species Programme Red List Unit. Obtenido de <http://www.iucnredlist.org>.
- Valdovinos, C. (2006). Invertebrados dulceacuícolas. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonios y desafíos. Conama. Ed. Ocho Libros. Santiago, Chile.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Perú: Instituto de investigación. (I. d. Humboldt, Ed.).
- Yáñez, P. (2014). Ecología y biodiversidad: un enfoque desde el Neotrópico. 172. Quito: UNIBE/UIDE.
- Zuniga, M., Rojas , A., & Mosquera, S. (1997). Biological aspects of Ephemeroptera in rivers of southwestwrn Colombia (South America). In: Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology Systematics. (Landolt P. & Sartori M., Eds.),. Suiza.: Mauron Tinguely & Lachat, SA. Fribourg.